



Soodakattilan nuohousautomaation modernisointi

Opinnäytetyö

Valtteri Lindström

Opinnäytetyö, AMK

Marraskuu 2023

Insinööri, Sähkö- ja automaatiotekniikka (AMK)

Lindström Valtteri

Soodakattilan nuohousautomaation modernisointi

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Marraskuu 2023, 159 sivua.

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Lämpöpintojen likaantumisongelmia ilmenee kaikissa kattiloissa, joissa poltetaan tuhkapitoisia polttoaineita. Soodakattilan lämpöpintojen nuohoaminen on elintärkeää sen toiminnan, sekä energiatehokkuuden kannalta. Nuohointen ohjaus täytyy suunnitella niin, että nuohoimet nuohoavat lämpöpintoja energiatehokkaasti sekä luotettavasti. Valmetin toimeksiannosta aloitettiin opinnäytetyössä kuvattu soodakattilan nuohousautomaation modernisoinnin kehitystutkimus.

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää soodakattilan nuohousautomaation päivitysratkaisu, joka olisi tilantarpeeltaan, luotettavuudeltaan sekä kustannuksiltaan nykyistä ratkaisua tehokkaampi vaihtoehto. Päivitysratkaisun täytyi myös olla käyttäjäystävällinen, jolloin käyttäjien olisi yksinkertaista työskennellä nuohousautomaation parissa ja käyttökoulutuksiin käytettävät ajat väheneisivät. Nuohousautomaation modernisoinnissa täytyi myös suunnitella nuohointen ryhmittäminen, jotta nuohoaminen olisi mahdollisimman tehokasta sekä luotettavaa. Päivityksissä halutut ohjaustavat rajattiin taajuusmuuttajilla toteutettuihin ohjauksiin sekä puolijohdekäynnistimillä toteutettuihin ohjauksiin.

Työn tuloksena nuohousautomaation modernisoinniksi saatiin yhteensä kuusi erilaista päivitysratkaisua kolmelta eri järjestelmätoimittajalta. Jokaisesta päivitysratkaisusta suunniteltiin nuohoinkeskukset, joiden avulla pystyttiin määrittämään siihen tarvittavien kaappien lukumäärät sekä kokonaisleveydet. Kaikista päivitysratkaisuista saatiin komponenttikustannukset, jotka lisäämällä kaappeihin, asennuksiin sekä mahdollisiin lisäkomponentteihin meneviin kustannuksiin pystyttiin arvioimaan päivitysratkaisuiden kokonaiskustannukset.

Avainsanat (asiasanat)

Höyrynuohoin, soodakattila, taajuusmuuttaja, puolijohdekäynnistin, nuohousautomaatio

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Lindström Valtteri

Modernization of sootblower automation of black liquor soda recovery boiler

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, October 2023, 159 pages.

Degree Programme in Electrical and automation Technology. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

Problems with fouling of heating surfaces occur in all boilers burning ash fuels. Cleaning the thermal surfaces of a black liquor soda recovery boiler is vital for its operation and energy efficiency. Sootblower control must be designed in a way that it ensures that the cleaning of the thermal surfaces is done in an energy efficient and reliable manner. The development study for the modernization of sootblower automation described in this thesis was commissioned by Valmet.

The aim of the thesis was to find an upgrade solution for the modernization of sootblower automation that would be more efficient than the current solution in terms of space requirements, reliability and costs. The upgrade solution also had to be more user-friendly, so that users would be able to work simply with the sootblower automation and therefore the time spent on training would be reduced. The modernization also had to include the design of a grouping of sootblowers to ensure the most efficient and reliable thermal surface cleaning. In the upgrades, the desired control methods were limited to controlling via variable frequency drives and via semiconductor motor starters.

As a result of the work, a total of six different upgrade solutions were found from three different system suppliers. For each upgrade solution, sootblower control panels were designed to determine the number of cabinets required and the overall widths. For each upgrade solution, component costs were obtained, which, when added to the costs of cabinets, installation and any additional components, allowed the total cost of the upgrade solutions to be estimated.

Keywords/tags (subjects)

Sootblower, black liquor soda recovery boiler, variable frequency drive, semiconductor starter, sootblower automation

Miscellaneous (Confidential information)

Sisältö

1	Johdanto	5
1.1	Toteutus	6
1.2	Toimeksiantaja	6
2	Tutkimusprosessi	7
2.1	Tutkimusasetelma	7
2.2	Haastattelu tiedonkeruumenetelmänä	8
2.3	Tutkimusmenetelmät	8
2.4	Tiedonkeruu ja aineistojen analysointi	10
3	Soodakattila	10
3.1	Luonnonkiertokattilan toimintaperiaate	11
3.2	Soodakattilan rakenne	11
3.3	Mustalipeä.....	15
3.3.1	Orgaaniset ainekset	16
3.3.2	Epäorgaaniset ainekset.....	17
3.4	Lämpöpintojen likaantuminen	18
3.4.1	Lämpöpintojen korroosio	19
3.4.2	Lämpöpintojen eroosio.....	19
3.5	Höyrynuohoimet	19
3.5.1	Höyrynuohoimien rakenne	20
3.5.2	Höyrynuohoimien toimintaperiaate.....	20
4	Epätahtikone	22
4.1	Toimintaperiaate.....	24
4.2	Suora käynnistys.....	25
5	Taajuusmuuttaja	26
5.1	Sähkökäytön mitoitus.....	27
6	Puolijohde	30
6.1	Puolijohdekäynnistimet	31
7	Etukojeet	32
8	Kenttäväylät	32
8.1	Profibus	33
8.2	Profinet.....	35
9	Nuohousautomaation modernisointi	37
9.1	Nykyinen ratkaisu.....	38

9.1.1	Vaatimusten määrittäminen.....	39
9.1.2	Ongelmat/haasteet nykyisessä ratkaisussa.....	40
9.2	Päivitysratkaisut	40
9.3	Siemens SIMATIC ET 200SP	40
9.3.1	Komponentit	42
9.4	Siemens SINAMICS G120C -taajuusmuuttajat	45
9.4.1	Komponentit	46
9.5	Siemens SINAMICS S120 -taajuusmuuttajat	49
9.5.1	SINAMIC S120 Booksize	50
9.5.2	Komponentit	51
9.6	Eaton EMS2	53
9.6.1	SmartWire-DT	55
9.6.2	Komponentit	56
9.7	Eaton DC1 -taajuusmuuttajat.....	59
9.7.1	DrivesConnect.....	60
9.7.2	Komponentit	61
9.8	Schneider Electric ATV600 -taajuusmuuttajat	62
9.8.1	Komponentit	63
10	Tulokset.....	64
10.1	Yhteenvedo päivitysratkaisuista	65
10.2	Nuohousautomaation modernisoinnin valinta	65
10.2.1	Vaikutukset ja hyödyt	66
11	Jatkokehitys/jatkotoimenpiteet.....	67
12	Pohdinta.....	67
12.1	Eettisyys ja luotettavuus	68
	Lähteet	69
	Liitteet	73
	Liite 1. Esitelmä järjestelmätoimittajien kanssa käydyissä palavereissa	73
	Liite 2. Nykyisen ohjausratkaisun periaatekaavio.....	76
	Liite 3. ABB moottorilista	77
	Liite 4. Siemens SIMATIC ET 200SP osat	78
	Liite 5. Siemens SINAMICS G120C osat	110
	Liite 6. Siemens SINAMICS S120 osat.....	117
	Liite 7. Eaton EMS2 osat.....	125
	Liite 8. Eaton DC1 osat	145

Liite 9. Schneider Electric ATV600 osat.....	153
--	-----

Kuviot

Kuvio 1. Soodakattilan rakenne	12
Kuvio 2. Ilmanjako soodakattilan tulipesässä	13
Kuvio 3. Verhoputket, tulistimet ja tulipesän nokka	14
Kuvio 4. Nuohoimen rakenne	20
Kuvio 5. Nuohoimen suutinputken toimintaperiaate.....	21
Kuvio 6. Nuohoimen kytkentärasian toimintakuva	22
Kuvio 7. Staattorin rakenne	23
Kuvio 8. Roottorin rakenne	23
Kuvio 9. Epätahtikoneen rakenne.....	24
Kuvio 10. Jännitevälipiirillisen PWM-taajuusmuuttajan rakenne.....	27
Kuvio 11. Oikosulkumoottorin kuormitettavuuskäyrästä	29
Kuvio 12. Hybridikäynnistimen toiminta.....	31
Kuvio 13. Järjestelmän rakenne	33
Kuvio 14. Profibus DP viestintä	34
Kuvio 15. Profibus PA viestintä	35
Kuvio 16. Profinet-laitteiden osoitteet	35
Kuvio 17. OSI-viitemallin kerrokset.....	36
Kuvio 18. Moottorikäynnistimen liittäminen pohjayksikköön.....	41
Kuvio 19. Esimerkki konfiguroinnista.....	42
Kuvio 20. Nuohoinryhmä TIA Selection Toolilla mallinnettuna	43
Kuvio 21. Nuohoinryhmä	43
Kuvio 22. ET 200SP nuohoinkeskus.....	45
Kuvio 23. ET 200SP nuohoinkeskus jäähdyttimillä	45
Kuvio 24. SINAMICS G120C -taajuusmuuttaja	46
Kuvio 25. Asennuksen vähimmäisetäisyydet.....	47
Kuvio 26. G120C nuohoinkeskus.....	48
Kuvio 27. G120C nuohoinkeskus jäähdyttimillä.....	48
Kuvio 28. G120C yhden nuohoinsähköryhmän mallinnus	49
Kuvio 29. SINAMICS S120 tuoteperhe	50
Kuvio 30. SINAMICS S120 Booksize.....	51
Kuvio 31. S120 nuohoinkeskus.....	52

Kuvio 32. S120 nuohoinkeskus jäähdyttimillä	52
Kuvio 33. S120 nuohoinsähköryhmä 1&2:n mallinnus	53
Kuvio 34. EMS2-moottorikäynnistimet	53
Kuvio 35. Moottorikäynnistimen kokoero verrattuna perinteisiin kontaktoreihin	54
Kuvio 36. Moottorikäynnistimen hybridikytkentäteknikka	55
Kuvio 37. SmartWire-DT kytkentäperiaate	56
Kuvio 38. EMS2-järjestelmän suunnittelukuva	57
Kuvio 39. EMS2 nuohoinkeskus	58
Kuvio 40. EMS2 nuohoinkeskus jäähdyttimillä	58
Kuvio 41. EMS2 nuohoinsähköryhmä 1&2:n mallinnus.....	59
Kuvio 42. DC1-taajuusmuuttaja	59
Kuvio 43. DC1 nuohoinkeskus	61
Kuvio 44. DC1 nuohoinkeskus jäähdyttimillä.....	61
Kuvio 45. DC1 nuohoinsähköryhmä 1 mallinnus	62
Kuvio 46. ATV600-taajuusmuuttaja	63
Kuvio 47. ATV600 nuohoinkeskus	64

Taulukot

Taulukko 1. Mäntysulfaattimustalipeän orgaanisen kuiva-aineen koostumus	16
Taulukko 2. Mustalipeän alkuainekoostumus, kun raaka-aine on mänty	17
Taulukko 3. Transistoreiden vertailu	31
Taulukko 4. Nuohoinkeskuksen komponentit	44
Taulukko 5. Yhteenveto päivitysratkaisuista	65

1 Johdanto

Sulfaattiselutehtaiden soodakattiloilla on tärkeä tehtävä sellunvalmistusprosessissa. Soodakattilan tehtäviin kuuluvat keittokemikaalien talteenotto sekä polttoaineena käytettävän mustalipeän orgaanisen aineksen ympäristöystävällinen poltto ja lämmön talteenotto. Mustalipeää poltettaessa, soodakattilan lämpöpinnat altistuvat herkästi epäpuhtauksille. Höyrynuohointen oikeanlaisella sijoittelulla sekä ohjaustavalla pinnat pysyvät puhtaina, eikä lämmönsiirto heikkene.

Yrityksessä on pohdittu mahdollisia nuohousautomaation modernisointimahdollisuuksia. Jo olemassa olevan ohjaustavan perusteella opinnäytetyössä tuli selvittää;

- onko mahdollista toteuttaa nuohointen ohjaus käyttäjäystävällisemmällä ja kustannustehokkaammalla tavalla?
- mitä etuja nuohousautomaation modernisointi toisi ja mitä eroja sillä on nykyiseen ohjaustapaan verrattuna?

Nuohousautomaation modernisoinnilla pystytään lisäämään ohjauksen käyttöikää. Puolijohdekomponentit ovat perinteisiin kontaktoreihin verrattuna tehokkaampia, käyttövarmempia sekä kestävämpiä. Kun nuohointen ohjaus on suunniteltu ja toteutettu huolellisesti, soodakattilan toimivuus sekä hyötysuhde paranee, parantaen samalla sen energiatehokkuutta. Hyötysuhteen optimoimisella pystytään vaikuttamaan myös suoraan päästöjen vähentämiseen, mikä on nykyisin erittäin tärkeä kriteeri tuotannossa.

Vertailtaviksi modernisointivaihtoehdoiksi nuohointen ohjaukseen valittiin yksittäiset taajuusmuuttajat sekä yksittäiset puolijohdekomponentit. Puolijohteilla toteutettavassa ohjauksessa hyötynä ovat pidempi käyttöikä verrattuna perinteisiin kontaktoreihin, sillä siinä ei ole liikkuvia osia. Lisäksi ryhmäohjaus pystytään toteuttamaan sähköisesti, mikä helpottaa jälkiasennuksissa, kuten nuohointen lisäämisessä ja ryhmien jakamisessa. Yksittäisillä taajuusmuuttajilla toteutettu ohjaus on komponenttikustannuksiltaan kalliimpi vaihtoehto, mutta asennuksiltaan helpompi toteuttaa. Lisäksi taajuusmuuttajien tilantarve sähkötilassa on suurempi.

Nykyisenä ohjaustapana käytetään perinteisiä kontaktoreita. Ohjaustapa on hyvin monimutkainen, jonka kouluttaminen uusille työntekijöille vie paljon aikaa. Lisäksi tilantarve sähkötilassa on hyvin suuri. Opinnäytetyössä nykyisen vaihtoehdon ominaisuudet sekä toimintatavat selvitettiin yrityksessä työskentelevien asiantuntijoiden kanssa käydyillä haastatteluilla, sekä teoriapohjaan perusteellisesti perehtymällä. Nuohousautomaation modernisointivaihtoehtojen toiminta sekä ominaisuudet selvitettiin haastatteleamalla kolmea eri järjestelmätoimittajaa. Tavoitteena oli löytää eri järjestelmätoimittajien päivitysvaihtoehdoista toimeksiantajalle kustannustehokkain sekä paras vaihtoehto, jolla pystyttäisiin toteuttamaan nuohousautomaation modernisointi.

1.1 Toteutus

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä käytetään kehittämistutkimusta. Kehittämistutkimus on kvalitatiivisen eli laadullisen, sekä kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen yhdistelmä, jossa tähdätään muutokseen. Jotta muutos voi tapahtua, kehittämistutkimuksessa kehitetään jotakin erinäistä asiaa, esimerkiksi tuotetta tai organisaatiota. Kaikenlaisen muutoksen aikaansaaminen ei ole kuitenkaan kehitystutkimusta, jonka takia sen tieteellisyydestä on käyty paljon keskustelua. (Kananen 2015a, 76.)

Opinnäytetyö tullaan toteuttamaan pääsääntöisesti etätyöskentelynä opinnäytetyön tekijän omalla ajalla. Opinnäytetyöhön suunnitellut ja siihen liittyvät palaverit järjestelmätoimittajien sekä ohjaajien kanssa tullaan pitämään työaikana, johon työnantajalta on saatu lupa. Tehdasvierailun avulla opinnäytetyön tekijä saa kokonaiskuvan, miten päivitys tultaisiin toteuttamaan käytännössä. Vierailuilla kartoitetaan nykyisten ohjausten malli ja toimintaperiaate, sekä pohditaan tulevan päivityksen tuomia muutoksia kenttäolosuhteissa.

1.2 Toimeksiantaja

Valmet kuuluu yrityksenä maailman johtaviin prosessiteknologian, automaatoratkaisujen ja palvelujen toimittajiin sekä kehittäjiin sellu-, paperi- ja energiateollisuudessa. Valmetilla työskentelee yli 17500 ammattilaista ympäri maailmaa. Yhtiön yli 220 vuoden teollinen historia kertoo sen ammattitaidosta sekä jatkuvasta halusta uudistaa ja parantaa yhtiön tarjoamia palveluja. (Valmet yrityksenä 2023.) Valmetin tuotevalikoimaan yhtiön alkuvuosina kuuluivat muun muassa laivat, lentokoneet, aseet, veturit, traktorit, laivamoottorit, hissit sekä paperikoneet.

1980- ja 1990-luvulla Valmet alkoi keskittyä enemmän paperikoneisiin sekä niiden teknologiaan, samalla luopuen laivanrakennuksesta sekä kiskokaluston, hissien ja traktoreiden valmistuksesta. (Valmetilla on yli 220 vuoden teollinen historia 2023.)

Valmetin strategiaihin kuuluvat teknologioiden sekä palvelujen kehittäminen ja toimittaminen ensisijaisesti biopohjaisia raaka-aineita käyttäville teollisuudenaloille. Valmetin tavoitteena on tulla maailmanlaajuisesti parhaaksi toimijaksi asiakkaidensa palvelussa. Yhtiön perustarkoituksena on tuottaa uusiutuvista raaka-aineista kestäviä ja ympäristöystävällisiä tuloksia. Valmet on määrittänyt kestävän kehityksen ohjelman, joka on sidottu yhtiön strategiaan ja painopisteisiin. (Strategia 2023.)

2 Tutkimusprosessi

2.1 Tutkimusasetelma

Opinnäytetyön tutkimuksen aiheena oli soodakattilan nuohointen ohjauksen päivittäminen, eli nuohousautomaation modernisointi. Opinnäytetyössä nuohointen ohjauksen päivittäminen rajattiin kahdella eri tavalla toteutettavaksi, käyttämällä yksittäisiä taajuusmuuttajia tai yksittäisiä puolijohdekäynnistimiä. Työssä kuvattiin nykyisen ohjausratkaisun haasteet sekä ongelmat, joista haluttiin päivitysratkaisun avulla päästä eroon. Tämän lisäksi listattiin nuohousautomaatiolta vaadittavat vaatimukset, joiden avulla järjestelmätoimittajilta haettiin päivitysratkaisuja. Saatujen päivitysratkaisuiden avulla nuohoinkeskukset pystyttiin mallintamaan, jolloin myös niiden tilantarpeet saatiin selville. Työssä on pyritty myös selvittämään, miksi nuohousautomaation modernisointi on tarpeellista sekä minkälaisia hyötyjä sekä vaikutuksia sen toteuttamisella pystytään saavuttamaan. Työssä käytettyjen tutkimuskysymysten tarkoituksena oli johdattaa itse työ tavoitteesta toteutukseen. Tutkimuskysymyksiä on pyritty seuraamaan koko opinnäytetyöprojektin ajan ja ne koostuivat opinnäytetyön vaatimuksista:

- Mitä nuohousautomaation modernisoinnilla pyritään saavuttamaan?
- Mitä vaikutuksia nuohousautomaation modernisoinnilla on nykyiseen ohjausratkaisuun verrattuna?
- Onko nuohousautomaation modernisointi mahdollista toteuttaa kustannustehokkaasti?

2.2 Haastattelu tiedonkeruumenetelmänä

Haastattelu tiedonkeruumenetelmänä on sujuva ja monipuolinen toteutustapa, joka sopii useisiin tutkimustarkoituksiin. Haastattelijalla on itsellään aihe, johon hän hakee esimerkiksi tietoa tai mielipiteitä haastateltavilta. Haastatteluiden järjestäminen sekä toteuttaminen voivat olla aikaa vieviä, sillä haastattelut täytyy sopia sekä niihin täytyy löytää käsiteltävään aiheeseen sopivat haastateltavat, joilta pystytään saamaan kysymyksiin vastaukset. Haastattelijan täytyy perehtyä tutkittavaan aiheeseen perinpohjaisesti, jotta hän kykenee esittämään haastatteluissa oikeita kysymyksiä. Haastatteluista aiheutuu myös aina kustannuksia, joita ovat esimerkiksi materiaalikustannukset, postitus-, puhelin- ja matkakulut sekä mahdolliset asumiskustannukset. (Hirsjärvi & Hurme 2015, 34-35)

Opinnäytetyötä varten tehdyt haastattelut järjestelmätoimittajien kanssa toteutettiin vuoden 2023 kesän aikana. Opinnäytetyön tekijä perehtyi haastateltavaan aiheeseen, sekä teki haastatteluita varten Powerpoint-esityksen, jossa esitettiin opinnäytetyön aiheen lähtökohdat, sekä halutut päivitysvaihtoehdot. Haastattelut toteutettiin Teams-haastatteluina. Teams-haastattelut ovat hyvin helppoja järjestää, sillä haastattelijan tai haastateltavien ei tarvitse matkustaa itse haastattelupaikalle, vaan haastattelu pystytään järjestämään niin, että jokainen osapuoli pystyy osallistumaan siihen esimerkiksi omalta työpisteeltään. Opinnäytetyön tekijä koosti haastatteluista saadut tiedot niille tarkoitettuihin kansioihin. Teams-haastatteluiden lisäksi haastatteluita käytiin myös sähköpostin kautta.

2.3 Tutkimusmenetelmät

Kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen tutkimuksen eroavaisuudet on hyvä ymmärtää. Kvalitatiivisessä tutkimuksessa aineiston keruumenetelmät jaetaan olemassa oleviin dokumentteihin eli sekundääriaineistoon, sekä tarkasteltavaa tutkimusongelmaa varten kerättyyn aineistoon eli primääriaineistoon. Sekundääriaineistoilla tarkoitetaan kaikkia ilmiöön liittyviä aineistoja, esimerkiksi erilaisia dokumentteja, äänitteitä, kuvia, videoita ja verkkosivuja. Primääriaineisto kohdistetaan tutkittavaan ilmiöön, jolloin tuotettuja aineistoja ovat havainnointi, kyselyt sekä haastattelut. Havainnointia voi olla esimerkiksi osallistuva havainnointi ja piilo- tai suorahavainnointi. Haastattelut voidaan toteuttaa esimerkiksi järjestetyllä tapaamisella tai

sähköpostihaastattelulla. Nykypäivänä haastatteluiden ja tapaamisten järjestäminen Teams-sovelluksessa on hyvin suosittua. (Kananen, 2015b, 76.)

Määrällistä tutkimusta ja sen aineistokeruuta sekä tutkimusasetelmaa käytetään, kun suurelta henkilömäärältä täytyy saada vastauksia rajattuun tutkimusongelmaan. Aineiston keruumenetelmiä mietittäessä määrämuotoinen kysely on kustannustehokas, sillä suurelle joukolle suoritettava haastattelu on kustannuskysymys. Aineiston keruumenetelmistä kysely on yleisin, ja aina määrämuotoinen lomake, joka edellyttää sitä, että tiedetään mitä kysytään. (Kananen 2015b, 95-96.)

Kehittämistutkimus on kvalitatiivisen eli laadullisen, sekä kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen yhdistelmä, jossa tähdätään muutokseen. Jotta muutos voi tapahtua, kehittämistutkimuksessa kehitetään jotakin erinäistä asiaa, esimerkiksi tuotetta tai organisaatiota. Kaikenlaisen muutoksen aikaansaaminen ei ole kuitenkaan kehitystutkimusta, jonka takia sen tieteellisyydestä on käyty paljon keskustelua. (Kananen, 2015a, 76.)

Raportin rakenne sekä vaiheet kehittämistutkimuksessa ovat yhtenevät tutkimusprosessin kanssa. Raportointimuoto noudattaa väitöskirjan ja opinnäytetyön yleistä raportointimallia. Opinnäytetyö, jonka tutkimusmenetelmänä on kehitystutkimus, noudattaa vaiheita, joiden avulla opinnäytetyön tekijä etenee eri vaiheissa tutkimusprosessia. Kansainvälisesti käytetyn rakenteen muotoa kutsutaan tieteellisen tutkimuksen raportointimalliksi. (Kananen, 2015b, 15.)

Luotettavuustarkastelu kehitystutkimuksessa on haastavaa, sillä kehitystutkimus ei ole oma tutkimusotteensa. Kehitystutkimus on laadittu kooste, joka on tehty tarpeen mukaan kvalitatiivisesta ja kvantitatiivisesta tutkimuksesta tutkimuskohteen ongelman ratkaisun tuottamiseksi. Kehittämistutkimus ei ole oma menetelmänsä, jonka vuoksi luotettavuutta tulee arvioida niiden menetelmien avulla, joita käytetään. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että kun kehittämistutkimuksessa käytetään esimerkiksi kvalitatiivista tutkimusmenetelmää, sovelletaan tällöin luotettavuuden kriteeristöä kvalitatiivisesta tutkimuksesta. (Kananen, 2015b, 111.)

Opinnäytetyössä tutkimusmenetelmäksi valittiin kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen tutkimuksen yhdistelmä. Kvalitatiivisella tutkimuksella perehdyttiin nuohousautomaation vaatimukseen, joiden

avulla järjestelmätoimittajien kanssa käydyistä palavereista löydettiin ratkaisuvaihtoehdot. Ratkaisuvaihtoehtoja vertaamalla pystyttiin selvittämään niillä tehtävien nuohousautomaation modernisointien vaikutukset. Kvantitatiivisella tutkimuksella perehdyttiin ratkaisuvaihtoehtojen tuomien vaikutusten eroihin sekä niiden vertailuihin, eli kvalitatiivisen tutkimuksen avulla saatuihin tuloksiin sovellettiin kvantitatiivista tutkimusta.

2.4 Tiedonkeruu ja aineistojen analysointi

Työhön vaadittavan teoriapohjan koko oli laaja, sillä nuohointen toiminnan kannalta täytyy ymmärtää myös soodakattilan prosessi. Tiedonhaun tarkoituksena oli löytää soodakattilan nuohoamiseen vaikuttavat tärkeät tekijät, joista teoriapohja koostettiin. Työn teoriapohjan lähteinä käytettiin alan asiantuntijoita, sähköisiä lähteitä sekä Jamkilta lainattuja kirjoja. Kaikissa lähteissä on noudatettu lähdekriittisyyttä, sekä pyritty löytämään samaan aiheeseen tietoa usean eri lähteen kautta. Lähteinä on myös pyritty käyttämään mahdollisimman tuoretta tietoa.

Lähteiden luotettavuuden arvioinnissa tärkeimpänä tekijänä oli lähteiden julkaisijat sekä julkaisutyyppit. Työhön vaadittavien komponenttien lähteinä toimivat eri järjestelmätoimittajien tuotesivut, joita voidaan pitää täysin luotettavina. Kirjallisten lähteiden tekijät ovat alansa asiantuntijoita, joten myös niitä voidaan pitää luotettavina. Teoriapohjan soodakattilatietouden lähteinä on käytetty suurimmaksi osaksi toimeksiantajan tarjoamaa Knowpulp-oppimisympäristöä, jota vain alan asiantuntijat voivat muokata. Knowpulp-oppimisympäristöön on myös pääsy vain käyttäjätunnuksilla, jotka voi saada työpaikalta, jossa työskennellään selluteollisuuden parissa. Työn teoria on pyritty esittämään omin sanoin, hyödyntäen lähteiden avulla kerättyä faktatietoa.

3 Soodakattila

Soodakattila on luonnonkiertokattila, joka on osa sulfaattisellutehtaan talteenottoa ja sen tehtävinä ovat keittokemikaalien talteenotto, sekä polttaa ympäristöystävällisesti mustalipeän sisältämä orgaaninen aines ja ottaa talteen syntynyt lämpö. Talteenottoa soodakattilassa mustalipeä tuodaan haihduttamolta soodakattilaan poltettavaksi. Kun mustalipeää poltetaan, syntyy niin sanottua karkeaa tuhkaa, joka jää kattilan pohjalle, sekä lentotuhkaa. Lentotuhka nousee kattilassa ylöspäin, jolloin se samalla likaa lämpöpinnat. Lämpöpintojen likaantuminen heikentää

lämmönsiirtoa, sekä voi myös tukkia soodakattilan savukaasun virtausreitit. (Soodakattila - tiivistelmä n.d.)

Jotta lämpöpinnat pysyisivät puhtaina, on soodakattilaa nuohottava tavalliseen voimakattilaan verrattuna huomattavasti enemmän. Soodakattilan nuohouspintoja ovat tulistimet, keittopinta, syöttöveden esilämmittimet sekä savukaasujäähdyttimet. Näistä herkimmin likaantuva pinta on primääritulistin, sillä siihen kohdistuu suurin lämpötilaikkuna. Nuohouksessa käytetään höyrynuohoimia, jotka kuluttavat kokonaisuudessaan noin muutaman prosentin kattilan tuottamasta höyrystä. (Soodakattila - tiivistelmä n.d.)

3.1 Luonnonkiertokattilan toimintaperiaate

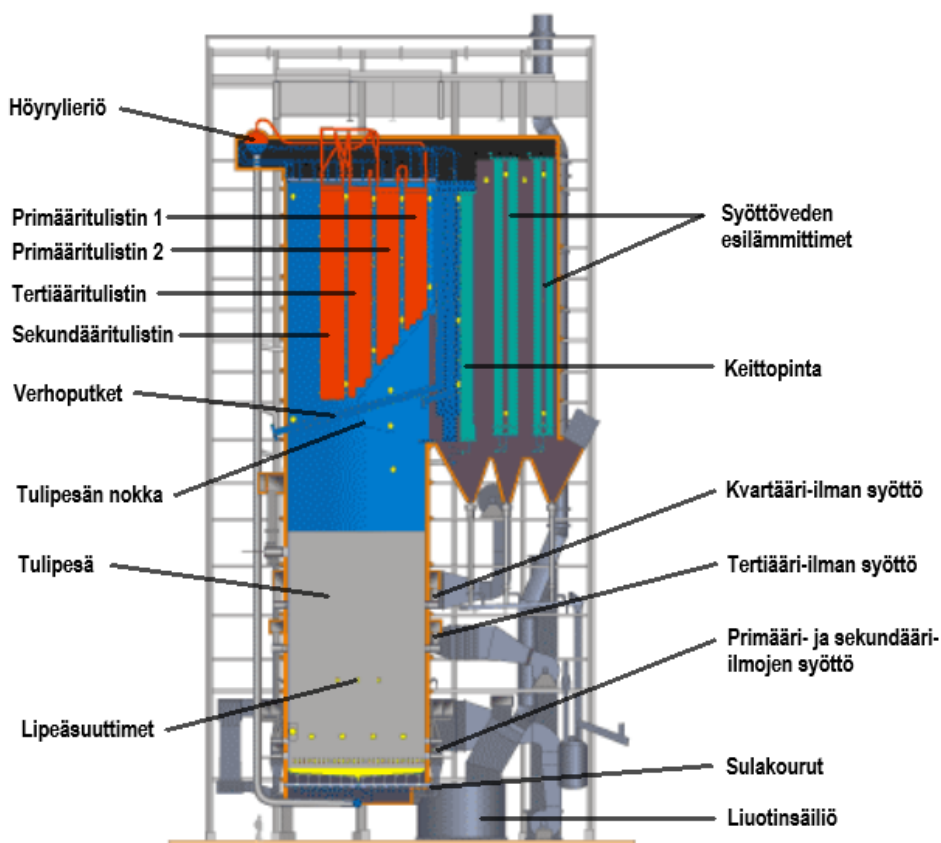
Luonnonkiertokattila on yleisin kattila metsäteollisuudessa. Kattilan toisesta päästä syötetty vesi tulee toisesta päästä ulos höyrynä. Syöttövesipumppujen avulla syöttöveden paine korotetaan kattilan paineeseen, jonka jälkeen se lämmitetään esilämmittimessä, eli *ekonomaiserissa* lähelle kiehumispistettä. Syöttöveden esilämmitin toimii myös savukaasujen jäähdyttäjänä, sillä sinne tulevien savukaasujen lämpötila on noin 600 - 800°C ja poistuvien noin 250 - 450°C. Syöttövesi kulkeutuu esilämmittimen jälkeen lieriöön, jossa siitä erotetaan höyry. Lieriöstä vesi virtaa painovoiman avulla laskuputkien kautta keittopinnoille, jossa se höyrystyy osittain tulipesän lämpötilan takia. Vesi on kiehuessa laskuputkien vettä kevyempää, jolloin se virtaa ylöspäin. Keittopinnoilta ylöspäin virrannut vesi siirtyy takaisin lieriöön, jossa siitä erotetaan höyry. Lieriöstä vesi virtaa uudestaan laskuputkiin ja keittopinnoille, höyry virtaa tulistimille. Tulistimilla höyryn lämpötilaa nostetaan korottamalla sen painetta. Lopuksi lämpötilaltaan noin 450 - 550°C höyry johdetaan turbiinille. (Soodakattila – tiivistelmä n.d.)

3.2 Soodakattilan rakenne

Soodakattilat jaetaan usein kaksilieriörakenteisiin, eli perinteisiin soodakattiloihin, sekä yksilieriörakenteisiin, eli moderneihin soodakattiloihin. Tässä opinnäytetyössä käsitellään modernin soodakattilan rakennetta. Rakenteen modernisoinnilla vedenkierron hallinta on muuttunut luotettavammaksi, turvallisuus parantunut sekä käytettävyyssaste kasvanut. Lisäksi yksilieriörakenteisen soodakattilan rakentaminen on edullisempää sekä yksinkertaisempää kuin

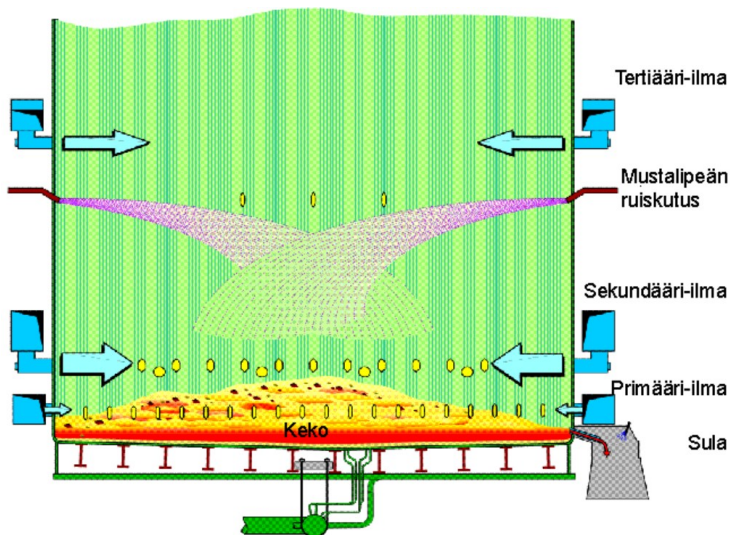
kaksilieriörakenteisen, sillä putkiliitoksien määrän tarve on vähäisempää. (Soodakattilan rakenne n.d.)

Soodakattilan pääkomponentit koostuvat painerungosta, kanavistosta, korkeapaineputkistosta sekä säiliöistä. Painerunkoon kuuluvat tulipesä, verhoputket, tulistimet, keittopinta eli *boiler bank*, sekä syöttöveden esilämmittimet eli *ekonomizerit*. (Soodakattilan rakenne n.d.)



Kuvio 1. Soodakattilan rakenne (Soodakattilan rakenne n.d., muokattu.)

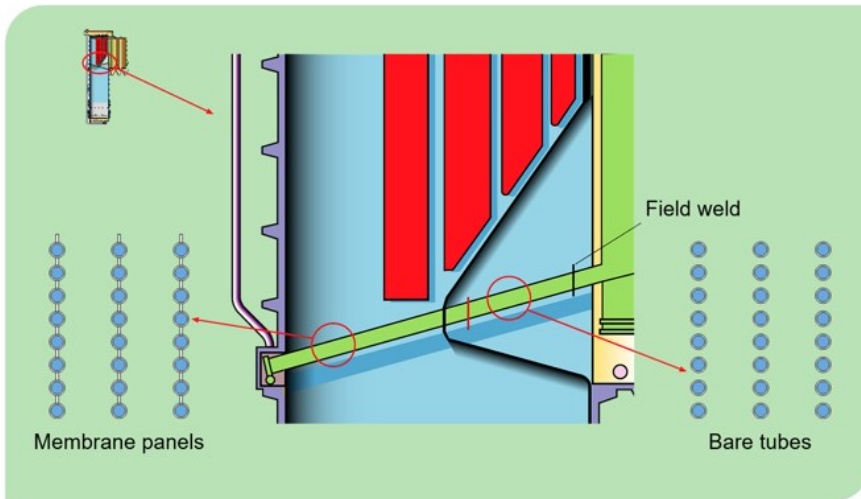
Soodakattilan tulipesään ruiskutetaan mustalipeää suutinten avulla. Kattilaan lisätään myös ilmaa, jotta palaminen on mahdollista. Poltossa mustalipeässä oleva vesi haihtuu ja orgaaninen aines palaa. Epäorgaaninen aines sulaa korkeassa lämpötilassa sekä valuu tulipesän pohjan alla sijaitsevaan liuottimeen. (Tulipesäprosessi n.d.)



Kuvio 2. Ilmanjako soodakattilan tulipesässä (Tulipesäprosessi n.d.)

Mustalipeäpisaroiden kulkeutuminen tulistinalueelle on tärkeää pyrkiä estämään. Pisarakokoon vaikuttavat mustalipeän viskositeetti, suuttimet sekä syöttöpaine. Pisarakoon ollessa liian pieni, se voi kulkeutua tulistinalueelle savukaasujen mukana. Pisan sisällä oleva sula epäorgaaninen aine on tahmeaa ja jää helposti kiinni lämpöpinnoille, joka johtaa kattilan energiatehokkuuden pienenemiseen. (Tulipesäprosessi n.d.)

Verhoputkien tehtävänä on suojella tulistimia tulipesästä tulevalta säteilyltä sekä laskea savukaasujen lämpötilaa. Verhoputkien asennus on toteutettu kapealla putkivälillä ja niiden valmistukseen on yleensä käytetty materiaalina hiiliterästä. Verhoputket sijaitsevat tulipesän nokan kohdalla. Tulipesän nokka on nähtävissä kuviosta 3, jossa se peittää kaikki tulistimet vasemmalta katsottuna ensimmäistä, eli sekundääritulistinta lukuun ottamatta. (Tillonen 2021, 14)



Kuvio 3. Verhoputket, tulistimet ja tulipesän nokka (Valmet 2019.)

Tulistimien tehtävänä on nostaa höyryn lämpötilaa turbiinia varten. Höyryn lämpötilan kasvaessa myös liike-energia kasvaa höyryturbiinissa. Tulistimet jaetaan sekundääri-, tertiääri- ja primääritulistimiin. Tulistimien läpi virtaavaa korkeapainehöyryä hyödynnetään myös turbiinin lisäksi nuohoimien käytössä. Tulistimien läpi virrannut höyry on lämpötilaltaan noin 450 – 550°C. Tulistimet sijoitetaan tulipesän yläosaan nokan taakse, jossa savukaasujen lämpötilat ovat vielä tarpeeksi kuumia saavuttaakseen halutut tulistuslämpötilat. Tulipesän yläosassa tulistinputkien ylikuumenemisvaara on pienempää vähäisemmän säteilylämmönsiirron takia. (Huhtinen ym. 2004, 188-191.)

Soodakattilan tulistin koostuu isommasta ryhmästä erilaisia tulistimia, jotka koostuvat useista putkielementeistä. Tulistinyksikkö rakentuu teräsputkista, jotka sijoitetaan 300mm – 400mm välein toisistaan. Tulistinyksiköt kannakoidaan kattilan katosta. Kannatusraudat sijoitetaan tulipesän ulkopuolelle sisäpuolen sijaan kestoian pidentämiseksi. Tulistinmateriaaleina käytetään kuimalujia teräksiä, jotka ovat tulenkestäviä eivätkä hilseile, eli altistu kuumakorroosiolle. (Kattilan lämmönsiirtimien rakenne ja toiminta n.d.)

Keittopinta, eli *boiler bank*, on lämpöpinta, jossa vesi höyrystetään. Soodakattilassa noin 10-15 prosenttia veden höyrystymisestä tapahtuu keittopinnassa. Keittopinta koostuu putkipaneeleista, jotka ovat yhdistetty jakokammioon. Putkipaneelit sijoitetaan 150mm – 250mm välein toisistaan. Keittopinta sijaitsee soodakattilassa tulistimien ja ekonomaiserin välissä. (Vakkilainen 2005.)

Syöttöveden esilämmittin, eli *ekonomaiserit*, lämmittää syöttövettä ennen keittoputkistoa. Ekonomaiserit voidaan jakaa höyrystämättömiin sekä höyrystäviin esilämmittäjiin. Höyrystämättömissä esilämmittimissä pyritään välttämään kuormitusvaihtelujen aiheuttama kiehumisvaara pitämällä veden lämpötila noin 20°C kiehumispistettä alhaisempana. Höyrystävissä esilämmittimissä veden lämpötila nousee kiehumispisteeseen esilämmittimen lopussa, jolloin osa syöttövedestä höyrystyy. Tulistimien läpi virranneiden savukaasujen lämpötila on kattilan hyötysuhteen kannalta liian korkea. Ekonomaiserit viilentävät tulistimilta tulleita savukaasuja niiden sisällä virtaavien syöttövesien avulla, savukaasujen samalla kuumentaessa syöttövettä. Syöttöveden esilämmittimet valmistetaan raaka-aineen perusteella valurautaputkista tai teräsputkista. Valurautaputket kestävät paremmin syöpymistä sekä kulutusta. Teräsputkista valmistetut esilämmittimet ovat yleisempiä. Niitä käytetään, kun soodakattilan savukaasut ovat syöpymisominaisuuksiltaan pienempiä. (Huhtinen ym. 2004, 194-195.)

3.3 Mustalipeä

Mustalipeän valmistus alkaa sulfaattisellutehtaan keittoprosessissa. Keitossa käytettävän valkolipeän kemikaalit sekä lämpö liuottavat puusta orgaaniset aineet keittonesteeseen, joista mustalipeä syntyy. Mustalipeä irroitetaan sellusta pesemällä. Pesemällä irroitettu laihamustalipeä siirretään haihduttamolle, jossa siitä syntyy vahvamustalipeää. Vahvamustalipeän kuiva-ainepitoisuuden ollessa noin 60% - 80%, se poltetaan soodakattilassa. Poltossa mustalipeästä saadaan otettua talteen lämpöä, sekä keitossa käytettäviä kemikaaleja rikkiä ja natriumia. Lisäksi laihamustalipeää, jonka kuiva-ainepitoisuus on noin 15-18%, hyödynnetään keiton neste-puusuhteen säätelmissä. Sulfaattiselluprosessissa mustalipeää tuotetaan isoja määriä ja sitä voidaan kierrättää niin, että mustalipeä pysyy käyttökelpoisena ja siitä saadaan otettua talteen sen tuottamat hyödyt. (Mustalipeä n.d.)

Mustalipeän kuiva-ainepitoisuudella on suuri merkitys soodakattilan hyötysuhteen kannalta. Kuiva-ainepitoisuuden nousu vaikuttaa mustalipeän lämpöarvoon ja samalla soodakattilan höyryn tuotantokykyyn. Mustalipeän kuiva-ainepitoisuuden ollessa alhainen savukaasuhäviöt nousevat ja hyötysuhde laskee. (Mustalipeä n.d.)

Mustalipeä koostuu orgaanisista sekä epäorgaanisista aineksista. Sen kuiva-aineista noin 2/3 on orgaanisia ja 1/3 epäorgaanisia. Kuiva-ainemäärään vaikuttaa keitetyn kuidun kovuus sekä keiton

alkaliannostus. Alkaliannostuksen kasvaessa myös mustalipeän epäorgaanisten aineksien määrä kasvaa. Vahvamustalipeän koostumus riippuu lämpötilasta. Normaalilämpötiloissa sen koostumus on kiinteää, kun taas noin sadassa asteessa se muuttuu nestemäiseksi. (Mustalipeä n.d.)

3.3.1 Orgaaniset ainekset

Mustalipeän orgaanisista yhdisteistä tärkeimmät ovat ligniini, uuteaineet sekä hiilihydraatit. Näistä aineksista muodostuu mustalipeän lämpöarvo, sillä orgaaninen aines luovuttaa lämpöä, kun se palaa. Lämpöarvoon vaikuttavat keiton aikana puusta liuotettujen orgaanisten aineksien määrä, laatu sekä käytetty puulaji. Mustalipeän orgaanisten ja epäorgaanisten aineksien suhteilla pystytään vaikuttamaan lämpöarvoon. Mitä suurempi suhde aineksilla on, sitä pienemmäksi lämpöarvo laskee. (Mustalipeä n.d.)

Orgaanisia aineksia pystytään ottamaan talteen ja jatkokäyttämään hyödyllisesti. Ligniinin talteenotto sekä mustalipeästä vähentäminen vähentää soodakattilan lämpökuormaa, jolloin selluntuotantoa pystytään kasvattamaan. Talteenotettu ligniini pystytään jatkokäyttämään esimerkiksi polttoaineena meesauunissa. Mustalipeästä saadaan myös talteen otettua mäntyöljyä. Keiton aikana puun uuteaineista tulevat hartsi- ja rasvahapot saippuoituvat sekä liukenevat keittonesteeseen. Saippuat nousevat mustalipeän pinnalle haihduttamalla, josta raakasuopa kerätään talteen. Mäntyöljy syntyy raakasuovan hapottamisella. Puun pihkan sisältämistä helposti haihtuvista aineista, eli terpeeneistä saadaan lauhduttamalla raakatärpättiä. (Mustalipeä n.d.) Taulukossa 1 on esitetty mäntysulfaattimustalipeän orgaanisen kuiva-aineen koostumus.

Taulukko 1. Mäntysulfaattimustalipeän orgaanisen kuiva-aineen koostumus (Mustalipeä n.d.)

Aine	Osuus [%]
Ligniini	47
Hydroksihapot	28
Muurahaishappo	7
Etikkahappo	4
Uuteaineet	5
Muut yhdisteet	9

3.3.2 Epäorgaaniset ainekset

Mustalipeän pääsääntöiset epäorgaaniset yhdisteet ovat natriumkarbonaatti (Na_2CO_3), natriumsulfidi (Na_2S), natriumsulfaatti (Na_2SO_4), natriumtiosulfaatti ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), natriumhydroksidi (NaOH), sekä natriumkloridi (NaCl), jos talteenottosysteemi sisältää klooria. Taulukosta 2 pystytään tarkastelemaan mustalipeän alkuainekoostumusta, kun käytettävänä raaka-aineena on mänty. (Mustalipeä n.d.)

Taulukko 2. Mustalipeän alkuainekoostumus, kun raaka-aine on mänty (Mustalipeä n.d.)

Aine	Määrä [% kuiva-aineesta]
Na	19.3
K	3.34
S _{tot}	5.50
Cl _{tot}	0.41
C	31.9
O	36.14
H	3.33
N	0.08
(Yhdisteitä, sis. mainitut alkuaineet:)	
NaOH	1.1
CO ₃ ²⁻	6.2
Na ₂ SO ₃	0.1
Na ₂ S ₂ O ₃	2.13
Na ₂ SO ₄	1.23
S ²⁻	1.93

Mustalipeän kemiallinen koostumus ei pysy prosessin aikana samana. Sulfaattiselluprosessin pesuvaiheessa mustalipeä voi hapettua, jolloin natriumsulfidi muuntuu polysulfidiksi tai natriumtiosulfaatiksi. Haihdutusprosessissa mustalipeän koostumus muuttuu, sillä haihdutuksessa haihtuu myös veden lisäksi myös ne aineet, joiden haihtuvuus on suurempi tai yhtä suuri kuin veden. Näitä aineita ovat muun muassa rikkivety (H_2S), metanoli (CH_3OH) sekä merkaptani (MeSH). Tämän lisäksi mustalipeän aineet voivat myös saostua haihdutinputkien pinnalle. (Mustalipeä n.d.)

3.4 Lämpöpintojen likaantuminen

Lämpöpintojen likaantumisongelmia ilmenee kaikissa kattiloissa, joissa poltetaan tuhkapitoisia polttoaineita. Lämpöpintojen likaantumisen aiheuttavat palamatta jääneet tuhkat, höyrystyneet alkalit, sula tuhka ja kiinteät tuhkapartikkelit. Kiinteät tuhkapartikkelit, jotka ovat kiinnittyneet suoraan törmäämällä, ovat kuitenkin helppo poistaa kattilapinnoista. Pinnat täytyy kuitenkin puhdistaa tarpeeksi usein, etteivät kiinteät tuhkapartikkelit ehdi sintraantumalla takertua toisiinsa. (Huhtinen 2004, 209.)

Lämpöpintojen puhtaana pitäminen täytyy huomioida kattiloiden lämmönsiirtimiä suunniteltaessa, sillä niihin tarttuvat likakerrokset huonontavat lämmön siirtymistä savukaasuista jäähdyttävään ainevirtaan. Lisäksi lämmönsiirtimen lämmönläpäisykerroin huononee liian vaikutuksesta ja tietyn lämpötehon siirto vaatii suuremman lämpöpinnan. Lämpöpintojen nuohoustarpeen pystyy havaitsemaan siitä, että savukaasujen lämpötilat nousevat, sillä likaantunut lämmönsiirrin jäähdyttää savukaasuja huonommin. Jos likapintoja ei puhdisteta tarpeeksi usein, likakerrokset kasvavat, jolloin liian kuumiksi jääneet savukaasut voivat ylikuumentaa seuraavat lämpöpinnat, vaikka ne olisivatkin puhtaita. Tämän lisäksi paksut likakerrokset voivat aiheuttaa kattilassa virtausvastuksia savukaasuille. Savukaasujen lämpötilojen nousun lisäksi myös lämmönsiirtimien painehäviöt kertovat pintojen nuohoustarpeesta. (Huhtinen 2004, 209.)

Palamisen yhteydessä tuhkassa olevien alkaleiden höyrystyminen on mahdollista. Jos alkalit höyrystyvät, ne tiivistyvät ensimmäisten tulistinputkien lämpöpinnoille tai kiinteytyvät savukaasuvirtaan lämpötilan laskiessa. Lämpötilan ollessa tarpeeksi korkea, lämpöpinnoille muodostuu tahmea kerros, joka kasvaa nopeasti. Likakerroksia syntyy eniten kattilan keski- ja yläosiin, joiden pinnat ovat haastavampia puhdistaa verrattuna kiinteiden pölyhiukkasten poistamiseen. Metallien pinnalle kertyvät sulat kerrostumat aiheuttavat kattilaputkien syöpymistä, eli korroosiota. Jotta tulipesän jälkeisiin lämmönsiirtimiin ei tarttuisi sulaa tuhkaa, savukaasun loppulämpötilaa pidetään tulipesän yläosassa 40-50 celsiusastetta tuhkan sulamislämpötilaa matalampana. (Huhtinen 2004, 209.)

3.4.1 Lämpöpintojen korroosio

Soodakattilan savukaasupuolen korroosioalueet ovat tulipesä, tulistimet, kuumat lämpöpinnat, sekä kylmät lämpöpinnat. Tulipesässä korroosio johtuu lähinnä pelkistävästä oloista. Tulistimilla korroosiota syntyy ylikorkeiden materiaalilämpötilojen takia tulistinputkissa. Lentotuhkassa oleva sula faasi aiheuttaa korroosiota kuumilla lämpöpinnoilla, kun taas happokastepisteen alitus aiheuttaa korroosiota kylmillä lämpöpinnoilla. (Huhtinen 2004, 210.)

3.4.2 Lämpöpintojen eroosio

Soodakattilan eroosiolla tarkoitetaan kulumista, jonka aiheuttaa savukaasuissa olevat pienet, kovat hiukkaset. Eroosionopeuteen vaikuttavat muun muassa törmäyskulma, törmäysnopeus, partikkelien massa sekä sisäinen kokojakauma, molaarisuus, joka ilmoittaa liunneen aineen pitoisuuden liuoksessa, kovuus ja putkimateriaalien ominaisuudet. (Huhtinen 2004, 213.)

Eroosiota ei pidetä niin haastavana ongelmana kuin korroosiota, ellei polttoaine sisällä paljon kuluttavia partikkeleita. Eroosiota voidaan vähentää pienillä virtausnopeuksilla, suunnittelemalla loivia käännöksiä putkissa jotta pyörteiden syntyminen estetään ja rakentamalla tarpeeksi suuret savu- ja virtauskanavat. Lisäksi putkissa voidaan käyttää suojaavia muurauksia. (Huhtinen 2004, 213.) Nuohoamisessa nuohoimen suuttimen liikettä pystytään indeksoida luistokytkimen avulla. Kytkimen avulla ajetaan topparia vasten, jolloin nuohoimen kääntyessä takaisin kotirajaa kohti höyrytyskohdat muuttuvat. Tällä menetelmällä lievennetään putkien eroosioitumista. (Käyttövarmuuteen vaikuttavat tekijät n.d.)

3.5 Höyrynuohoimet

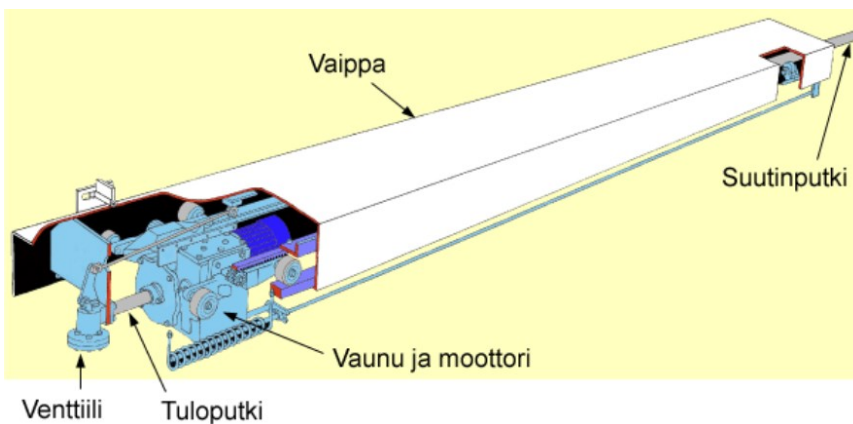
Soodakattilan käytön ongelmista yksi yleisimmistä on likaantumisen- ja tukkeutumisen ongelmat. Soodakattilassa lämpöpinnat sekä savukaasukanavat likaantuvat helposti tuhkan ja lipeän tartuttua pintoihin kiinni. Likaantumisen seurauksena kattilan lämmönsiirto heikkenee huomattavan paljon, sillä likaantumiskerroksen lämmönjohtavuus on alhainen ja täten heikentää lämmönsiirron tehokkuutta. (Käyttövarmuuteen vaikuttavat tekijät n.d.)

Soodakattilan suunnittelussa on otettava huomioon höyrynuohoimien tehokas sijoittelu sekä nuohousohjelman valinta huomioiden lipeän laatu. Primääritulistinalueella nuohoamisen tarve on

kaikkein suurinta, sillä primääritulistimeen kohdistuu suurin lämpötilaikkuna. Opinnäytetyö on mitoitettu niin, että soodakattila sisältää yhteensä 130 höyrynuohointa. Höyrynuohoimet on tarkoitettu jakaa noin 8-10 ryhmään. Jokaisessa ryhmässä nuohoimet jaetaan nuohoinpareihin niin, että soodakattilan vasemman ja oikean seinän nuohoimet nuohoavat peräjälkeen. Näin vältetään nuohointien törmäilyitä.

3.5.1 Höyrynuohoimien rakenne

Höyrynuohoimen rakenne koostuu vaunusta, johon kuuluu käyttömoottori, vaihdelaatikko, ensiöhammasvaihde sekä suutin- ja tuloputken tiivistepesä. Vaunun tehtävänä on kuljettaa suutinputki sisään ja ulos kattilasta. Ensiöhammasvaihteella saadaan sekä suutinputki että vaunu etenemään, ja samalla suutinputki tekemään pyörivää liikettä. Mekaanisesti ohjattu höyryventtiili sijaitsee nuohoimen takaosassa. Höyryventtiilin avautuessa nuohoushöyry virtaa tuloputkeen ja siitä suuttimille. Lisäksi nuohoimeen kuuluu vaippa, jonka tehtävänä on toimia nuohoimen kantavana rakenteena sekä suojata nuohoimen eri osia. (Käyttövarmuuteen vaikuttavat tekijät n.d.)

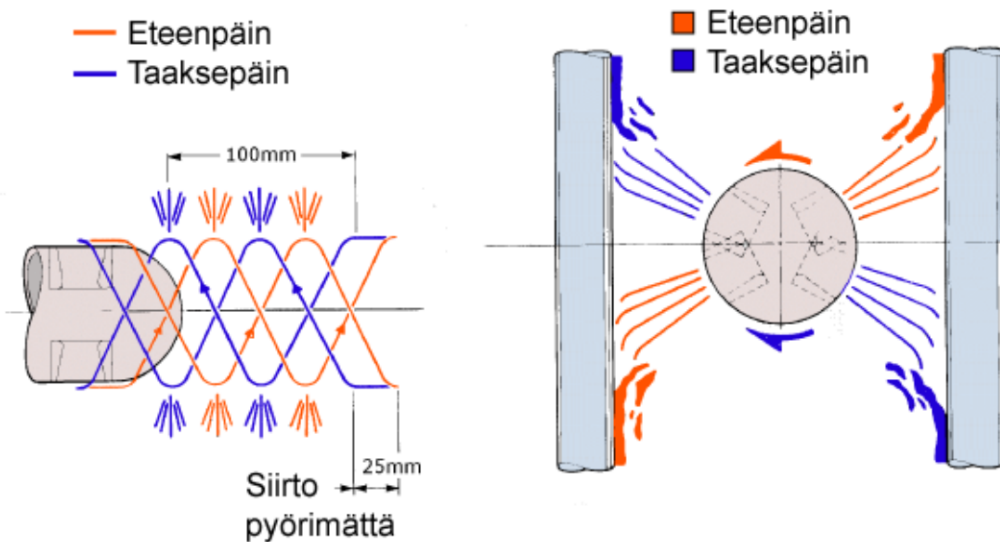


Kuvio 4. Nuohoimen rakenne (Käyttövarmuuteen vaikuttavat tekijät n.d.)

3.5.2 Höyrynuohoimien toimintaperiaate

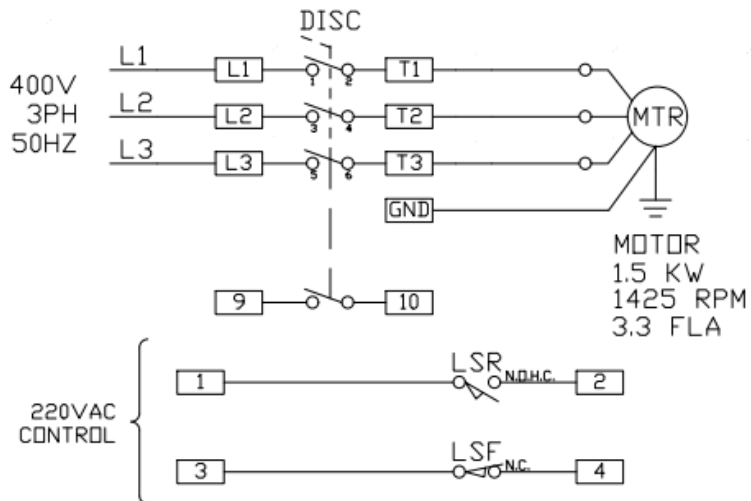
Nuohoimen käynnistyessä vaunu liikkuu eteenpäin samalla ohjaten suutinputken soodakattilan sisälle. Kun vaunu ylittää tietyn rajan, nuohoushöyryn virtausta ohjaava mekaaninen venttiili avautuu. Nuohoimen suutinputken etuosassa on suuttimet, jotka liikkuvat spiraalin muotoisesti kuvion 5 mukaisesti. Suuttimet on asetettu yleisesti toisiaan vastakkain, jolloin pystytään

minimoimaan putkeen kohdistuvia reaktivoimia. Kun nuohoimen vaunu ja moottori saavuttavat sisärajalta olevan rajakytkimen, moottori pysähtyy ja tekee suunnanvaihdon. Suunnanvaihdon alussa suutinputki liikkuu takaisin päin noin 25mm pyörimättä, jolloin höyrytyskohdat muuttuvat ja nuohoimella saadaan täysi kattavuus. Tällä tavalla pystytään estämään myös soodakattilan pestävien pintojen eroosiota. (Käyttövarmuuteen vaikuttavat tekijät n.d.)



Kuvio 5. Nuohoimen suutinputken toimintaperiaate (Käyttövarmuuteen vaikuttavat tekijät n.d.)

Nuohoimissa on kaksi rajakytkintä, toinen nuohoimen kotirajalla ja toinen sisärajalta. Kotirajaksi kutsutaan rajaa jolloin nuohoimen suutinputki on ulkona soodakattilasta sekä vaunu ja moottori niiden alkuperäisellä paikalla. Sisäraja on raja jolloin nuohoimen on ajanut suutinputken soodakattilan sisälle kokonaan. Rajakytkinten avulla pystytään seuraamaan sekä ohjaamaan nuohointien liikettä. Kun nuohoimen on kotirajalla, halutaan, että molempien rajakytkinten kärjet ovat kiinni. Näin varmistetaan, että kaapelit ovat ehjät. Nuohoimen kotirajalla käytetään normal open -kytkintä, kun taas sisärajalta käytetään normal closed -kytkintä. Kuvion 6 LSR-kytkin tarkoittaa nuohoimen kotirajan rajakytkintä ja LSF-kytkin sisärajan rajakytkintä. Kyseiset kytkennät sijaitsevat nuohoimen vieressä kenttätasolla olevassa kytkentärasassa. (Valmet 2023.)



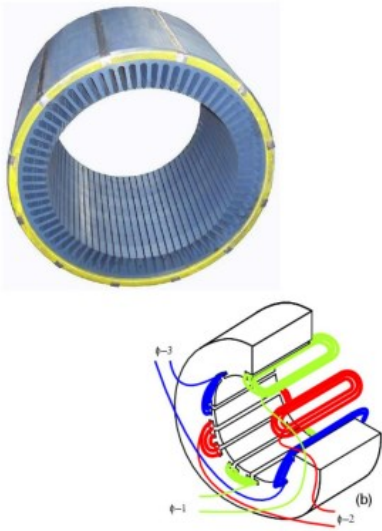
Kuvio 6. Nuohoimen kytkentärasian toimintakuva (Valmet 2023.)

4 Epätahtikone

Epätahtikoneiksi kutsutaan vaihtosähkökoneita, jotka toimivat koneen sisällä pyörivän magneettikentän avulla. Toisin kuin tahtikoneissa, epätahtikoneiden roottorin ja koneen sisällä pyörivän magneettikentän pyörimisnopeudet poikkeavat toisistaan, eli ne eivät käy tahdissa. (SHKVOIMATEKNIikkaopus 1998.) Epätahtikoneet jakautuvat epätahtimoottoreihin ja epätahtigeneraattoreihin. Yleisesti moottorit muuntavat sähköenergian mekaaniseksi energiaksi, eli käyttävät sähköä, kun taas generaattorit muuntavat mekaanisen energian sähköenergiaksi, eli tuottavat sähköä. (SHKVOIMATEKNIikkaopus 1998.) Tässä opinnäytetyössä keskitytään kolmivaiheisen oikosulkumoottorin toimintaan.

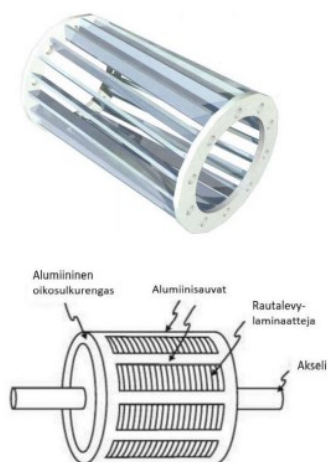
Kolmivaiheinen oikosulkumoottori lukeutuu epätahtimoottoreihin ja se on kaikista sähkökoneista yleisin teollisuudessa. Kolmivaiheiset oikosulkumoottorit ovat rakenteeltaan yksinkertaisia sekä kestäviä ja niiden saatavuus on hyvä. Oikosulkumoottoreissa ei ole erillisiä magnetointikäymyksiä, toisin kuin muissa yleisimmissä moottorityypeissä. (SHKVOIMATEKNIikkaopus 1998.) Oikosulkumoottorin osat jaetaan aktiivisiin osiin sekä passiivisiin osiin. Aktiivisiin osiin kuuluvat staattorin sekä roottorin käämitykset levypaketteineen, joita voidaan pitää moottorin toiminnan kannalta tärkeimpinä osina. (Aura, Tonteri 1996, 119.) Staattorin rakenne koostuu dynamolevyistä, jotka ovat eristetty toisistaan pyörrevirtahäviöiden vähentämiseksi, sekä eristetystä kuparilangasta tehdystä staattorikäymyksestä, joka on

staattorin urissa. Staattorikäimityksen kytkentä voidaan toteuttaa joko kolmio- tai tähtikytkennällä. (Jamk opetusmateriaalit n.d. dia 8.)



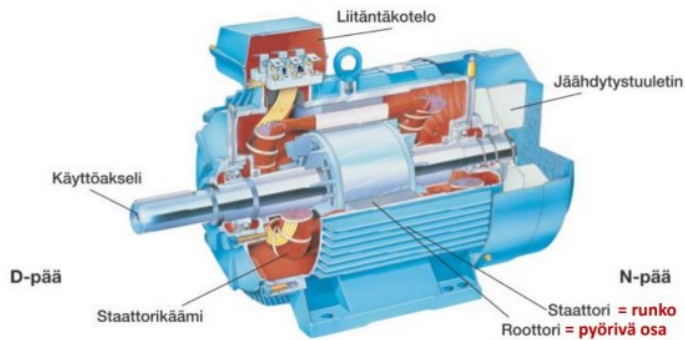
Kuvio 7. Staattorin rakenne (Jamk opetusmateriaalit n.d. dia 8.)

Roottorin käämityksestä käytetään yleisesti nimitystä häkkikäätymys, kuviosta 8 nähtävän rakenteen ulkomuodon takia. Roottorin käämitys on tehty roottorin uriin sekä suljettu kummastakin päästä oikosulkurenkailla. Yleisin käämitykseen käytetty materiaali on alumiini ja käämitys valmistetaan painevalamalla. Roottorikäämiä ei ole tarpeellista eristää roottoriraudasta. (SHKVOIMATEKNIikkaopus 1998.)



Kuvio 8. Roottorin rakenne (Jamk opetusmateriaalit n.d. dia 10.)

Passiiviset osat koostuvat osista, jotka pitävät aktiiviset osat paikoillaan, johtavat sähkön koneeseen tai vaihtoehtoisesti koneesta pois ja siirtävät moottorin tuottaman pyörivän liikkeen työkoneeseen tai voimakoneesta generaattoriin. (Aura, Tonteri 1996, 119.) Kuviossa 9 on nähtävissä epätahtikoneen rakenne avattuna.



Kuvio 9. Epätahtikoneen rakenne (Jamk opetusmateriaalit n.d. dia 7.)

Energiateollisuuden (2023) verkkojulkaisun tutkimuksessa kerrotaan Suomen sähkönkulutuksen olleen vuonna 2022 noin 82 terawattituntia, josta teollisuuden käyttämä osuus oli noin puolet. Tästä noin 40 terawattitunnista yli 70% muunnetaan erilaisilla sähkömoottorikäyttöillä mekaaniseksi energiaksi. (Energiavuosi 2022 sähkö 2023.)

4.1 Toimintaperiaate

Jokainen vaihtosähkökone tarvitsee toimiakseen pyörivän magneettikentän staattoriin. Kolmivaiheisessa oikosulkumoottorissa pyörivä magneettikenttä syntyy symmetrisen kolmivaihekäämityksen sekä siinä kulkevan symmetrisen vaihtovirran avulla. Kytettäessä staattoriin jännite, koneen sisälle muodostuu pyörivä magneettikenttä, jonka kenttäviivat leikkaavat roottorikäämin alumiinisauvoja. Alumiinisauvoihin kytkeytyy sähkömotorinen voima, joka saa aikaan roottorivirran. Roottori alkaa pyörimään roottorivirran ja pyörivän kentän välisestä voimavaikutuksesta. (SHKVOIMATEKNIikkaopus 1998.)

Moottori käynnistyy sähköisen vääntömomentin ollessa suurempi kuin roottoria jarruttavan kuorman vääntömomentti. Roottorin ja kentän pyörimissuunta on aina sama. Roottorisauvojen ja kentän välinen nopeusero pienenee roottorin nopeuden lisääntyessä. Tämä aiheuttaa

roottorivirran ja -jännitteen sekä niiden taajuuksien pienenemisen. Epätahtimoottorissa ei voi syntyä pyörintää ylläpitävää momenttia roottorin ja kentän pyöriessä samalla nopeudella, sillä silloin roottorisauvat eivät leikkaisi vuoviivoja laisinkaan. Tästä syystä roottorin täytyy pyöriä magneettikenttää hitaammin. (SHKVOIMATEKNIikkaOPUS 1998.)

Oikosulkumoottorin pyörimisnopeuden määrittää sen napaluku. Yksinkertaisimmillaan käämitys voi olla kaksinapainen. Staattorin käämitys saa aikaan pyörivän magneettikentän, jossa on yksi magneettinen N-napa sekä yksi S-napa. Napaluvun p kasvaessa, magneettikentän pyörimisnopeus ns hidastuu. (Jamk opetusmateriaalit n.d. dia 8.) Pyörimisnopeus lasketaan alla olevan kaavan mukaisesti:

$$ns = (2 * f \text{ (Hz)} / p) * 60 \text{ rpm}$$

4.2 Suora käynnistys

Moottorin käynnistyminen on tila, jossa moottorin pyörimisnopeus muuttuu nolosta työnopeuteen. Käynnistymiseen vaikuttavat moottorin ominaisuudet, työkoneen laatu sekä akseliin kytketyt hitausmomentit. Käynnistymistavalla on merkitystä, kun tarkastellaan moottorin kehittämää vääntömomenttia ja lämpenemistä, käynnistymiseen tarvittavaa aikaa sekä syöttöverkosta ottamaa virtaa. (Aura, Tonteri 1996, 500.)

Suora käynnistys on yleisin teollisuudessa käytetty käynnistystapa. Se on käynnistystapana hyvin toimintavarma sekä asennuksiltaan yksinkertainen toteuttaa. Komponentit ovat edullisia sekä helposti saatavilla. Suoraa käynnistystä voidaan käyttää kaikissa sovelluksissa, joissa moottori käy täydellä nopeudella. Se on myös muita käynnistystapoja energiatehokkaampi ja sillä saadaan moottori nopeasti käyntiin. (Selecting the right motor starter option n.d.)

Suoraan käynnistykseen sisältyy myös ongelmia, jotka täytyy huomioida käynnistystapaa valittaessa. Suorassa käynnistyksessä oikosulkumoottori aiheuttaa verkkojännitteelle jännitteenaleneman, sen suuren käynnistysvirran takia. Jännitteenaleneman suuruuteen vaikuttavat oikosulkumoottorin nimellisteho sekä syöttöverkon oikosulkuteho. Suorassa käynnistyksessä käynnistysvirta on noin 6-8 kertaa moottorin nimellisvirran suuruinen. Virta pienenee moottorin nopeuden kiihtyessä ja saavuttaessaan nimellisnopeuden, virta laskee

nimellisvirran suuruiseksi. Jännitteenaleneman tulisi pysyä syöttöverkossa alle kymmenessä prosentissa. (Aura, Tonteri 1996, 503-504.) Suorassa käynnistyksessä on jännitteenaleneman lisäksi myös muita ongelmia. Vetohihnat voivat vaurioitua, laakerit kulua nopeasti, vaihteisto rasittua, sekä moottorin pysähdyksessä putket altistua paineiskuille. (Pehmökäynnistinopas 2011.)

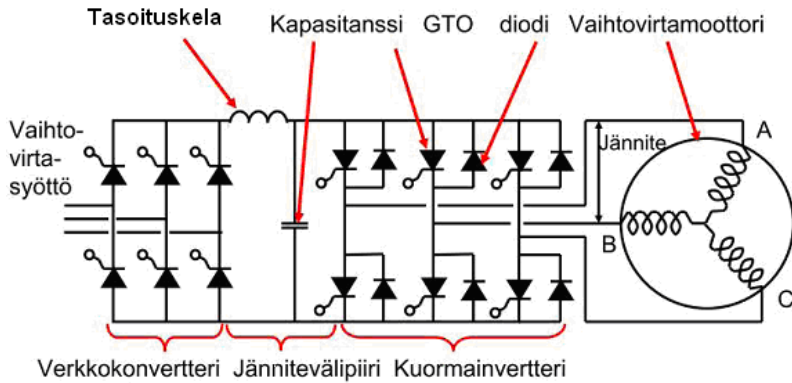
5 Taajuusmuuttaja

Taajuusmuuttaja on tehoelektroniikkalaite, jolla ohjataan oikosulkumoottoria muuttamalla sen tehonsyötön taajuutta sekä jännitettä. Sillä pystytään myös ohjaamaan moottorin ylös- ja alaramppausta käynnistyksen ja pysäytyksen aikana. Taajuusmuuttajaa käytetään usein kohteissa, joissa halutaan säätää oikosulkumoottorin pyörimisnopeutta. (Taajuusmuuttajat n.d.)

Taajuusmuuttajan etuina ovat esimerkiksi energiansäästö ja järjestelmän tehokkuuden parantaminen, nopeuden tai vääntömomentin mitoittaminen prosessin vaatimusten mukaan, sekä koneiden mekaanisten rasitusten vähentäminen ja niiden käyttöiän pidentäminen.

Taajuusmuuttajalla ohjatun oikosulkumoottorin käynnistyksessä syntyvää käynnistysvirtaa pystytään pienentämään pienemmällä pyörimisnopeudella, jolloin työkoneiden mekaaninen rasitus on lievempää. (Taajuusmuuttajat n.d.)

Taajuusmuuttajan rakenne koostuu tasasuuntauksesta, välipiiristä, vaihtosuuntauksesta sekä ohjauksesta. Tasasuuntauksessa verkosta tuleva vaihtovirtasähkö muunnetaan tasavirtasähköksi puolijohtimien avulla. Välipiirin tehtävänä on tehdä tasasuuntauksesta tulleesta tasavirtasähköstä vakaampaa. Välipiiri suodattaa tasavirtasähköstä pois mahdolliset epäpuhtaudet. Tämä toteutetaan välipiirissä olevien kelan sekä kondensaattorin avulla, jotka syöttävät virtaa tasaisesti sekä varastoivat sitä. Vaihtosuuntauksessa välipiiristä tullut tasavirtasähkö muunnetaan vaihtovirtasähköksi puolijohdinkytkimien avulla. Puolijohdinkytkimien tehtävänä on kytkeä kuorma päälle toistuvassa jaksossa, jolloin saadaan aikaan toivottu jännitetaso moottorin ohjaukseen. Ohjauksyksiköllä pystytään määrittämään moottorille haluttu kolmivaiheohjausjännite. (Lumijärvi 2019.) Kuviossa 10 tasasuuntaus eli verkkokonvertteri on toteutettu tyristoreilla, välipiiri koostuu tasoituskelasta sekä kondensaattorista, vaihtosuuntaus eli kuormainvertteri on toteutettu GTO-tyristoreilla sekä diodeilla.



Kuvio 10. Jännitevälipiirillisen PWM-taajuusmuuttajan rakenne (Taajuusmuuttajat n.d.)

5.1 Sähkökäytön mitoitus

Sähkökäytön mitoitus voidaan jakaa neljään osaan. Ensimmäinen osa on käyttöolosuhteiden tarkistaminen, johon kuuluvat esimerkiksi käytettävä verkkojännite sekä taajuus. Toinen osa on prosessin vaatimusten tarkistaminen, johon kuuluvat mahdollinen käynnistysmomentin tarve, käytettävä kierrosalue sekä kuormitustyyppi. Kolmannessa osassa valitaan moottori, jonka kestettävä prosessin aiheuttamaa ylikuormitusta ja kyettävä muodostamaan vaadittu momentti. Moottorin termistä ylikuormitettavuutta ei saa ylittää, sekä moottorin maksimimomentille täytyy jättää noin 30 prosentin marginaali, kun mitoitusvaiheen maksimimomentti otetaan huomioon. Kun moottori on mitoitettu sekä valittu, voidaan siirtyä mitoituksen neljänteen osaan, eli taajuusmuuttajan valitsemiseen. Taajuusmuuttaja valitaan moottorin ja käyttöolosuhteiden perusteella. (Sähkökäytön mitoitus n.d.)

Moottorin mitoituksessa halutaan tietää käyttöolosuhteet, moottorin napaluku, haluttu pyörimisnopeus, moottorin nimellisnopeus, sekä nimellisteho. Esimerkkimitoituksessa käytetään kaksinapaista oikosulkumoottoria, jolla ohjataan soodakattilan nuohointa. Moottorin hyötysuhdeluokka on IEC2, eristysluokka F ja lämpenemislukka B. Nimellisjännite on 400V AC. Nuohoimen kierrosalue on $n1...n2 = 0...2600$ rpm. Nuohoimen pyörimisnopeudella 2300 rpm sen tehontarve on $P_{2300} = 0,8$ kW. Moottorin nimellisnopeus on 3000rpm. Esimerkkimitoituksessa moottori valitaan liitteen 3 ABB:n moottorilistalta. Taajuusmuuttajavalinta pystytään toteuttamaan moottorivalinnan perusteella ABB:n Drivesize-ohjelmalla. (Sähkökäytön mitoitus n.d.)

Tarvittava momentti 2300 rpm:n nopeudella lasketaan kaavalla:

$$T_{2300} = (9550 * P_{2300}) / 2300 \text{rpm}$$

$$T_{2300} = 3,32 \text{Nm}$$

Tarvittava momentti 2600 rpm:n nopeudella lasketaan kaavalla:

$$T_{2600} = (2600/2300)^2 * T_{2300}$$

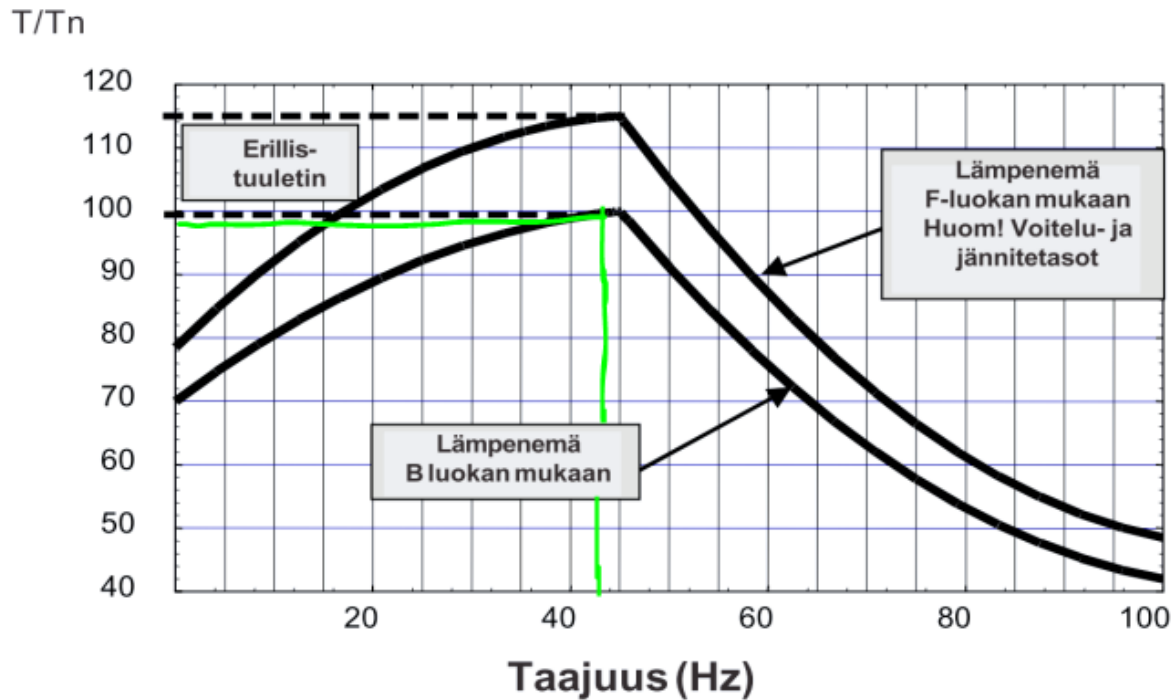
$$T_{2600} = 4,24 \text{Nm}$$

Taajuus 2600 rpm:n nopeudella pystytään laskemaan kaavalla:

$$f_{2600} = (2600/3000) * 50 \text{Hz}$$

$$f_{2600} = 43,33 \text{Hz}$$

Moottorin kuormitettavuus 2600 rpm:n nopeudella pystytään selvittämään oikosulkumoottorin kuormitettavuuskäyrästä avulla. Kuormitettavuuskerroin saadaan tietää lasketun taajuuden ja *lämpenemä B luokan mukaan* -käyrän avulla. Kuviosta 11 saadaan selville kuormitettavuuskertoimen olevan noin $k_{2600} = 0,99$ taajuudella $f_{2600} = 43,33 \text{Hz}$.



Kuvio 11. Oikosulkumoottorin kuormitettavuuskäyrästä (Jamk opetusmateriaalit n.d. muokattu)

Moottorilta tarvittava vähimmäismomentintuottokyky lasketaan kaavalla:

$$T_{NVÄH} = T_{2600}/k_{2600}$$

$$T_{NVÄH} = 4,28\text{Nm}$$

Moottorin vähimmäisnimellisteho saadaan laskettua kaavalla:

$$P_{NVÄH} = (T_{NVÄH} * 3000\text{rpm})/9550$$

$$P_{NVÄH} = 1,34\text{kW}$$

Näillä esimerkkiarvoilla moottoriksi valitaan ABB:n M3BP 90SLB 2 moottori, jonka $P_N = 1,5\text{kW}$, $I_N = 3,3\text{A}$ ja $T_N = 4,9\text{Nm}$.

Taajuusmuuttajan valintaa varten täytyy laskea moottorin virta kaavalla:

$$I_M = (T_{2600}/T_N) * I_N$$

$$I_M = 2,85A$$

Taajuusmuuttajan jatkuva virta on tällöin 2,85A, jonka perusteella se voidaan valita esimerkiksi ABB:n Drivesize -ohjelmalla. (Sähkökäytön mitoitus n.d.)

6 Puolijohde

Puolijohde on kiinteä kemiallinen aine tai yhdiste, jonka yleisin alkuaine on pii. Se johtaa sähköä tietyissä olosuhteissa, mutta ei toisissa, jonka takia se on erinomainen aine sähkövirran siirtämiseen sekä sähkölaitteiden hallintaan. Puolijohteen nimi tulee sen ominaisuuksista, sillä ainetta, joka pystyy johtamaan sähköä, kutsutaan johtimeksi ja ainetta, joka ei johda sähköä kutsutaan eristeeksi. Puolijohdeet johtavat enemmän sähköä kuin esimerkiksi lasi, mutta vähemmän kuin kupari tai alumiini. (Zola 2021.) Puolijohdeita käytetään lähes kaikilla elektroniikan sektoreilla. Viihde-elektroniikassa esimerkiksi matkapuhelimet, läppärit ja pelikonsolit toimivat puolijohdekomponenttien, kuten mikropiirien, diodien ja transistorien avulla. Sama pätee myös kodin elektroniikassa. (The many applications of semiconductors n.d.)

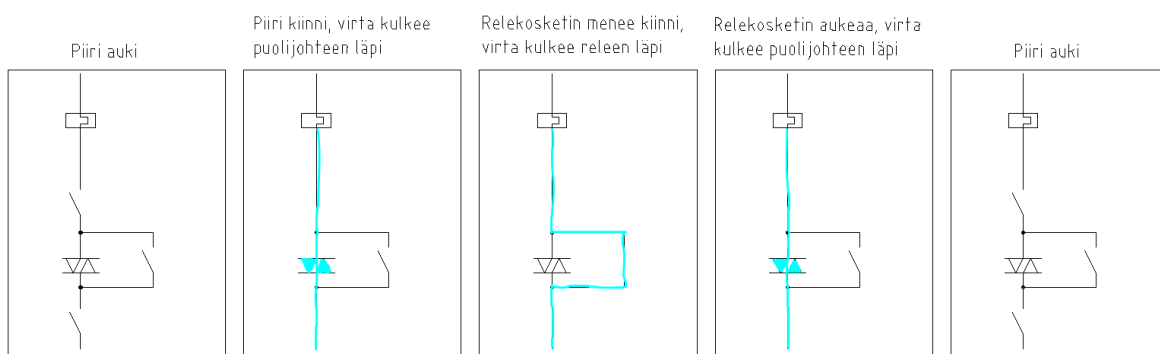
Opinnäytetyössä vertailtavina päivitysvaihtoehtoina olevat taajuusmuuttajat sekä puolijohdekäynnistimet käyttävät molemmat puolijohdetekniikkaa. Tehopuolijohdeet toimivat tehoelektroniikassa kytkiminä tai tasasuuntaajina. Transistori on yleisin käytetty puolijohdekomponentti kytkinkäytössä. Transistorit voidaan jakaa tehotransistoreihin (BJT), teho-MOSFET:hin sekä IGBT-transistoreihin. Taulukossa 3 vertaillaan näiden transistorien ominaisuuksia. Taulukosta huomataan, että IGBT:ssä yhdistyy tehotransistorin ja teho-MOSFET:n hyvät puolet, mutta se on hintatasoltaan kalliimpi. (Jamk opetusmateriaalit n.d.)

Taulukko 3. Transistoreiden vertailu (Jamk opetusmateriaalit n.d.)

Device Characteristic	Power Bipolar	Power MOSFET	IGBT
Voltage Rating	High < 1kV	High < 1kV	Very High > 1kV
Current Rating	High < 500A	Low < 200A	High > 500A
Input Drive	Current, h_{FE} 20-200	Voltage, V_{GS} 3-10V	Voltage, V_{GE} 4-8V
Input Impedance	Low	High	High
Output Impedance	Low	Medium	Low
Switching Speed	Slow (μ S)	Fast (nS)	Medium
Cost	Low	Medium	High

6.1 Puolijohdekäynnistimet

Opinnäytetyössä tarkasteltavat puolijohdekäynnistimet käyttävät niin sanottua hybridikytkentäteknikkaa, jossa yhdistyvät kestävät puolijohteet sekä releet. Hybriditekniikassa käynnistimen kytkeytyminen pääpiirin kanssa tapahtuu puolijohteiden kautta. Kun puolijohteen läpi kulkee virta, relekosketin menee kiinni-asentoon, jolloin virta kulkee releen kautta. Käynnistimen poiskytkeminen tapahtuu vastakkaisessa järjestyksessä. Tämän tekniikan avulla käynnistimessä tapahtuvat häviöt pienenevät merkittävästi, sekä sen käyttöikä kasvaa, sillä puolijohhteessa ei tapahdu kosketuserosiota. Tämä tarkoittaa sitä, että käynnistimen kytkentäkerrat moninkertaistuvat. Alla olevassa kuviossa on esitetty hybridikäynnistimen toiminta sekä virrankulku. (SIRIUS Explained 2022.)



Kuvio 12. Hybridikäynnistimen toiminta

7 Etukojeet

Opinnäytetyössä etukojeella tarkoitetaan suojauslaitetta, jolla varmistetaan syötön poiskytkentä vikatilanteessa. Poiskytkentä toteutetaan ylivirtasuojauksella, joka jakautuu ylikuormitussuojaukseen ja oikosulkusuojaukseen. Ylikuormitussuojauksena voidaan käyttää esimerkiksi sulakkeita tai johdonsuojakatkaisijoita. Ylikuormitussuojauksen tehtävänä on katkaista virta piiristä tilanteessa, jossa johtimien lämpötila nousee liian korkeaksi ja voi täten vaurioittaa järjestelmää. Sillä siis estetään tehoiltaan liian suurien kuormien kytkeminen. (Ahoranta 2021.)

Oikosulkusuojauksessa suojauslaitteena voi toimia esimerkiksi sulakkeet, johdonsuojakatkaisijat tai kompaktikytkimet. Suojauksen tehtävänä on syötön poiskytkentä vikatilanteessa, jossa suojatun piirin impedanssi heikkenee ja oikosulku syntyy. Impedanssin heikkeneminen voi johtua muun muassa väärin tehdystä kytkennästä tai vioittuneista eristyksistä. (Parviainen 2017.)

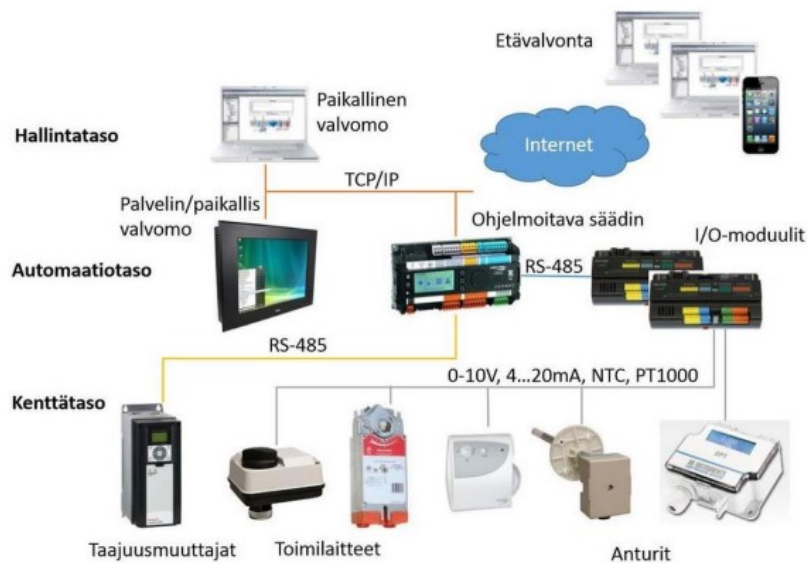
Opinnäytetyön päivitysvaihtoehtoissa etukojeina on käytetty johdonsuojakatkaisijoita sekä moottorikatkaisijoita.

8 Kenttäväylät

Kenttäväylä on automaatiojärjestelmän osa, jossa syöttölaitteet, esimerkiksi kytkimet, kommunikoivat lähtölaitteiden, esimerkiksi venttiilien kanssa niin, ettei jokaista yksittäistä laitetta tarvitse kytkeä takaisin ohjaimeen. Kenttäväylä mahdollistaa satojen analogisten ja digitaalisten pisteiden samanaikaisen yhdistämisen. Tämä vähentää tarvittavien kaapeleiden määrää, sekä tekee kytkennöistä yksinkertaisempia toteuttaa. (What is Fieldbus n.d.)

Kenttäväyliä käytetään erityisesti alakeskusten väliseen kommunikointiin, alakeskusten ja valvomon väliseen kommunikointiin, sekä kenttätason laitteiden väliseen kommunikointiin, esimerkiksi mittalaitteet, taajuusmuuttajat ja pumput. (Jamk opetusmateriaalit n.d. dia 5.)

Järjestelmän rakenne koostuu hallintatasosta, johon kuuluvat esimerkiksi valvomot, automaatiotasosta, johon kuuluvat esimerkiksi ohjelmoitavat säätimet sekä I/O-moduulit, sekä kenttätasosta, johon kuuluvat esimerkiksi taajuusmuuttajat, toimilaitteet ja anturit. (Jamk opetusmateriaalit n.d. dia 5.)



Kuvio 13. Järjestelmän rakenne (Jamk opetusmateriaalit n.d. dia 5.)

Kenttäväylässä liikenne on kaksisuuntaista ja digitaalista. Väylässä on aina yksi master-laite, joka ohjaa väylän slave-laitteita. Master-laite antaa käskyn, johon slave-laitteet vastaavat. Väylässä voi olla sekä analogisia, että digitaalisia laitteita. Kaikki väylässä kulkevat viestit ovat kuitenkin digitaalisia. (Taipale 2016.)

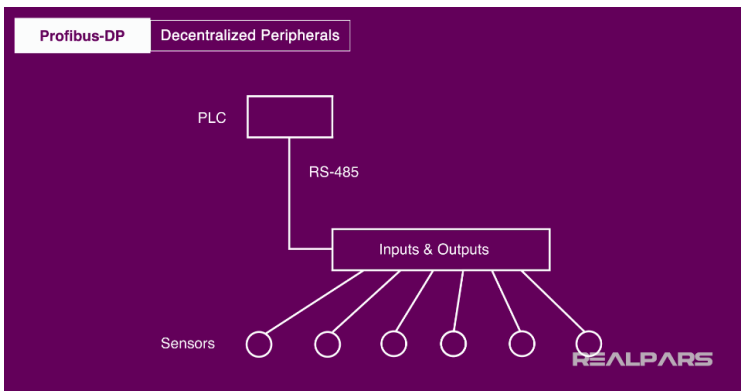
8.1 Profibus

Profibus on kenttäväylä, joka käyttää standardisoitua sovelluksesta riippumatonta viestintäprotokollaa sekä tukee kenttäväyläratkaisuja prosessi- ja tehdasautomaatioissa, liikkeenohjauksessa ja turvallisuuteen liittyvissä tehtävissä. Profibusin tehtävänä on liittää kenttälaitteet, esimerkiksi hajautettu I/O tai taajuusmuuttaja automaatiojärjestelmään. Profibusin avulla kenttälaitteiden vaihto on yksinkertaista sekä nopeaa, sillä uusi laite ottaa automaattisesti vaihdetun laitteen roolin. (Profibus n.d.)

Profibus-väyläratkaisuista Profibus DP:tä käytetään hajautettujen kenttälaitteiden, esimerkiksi SIMATIC ET200SP:n tai taajuusmuuttajien liittämiseen automaatiojärjestelmään, jolloin se takaa järjestelmälle todella nopean vasteajan. Profibus PA on Profibus DP:stä laajennettu versio, jolla

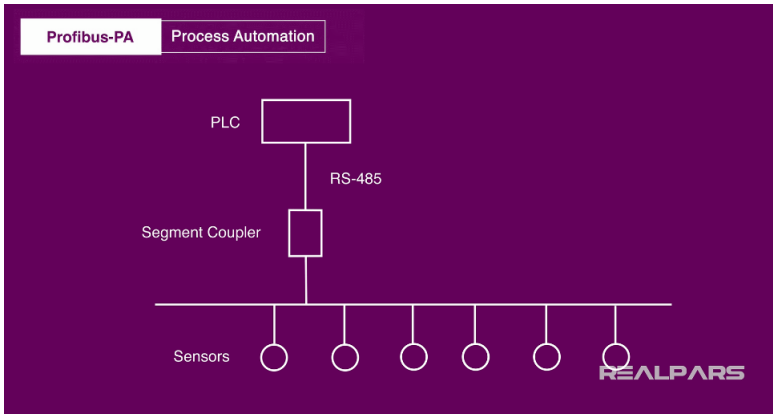
tiedon- ja tehonsiirto prosessiautomaation kenttälaitteille onnistuu turvallisesti IEC 6158-2 -standardin mukaisesti. (Profibus n.d.)

Profibus DP:n avulla hallintatasolla sijaitseva PLC, eli ohjelmoitava logiikkaohjain pystytään kytkemään kenttätasolla sijaitseviin laitteisiin ilman, että jokainen kenttälaite kytkettäisiin omalla kaapelilla PLC:hen. Tämä ratkaisu säästää huomattavasti kaapeleiden määrässä, kustannuksissa sekä ajassa, sillä matkat PLC:n ja kenttälaitteiden välillä ovat usein pitkiä. Kuvio 12 selventää miten Profibus DP toimii. Profibus DP:n avulla PLC:n I/O-yksikkö voidaan siirtää kenttätasolle ja liittää kenttälaitteiden kanssa. Tämän jälkeen ne voidaan yhdistää PLC:hen yhden RS-485 -kaapelin avulla. Tämä säästää järjestelmän kytkennän kustannuksissa sekä on huomattavasti tehokkaampi ratkaisu. (What is Profibus-PA and how does it differ from Profibus-DP n.d.)



Kuvio 14. Profibus DP viestintä (What is Profibus-PA and how does it differ from Profibus-DP n.d.)





Profibus PA -ratkaisulla kaapelimääriä pystytään vähentämään entisestään korvaamalla Profibus DP:ssä käytetty kenttäväylälle viety I/O-yksikkö segmenttikytkimellä. Segmenttikytkimen avulla kenttätasolla sijaitsevat kenttälaitteet pystytään kytkemään siihen yhdellä Profibus PA -väylällä. Tämän väylän toisella puolella segmenttikytkin muuntaa Profibus PA -signaalin Profibus DP -signaaliksi. Profibus PA:n avulla verkkorakenteesta saadaan taloudellisempi sekä tehokkaampi. (What is Profibus-PA and how does it differ from Profibus-DP n.d.)



Kuvio 15. Profibus PA viestintä (What is Profibus-PA and how does it differ from Profibus-DP n.d.)

8.2 Profinet

Profinet on Profibusia uudempi, Ethernet-pohjainen teollinen viestintäprotokolla, jonka fyysisenä liitännänä käytetään RJ-45 Ethernet-liitännää. Profinet toimii 100 Mbit/s nopeudella ja kaapelit voivat olla jopa 100 metriä pitkiä. Profinet-järjestelmässä pystytään käyttämään tavallisia Ethernet-kytkimiä, jos verkkoa tahdotaan laajentaa, sillä niillä on sama fyysinen liitäntä. Profinet soveltuu nopeisiin sovelluksiin, sillä sen vasteaika on vain 1 millisekuntia. Jokaisella Profinet-laitteella on kolme osoitetta: IP-osoite, MAC-osoite sekä laitteen nimi. Profinetistä on tulossa ensisijainen tietoliikenneprotokolla teollisuudessa sen suuren nopeuden sekä joustavuuden takia (What is the difference between Profibus and Profinet n.d.)

PROFINET				
				
Device Name	HMI_1	PLC_1	Drive_1	IE-PB_1
IP Address	192.168.0.1	192.168.0.2	192.168.0.3	192.168.0.4
MAC Address	28-63-36-0E-F6-E8	00-1C-06-0B-F2-46	00-1F-F8-F4-70-89	00-00-24-1A-35-C8

REALPARS

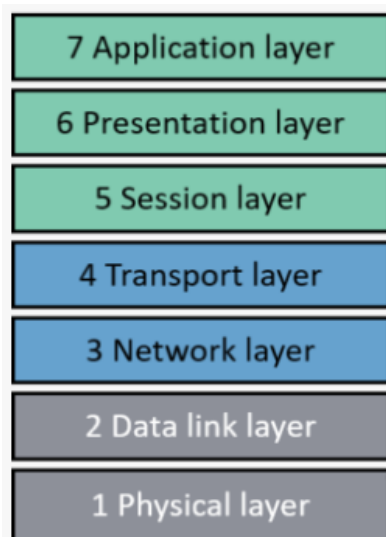
Kuvio 16. Profinet-laitteiden osoitteet (What is the difference between Profinet and Profibus n.d.)

Profinetin toiminta jakautuu seitsemään kerrokseen OSI-viitemallin avointen järjestelmien välisten yhteyksien määrittämistä varten. Verkkokokonaisuuksien jakaminen kerroksiin yksinkertaistaa järjestelmää. Viitemallissa kolme alinta kerrosta kutsutaan alakerroksiksi, joihin kuuluvat:

- Fyysinen kerros, johon kuuluvat toiminnallinen määrittely, sekä signaalin ja kaapeloinnin siirron sähköiset ja mekaaniset ominaisuudet
- Siirtoyhteyserros, joka kontrolloi viestintää verkkoyhteyserroksen sekä fyysisen kerroksen välillä
- Verkkoyhteyserros, joka varmistaa tietojen reitittämisen verkkojen välillä

Kuljetuserros on viitemallin neljäs kerros, jonka tehtävänä on toimia alemman ja ylemmän ryhmän rajapintana. Viitemallin kolme ylintä kerrosta kutsutaan isäntäkerroksiksi, joihin kuuluvat:

- Istuntokerros, joka muodostaa, ylläpitää ja purkaa liikennöivien järjestelmien sovellusten väliset yhteydet
- Esitystapakerros, jonka tehtävänä on järjestelmien välillä liikkuvan sanomaliikenteen syntaksin määrittäminen
- Sovelluserros, jonka tehtävänä on yhteyksien kuvaaminen käyttäjäsovelluksien ja OSI-mallin välillä sekä rajapintana oleminen tietoliikennesovellusten ja verkon palveluiden välillä



Kuvio 17. OSI-viitemallin kerrokset (What is Profinet? - Profinet explained 2021.)

Profinet-järjestelmässä viestien tulee liikkua sopivalla nopeudella ja determinismillä tehtävän mukaan. Deterministinen viestintä tarkoittaa viestien toimittamista juuri silloin, kun niitä odotetaan. Teollisuudessa kaikki sovellukset eivät vaadi samaa suorituskykyä, esimerkiksi

prosessilaitteen konfigurointitietojen lataaminen voi kestää minuutteja eikä se vaikuta tuotantoon, kun taas PLC:n ja taajuusmuuttajan välillä muutaman millisekunnin tiedonsiirtoviiveellä voi olla suuria vaikutuksia prosessissa. (What is Profinet? – Profinet explained 2021.)

Profinet voi käyttää TCP/IP- tai UDP/IP-viestintää tehtäviin, jotka eivät ole aikakriittisiä. Näitä tehtäviä ovat esimerkiksi konfiguroinnit sekä parametroidit. Aikakriittisissä tehtävissä Profinet käyttää RT, eli reaaliaikaista kanavaa. Profinet RT:ssä tiedot siirtyvät suoraan Ethernetin kerroksesta 2 Profinetin kerrokseen 7, jolloin se ohittaa TCP/IP-kerrokset. Tällöin tiedonsiirtonopeus sekä determinismi paranevat huomattavasti. (What is Profinet? – Profinet explained 2021.)

9 Nuohousautomaation modernisointi

Soodakattilan nuohous on sulfaattiselluprosessissa hyvin tärkeä vaihe. Nuohointen toimivuuden vaatimukset ovat hyvin korkeat, sillä huonosti toteutettu nuohousohjelma pienentää soodakattilan energiatehokkuutta huomattavasti. Nuohointen ohjauksen pääasiallinen tavoite on mahdollisimman tehokas lämmönsiirto savukaasuista veteen sekä höyryyn niin, että nuohoukseen kuluva höyry pysyy mahdollisimman pienenä. Jotta tavoitteeseen päästään, täytyy kattilan olosuhteita seurata. Olosuhteiden seuraamisella pystytään havaitsemaan, missä nuohoustarve on suurinta sekä mitoittamaan eri nuohoimet nuohoamaan tarpeen mukaan. (Soodakattilan hallinta n.d.) Nuohouksen ohjaukseen sisältyy useita toimintoja, joita ovat esimerkiksi:

- nuohousvalmistelun ohjaus
- nuohointen suojaus sekä lukitukset
- nuohointen ohjaus
- nuohointen nopeus
- nuohoimille tulevan nuohoushöyryn paine
- nuohoinryhmien suunnittelu ja toteutus
- nuohouksen vaatimukset
- vikavalvonta sekä hälytykset
- raportointi.

Nuohousautomaation modernisoinnilla pyritään parantamaan sekä yksinkertaistamaan soodakattilan nuohointen ohjausta. Opinnäytetyön tarkoitus on selvittää millä päivitysvaihtoehdoilla saadaan parhaat hyödyt ohjaukseen verrattuna nykyiseen vaihtoehtoon.

9.1 Nykyinen ratkaisu

Opinnäytetyössä vertailtavaksi kohteeksi on valittu soodakattila, joka on samaa kokoluokkaa opinnäytetyöhön valittujen nuohointen määrän kanssa. Vertailtavan projektin ohjaus nuohoukselle on toteutettu perinteisillä kontaktoreilla. Ohjauksen asennustapa on kaappiasennus, sekä ohjauksen pääkomponentit koostuvat moottorinohjaimista, etukojeista, kontaktoreista, profinet-kenttäväylän osista, releistä sekä riviliittimistä. Ohjauskeskus koostuu syöttö- ja väyläkentästä, kahdeksasta nuohoinsähköryhmästä sekä kahdesta jäähdytinkaapista. Keskuksen kaappimäärä on yhteensä yksitoista kappaletta ja se vie tilaa sähkötilasta kokonaisleveydeltä 10,2 metriä. Nuohoimet ovat jaettu kahdeksaan nuohoinryhmään, joissa jokaisessa ryhmässä on nuohoimia ohjattavana noin 15-20 kappaletta. Tulistimen alueella nuohoinryhmiä on neljä, keittopinnalla kaksi ja ekonomaisereilla kaksi.

Nuohoimien ohjauksessa jokaisella nuohoinsähköryhmällä on yksi älykäs moottorinohjain, joka kommunikoi väylän kanssa ja jonka tehtävänä on ohjata ja valita, mikä nuohoin menee päälle. Nuohoinsähköryhmässä on kaksi pääkontaktoria, joilla ohjataan valitun nuohoimen moottoria eteenpäin ja taaksepäin. Pääkontaktoreita ei voida ajaa samaan aikaan. Pääkontaktoreiden jälkeen tulevat nuohoimien kontaktorit, joita on yksi kappale jokaisella nuohoimella.

Väyläkommunikoinnin avulla valitaan nuohoin jota halutaan ohjata. Nuohoimen rele lähettää digitaalisen tulosignaalin (DI) väylälle, että esimerkiksi nuohoin 1 on valittu, jolloin väylä toteuttaa käskyn digitaalisella lähdöllä (DO) ja nuohoimen kontaktori menee kiinni. Periaatekaavio yhden ryhmän ohjauksesta nykyisellä ratkaisulla löytyy liitteestä 2, jossa K01 tarkoittaa kontaktoria, jolla moottori liikkuu eteenpäin, K02 tarkoittaa kontaktoria, jolla moottori liikkuu taaksepäin, K03 nuohoimen numero 1 kontaktoria, sekä K04 nuohoimen valintarelettä.

9.1.1 Vaatimusten määrittäminen

Päivitysvaihtoehtojen vaatimukset täytyi selvittää sekä listata ennen palavereita järjestelmätoimittajien kanssa. Vaatimuksia selvitettiin toimeksiantajan asiantuntijoiden kanssa, sekä niistä koostettiin esitelmä, jota käytettiin järjestelmätoimittajien kanssa käydyissä palavereissa. Esitelmä (Liite 1.) sisältää opinnäytetyöprojektin lähtökohdat, molempien päivitysvaihtoehtojen vaatimukset sekä opinnäytetyön tekijän suunnitteleman periaatekaavion puolijohdekäynnistimillä toteutettavasta ohjauksesta.

Puolijohdekäynnistimillä toteutettavassa päivityksessä tärkeimmät vaatimukset ovat komponenttikokonaisuuden kompaktisuus, väyläohjausmahdollisuus, käynnistimien ylikuormitussuojaus, suunnanvaihto-ominaisuus sekä mahdollisuus erottaa vikatilanteessa yksi nuohoin ryhmästä niin, että muut nuohoimet pysyvät toiminnassa. Tämän lisäksi käynnistimien täytyy olla standardien IEC sekä UL mukaiset.

Yksittäisillä taajuusmuuttajilla toteutettavassa päivityksessä tärkeimmät vaatimukset ovat hyvin samanlaiset puolijohdekäynnistimillä toteutettavan päivityksen kanssa. Taajuusmuuttajilla toteutettavan kokonaisuuden täytyy olla mahdollisimman kompakti, siinä täytyy olla moottorin suunnanvaihto-ominaisuus, väyläohjaus täytyy olla toteutettavissa profibusilla tai profinetillä, taajuusmuuttajissa täytyy olla suojaustoiminnot sekä niiden täytyy olla IEC sekä UL -standardien mukaiset. Räkiasennus on taajuusmuuttajavaihtoehdolle toivottua, muttei välttämätöntä. Taajuusmuuttajan ominaisuuksista nopeuden säätö ei ole tarvittava, sillä nuohoimia on tarkoitus ajaa samalla nopeudella.

Molemmilla tavoilla tehtävissä päivitysvaihtoehtoissa täytyy myös huomioida päivityksen kustannustehokkuus. Opinnäytetyössä päivitysvaihtoehtojen kustannushintoja verrataan samankokoisen projektin kustannuksiin. Vertailuprojektin kustannukset sisältävät komponentit, keskussuunnittelun sekä asennukset. Päivitysvaihtoehtoista tiedossa olevat kustannushinnat ovat vain komponenttikustannuksia, joka täytyy ottaa huomioon vertailua tehdessä. Vertailussa täytyy myös ymmärtää kustannusten kokonaiskuva; halvemmat vaihtoehdot voivat muuttua pitkällä aikavälillä kustannuksiltaan kalliimmiksi, sillä niissä voi esiintyä enemmän vikoja ja niitä voi joutua huoltamaan useammin.

9.1.2 Ongelmat/haasteet nykyisessä ratkaisussa

Perinteisillä kontaktoreilla toteutettu ohjaus on nuohointen ohjaustapana toimiva, mutta ei niin nykyaikainen. Nykyisen ratkaisun haasteina sekä ongelmina ovat sen monimutkaisuus, joka näkyy käyttäjien perehdyttämiseen kuluviissa työtunneissa, kontaktoreiden käyttöikä, joka on noin 2-3 kertaa lyhyempi verrattuna puolijohdekytkimiin, sekä sen tarvitsema tila sähkötilassa. Nykyinen ratkaisu vaatii paljon johdottamista, joka vie ylimääräistä tilaa sähkökaapeista, sekä tekee niistä monimutkaisempia. Päivitysratkaisuiden avulla johdottamiset vähenevät huomattavasti jolloin nuohoinkeksuksien toteuttamiset ovat yksinkertaisempia sekä nopeampia.

9.2 Päivitysratkaisut

Päivitysratkaisut ovat rajattu puolijohdekäynnistimillä toteutettuihin, sekä yksittäisillä taajuusmuuttajilla toteutettuihin vaihtoehtoihin. Molemmilla vaihtoehtoilla on useita hyötyjä. Päivitysratkaisun valintaan vaikuttavat eniten kustannukset, kompaktisuus, helppokäyttöisyys sekä toimintavarmuus. Mottorikaapelin maksimipituuteen täytyy kiinnittää huomiota, sillä kaikista pisimmät pituudet nuohoilta nuohoinkeksukselle ovat noin 150 metriä. Opinnäytetyön tekijä on pitänyt asiakaspalavereita eri järjestelmätoimittajien kanssa, joissa on esitetty päivitysvaihtoehtojen vaatimukset, joiden avulla järjestelmätoimittajat ovat pystyneet tarjoamaan päivitysvaihtoehtoja. Opinnäytetyön tekijä laati palavereiden pohjalta jokaisesta päivitysvaihtoehdosta kustannustiedot, jotka ovat lähetetty toimeksiantajalle. Kustannustiedot koostuivat komponenttikustannuksista, arvioiduista kaappi- tai räkkikustannuksista, arvioiduista lisäkomponenttikustannuksista sekä arvioiduista asennuskustannuksista.

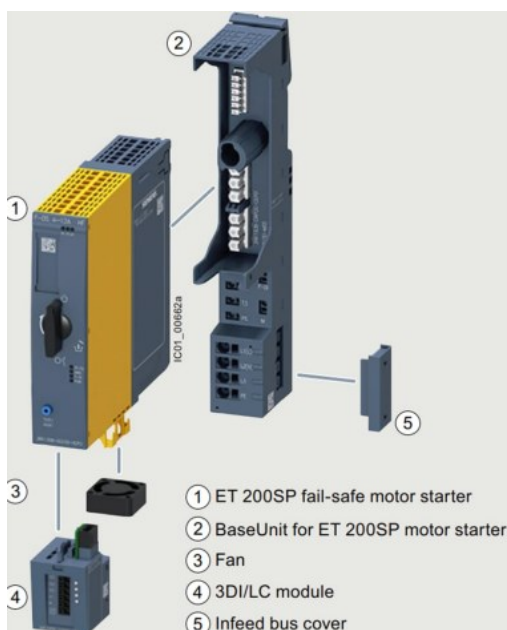
9.3 Siemens SIMATIC ET 200SP

Järjestelmätoimittajan kanssa käytyjen palaverien pohjalta puolijohdekäynnistimillä toteutetussa vaihtoehdossa esille nousi SIMATIC ET 200SP -sarjan puolijohdekäynnistimet, jotka hyödyntävät hybridikytkentäteknikkaa. SIMATIC ET 200SP on Siemensin kehittämä hajautettu I/O-järjestelmä, jonka avulla pystytään yhdistämään prosessisignaaleja ylemmän tason ohjaimeen kenttäväylän avulla.

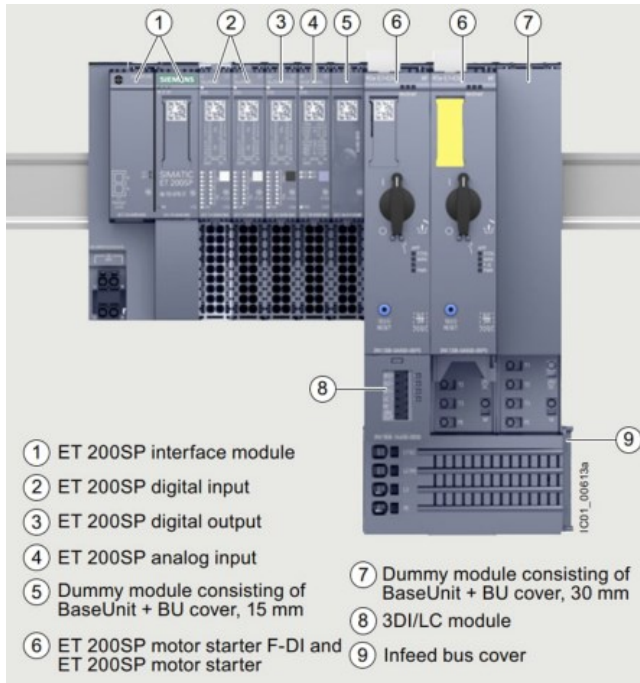
Järjestelmällä on useita eri hyötyjä moottorinohjaukseen liittyen. Se on yksinkertainen asentaa sekä konfiguroida, kompaktin suunnittelun avulla kokonaisuus mahtuu pieneen tilaan sekä siinä on

useita eri kenttäväylämahdollisuuksia. Lisäksi ET 200SP on todella suorituskykyinen sekä energiatehokas. Järjestelmään on helppo liittää suojaustoiminnoilla varustetut moottorikäynnistimet. (SIMATIC ET 200SP 2022.) Järjestelmä soveltuu 500 V AC -jännittetasolle asti. Päivitysratkaisujen vaatimuksissa 690 V AC -jännitetaso oli toivottua, muttei pakollista.

SIMATIC ET 200SP -järjestelmän peruskomponentteihin kuuluvat CPU, eli suoritin, jonka tehtävänä on suorittaa ohjelman sisältämiä konekielisiä käskyjä. Interface module, eli liitäntämoduuli yhdistää ET 200SP:n I/O-ohjauslaitteeseen sekä vaihtaa tietoja I/O-moduulien kanssa väylän kautta. Väyläadapterit mahdollistavat PROFINET IO:n erilaiset liitäntätavat, esimerkiksi RJ45-kaapelilla tai kuitukaapelilla. BaseUnit on pohjajyksikkö, jonka avulla ET 200SP -moduulit liitetään sähköisesti sekä mekaanisesti järjestelmään. I/O-moduulit määrittävät toiminnot liittimissä. Ohjain tunnistaa käynnissä olevan prosessin tilan kytkettyjen antureiden ja toimilaitteiden avulla sekä käynnistää vastaavat reaktiot. I/O-moduulit jaetaan digitaalisiin tuloihin, digitaalisiin lähtöihin, analogisiin tuloihin, analogisiin lähtöihin, teknologiamoduuleihin, viestintämoduuleihin sekä tehomoduleihin. Moottorikäynnistimet ovat hybridikytkentäteknikalla toimivia käynnistimiä, joiden avulla pystytään ohjaamaan moottorien toimintaa. Kuvio 18 selventää moottorikäynnistimen liittämisen pohjajyksikköön sekä siihen lisättävät vaihtoehtoiset komponentit. Kuvio 19 nähdään esimerkki ET 200SP:n toteutuksesta. (SIMATIC ET 200SP 2022.)



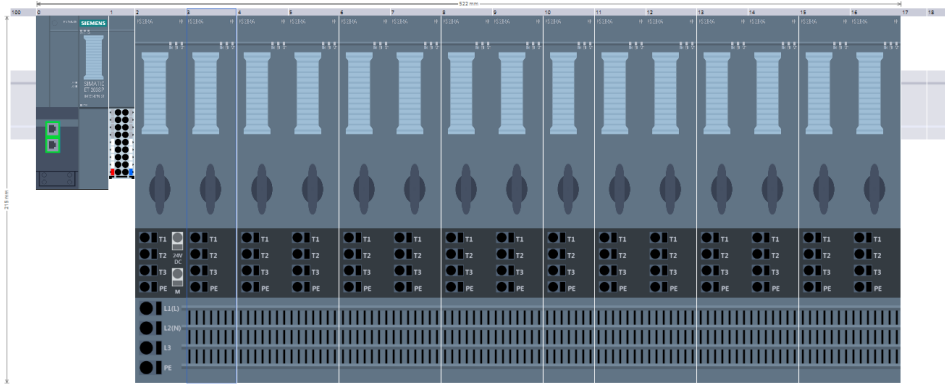
Kuvio 18. Moottorikäynnistimen liittäminen pohjajyksikköön (SIMATIC ET 200SP Motor starter n.d.)



Kuvio 19. Esimerkki konfiguroinnista (SIMATIC ET 200SP Motor starter n.d.)

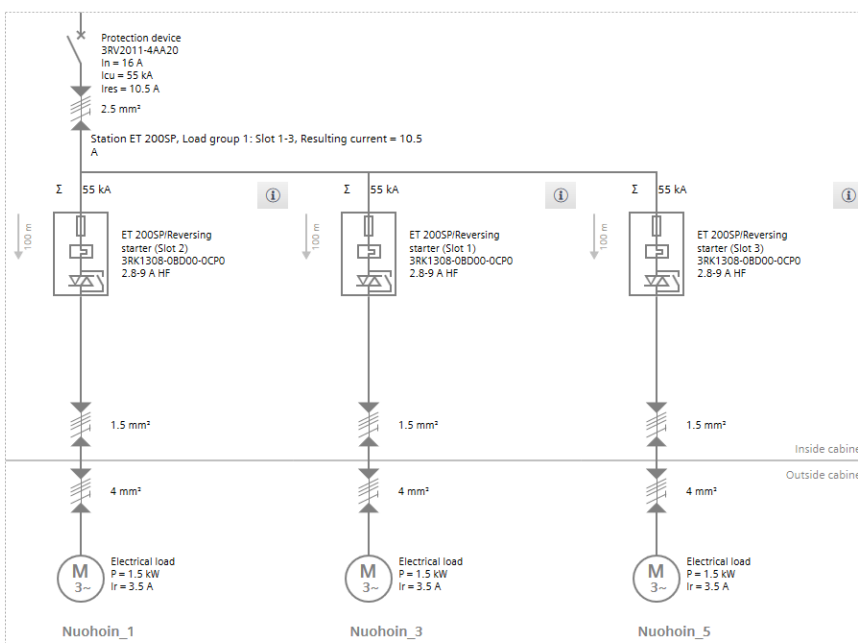
9.3.1 Komponentit

Puolijohdekäynnistimillä toteutetussa päivitysvaihtoehdossa nuohoimet ovat jaettu 8 ryhmään. Yksi ryhmä koostuu etukojeesta, liitännämoduulista johon kuuluu PROFINET-liitännä, dummy-moduulista, joka täytyy liittää liitännämoduulin sekä ensimmäisen moottorikäynnistimen väliin EMC-vaatimustenmukaisuuden takia, sekä 15-20 moottorikäynnistimestä, joissa on suunnanvaihto-ominaisuus. Dummy-moduuli sekä moottorikäynnistimet liitetään pohjayksiköihin. Ensimmäisen moottorikäynnistimen pohjayksikössä on 24 V DC sekä 500 V AC syöttö, jonka avulla syöttö jakautuu seuraaville käynnistimille. Tämän avulla jokaiselle käynnistimelle ei tarvitse erikseen vetää syöttöä, joka helpottaa asennuksia sekä säästää aikaa. Kuviossa 20 on TIA Selection Tool -ohjelman avulla mallinnettu nuohoinryhmä, josta löytyvät aiemmin kerrotut komponentit. Kuvioista ilmenee ET 200SP -järjestelmällä toteutetun moottorinohjauksen kompaktisuus sekä yksinkertaisuus. Nuohoinryhmä, johon kuuluu 15 nuohointa, vie sähkökaapista tilaa leveydeltään 522mm sekä korkeudeltaan 215mm. Nuohoinkeskuksen kenttäväylänä toimii Profinet. Kenttäväylä on kytketty CPU:n eli suorittimen sekä jokaisen ryhmän liitännämoduulien välille. (Siemens asiakaspalaveri 2023.)



Kuvio 20. Nuohoinryhmä TIA Selection Toolilla mallinnettuna

Etukojeen mitoitus riippuu siitä, kuinka montaa nuohointa ryhmässä halutaan maksimissaan ajaa samaan aikaan. TIA Selection Toolissa ohjelma olettaa ryhmän kaikkien nuohointien olevan samaan aikaan käynnissä, joten etukoje täytyy mitoittaa lisäämällä ryhmään nuohoimia vain se määrä, joita halutaan maksimissaan ajaa samanaikaisesti. Etukoje on mitoitettu niin, että ryhmässä pystytään ajamaan kolme nuohointa samanaikaisesti. Kuvio 21 osoittaa ohjelmalla tehdyn piirustuksen, josta on havaittavissa ryhmän etukoje sekä kolme puolijohdekäynnistintä, jotka ohjaavat moottoreita. Todellisuudessa ryhmään kuuluu 15-20 puolijohdekäynnistintä.



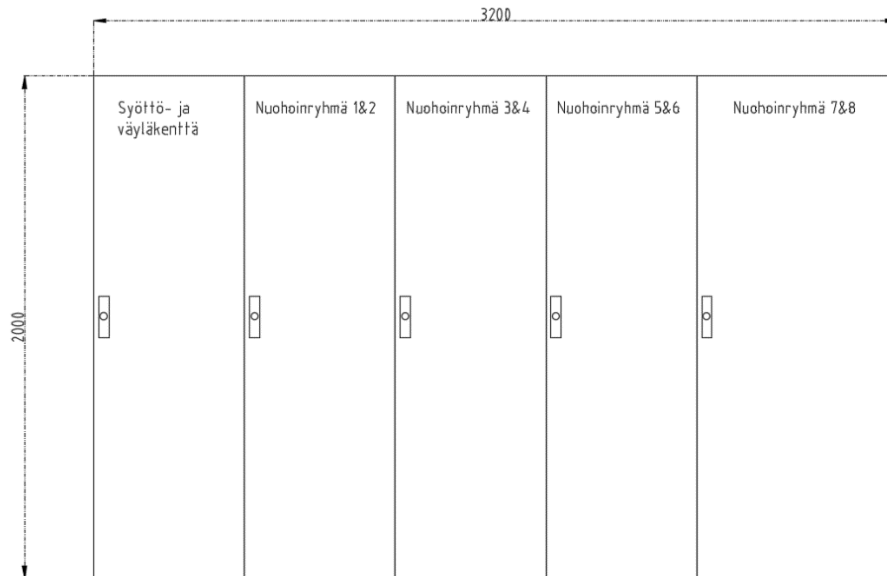
Kuvio 21. Nuohoinryhmä

Suunnitellun nuohoinkeskuksen komponentit sekä kappalemäärät näkyvät taulukossa 4.

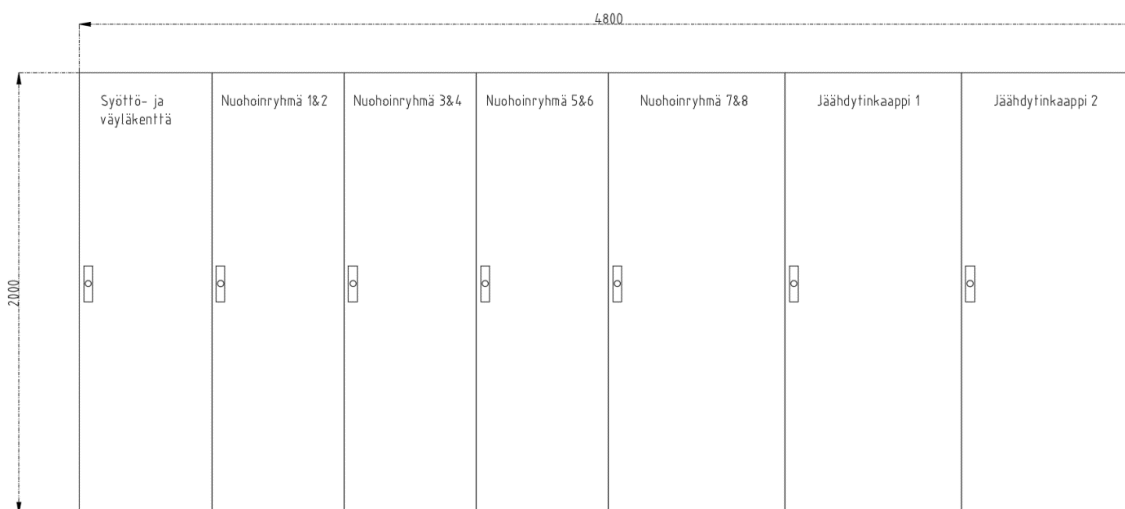
Taulukko 4. Nuohoinkeskuksen komponentit

Name	Article number	Single parts	Order units	Quantity
ET 200SP, reversing starter 2.8 - 9 A HF	3RK1308-0BD00-0CP0	130	Pieces	130
ET200 SP, BU with infeed 24V and 500V	3RK1908-0AP00-0AP0	8	Pieces	8
ET200 SP, BU without infeed	3RK1908-0AP00-0DP0	122	Pieces	122
CIRCUIT-BREAKER SPRING-L. CONN. 16A	3RV2011-4AA20	8	Pieces	8
FAN	3RW4928-8VB00	130	Pieces	130
Stand.sectional Rail 35mm, Length 530mm	6ES5710-8MA21	9	Pieces	9
Stand.sectional Rail 35mm, Length 830mm	6ES5710-8MA31	2	Pieces	2
ET 200SP, IM155-6PN ST incl. BA 2xRJ45	6ES7155-6AA01-0BN0	8	Pieces	8
BaseUnit Type A0, BU15-P16+A0+2D	6ES7193-6BP00-0DA0	8	Pieces	8
CPU 1512SP-1 PN, 400KB Prog., 2MB Data	6ES7512-1DM03-0AB0	1	Pieces	1
SIMATIC S7 memory card, 4 MB	6ES7954-8LC03-0AA0	1	Pieces	1
TP Cord RJ45/RJ45 1 m	6XV1870-3QH10	7	Pieces	10
TP Cord RJ45/RJ45 2 m	6XV1870-3QH20	1	Pieces	4
ET 200SP, 5 BU-Cover, 15mm	6ES7133-6CV15-1AM0	10	Package	2

Opinnäytetyön yksi tavoite on suunnitella nuohointien ohjauksesta kompaktimpi ratkaisu sähkötilaan. Nykyinen ratkaisu vie kokonaisleveydeltään sähkötilasta 10,2 metriä tilaa. SIMATIC ET 200SP -järjestelmällä toteutettavalla ohjauksratkaisulla pystytään vähentämään keskuksen kokonaisleveyttä huomattavasti. Keskus koostuisi viidestä kaapista, jotka olisivat keskuksen syöttö- ja välälakenttä, nuohoinryhmät 1 ja 2, nuohoinryhmät 3 ja 4, nuohoinryhmät 5 ja 6, sekä nuohoinryhmät 7 ja 8. Kyseisellä toteutuksella nuohoinkeskuksen kokonaisleveydeksi saataisiin 3,2 metriä. Jäähdyttimien kanssa nuohoinkeskuksen kokonaisleveydeksi tulisi 4,8 metriä. Jäähdytinkaappien koko sekä määrä on kopioitu perinteisillä kontakteilla toteutetusta nuohoinkeskuksesta.



Kuvio 22. ET 200SP nuohoinkeskus



Kuvio 23. ET 200SP nuohoinkeskus jäähdyttimillä

9.4 Siemens SINAMICS G120C -taajuusmuuttajat

SINAMICS G120C -mallin taajuusmuuttajissa yhdistyvät kompakti rakenne, integroitu turvatoiminto sekä laaja valikoima toimintoja erilaisiin tarkoituksiin. Taajuusmuuttajat ovat hyvin monipuolisia. Energiatehokkaan ja anturittoman vektorisäädön ansiosta suuret vääntömomentit pystytään toteuttamaan alhaisilla taajuusasetuksilla. G120C-taajuusmuuttajan vakiovarusteisiin kuuluu sertifioitu STO, eli Safe Torque Off -turvatoiminto, jonka ansiosta ulkoiset lisäkomponentit

voidaan jättää pois. Taajuusmuuttajamalli tukee myös kaikkia vakioväyläjärjestelmiä, kuten PROFINET, EtherNet/IP, PROFIBUS ja USS/Modbus RTU. (SINAMICS 2014.)

Taajuusmuuttaja on hyvin käyttäjäystävällinen. Ohjelmistoparametrien määrittäminen on yksinkertaista ja nopeaa. Taajuusmuuttajat pystytään integroimaan TIA Portal -järjestelmän diagnostiikkaan, joka takaa niiden helpon uudelleenkäytettävyyden. G120C-taajuusmuuttajien kompakti rakenne sekä mahdollisuus asentaa ne vierekkäin ilman tehon- ja virranalennemia säästävät tilaa sähkötilassa. (SINAMICS 2014.) Järjestelmä soveltuu 500 V AC -jännittetasolle asti. Päivitysratkaisujen vaatimuksissa 690 V AC -jännitetaso oli toivottua, muttei pakollista.

SINAMICS-taajuusmuuttajien toimintatiedot voidaan siirtää suoraan pilvialustoille MindConnectin avulla. Kerättyjen tietojen avulla nuohointen ohjausta pystytään muokkaamaan mahdollisimman energiatehokkaaksi, jolloin laitos säästää kuluissa. SINAMICS-järjestelmän työkalut helpottavat konfigurointia, suunnittelua, käyttöönottoa sekä vianmäärittäystä. Näiden työkalujen avulla prosesseja pystytään optimoimaan paremmin. (SINAMICS Low Voltage Converters 2020.)



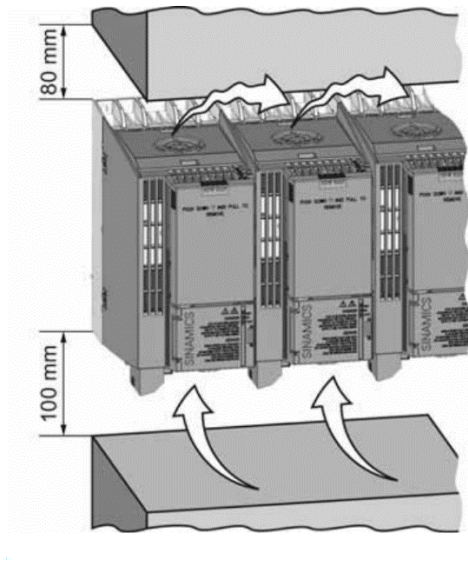
Kuvio 24. SINAMICS G120C -taajuusmuuttaja (The compact versatile frequency converter n.d.)

9.4.1 Komponentit

G120C-sarjalla toteutetussa päivitysvaihtoehdossa komponentit koostuvat taajuusmuuttajista, etukojeista, sekä käyttöpaneeleista. G120C-mallin taajuusmuuttajien suojausluokka on IP20, joten

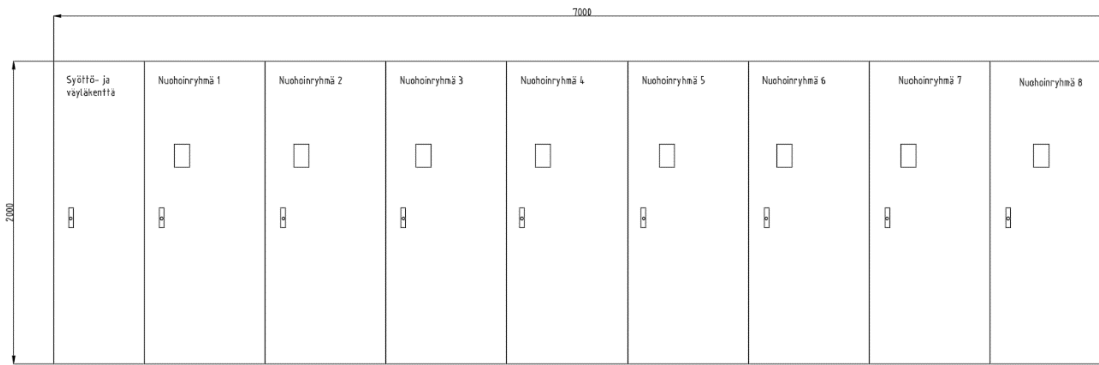
ne täytyy asentaa kaappiin räkiasennuksen sijaan. Taajuusmuuttajia sekä etukojeita tulee molempia 130 kappaletta. Käyttöpaneeleita tulee yksi kappale jokaiseen kaappiin. Taajuusmuuttajalta moottorille menevän kaapelin maksimipituus on 150 metriä, joka täyttää opinnäytetyössä tarvittavan pituusvaatimuksen. (Siemens asiakaspalaveri 2023.)

Taajuusmuuttajan mitat ovat korkeudeltaan 196mm, leveydeltään 73mm ja syvyydeltään 203mm. Etukojeina toimivien moottorisuojakatkaisijoiden mitat ovat korkeudelta 97mm, leveydeltä 45mm ja syvyydeltä 97mm. Etukojeiden kanssa taajuusmuuttajat voidaan asentaa niin, että yhteen kaappiin tulee kaksi riviä taajuusmuuttajia. Kuvioista 25 nähdään taajuusmuuttajien asennuksessa vaaditut vähimmäisetäisyydet muihin laitteisiin.

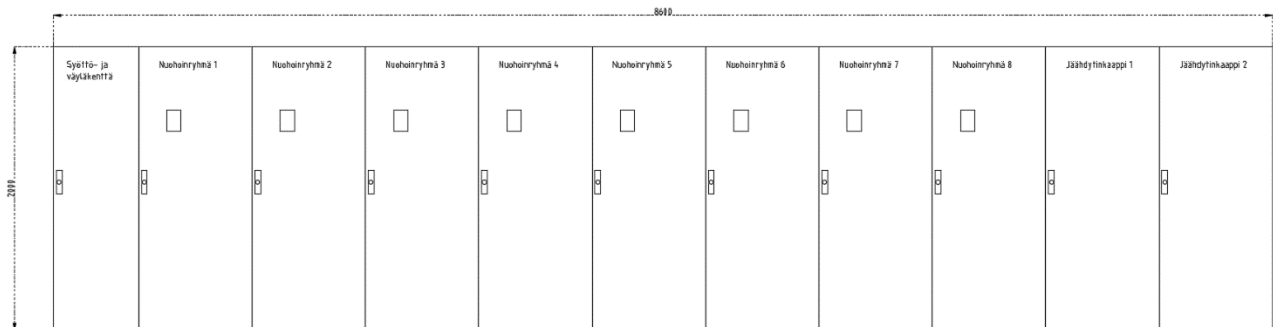


Kuvio 25. Asennuksen vähimmäisetäisyydet (Sinamics-G120C-pikaopas 2014.)

Kaappisuunnittelussa nuohoimet on jaettu kahdeksaan ryhmään. Jokaisen ryhmän kaappikoko on 800mm, joka sisältää 16-20 taajuusmuuttajaa etukojeineen. Taajuusmuuttajat asennetaan kahteen riviin. Jokaisella nuohoinryhmällä on oma ohjauspaneeli kaapin ovelta. Kuviossa 26 on suunnittelukuva G120C-taajuusmuuttajilla toteutetun nuohoinkeskuksen kokonaisuudesta, jossa kokonaisleveydeksi tulisi 7,0 metriä. Syöttö- ja välälähtökaapin leveys on 600mm ja nuohoinryhmäkaappien 800mm. Kuviossa 27 nuohoinkeskukseen on lisätty kaksi jäähdytinkaappia.

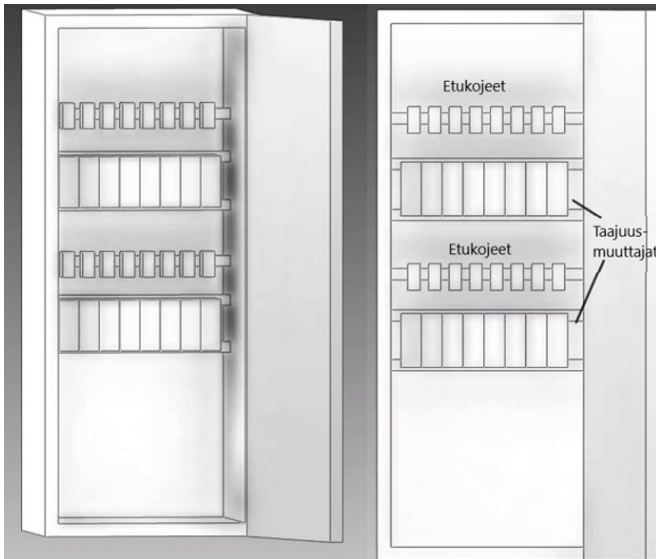


Kuvio 26. G120C nuohoinkeskus



Kuvio 27. G120C nuohoinkeskus jäähdyttimillä

Yhden nuohoinsähköryhmän mallinnuksessa on käytetty AVEVA E3D -mallinnusohjelmaa, jonka avulla pystytään havainnoimaan nuohoinsähköryhmäkaapin suunniteltu sisältö. Mallinnuksessa taajuusmuuttajat sekä etukojeet on kuvattu laatikkoina joiden mitat vastaavat todellisia arvoja.



Kuvio 28. G120C yhden nuohoinsähköryhmän mallinnus

9.5 Siemens SINAMICS S120 -taajuusmuuttajat

SIEMENS SINAMICS S120 on maailmanlaajuinen, tarkka ja turvallinen taajuusmuuttajajärjestelmä. SINAMICS S120 -järjestelmä tarjoaa parhaan mahdollisen suorituskyvyn, tuottavuuden sekä joustavuuden. Järjestelmän avulla taajuusmuuttajajärjestelmän konfigurointi onnistuu nopeasti ja yksinkertaisesti. (SINAMICS S120 – the flexible and high-performance drive system n.d.)

Järjestelmällä pystytään toteuttamaan täydellinen taajuusmuuttajapaketti, joka on suunniteltu liikkeenohjaukseen ja monenlaisiin suuritehoisiin sovelluksiin kone- ja järjestelmätekniikassa. (The world's leading drive system for high-performance applications n.d.)

SINAMICS S120 -järjestelmä tarjoaa joustavuutta lähes kaikkiin suorituskykyisiin sovelluksiin. Järjestelmän taajuusmuuttajavaihtoehtoihin kuuluu niin yksittäisiä taajuusmuuttajia kuin koordinoituja taajuusmuuttajia. Jokaisessa taajuusmuuttajamallissa on tehokas suunnittelu sekä nopea käyttöönotto. Taajuusmuuttajissa on valittavissa erilaisia versioita ja niitä voidaan myös yhdistää keskenään. (The world's leading drive system for high-performance applications n.d.)

Järjestelmän vahvuuksina ovat sen maailmanlaajuisuus, tehokkuus ja turvallisuus. Järjestelmä tarjoaa erittäin skaalautuvat ratkaisut sekä sitä on helppo laajentaa modulaarisen rakenteen ansiosta, jossa teho- ja ohjausosat ovat erotettuja toisistaan. SINAMICS 120S on helppo parametrisoida, ohjelmoida sekä käyttöönottaa TIA-Portal suunnittelualustan avulla. Se on myös

tilaa säästävää, hiljainen, energiatehokas, sekä kattaa kansainväliset turvallisuusstandardit. (The world's leading drive system for high-performance applications n.d.)



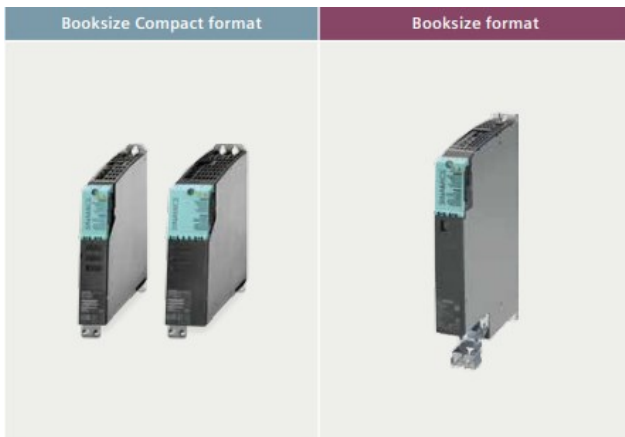
Kuvio 29. SINAMICS S120 tuoteperhe (SINAMICS S120 - the flexible and high-performance drive system n.d.)

9.5.1 SINAMIC S120 Booksize

SINAMIC S120 Booksize -taajuusmuuttaja on nimensä mukaisesti erittäin kompakti taajuusmuuttaja, joka on osa modulaarista SINAMIC S120 -järjestelmää. Se on tarkoitettu kone- ja laitostekniikan suorituskykyisiin sovelluksiin sekä erilaisiin liikkeenohjaustehtäviin. Booksize on erittäin joustava, sillä se voidaan sovittaa erilaisiin ohjaustehtäviin sen erillisen tehoyksikön ja ohjausyksikön ansiosta. Booksize-taajuusmuuttajalla pystytään ohjaamaan 1,6kW – 120kW suuruisia moottoreita, sekä sen käyttöjännite on 3-vaiheisena 380V – 480V. Booksize-mallin IP-luokka on IP20, joten se täytyy asentaa kaappiin rakkiasennuksen sijasta. (SINAMICS S120 drive system – Booksize format n.d.)

Booksize-taajuusmuuttajat ovat muiden S120-järjestelmään kuuluvien komponenttien tavoin mahdollista liittää keskenään. Liikkeenohjaustoiminnot ovat skaalattavissa CU320-2 - ohjausyksikön avulla. Siitä löytyvät älykkäät käynnistystoiminnot itsenäistä uudelleen käynnistymistä varten virransyötön keskeytyksen jälkeen. Booksize-taajuusmuuttaja hyödyntää BICO-tekniikkaa, jossa taajuusmuuttajaan liittyvät I/O:t ovat kytketty toisiinsa, jotta taajuusmuuttajajärjestelmä voidaan helposti mukauttaa käyttöympäristöön. Taajuusmuuttajaan kuuluu säädetty syöttö/regeneroiva takaisinkytkentätoiminto, jolla estetään ei-toivottuja

reaktioita syötössä ja mahdollistetaan jarrutusenergian talteenotto sekä varmistetaan parempi vakaus verkon vaihteluita vastaan. (SINAMICS S120 drive system – Booksize format n.d.)

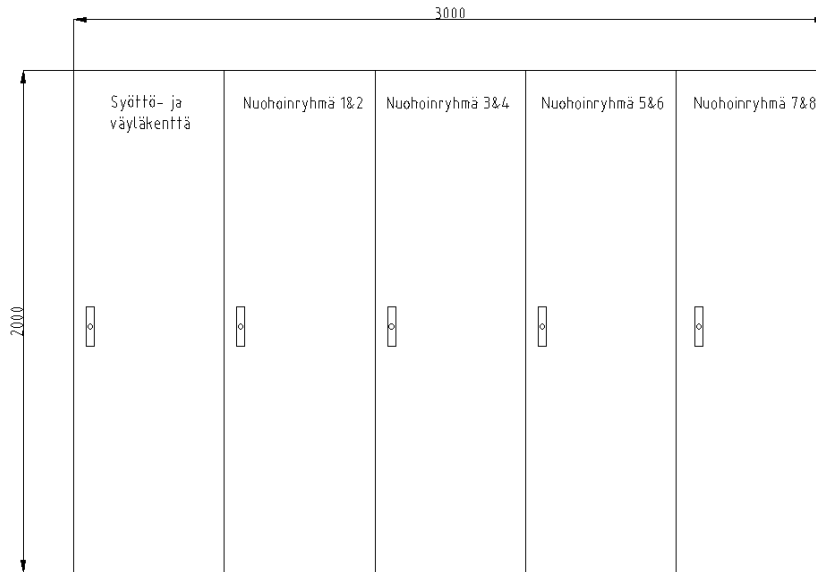


Kuvio 30. SINAMICS S120 Booksize (SINAMICS S120 2017.)

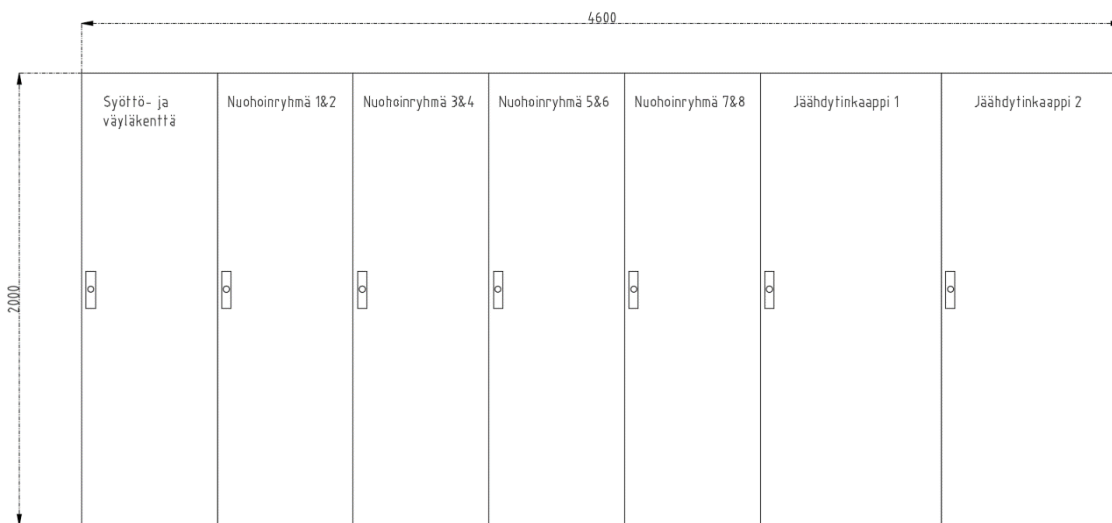
9.5.2 Komponentit

SINAMICS S120 -järjestelmällä toteutettavassa nuohointen ohjauksessa komponentit koostuvat moottorimoduuleista, ohjausyksiköistä, syöttömoduuleista sekä etukojeista. Moottorimoduuleina toimivat SINAMICS S120 Booksize -tuplamoottorimoduulit, joihin pystytään kytkemään kaksi moottoria. Tämän ansiosta moottorimoduuleita tarvitaan vain 65 kappaletta, jonka takia nuohoinkeskus pystytään toteuttamaan hyvin kompaktisti. Moottorimoduulien huono puoli on se, että sen ja moottorin välinen kaapeli saa olla enintään 75 metriä pitkä. Filtteröinnillä kaapelin maksimipituutta pystytään kuitenkin lisäämään 50 metriä. Tämä ei ole kuitenkaan riittävä maksimipituus, sillä pisimmät moottorikaapelipituudet soodakattilan nuohoimille ovat noin 150 metriä. Ohjausyksikköinä toimivat CU320-2 mallin ohjausyksiköt, joita tarvitaan 11 kappaletta. Ohjausyksiköt asennetaan syöttö- ja väyläkenttäkaappiin. Syöttömoduuleita tulee 8 kappaletta, jokaiselle nuohoinryhmälle yksi, kuten myös etukojeita. (Siemens asiakaspalaveri 2023.)

Moottorimoduulit, ohjausyksiköt sekä syöttömoduulit ovat kaikki 50mm leveitä, joten tilan tarve sähkötilassa vähenee huomattavasti, verrattuna nykyiseen ohjausratkaisuun. Nuohoinkeskuksen kokonaisleveydeksi saadaan 3,0 metriä, jos yhteen kaappiin asennetaan kaksi nuohoinryhmää. Jäähdytinkaappien kanssa nuohoinkeskuksen kokonaisleveydeksi tulee 4,6 metriä.



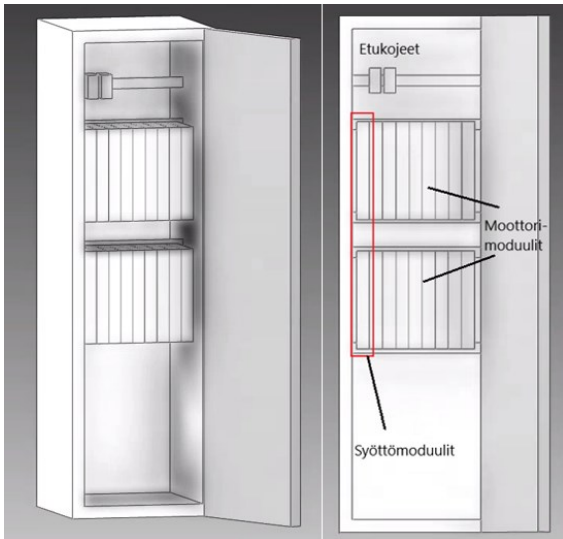
Kuvio 31. S120 nuohoinkeskus



Kuvio 32. S120 nuohoinkeskus jäähdyttimillä

Kuvion 33 nuohoinsähköryhmien mallinnuksessa on käytetty AVEVA E3D -mallinnusohjelmaa, jonka avulla pystytään havainnoimaan nuohoinsähköryhmäkaapin suunniteltu sisältö.

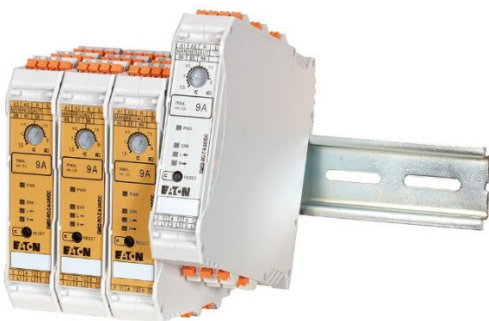
Mallinnuksessa komponentit ovat kuvattu laatikkoina joiden mitat vastaavat todellisia arvoja.



Kuvio 33. S120 nuohoinsähköryhmä 1&2:n mallinnus

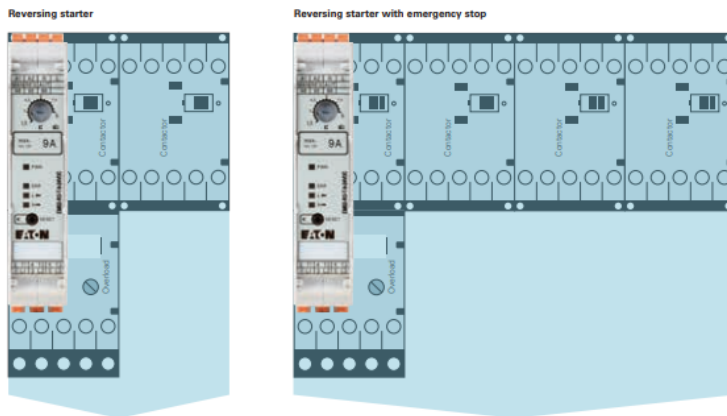
9.6 Eaton EMS2

Eatonin EMS2-sarjan moottorikäynnistimissä yhdistyvät kaikki perinteisen moottorikäynnistimen toiminnot yhteen todella kompaktiin laitteeseen. Moottorikäynnistimen kokonaisleveys on 22,5mm ja sitä voi käyttää sovelluksissa, joissa on enintään 3kW moottoreita. Moottorikäynnistin sisältää suoran käynnistyksen sekä suunnanvaihto-ominaisuuden, ylikuormitussuojan sekä SIL 3 -häätäseistoiminnon. SmartWire-DT-liitännällä pystytään korvaamaan perinteinen ohjausjohto ja se kattaa valvonnan lisätoiminnot. EMS2-moottorikäynnistimessä käytetään hybridikytkentäteknikkaa ja siitä on saatavilla ATEX-tyyppihyväksytyt mallit. Eaton lupaa moottorikäynnistimelle noin 30 miljoonaa toimintakertaa. (EMS2 electronic motor starter n.d.)



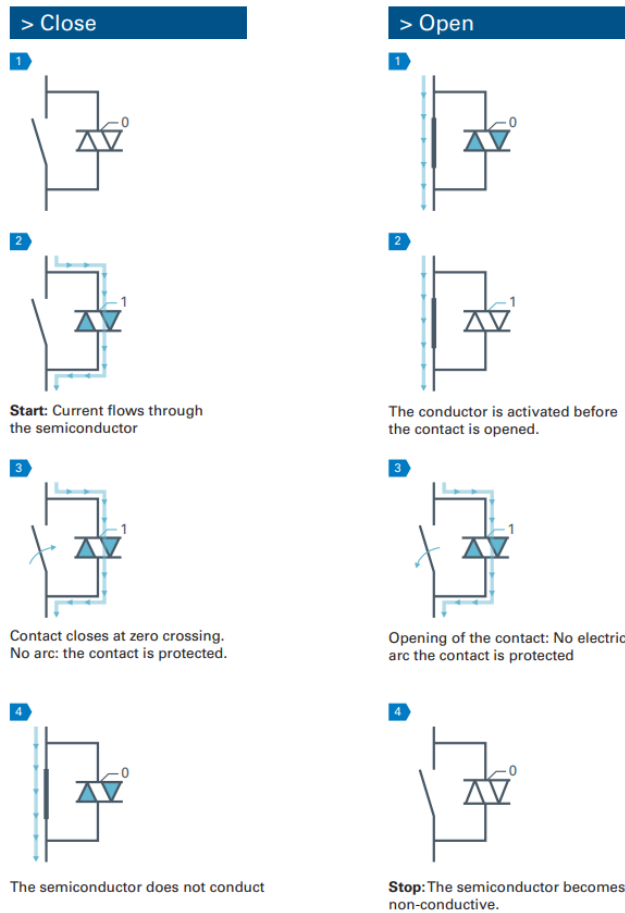
Kuvio 34. EMS2-moottorikäynnistimet (EMS2 electronic motor starter n.d.)

Tavallisiin moottorikäynnistimiin verrattuna EMS2 helpottaa ja nopeuttaa SIL 3:n ja PLe:n mukaisten turvallisen pysäytyksen sisältävien sovellusten toteuttamista. SIL (Safety Integrity Level) mittaa turvatoiminnon luotettavuutta ja ne ovat jaettu tasoihin 1-4. PL (Performance Level) on koneturvallisuusstandardissa EN/ISO 13849-1 käytettävä riskikaavio suoritustason määrittämiseksi ja sen tasot merkitään aakkosilla a-e. Monitoiminnallisuus tekee pää- ja ohjauspiirin toteuttamisesta yksinkertaisempaa, jolloin kokonaiskomponenttien määrä pienenee. Tämän ansiosta järjestelmän viemä kokonaisleveys voi pienentyä jopa 80%. Kuviosta 35 nähdään moottorikäynnistimen kompaktisuus verrattuna tavallisiin kontaktoreihin. (EMS2 electronic motor starter n.d.)



Kuvio 35. Moottorikäynnistimen kokoero verrattuna perinteisiin kontaktoreihin (EMS2 electronic motor starter n.d.)

Moottorikäynnistimen hybridikytkentäteknikka perustuu mikroprosessoriohjattuun suunnitteluun, jossa yhdistyvät kestävät puolijohteet sekä releet. Tekniikassa jokainen kosketin on kytkettynä puolijohteeseen, jolloin kytkennän aikana tapahtuva kuluminen vähenee (ks. Kuvio 36). Tämän kytkentäprosessin avulla moottorikäynnistimen käyttöikä kymmenkertaistuu, noin 30 miljoonaan käyttökertaan, joka säästää sekä kustannuksissa, että vaihtotyöhön käytetyissä työtunneissa verrattuna perinteisillä kontaktoreilla toteutettuun moottorinohjaukseen. (EMS2 electronic motor starter n.d.)



Kuvio 36. Moottorikäynnistimen hybridikytkentäteknikka (EMS2 electronic motor starter n.d.)

9.6.1 SmartWire-DT

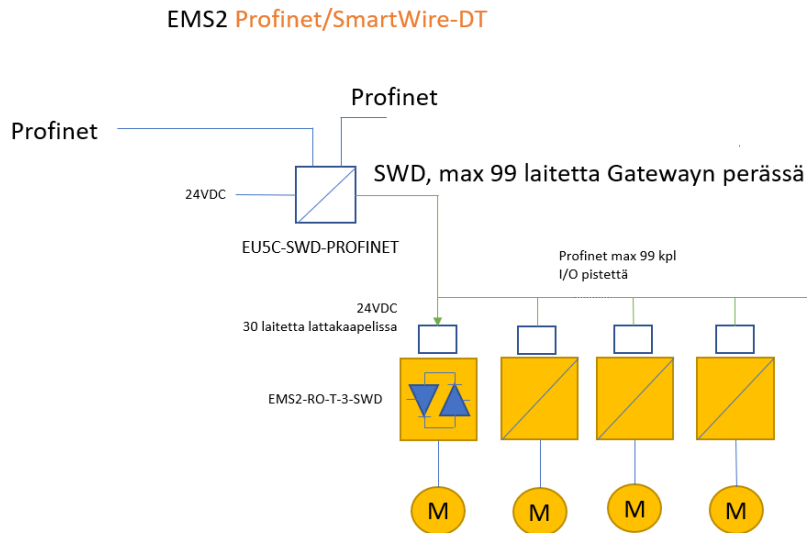
SmartWire-DT on johdotusjärjestelmä, jossa on integroitu tiedonsiirto teollisuuden kytkinlaitteita varten ohjauspaneelin sisällä ja ulkopuolella. SmartWire-DT:n avulla ohjauksen johdotus on tarpeetonta, PLC I/O poistuu, kytkentäajat lyhenevät huomattavasti, johdotusvirheet poistuvat sekä laajennettavuus on yksinkertaista. Vianmäärittystiedot ja prosessin lisätiedot ovat saatavilla SmartWiren avulla, samoin myös laajennetut prosessitiedot, kuten ylikuormitustiedot, virtatiedot sekä suojalaitteen laukeamisen syyt. SmartWire-DT käyttää 8-napaista lattakaapelia, joka kytketään moottorikäynnistimien sekä SWD-moduulien väliin. Kytkentä moottorikäynnistimille tapahtuu kuvion 37 mukaisilla pistokkeilla. Yhteen kaapeliin pystytään kytkemään maksimissaan 30 laitetta. (SmartWire-DT System Overview 2022.)



Kuvio 37. SmartWire-DT kytkentäperiaate (SmartWire-DT System Overview 2022.)

9.6.2 Komponentit

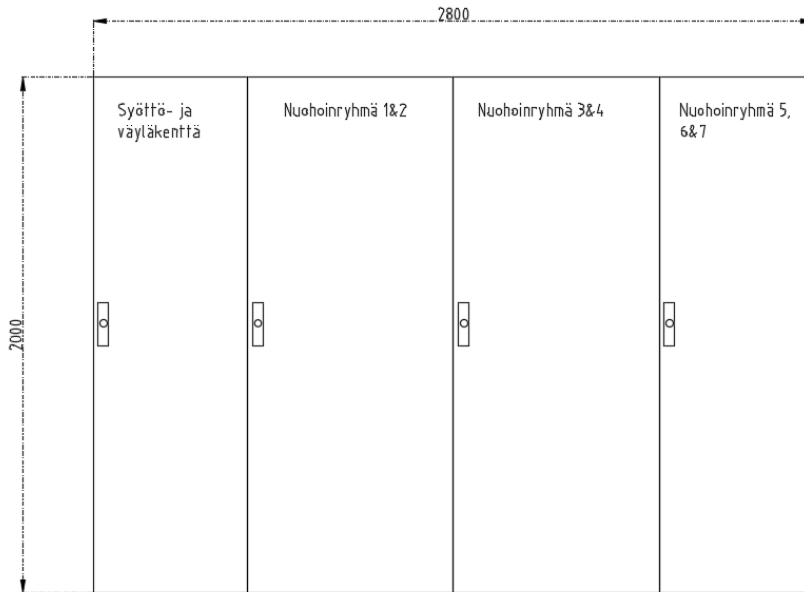
EMS2-järjestelmällä toteutettavassa nuohointen ohjauksessa komponentit koostuvat moottorikäynnistimistä, moottorikäynnistimien pohjaosista, joilla käynnistimet saadaan liitettyä liitännämoduuleihin, yhdyskäytävistä, etukojeista, SmartWire-DT -kaapeleista sekä sen pistokkeista, syöttömoduuleista ja liitännämoduuleista. Moottorikäynnistimiä tulee 130 kappaletta, ja ne jaetaan 7 nuohoinryhmään, joissa on käynnistimiä jokaisessa 10-24 kappaletta. Yhdyskäytäviä, joiden avulla järjestelmän liittäminen Profinetiin onnistuu, tarvitaan kaksi, sillä yhteen yhdyskäytävään voidaan yhdistää maksimissaan 99 laitetta. Etukojeina käytetään oikosulkusuojakatkaisijoita, joita tulee 7 kappaletta. SmartWire-DT -kaapeleita tarvitaan 5 kappaletta, sillä yhteen kaapeliin voi liittää maksimissaan 30 laitetta. Pistokkeita tulee 130 kappaletta. Syöttömoduuleita tulee 7 kappaletta. Liitännämoduuleita on kahta eri kokoa, 225mm leveä moduuli sekä 405mm leveä moduuli. 225mm leveitä moduuleita tulee yhteensä 4 kappaletta ja 405mm leveitä moduuleita 7 kappaletta. Pohjaosia, joilla moottorikäynnistimet ja etukojeet liitetään liitännämoduuliin tarvitaan 72 kappaletta, sillä yhteen pohjaosaan voi liittää kaksi moottorikäynnistintä. Jokaiselle etukojeelle tulee oma pohjaosa. Järjestelmän ohjaus tapahtuu kuvion 38 mukaisesti. (Eaton asiakaspalaveri 2023.)



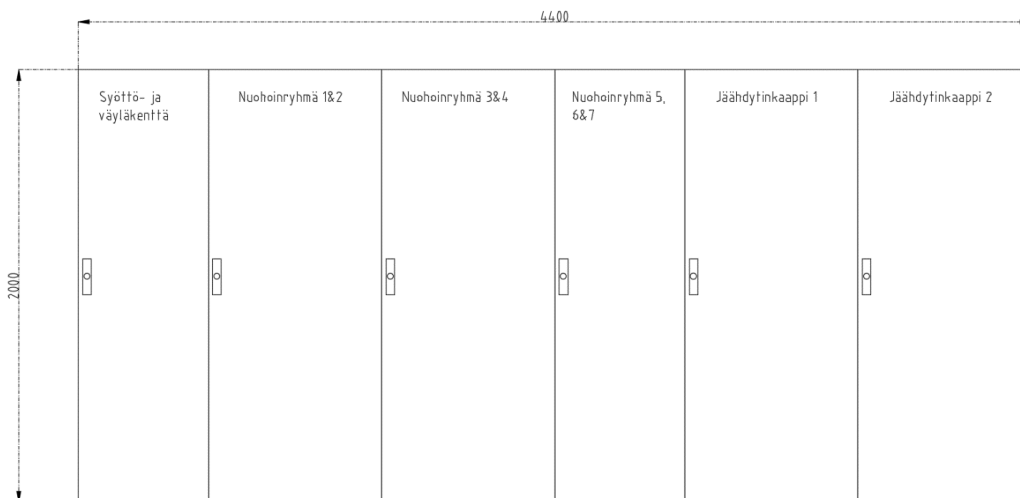
Kuvio 38. EMS2-järjestelmän suunnittelukuva (Eaton asiakaspalaveri 2023.)

Yksi moottorikäynnistin on korkeudeltaan 112,5mm, leveydeltään 22,5mm ja syvyydeltään 113,6mm. Moottorikäynnistimet asennetaan vierekkäin liitântämoduuleihin. Yhdestä nuohoinryhmästä koostuvaan liitântämoduuliin kuuluu moottorikäynnistimien lisäksi myös syöttömoduuli sekä etukoje. Syöttömoduulin leveys on 22,5mm ja etukojeen 45mm.

Nuohoinkeskuksessa neljä ensimmäistä nuohoinryhmää on suunniteltu kahteen 800mm leveään kaappiin, joissa ne on asennettu kahteen riviin. Nämä nuohoinryhmät sisältävät jokainen 24 moottorikäynnistintä. 24 moottorikäynnistimen sisällyttäminen yhteen ryhmään pystytään toteuttamaan yhdistämällä 225mm leveä liitântämoduuli ja 405mm leveä liitântämoduuli keskenään niin, että niiden väliin liitetään syöttömoduuli. Nuohoinryhmät 5,6 ja 7 on suunniteltu yhteen 600mm leveään kaappiin, joissa ne on asennettu kolmeen riviin. Ryhmät 5 ja 6 sisältävät molemmat 12 moottorikäynnistintä. Ryhmä 7 sisältää 10 moottorikäynnistintä. Nämä ryhmät asennetaan 405mm leveisiin liitântämoduuleihin. Nuohoinkeskuksen kokonaisleveydeksi tulee kuvion 39 mukaisesti 2,8 metriä. Jäähdytinkaappien kanssa nuohoinkeskuksen kokonaisleveydeksi tulee 4,4 metriä.



Kuvio 39. EMS2 nuohoinkeskus

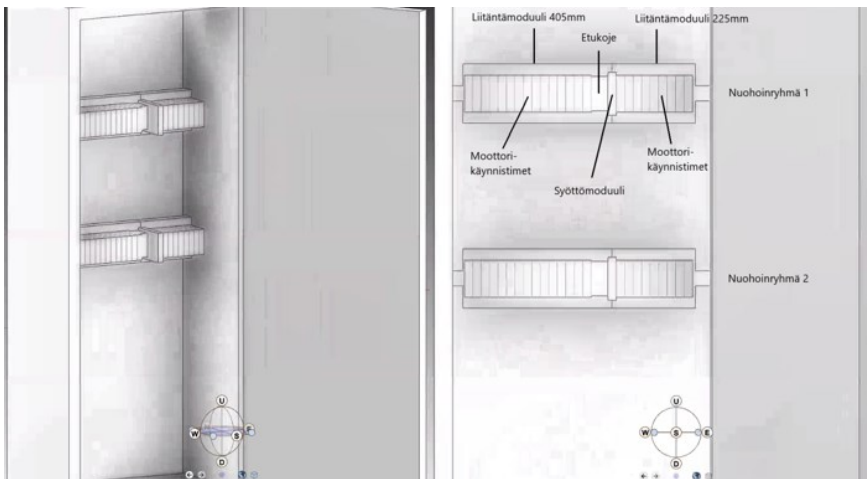


Kuvio 40. EMS2 nuohoinkeskus jäähdyttimillä

Kuvion 41 nuohoinsähköryhmien mallinnuksessa on käytetty AVEVA E3D -mallinnusohjelmaa, jonka avulla pystytään havainnoimaan nuohoinsähköryhmäkaapin suunniteltu sisältö.

Mallinnuksessa komponentit on kuvattu laatikkoina joiden mitat vastaavat todellisia arvoja.

Mallinnus on toteutettu kuvion 39 nuohoinryhmä 1&2 mukaisesti.



Kuvio 41. EMS2 nuohoinsähköryhmä 1&2:n mallinnus

9.7 Eaton DC1 -taajuusmuuttajat

DC1 on Eatonin valmistama kompakti taajuusmuuttajamalli. Se on helposti asennettava sekä sen ideaali käyttökohteet ovat tuulettimet, pumput sekä kuljettimet. Vaativampia sovelluksia varten voidaan ottaa käyttöön lisäparametrejä sekä lisätoimintoja. DC1-taajuusmuuttajilla pystytään ohjaamaan IE2-, IE3- ja korkean hyötysuhteen IE4-moottoreita. Taajuusmuuttajat sisältävät anturittoman vektorisäädön, joka soveltuu kaikille moottorityypeille. (Explore a World of Continuous Efficiency 2021.)



Kuvio 42. DC1-taajuusmuuttaja (Explore a World of Continuous Efficiency 2021.)

Taajuusmuuttajasta löytyy sisäinen DC-linkki, 7-digitaalinen näyttökokoonpano, radiohäiriöiden vaimennussuodatin, ohjausyksikkö, PC-liitäntä, IGBT-invertteri sekä piirilevyn lisäsuojaus. Taajuusmuuttaja on myös täysin oikosulkusuojattu, eikä siinä esiinny tehonalenemisia edes 50°C lämpötilassa, jonka ansiosta ne voidaan asentaa vierekkäin ilman erillisiä tuulettimia. Profinet-väylän käyttäminen onnistuu moduulin kanssa. Taajuusmuuttajan käyttöjännite on 400 V AC. Kaapelin maksimipituus taajuusmuuttajalta nuohoimen moottorille on soodakattiloissa maksimissaan noin 150 metriä, joka pystytään toteuttamaan DC1-taajuusmuuttajilla käyttämällä kuristinta. Tämä voi aiheuttaa kuitenkin jännitteenalenemistä sekä EMC-arvojen huononemista. Ilman kuristinta maksimi kaapelinpituus on 75 metriä. DC1-taajuusmuuttajia voidaan käyttää kohteissa, joissa moottorikoko on 0,37 – 22kW. 1,5kW -kokoisien moottoreiden ohjaukseen soveltuvat DC1-taajuusmuuttajat ovat korkeudeltaan 184mm, leveydeltään 81mm sekä syvyydeltään 124mm. IP-luokka on IP20, joten taajuusmuuttajia ei voida asentaa räkkiin. (Datasheet – DC1-344D1FN-A20CE1 2023.)

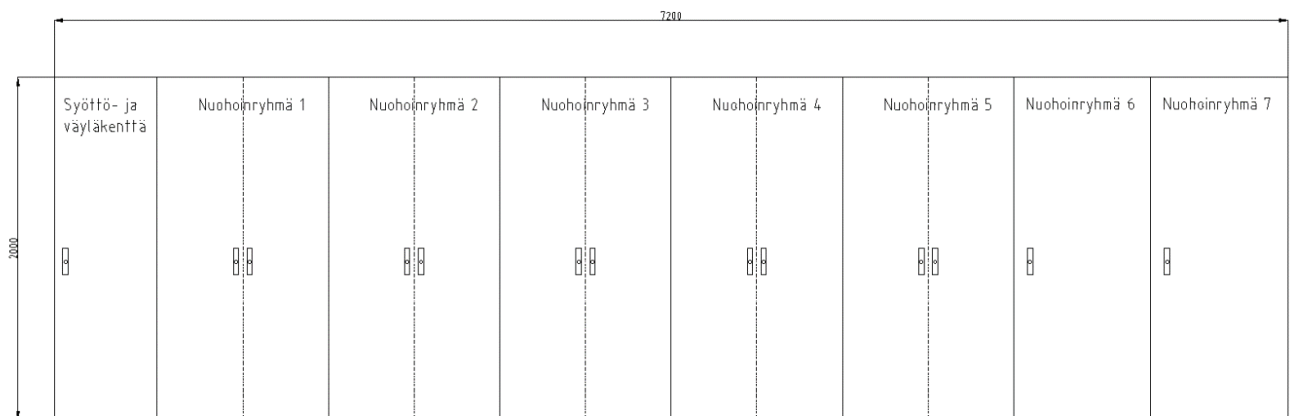
9.7.1 DrivesConnect

DrivesConnect on käyttöönotto työkaluohjelmisto, jolla pystytään parametroidaan ja diagnosoidaan lisäksi määrittämään käyttäjän määrittelemät sisäiset logiikkalinkit toimintolohkoeditorin avulla ja siirtää ne taajuusmuuttajiin. Parametrisointitoiminnolla on selkeä ja helppo käyttöliittymä. Taajuusmuuttajan ohjaus/valvontatoiminnolla pystytään helposti ajamaan kytkettyjä taajuusmuuttajia. Ohjelman avulla pystytään myös ajamaan taajuusmuuttajia tiettyssä järjestyksessä. Skooppi/tiedunkeuuohjelman avulla pystytään näyttämään samanaikaisesti neljän käynnissäolevan taajuusmuuttajan parametrit samanaikaisesti käyrinä, jolloin moottoreiden jännitettä sekä virtaa pystytään seuraamaan suoraan ja tallentamaan. (Explore a World of Continuous Efficiency 2021.)

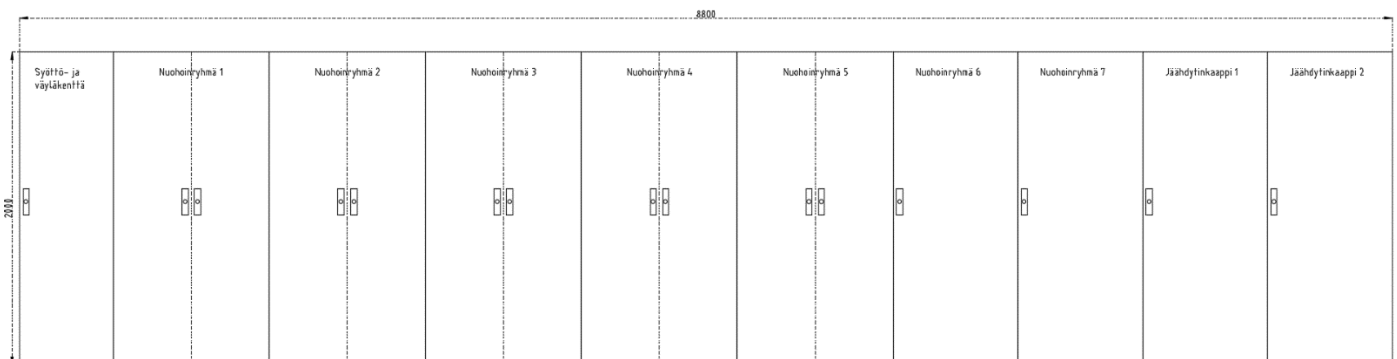
DX-COM-STICK3-KIT -tikulla parametrit pystytään siirtämään tietokoneesta taajuusmuuttajiin Bluetoothin avulla. Tikun kopiointitoiminnolla parametrisarjat pystytään kopioimaan helposti ja nopeasti yhdestä taajuusmuuttajasta toiseen. (Explore a World of Continuous Efficiency 2021.)

9.7.2 Komponentit

DC1-taajuusmuuttajilla toteutettavassa nuohointen ohjauksessa komponentit koostuvat taajuusmuuttajista, Profinet-moduuleista ja etukojeista. Jokaisia komponentteja tulee 130 kappaletta. (Eaton asiakaspalaveri 2023.) Taajuusmuuttajat asennetaan kaappeihin, joissa jokaiseen kaappiin tulee 15-20 taajuusmuuttajaa. Nuohoinkeskus tulee siis sisältämään syöttö- ja väläläkäntäkaapin sekä seitsemän taajuusmuuttajakaappia. Nuohoinkeskuksen kokonaisleveys tulee olemaan kuvion 43 mukaisesti 7,2 metriä. Nuohoinryhmistä ensimmäiset kuusi asennetaan 1000mm leveisiin kaappeihin, joihin jokaiseen tulee 20 taajuusmuuttajaa asennettuna kahteen riviin. Viimeiset kaksi nuohoinryhmää asennetaan 800mm leveisiin kaappeihin, joihin molempiin tulee 15 taajuusmuuttajaa asennettuna kahteen riviin. Jäähdytinkaappien kanssa nuohoinkeskuksen kokonaisleveydeksi tulee 8,8 metriä.

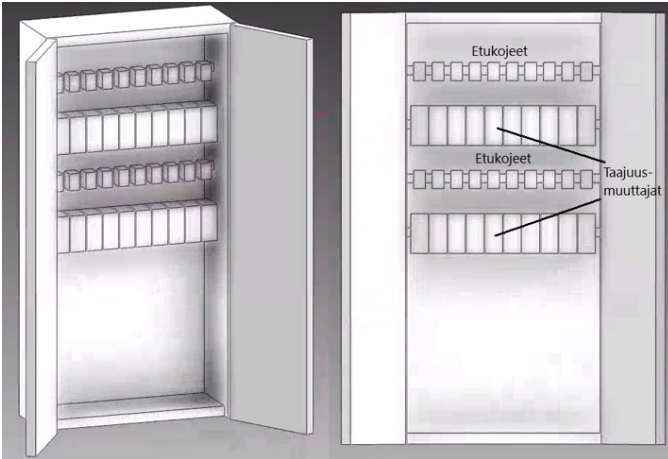


Kuvio 43. DC1 nuohoinkeskus



Kuvio 44. DC1 nuohoinkeskus jäähdyttimillä

Kuvion 45 nuohoinsähköryhmien mallinnuksessa on käytetty AVEVA E3D -mallinnusohjelmaa, jonka avulla pystytään havainnoimaan nuohoinsähköryhmäkaapin suunniteltu sisältö. Mallinnuksessa komponentit on kuvattu laatikkoina joiden mitat vastaavat todellisia arvoja. Mallinnus on toteutettu kuvion 43 nuohoinryhmä 1:n mukaisesti.



Kuvio 45. DC1 nuohoinsähköryhmä 1 mallinnus

9.8 Schneider Electric ATV600 -taajuusmuuttajat

Schneider Electricin ATV600-taajuusmuuttajilla pystytään ohjaamaan kolmivaiheisia tahti- ja epätahtimoottoreita. Taajuusmuuttajissa on vakiona kolme sisäänrakennettua RJ45-kommunikointiporttia, yksi Ethernet-portti ja kaksi sarjaporttia. Taajuusmuuttajat toimivat 380V – 480V AC nimellisellä syöttöjännitteellä. ATV-600-taajuusmuuttajat käyttävät ”Stop and Go” -toimintoa, jonka avulla pystytään säästämään jopa 30% energiaa valmiustilassa. Taajuusmuuttajat soveltuvat 1,5kW tehoisten moottoreiden ohjaamiseen. Lisävarusteita voidaan lisätä tarpeen mukaan, esimerkiksi tuuletinsarja, graafinen näyttöpäätte, I/O-laajennusmoduuli, tietoliikennemoduuli sekä EMC-tulosuodattimet. Taajuusmuuttajat ovat suunniteltu prosessi- ja yleishyödyllisten laitosten tärkeimpiin tarpeisiin laitteiden tehokkuuden ja kokonaiskustannusten osalta tukemalla energianhallintaa, omaisuuden hallintaa ja prosessin kokonaissuorituskykyä. (Variable speed drive, Altivar Process ATV600 n.d.)

ATV600-taajuusmuuttajan mainittavia ominaisuuksia ovat:

- Sisäänrakennettu tehonmittaus ja energiamittaristo
- Sisäänrakennettu prosessin valvonta ja ohjaus
- Stop and Go -toiminto
- Tuotteen ympäristötehokkuus
- Driftauksen seuranta
- STO-turvavalo

Profinet-väylän käyttö on mahdollista Profinet-kortin avulla. Taajuusmuuttajan ja moottorin välinen kaapeli saa olla ATV600 sarjan taajuusmuuttajissa maksimissaan 150 metriä, joka on riittävä pituus. Toisin kuin opinnäytetyössä aiemmin läpi käyty taajuusmuuttajavaihtoehdot, ATV600-taajuusmuuttajat voidaan asentaa räkkiin. Asennuksessa täytyy huomioida, että taajuusmuuttajien välille täytyy jättää vähintään 100mm tilaa, kuten myös taajuusmuuttajien ylä- ja alapuolille. Yhden taajuusmuuttajan mitat ovat korkeudeltaan 350mm, leveydeltään 144mm ja syvyydeltään 203mm.



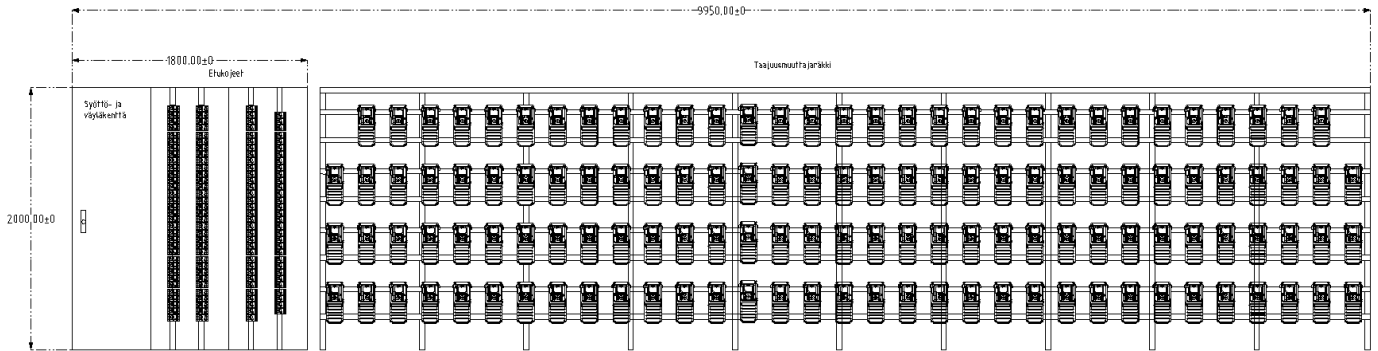
Kuvio 46. ATV600-taajuusmuuttaja (Variable speed drive, Altivar Process ATV600 n.d.)

9.8.1 Komponentit

ATV600-taajuusmuuttajilla toteutettavassa nuohointen ohjauksessa komponentit koostuvat taajuusmuuttajista, Profinet-korteista ja etukojeista. Jokaisia tulee 130 kappaletta. (Schneider asiakaspalaveri 2023.) Taajuusmuuttajat asennetaan räkkiin, joissa taajuusmuuttajat sijoitetaan

neljään riviin. Jokaiseen riviin tulee 30-33 taajuusmuuttajaa. Nuohoinkeskus tulee sisältämään syöttö- ja väyläkenttäkaapin, kaksi kaappia etukojeille sekä taajuusmuuttajaräkin.

Nuohoinkeskuksen kokonaisleveydeksi saadaan 9,95 metriä.



Kuvio 47. ATV600 nuohoinkeskus

10 Tulokset

Nuohousautomaation modernisoinnin vaatimuksien perusteella tehdyn esitelmän avulla pystyttiin saamaan järjestelmätoimittajilta tarpeeksi kattava määrä päivitysvaihtoehtoja. Kaikilla päivitysvaihtoehtoilla pystytään toteuttamaan nuohousautomaation modernisointi. Alkuperäinen suunnitelma oli vertailla viiden eri järjestelmätoimittajan vaihtoehtoja ja valita niistä opinnäytetyön tekijän mielestä kannattavin ratkaisu. Opinnäytetyön edetessä järjestelmätoimittajien määrä rajattiin neljään. Lopulliseksi määräksi tuli kolme, sillä yksi järjestelmätoimittaja ei vastannut kyselyihin. Puolijohdekäynnistimillä toteutettuja päivitysratkaisuja saatiin vain kaksi, joihin olisi ollut hyvä saada vielä kolmas vertailuvaihtoehto. Molemmat puolijohdekäynnistimillä toteutetut vaihtoehdot kattavat kuitenkin määritetyt vaatimukset, joita opinnäytetyössä haettiin. Taajuusmuuttajilla toteutettuja ratkaisuja oli useampi, joista opinnäytetyön tekijä rajasi toimivimmat vaihtoehdot opinnäytetyöhön.

Kokonaisuutena päivitysratkaisujen avulla pystytään toteuttamaan nuohousautomaation modernisointi niin, että se on toimeksiantajalle kustannustehokasta, sekä nykyiseen ratkaisuun verrattuna parempi vaihtoehto.

10.1 Yhteenveto päivitysratkaisuista

Päivitysratkaisujen yhteenvedossa on listattu opinnäytetyöhön liittyvät tärkeät vaatimukset, joiden pohjalta päivitysratkaisuja alettiin alunperin tarkastelemaan järjestelmätoimittajien kanssa. Kaikki päivitysratkaisut on listattu taulukkoon 5, jossa niitä voidaan vertailla keskenään. Taulukon kustannusluokka-osion hinnat ovat jaettu mataliin, neutraaleihin ja korkeisiin hintoihin. Hintojen vertailu perustuu nykyisen ratkaisun hintaan. Hinoissa täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että nykyisen ratkaisun hintaan sisältyvät myös kaapit, kaappisuunnittelut sekä asennukset. Päivitysratkaisujen kustannukset sisältävät vain komponentit.

Taulukko 5. Yhteenveto päivitysratkaisuista

Päivitysratkaisu	Ohjaustapa	Suunnanvaihto- ominaisuus	400V AC syöttöjännite	690V AC syöttöjännite	IEL/UL -standardit	Profinet- väylän käyttö	Ylikuormitus- suojaus	Asennustapa	Tilantarve	Kustannusluokka
Siemens SIMATIC ET 200SP	Puolijohdekäynnistimet	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kaappi	3,2-4,8m	Neutraali
Siemens SINAMICS G120C	Taajuusmuuttajat	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kaappi	7,0-8,6m	Neutraali
Siemens SINAMICS S120	Taajuusmuuttajat	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kaappi	3,0-4,6m	Korkea
Eaton EMS2	Puolijohdekäynnistimet	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kaappi	2,8-4,4m	Matala
Eaton DC1	Taajuusmuuttajat	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kaappi	7,2-8,8m	Neutraali
Schneider Electric ATV600	Taajuusmuuttajat	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Räkki	9,95m	Korkea
									Tilantarve	
									> 9m	
									6-9m	
									< 6m	

10.2 Nuohousautomaation modernisoinnin valinta

Nuohousautomaation modernisoinnin valinnassa täytyy vertailla eri päivitysratkaisuiden ominaisuuksia. Jokaisella päivitysratkaisulla pystytään toteuttamaan modernisointi, mutta niiden suurimmat erot näkyvät kustannuksissa sekä tilantarpeessa. Pitää ottaa myös huomioon asiakkaiden toiveet, sillä jotkut voivat ehdottomasti vaatia esimerkiksi nuohointen ohjauksen toteutuvan taajuusmuuttajilla. Taajuusmuuttajavaihtoehdoista Schneiderin ratkaisu on sekä tilantarpeeltaan, että kustannushinnoiltaan korkea, joten sillä toteutettava päivitys ei ole kannattavaa. Siemensin SINAMICS G120C, sekä Eatonin DC1 -taajuusmuuttajavaihtoehdot ovat molemmat kustannuksiltaan sekä tilantarpeiltaan samaa luokkaa, mutta Siemensin järjestelmien konfigurointi sekä parametointi on Valmetille tutumpaa. Taajuusmuuttajavaihtoehdoissa täytyy myös kiinnittää huomiota moottorikaapelin maksimipituuteen. Siemens SINAMICS S120 -taajuusmuuttajien tilantarve sähkötilassa on hyvin kompakti, mutta se on myös kustannustasoltaan korkea. Projektista riippuen nuohoinkekskus voidaan myös sijoittaa kentälle

nuohointen läheisyyteen, jolloin S120 -taajuusmuuttajilla tehtävä nuohointen ohjaus on tarkastelun arvoinen sen kompaktisuuden ansiosta.

Puolijohdekäynnistimillä toteutettavilla vaihtoehdoilla pystytään pienentämään nuohoinkeskuksen tarvitsemaa tilaa sähkötilassa huomattavasti. Sekä Siemensin, että Eatonin vaihtoehdoilla nuohoinkeskus on mahdollista toteuttaa alle 5 metrin kokonaisleveydellä. Siemensin ET200 SP -järjestelmällä toteutettava päivitys on komponenttikustannuksiltaan neutraali. Eatonin EMS2 -järjestelmällä komponenttikustannukset ovat matalia. Näiden kahden vaihtoehdon välillä täytyy kuitenkin ottaa huomioon Siemensin järjestelmien olevan Valmetille enemmän tutumpia, jonka ansiosta esimerkiksi järjestelmän asentamiseen sekä käyttöönottoon kuuluu vähemmän työtunteja. Siemensin vaihtoehdolla yksi moottorikäynnistin pystytään erottamaan ryhmästä niin, että muut nuohoimet jatkavat toimintaa normaalisti. Eatonin vaihtoehdolla moottorikäynnistimiä täytyy erottaa ryhmästä kaksi kerrallaan johtuen MSFA0-16 -pohjaosasta. Eatonin vaihtoehdossa on myös mahdollista käyttää pohjaosaa, johon asennetaan vain yksi moottorikäynnistin, mutta se on hintatasoltaan korkeampi verrattuna MSFA0-16 -pohjaosaan johtuen siihen kuuluvasta sulakepesästä.

10.2.1 Vaikutukset ja hyödyt

Päivitysratkaisuilla pystytään tekemään nuohoinkeskuksesta kompaktimpi, joka on erittäin tärkeää soodakattilaprojekteissa. Sähkötilat ovat yleensä hyvin ahtaita ja sinne tarvitaan paljon laitteistoja, joten jokainen ylimääräinen metri tilassa on tärkeää. Nykyinen ratkaisu on monimutkainen sekä vaatii paljon johdottamista. Päivitysratkaisuilla pystytään vähentämään järjestelmän tarvitsemaa I/O -määrää. Päivityksellä jokaisesta nuohoimesta voidaan poistaa yksi digitaalinen tulo (DI) sekä digitaalinen lähtö (DO). Tämä tarkoittaa sitä, että nuohoinmäärän ollessa 130 kappaletta, I/O -määrä putoaa pelkästään kaikkien nuohointien osalta yhteensä 260 kappaleella, joka säästää aikaa ja rahaa asennuskustannuksissa sekä tekee myös nuohoinkaapeista siistimpiä.

Päivitysratkaisun avulla ohjauksesta tulee yksinkertaisempi, kestävämpi, vikaantumisherkkyyks pienenee, kytkentävirheet pienenevät ja nuohointen ohjauksen toimivuudesta tulee luotettavampi. Kun nuohointen ohjaus on toimiva ja luotettava, sekä perusteellisesti suunniteltu, soodakattilan hyötysuhdetta pystytään parantamaan. Hyötysuhteen parantamisella samalla kattilan energiatehokkuus paranee.

11 Jatkokehitys/jatkotoimenpiteet

Opinnäytetyön perusteella nuohousautomaation modernisointia on helppo jatkokehittää eteenpäin. Päivitysratkaisun valinnan jälkeen jatkotoimenpiteitä ovat komponenttien testaukset. Testaus toteutetaan niin, että valitun päivitysratkaisun komponentteja ostetaan esimerkiksi muutaman moottorin ohjausta varten. Testaukset toteutetaan Valmetin tiloissa, joihin myös opinnäytetyön tekijä osallistuu. Testausten jälkeen seuraavina toimenpiteinä ovat nuohoinkeskuksen suunnittelu sekä kaappien tilaaminen. Opinnäytetyössä opinnäytetyön tekijä on itse suunnitellut mahdolliset nuohoinkeskukset, mutta itse toteutus tullaan tekemään keskuksiin perehtyneen yrityksen kautta. Nuohousautomaation modernisoinnin testaamisen sekä toimivuuden toteamisen jälkeen sitä on helppoa hyödyntää myös muissakin tulevilla soodakattilaprojekteissa. Tämän lisäksi toimeksiantaja voi suorittaa yksityiskohtaisemman kustannuslaskennan. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi yllämainittujen kaappien sekä asennuksien kokonaiskustannuksien tarkkaa määrittämistä, jotta saadaan todellinen hinta päivitykselle.

12 Pohdinta

Opinnäytetyö oli aiheena hyvin laaja sekä haastava. Teoriaosuus oli tarkoitus pitää maltillisen kokoisena, mutta soodakattilan nuohoamiseen sisältyy hyvin paljon teoriaa, jota ei voi sivuuttaa. Päivitysratkaisuiden vaatimusten määrittelyllä oli erittäin tärkeä osa järjestelmätoimittajien kanssa käytyjen palaverien onnistumisen kannalta. Valmetin puolen opinnäytetyön ohjaajien avustuksella tarvittavat vaatimukset pystyttiin määrittelemään. Järjestelmätoimittajien määrä oli vähäisempi kuin oli tavoite, mutta opinnäytetyön avulla toimeksiantaja pystyy ostamaan nuohousautomaation modernisoinnin. Opinnäytetyön piti olla alkuperäisen aikataulutuksen mukaan valmis keväällä 2023. Aikataulussa ei kuitenkaan pysytty, sillä opinnäytetyön tekijä työskenteli kokopäiväisesti opinnäytetyön rinnalla. Viivästyksiä aiheuttivat myös keväällä samanaikaisesti käynnissä olleet kurssit. Opinnäytetyön päivityksessä aikataulussa valmistuminen oli ajoitettu elokuun 2023 alkuun. Päivityksestä aikataulusta kuitenkin myöhästyttiin noin kolmella kuukaudella. Viivästyksiä aiheuttivat esimerkiksi järjestelmätoimittajien kesälomat, jolloin heihin ei voinut olla yhteydessä koko heinäkuun aikana.

Kokonaisuudessaan opinnäytetyö on opinnäytetyön tekijän mielestä onnistunut, sillä päivitysratkaisuja oli riittävän laaja määrä sekä niillä on myös mahdollisuus toteuttaa nuohointen

ohjaus kustannustehokkaammin kuin nykyisellä ratkaisulla. Päivitysratkaisuissa hyvää on myös se, että vaihtoehtoja löytyy sekä puolijohdekäynnistimistä että taajuusmuuttajista, sillä jotkut asiakkaat voivat esimerkiksi vaatia nuohointen ohjauksen toteutuvan taajuusmuuttajilla.

Opinnäytetyö oli myös teoreettisesti onnistunut, sillä opinnäytetyön avulla lukija ymmärtää mitä soodakattilat sisältävät sekä miksi soodakattilan lämpöpintojen nuohoaminen on niin tärkeä osa toimivan sulfaattiselutehtaan prosessia. Opinnäytetyö on kieliopillisesti oikeinkirjoitettua ja lukijalle mahdollisesti tuntemattomat käsitteet on selitetty selkeästi. Teoriaosuus tukee hyvin työssä esitettyjä aiheita. Tulokset ja prosessin kulku on esitetty selkeästi ja toimeksiantaja pääsee käyttämään tuloksia hyödykseen.

12.1 Eettisyys ja luotettavuus

Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus on pyritty toteuttamaan monella eri tavalla.

Opinnäytetyössä on käytetty kattavasti eri lähteitä. Lähteiden käytössä on noudatettu lähdekriittisyyttä, sekä etsitty samaa aihetta käsittelevää tietoa useasta eri lähteestä. Lähteinä ovat toimineet kirjat, sähköiset lähteet sekä alan asiantuntijat. Asiakaspalavereissa haastatellut asiantuntijat ovat Valmetin kontakteja, jolloin voidaan olla varmoja heidän ammattimaisuudesta sekä luotettavuudesta. Opinnäytetyö on kirjoitettu toimeksiantajan tarjoamalla työkoneella, jossa se on tallennettu opinnäytetyön tekijän omaan kansioon. Kansioon on pääsy vain opinnäytetyön tekijän työkoneella, joka on suojattu salasanalla. Kaikki suunnittelutyökaluilla tehdyt mallinnukset ja kuvat on taltioitu opinnäytetyön tekijän kansioon. Haastateltujen henkilöiden nimet ei tule esille opinnäytetyössä yksityisyyden suojelemiseksi ja heille on kerrottu mihin tarkoitukseen haastattelutuloksia käytetään. Näiden seikkojen perusteella voidaan todeta, että opinnäytetyö on eettisesti ja luotettavasti toteutettu.

Lähteet

Ahoranta, T. 2021. Opinnäytetyö. Viitattu 9.9.2023.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/506795/Opinn%C3%A4ytety%C3%B6_Terja_Ahoranta.pdf?sequence=2

Aura, L.& Tonteri, A. 1996. Sähkökoneet ja tehoelektroniikan perusteet. Helsinki: WSOY. Viitattu 15.5.2023.

Blok, R. 2023. How does a diode work? Blogi Opencircuitin sivuilla. Viitattu 1.8.2023.

<https://opencircuit.shop/blog/hoe-werkt-een-diode>

Datasheet – DC1-344D1FN-A20CE1. 2023. DC1-taajuusmuuttajan datalehti Eatonin sivuilta.

Viitattu 31.8.2023. https://datasheet.eaton.com/datasheet.php?model=185746&locale=en_GB

Eaton asiakaspalaveri. 2023. Päivitysvaihtoehtoihin liittyvät Teams-palaverit järjestelmätoimittajan kanssa. Viitattu 3.8.2023.

EMS2 electronic motor starter. N.d. Tuotekuvaus Eatonin sivuilta. Viitattu 29.8.2023.

<https://www.eaton.com/fi/fi-fi/catalog/industrial-control--drives--automation---sensors/ems2-electronic-motor-starter.html>

Energiavuosi 2022 sähkö. 12.1.2023. Verkojulkaisu Energiateollisuus ry:n sivuilta. Viitattu

4.5.2023. https://energia.fi/files/4428/Sahkovuosi_2022.pdf

Explore a World of Continuous Efficiency. 2021. Järjestelmäesite Eatonin sivuilta. Viitattu

31.8.2023. <https://www.eaton.com/content/dam/eaton/products/industrialcontrols-drives-automation-sensors/en-globalprime/variable-frequency-drives/assets/eaton-powerxl-variable-frequency-drives-dc1-da1-brochure-br040001-en-gb.pdf>

Hirsjärvi, S.& Hurme, H. 2015. Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytäntö.

Helsinki: Gaudeamus University Press Oy. Viitattu 15.6.2023.

Huhtinen, M., Kettunen, A., Nurminen, P.& Pakkanen, H. 2004. Höyrykattilatekniikka. 6. p.

Helsinki: Edita Prima Oy. Viitattu 14.6.2023.

Kananen, J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Näin kirjoitat opinnäytetyön tai pro gradun alusta loppuun. Suomen Yliopistopaino Oy – Juvenes print. Viitattu 10.6.2023.

Kananen, J. 2015. Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Miten kirjoitan

kehittämistutkimuksen vaihe vaiheelta. Suomen Yliopistopaino Oy – Juvenes print. Viitattu 10.6.2023.

Kattilan lämmönsiirtimien rakenne ja toiminta. N.d. Knowpulpin oppimisympäristö. Pääsy

Valmetin käyttäjätunnuksilla. Viitattu 15.6.2023.

Käyttövarmuuteen vaikuttavat tekijät. N.d. Knowpulpin oppimisympäristö. Pääsy Valmetin käyttäjätunnuksilla. Viitattu 12.6.2023.

Lumijärvi, J. 2019. Opinnäytetyö. Viitattu 17.7.2023.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/168884/Lumijarvi_Juha.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Mustalipeä. N.d. Knowpulpin oppimisympäristö. Pääsy Valmetin käyttäjätunnuksilla. Viitattu 17.6.2023.

Parviainen, E. 2017. Opinnäytetyö. Viitattu 9.9.2023.

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/123787/Oikosulkumoottorin%20valinta%20ja%20omitoitus.pdf;jsessionid=60130D6B6010A2056E81BDBFD2D3DC2D?sequence=1>

Pehmokäynnistinopas. 2011. Opas ABB:n sivuilta. Viitattu 13.6.2023.

https://library.e.abb.com/public/d11f99611045fef8c125796e00473a8a/OPAS%20Pehmokaynnistys%201F112_01.pdf

Profibus. N.d. Artikkelit Profibus.com sivuilta. Viitattu 24.8.2023.

<https://www.profibus.com/technology/profibus>

Schneider asiakaspalaveri. 2023. Päivitysvaihtoehtoihin liittyvät Teams-palaverit järjestelmätoimittajan kanssa. Viitattu 20.6.2023.

Selecting the right motor starter option. N.d. Blogi. Viitattu 14.6.2023.

<https://electricalengineeringresource.com/selecting-the-right-motor-starter-option/>

SHKVOIMATEKNIikkaOPUS. 14.10.1998. Sähkökoneet, osa 1. Viitattu 4.5.2023.

http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/10sahkokoneet_1osa.pdf

Siemens asiakaspalaveri. 2023. Päivitysvaihtoehtoihin liittyvät Teams-palaverit järjestelmätoimittajan kanssa. Viitattu 3.8.2023.

Silvonen, K. 2009. Elektroniikka ja puolijohdekomponentit. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press Oy. Viitattu 1.8.2023.

SIMATIC ET 200SP. 2022. Järjestelmän käyttöohje Siemensin sivuilta. Viitattu 16.8.2023. [Distributed I/O system \(siemens.com\)](#)

SINAMICS Low Voltage Converters. 2020. SINAMICS-järjestelmän opas Siemensin sivuilta. Viitattu 17.8.2023. <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:3c5fe93a-be71-4d5c-b51d-a70199dba2b6/dfmc-b10032-00brsinamicsenus-72.pdf>

SINAMICS S120 drive system – Booksize format. N.d. Järjestelmäesite Siemensin sivuilta. Viitattu 27.8.2023. <https://www.siemens.com/global/en/products/drives/sinamics/low-voltage-converters/servo-converter/sinamics-s120/sinamics-s120-booksize.html>

SINAMICS S120 – the flexible high-performance drive system. N.d. Järjestelmäesite Siemensin sivuilta. Viitattu 27.8.2023. <https://www.siemens.com/global/en/products/drives/sinamics/low-voltage-converters/servo-converter/sinamics-s120.html>

SINAMICS. 2014. Järjestelmän käyttöohje Siemensin sivuilta. Viitattu 17.8.2023. https://cache.industry.siemens.com/dl/files/780/99683780/att_863315/v1/G120C_List_Manual_LH13_0414_eng.pdf

SIRIUS Explained. 2022. Opetusvideoalusta Siemensin sivuilta. Viitattu 17.8.2023. <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-controls/media/sirius-explained.html>

SmartWire-DT System Overview. 2022. Järjestelmän yleiskuvaus. Pääsy käyttäjätunnuksilla. Viitattu 29.8.2023.

Soodakattilan hallinta. N.d. Knowpulpin oppimisympäristö. Pääsy Valmetin käyttäjätunnuksilla. Viitattu 12.7.2023.

Soodakattilan rakenne. N.d. Knowpulpin oppimisympäristö. Pääsy Valmetin käyttäjätunnuksilla. Viitattu 12.6.2023.

Soodakattila – tiivistelmä. N.d. Knowpulpin oppimisympäristö. Pääsy Valmetin käyttäjätunnuksilla. Viitattu 14.6.2023.

Strategia. 2023. Artikkelin Valmetin sivuilta. Viitattu 15.5.2023. <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/strategia/>

Sähkökäytön mitoitus. N.d. ABB:n tekninen opas. Viitattu 9.9.2023. https://library.e.abb.com/public/b11d4fe92973be93c1256d2800415027/Tekninen_opasnro7.pdf

Taipale, T. 2016. Opinnäytetyö. Viitattu 17.7.2023. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/115570/taipale_teemu.pdf?sequence=1&isAllowed=y

The compact versatile frequency converter. N.d. Tuotokuvaus Siemensin sivuilta. Viitattu 17.8.2023. <https://www.siemens.com/global/en/products/drives/sinamics/low-voltage-converters/standard-performance-frequency-converter/sinamics-g120c.html>

The many applications of semiconductors. N.d. Blogi Rebound Electronicsin sivuilta. Viitattu 20.8.2023. <https://reboundeu.com/insights/blog/the-many-applications-of-semiconductors/>

The world's leading drive system for high-performance applications. N.d. Järjestelmäesite Siemensin sivuilta. Viitattu 27.8.2023. <https://www.siemens.com/us/en/products/drives/sinamics-electric-drives/low-voltage-drives/servo-drives/sinamics-s120.html>

Tillonen, I. 2021. Opinnäytetyö. Viitattu 29.5.2023.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/505926/Tillonen_lina.pdf;jsessionid=1F0F04B9BA7FDBFEDEB3A557C14D4029?sequence=2

Tulipesäprosessi. N.d. Knowpulpin oppimisympäristö. Pääsy Valmetin käyttäjätunnuksilla. Viitattu 14.6.2023.

Vakkilainen, E. 2005. Kraft recovery boilers – Principles and practice. Oppimateriaali. Suomen soodakattilayhdistys r.y. Helsinki. ISBN 952-91-8603-7. Viitattu 12.6.2023.

<https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/111915/KRBFull.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Valmetilla on yli 220 vuoden teollinen historia. 2023. Artikkel Valmetin sivuilta. Viitattu 15.5.2023.

<https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/historia2/>

Valmet yrityksenä. 2023. Artikkel Valmetin sivuilta. Viitattu 15.5.2023.

<https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/>

What is Fieldbus? N.d. Artikkel Process Industry Forumin sivuilla. Viitattu 17.7.2023.

<https://www.processindustryforum.com/article/what-is-fieldbus>

What is Profibus-PA and how does it differ from Profibus-DP? N.d. Artikkel Realpars.com sivuilta.

Viitattu 25.8.2023. <https://realpars.com/profibus/>

What is Profinet? – Profinet explained. 2021. Artikkel Profinet.com sivuilta. Viitattu 26.8.2023.

<https://us.profinet.com/profinet-explained/>

What is the difference between Profibus and Profinet? N.d. Artikkel Realparsin sivuilta. Viitattu

25.8.2023. <https://realpars.com/difference-between-profibus-and-profinet/>

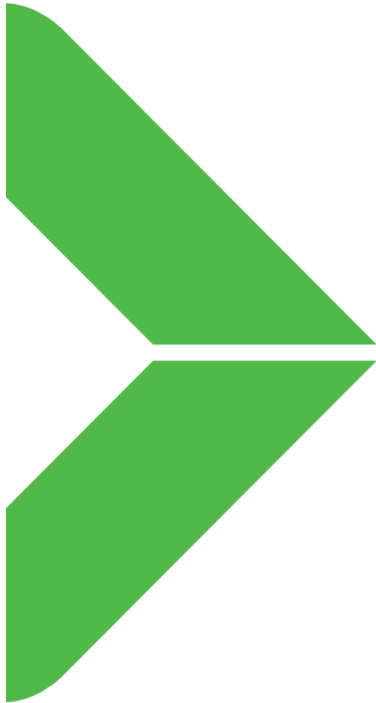
Zola, A. 2021. Artikkel Techtargetin nettisivuilla. Viitattu 1.8.2023.

<https://www.techtarget.com/whatis/definition/semiconductor>

Liitteet

Liite 1. Esitelmä järjestelmätoimittajien kanssa käydyissä palavereissa

INTERNAL



Nuohousautomaation modernisointi



INTERNAL

Lähtökohdat

- Työ toteutetaan tulevaan Valmetin projektiin
- Tarkoitus selvittää, onko nuohoimien ohjaukset mahdollista päivittää puolijohdekomponenteilla tai yksittäisillä taajuusmuuttajilla
- Jännite 400V, mutta hyvä olla mahdollisuus 690V
- Oikosulkumoottoreita 130kpl, moottorikoko 1,5kW
- Moottoreiden käynnistystapana suora käynnistys
- Tarve säästää tilaa sähkötilassa
- Perinteisillä kontakteilla toteutetussa ohjauksessa lyhyempi käyttöikä



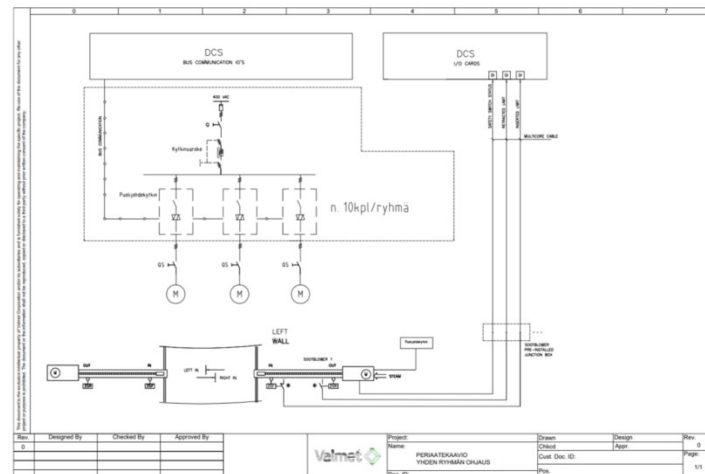
Päivitysvaihtoehto 1

Yksittäiset puolijohdekomponentit

- Kompakti puolijohdekäynnistin, mielellään väyläohjattava
- Yksi käynnistin/moottori
- Käynnistin+ylikuormitussuojaus samassa
- Moottorit jaetaan 8 ryhmään, jokaisessa ryhmässä on samaan aikaan vain 1-3 nuohointa käynnissä
- Jokaiselle ryhmälle oma kytkinvaroke
- Mahdollisuus erottaa yksi nuohoin ryhmästä niin, että muut ryhmän nuohoimet pysyvät toiminnassa
- Väyläohjauksessa toivottuja profibus tai profinet
- Käyttötapana suunnanvaihtokäynnistin

Periaatekaavio

Ohjaus puolijohdekomponenteilla

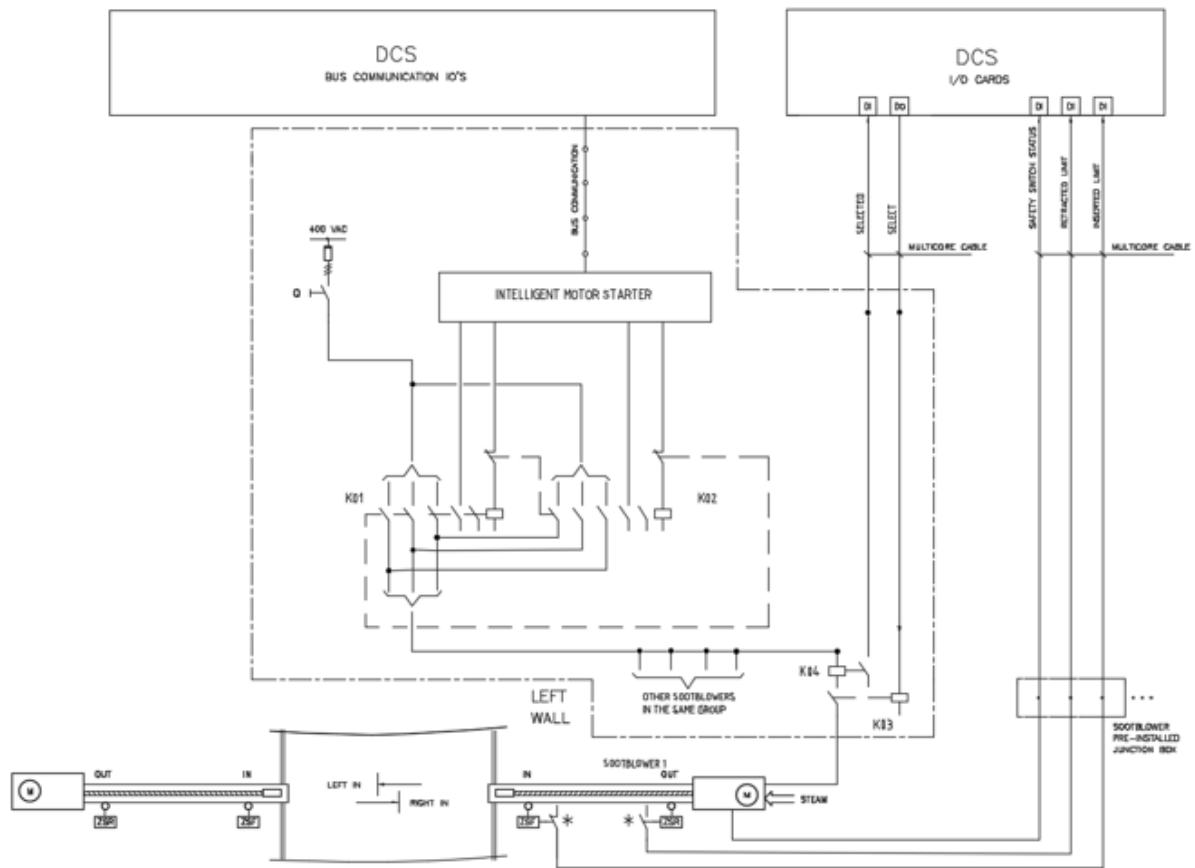


Päivitysvaihtoehto 2

Yksittäiset taajuusmuuttajat

- Toteutus yksittäisillä taajuusmuuttajilla
- Moottorikoko 1,5kW
- Asennustapana räkki toivottua
- Fyysiset mitat
- Suora käynnistys
- 130kpl tamuja
- Suunnanvaihto
- Standardit IEC, UL?
- Väyläohjauksessa toivottuja profibus tai profinet
- Suojaustoiminnot

Liite 2. Nykyisen ohjausratkaisun periaatekaavio



Liite 3. ABB moottorilista

Technical data IE2 cast iron motors, 3000 r/min

IP 55 - IC 411 - Insulation class F, temperature rise class B
IE2 efficiency class according to IEC 60034-30-1; 2014

Output kW	Motor type	Product code	Speed r/min	Efficiency IEC 60034-30-1; 2014			Power factor Cosφ	Current		Torque			Moment of inertia J = 1/4 GD ² kgm ²	Weight kg	Sound pressure Level L _{PA} dB
				Full load 100%	3/4 load 75%	1/2 load 50%		I _n A	I _Δ /I _n	T _n Nm	T _Δ /T _n	T _Δ /T _n			
3000 r/min = 2 poles															
				400 V 50 Hz			CENELEC-design								
0.37	M3BP 71MA 2	3GBP071321-***B	2768	74,8	75,4	72,4	0,78	0,9	4,5	1,3	2,2	2,3	0,000390	11	58
0.55	M3BP 71MB 2	3GBP071322-***B	2813	77,8	78,3	76,0	0,79	1,3	4,3	1,9	2,4	2,5	0,000510	11	56
0.75	M3BP 80MB 2	3GBP081322-***B	2895	80,6	79,6	75,6	0,74	1,8	7,7	2,4	4,2	4,2	0,00100	16	57
1.1	M3BP 80MC 2	3GBP081323-***B	2870	81,8	81,7	78,9	0,80	2,4	7,5	3,6	3,7	4,6	0,00120	18	60
1.5	M3BP 90SLB 2	3GBP091322-***B	2900	82,2	82,9	81,3	0,87	3,3	7,5	4,9	2,5	2,6	0,00254	24	69
2.2	M3BP 90SLC 2	3GBP091323-***B	2885	84,7	86,8	85,7	0,88	4,2	6,8	7,2	1,9	2,5	0,00280	25	64
3	M3BP 100LB 2	3GBP101322-***B	2925	85,2	84,9	82,7	0,87	5,8	9,1	9,7	3,1	3,5	0,00628	36	68
4	M3BP 112MB 2	3GBP111322-***B	2895	86,1	87,0	86,6	0,89	7,5	8,1	13,1	2,9	3,2	0,00675	37	70
5.5	M3BP 132SMB 2	3GBP131322-***B	2865	87,7	88,4	87,7	0,86	10,0	7,0	18,3	2,0	2,7	0,0128	68	70
7.5	M3BP 132SMC 2	3GBP131324-***B	2890	88,2	88,5	87,5	0,88	13,7	7,3	24,9	2,0	3,6	0,0136	70	70
11	M3BP 160MLA 2	3GBP161410-***G	2938	90,6	91,5	91,1	0,9	19,2	7,5	35,7	2,4	3,1	0,044	127	69
15	M3BP 160MLB 2	3GBP161420-***G	2934	91,5	92,4	92,2	0,90	26,0	7,5	48,8	2,5	3,3	0,053	141	69
22	M3BP 180MLA 2	3GBP181410-***G	2952	92,2	92,7	92,2	0,87	23,8	7,1	71,1	2,8	3,3	0,076	190	69
37	M3BP 200MLB 2	3GBP201420-***G	2959	93,4	93,7	92,9	0,90	63,5	8,2	119	3,0	3,3	0,20	298	72
45	M3BP 225SMA 2	3GBP221210-***G	2951	93,6	93,9	93,1	0,88	78,8	6,7	145	2,5	2,5	0,24	347	74
55	M3BP 250SMA 2	3GBP251210-***G	2967	94,1	94,4	93,8	0,88	95,8	6,8	177	2,2	2,7	0,51	405	75
75	M3BP 280SMA 2	3GBP281210-***G	2978	94,3	94,1	92,8	0,88	130	7,6	240	2,1	3,0	0,80	625	77
90	³⁾ M3BP 280SMB 2	3GBP281220-***G	2976	94,6	94,7	93,8	0,89	154	7,4	288	2,1	2,9	0,90	665	77
110	³⁾ M3BP 315SMA 2	3GBP311210-***G	2982	94,9	94,4	92,9	0,88	197	7,4	352	2,2	3,2	1,20	940	78
132	M3BP 315SMB 2	3GBP311220-***G	2982	95,1	94,8	93,6	0,88	227	7,4	422	2,2	3,0	1,40	940	78
160	³⁾ M3BP 315SMC 2	3GBP311230-***G	2981	95,4	95,2	94,2	0,89	271	7,5	512	2,3	3,0	1,70	1025	78
200	³⁾ M2BP 315MLA 2	3GBP311410-***G	2980	95,7	95,7	94,9	0,90	335	7,7	640	2,6	3,0	2,10	1190	78
250	³⁾ M3BP 355SMA 2	3GBP351210-***G	2984	95,7	95,5	94,5	0,89	423	7,7	800	2,1	3,3	3,00	1600	83
315	³⁾ M3BP 355SMB 2	3GBP351220-***G	2980	95,7	95,6	95,0	0,89	531	7,0	1009	2,1	3,0	3,40	1680	83
355	³⁾ M3BP 355SMC 2	3GBP351230-***G	2984	95,7	95,7	94,9	0,88	603	7,2	1136	2,2	3,0	3,60	1750	83
400	³⁾ M3BP 355MLA 2	3GBP351410-***G	2982	96,9	96,6	95,9	0,88	677	7,1	1280	2,3	2,9	4,10	2000	83
450	³⁾ M3BP 355MLB 2	3GBP351420-***G	2983	97,1	97,0	96,4	0,90	743	7,9	1440	2,2	2,9	4,30	2080	83
500	³⁾ M3BP 355LKA 2	3GBP351810-***G	2982	96,9	96,9	96,5	0,90	827	7,5	1601	2,0	3,9	4,80	2320	83
560	³⁾ M3BP 400LA 2	3GBP401510-***G	2988	97,2	97,2	96,6	0,89	934	7,8	1789	2,5	3,7	7,90	2950	82
560	³⁾ M3BP 355LKB 2	3GBP351820-***G	2983	97,0	97,0	96,5	0,90	925	8,0	1792	2,2	4,1	5,20	2460	83
630	³⁾ M3BP 400LB 2	3GBP401520-***G	2987	97,4	97,2	96,7	0,89	1049	7,6	2014	2,6	3,7	8,20	3050	82
710	³⁾ M3BP 400LC 2	3GBP401530-***G	2987	97,5	97,4	96,9	0,89	1178	7,2	2270	2,6	3,4	9,30	3300	82
800	¹⁾²⁾ M3BP 450LA 2	3GBP451510-***G	2990	97,4	97,2	96,6	0,87	1362	7,8	2555	1,3	3,4	12,20	4000	85
900	¹⁾²⁾ M3BP 450LB 2	3GBP451520-***G	2990	97,0	96,8	96,2	0,87	1534	7,6	2874	1,5	3,1	13,50	4200	85

¹⁾ Temperature rise class F

²⁾ Unidirectional fan, variant code 044 or 045 is mandatory

³⁾ 3dB(A) sound pressure level reduction with unidirectional fan construction. Direction of rotation must be stated when ordering, see variant codes 044 and 045

Liite 4. Siemens SIMATIC ET 200SP osat

SIEMENS

Data sheet

3RK1308-0BD00-0CP0


Reversing starter High Feature; Electronic switching; Electronic overload protection up to 4 kW / 400 V; Adjustment range 2.8 .. 9 A; PROFlenergy; Option: 3Di/LC module

product brand name	SIMATIC
product category	Motor starter
product designation	Reversing starter
product type designation	ET 200SP
General technical data	
equipment variant according to IEC 60947-4-2	3
product function	Reversing starter
• on-site operation	Yes
• intrinsic device protection	Yes
• remote firmware update	Yes
• for power supply reverse polarity protection	Yes
insulation voltage rated value	500 V
degree of pollution	2
overvoltage category	III
surge voltage resistance rated value	6 kV
maximum permissible voltage for protective separation	
• between main and auxiliary circuit	500 V
shock resistance	6g / 11 ms
vibration resistance	15 mm to 6 Hz; 2g to 500 Hz
operating frequency maximum	1 1/s
mechanical service life (operating cycles) of the main contacts typical	30 000 000
type of assignment	1
utilization category	
• according to IEC 60947-4-2	AC-53a; 9 A; (8-0,7; 70-32)
reference code according to IEC 81346-2	Q
Substance Prohibition (Date)	04/15/2016
SVHC substance name	Blei - 7439-92-1 Bleimonoxid (Bleioxid) - 1317-36-8 4,4'-isopropylidendiphenol (Bisphenol A, - 80-05-7
product function	
• direct start	Yes
• reverse starting	Yes
product component motor brake output	No
product function short circuit protection	Yes
design of short-circuit protection	fuse
maximum short-circuit current breaking capacity (Icu)	
• at 400 V rated value	55 kA
• at 500 V rated value	55 kA
• at 500 V according to UL 60947 rated value	100 kA
maximum short-circuit current breaking capacity (Icu) in	

the IT network	
<ul style="list-style-type: none"> at 400 V rated value at 500 V rated value 	55 kA 55 kA
Electromagnetic compatibility	
EMC emitted interference according to IEC 60947-1	class A
EMC immunity according to IEC 60947-1	Class A
conducted interference	
<ul style="list-style-type: none"> due to burst according to IEC 61000-4-4 due to conductor-earth surge according to IEC 61000-4-5 due to conductor-conductor surge according to IEC 61000-4-5 due to high-frequency radiation according to IEC 61000-4-6 	2 kV 2 kV 1 kV Class A
field-based interference according to IEC 61000-4-3	10 V/m
electrostatic discharge according to IEC 61000-4-2	8 kV air discharge
conducted HF interference emissions according to CISPR11	Class A for industrial environment
field-bound HF interference emission according to CISPR11	Class A for industrial environment
Safety related data	
safe state	Load circuit open
MTBF	46 a
protection class IP on the front according to IEC 60529	IP20
touch protection on the front according to IEC 60529	finger-safe
Main circuit	
number of poles for main current circuit	3
design of the switching contact	Hybrid
adjustable current response value current of the current-dependent overload release	2.8 ... 9 A
minimum load [%]	50 %; from smallest adjustable rated current
type of the motor protection	solid-state
operating voltage rated value	48 ... 500 V
relative symmetrical tolerance of the operating voltage	10 %
operating frequency 1 rated value	50 Hz
operating frequency 2 rated value	60 Hz
relative symmetrical tolerance of the operating frequency	5 %
relative positive tolerance of the operating frequency	5 %
relative negative tolerance of the operating frequency	5 %
operational current at AC at 400 V rated value	9 A
ampacity when starting maximum	90 A
operating power for 3-phase motors at 400 V at 50 Hz	1.5 ... 4 kW
Inputs/ Outputs	
number of digital inputs	4
<ul style="list-style-type: none"> note 	4 via 3DI/LC module
Supply voltage	
type of voltage of the supply voltage	DC
supply voltage 1 at DC rated value	
<ul style="list-style-type: none"> minimum permissible maximum permissible 	20.4 V 28.8 V
supply voltage at DC rated value	24 V
consumed current for rated value of supply voltage	
<ul style="list-style-type: none"> in standby mode of operation during operation at switching on of motor 	85 mA 140 mA 230 mA
power loss [W] for rated value of supply voltage	
<ul style="list-style-type: none"> in switching state OFF with bypass circuit in switching state ON with bypass circuit 	2 W 3.4 W
inrush current peak at 24 V	25 A; Observe the manual for group configuration
duration of inrush current peak at 24 V	0.145 ms
Response times	
ON-delay time	20 ms
OFF-delay time	35 ... 50 ms

Power Electronics	
operational current	
• at 40 °C rated value	9 A
• at 50 °C rated value	9 A
• at 55 °C rated value	9 A
• at 60 °C rated value	7 A
Installation/ mounting/ dimensions	
mounting position	Vertical, horizontal (observe derating)
fastening method	pluggable in BaseUnit
height	142 mm
width	30 mm
depth	150 mm
required spacing with side-by-side mounting	
• upwards	50 mm
• downwards	50 mm
Ambient conditions	
installation altitude at height above sea level maximum	4 000 m; For derating see manual
ambient temperature	
• during operation	-25 ... +60 °C; For derating see manual
• during storage	-40 ... +70 °C
• during transport	-40 ... +70 °C
environmental category during operation according to IEC 60721	3K6 (no formation of ice, no condensation), 3C3 (no salt mist), 3S2 (sand must not get into the devices)
relative humidity during operation	10 ... 95 %
air pressure according to SN 31205	900 ... 1 060 hPa
Communication/ Protocol	
protocol is supported	
• PROFIBUS DP protocol	Yes
• PROFINET protocol	Yes
product function bus communication	Yes
protocol is supported AS-Interface protocol	No
product function	
• supports PROFenergy measured values	Yes
• supports PROFenergy shutdown	Yes
address space memory of address range	
• of the inputs	4 byte
• of the outputs	2 byte
type of electrical connection of the communication interface	Plug contact to Base Unit
Connections/ Terminals	
type of electrical connection	
• 1 for digital input signals	Pluggable module - accessory
type of electrical connection	
• for main energy infeed	Plug contact to Base Unit
• for load-side outgoing feeder	Plug contact to Base Unit
• for supply voltage line-side	Plug contact to Base Unit
wire length for motor unshielded maximum	200 m
UL/CSA ratings	
full-load current (FLA) for 3-phase AC motor at 480 V rated value	9 A
yielded mechanical performance [hp]	
• for single-phase AC motor	
— at 110/120 V rated value	0.33 hp
— at 230 V rated value	1 hp
• for 3-phase AC motor	
— at 200/208 V rated value	2 hp
— at 220/230 V rated value	2 hp
— at 460/480 V rated value	5 hp
operating voltage at AC at 60 Hz according to CSA and UL rated value	480 V
Certificates/ approvals	
General Product Approval	EMC











SIEMENS

Data sheet

3RK1908-0AP00-0AP0


Base unit (BU30-MS1) For ET 200SP motor starter With infeed 24 V and 500 V
Incl. infeed bus cover

product brand name	SIMATIC
product category	Accessories
product designation	BaseUnit
design of the product	For AC/DC feed in
product type designation	ET 200SP
General technical data	
insulation voltage rated value	500 V
degree of pollution	2
surge voltage resistance rated value	6 kV
maximum permissible voltage for protective separation	
• between main and auxiliary circuit	500 V
shock resistance	6g / 11 ms
vibration resistance	15 mm to 6 Hz; 2g to 500 Hz
reference code according to IEC 81346-2	Q
Substance Prohibitance (Date)	04/15/2016
Safety related data	
protection class IP on the front according to IEC 60529	IP20
touch protection on the front according to IEC 60529	finger-safe
Main circuit	
number of poles for main current circuit	3
type of voltage of the operating voltage	AC
operating voltage rated value	500 V
operating voltage of AC supply	500 V
operational current at AC at 400 V rated value	32 A; Derating, see Manual
Inputs/ Outputs	
number of digital inputs	0
Supply voltage	
type of voltage of the supply voltage	DC
supply voltage 1 at DC rated value	24 V
• minimum permissible	20.4 V
• maximum permissible	28.8 V
supply voltage of DC supply	24 V
ampacity maximum	7 A
Installation/ mounting/ dimensions	
mounting position	vertical, horizontal
fastening method	DIN rail
height	215 mm
width	30 mm
depth	75 mm
required spacing with side-by-side mounting	

<ul style="list-style-type: none"> • upwards • downwards 	50 mm 50 mm				
Ambient conditions					
installation altitude at height above sea level maximum	4 000 m; For derating see manual				
ambient temperature					
<ul style="list-style-type: none"> • during operation • during storage • during transport 	-25 ... +60 °C; For derating see manual -40 ... +70 °C -40 ... +70 °C				
environmental category during operation according to IEC 60721	3K6 (no formation of ice, no condensation), 3C3 (no salt mist), 3S2 (sand not get into the devices)				
relative humidity during operation	10 ... 95 %				
air pressure according to SN 31205	900 ... 1 060 hPa				
Connections/ Terminals					
type of electrical connection					
<ul style="list-style-type: none"> • for main current circuit • for auxiliary and control circuit 	spring-loaded terminals (push-in) spring-loaded terminals (push-in)				
type of connecting terminal	Push-in terminal				
type of connectable conductor cross-sections for supply					
<ul style="list-style-type: none"> • solid • finely stranded without core end processing • finely stranded with core end processing 	1x 1 ... 6 mm ² 1x 1 ... 6 mm ² 1x 1 ... 6 mm ²				
type of connectable conductor cross-sections at the inputs for supply voltage					
<ul style="list-style-type: none"> • solid • finely stranded without core end processing • finely stranded with core end processing 	1x 0.5 ... 2.5 mm ² 1x 0.5 ... 2.5 mm ² 1x 0.5 ... 2.5 mm ²				
type of connectable conductor cross-sections					
<ul style="list-style-type: none"> • for AWG cables for supply • at the inputs for supply voltage for AWG cables solid 	1x 18 ... 10 1x 20 ... 12				
type of connectable conductor cross-sections for load-side outgoing feeder					
<ul style="list-style-type: none"> • solid • finely stranded without core end processing • finely stranded with core end processing 	1x 0.5 ... 2.5 mm ² 1x 0.5 ... 2.5 mm ² 1x 0.5 ... 2.5 mm ²				
type of connectable conductor cross-sections for AWG cables for load-side outgoing feeder	1x 20 ... 12				
shape of the screwdriver tip	Slot				
size of the screwdriver tip	Standard screwdriver 0.6 mm x 3.5 mm				
Certificates/ approvals					
General Product Approval	EMC	Declaration of Conformity			
	Confirmation				
Declaration of Conformity	Test Certificates	Marine / Shipping			
	Type Test Certificates/Test Report				
other					
Confirmation					



Base unit (BU30-MS4) For ET 200SP motor starter Without infeed

product brand name	SIMATIC
product category	Accessories
product designation	BaseUnit
design of the product	Without feed in
product type designation	ET 200SP
General technical data	
insulation voltage rated value	500 V
degree of pollution	2
surge voltage resistance rated value	6 kV
maximum permissible voltage for protective separation	
• between main and auxiliary circuit	500 V
shock resistance	6g / 11 ms
vibration resistance	15 mm to 6 Hz; 2g to 500 Hz
reference code according to IEC 81346-2	Q
Substance Prohibition (Date)	04/15/2016
Safety related data	
protection class IP on the front according to IEC 60529	IP20
touch protection on the front according to IEC 60529	finger-safe
Main circuit	
number of poles for main current circuit	3
type of voltage of the operating voltage	AC
operating voltage rated value	500 V
operational current at AC at 400 V rated value	32 A; Derating, see Manual
Inputs/ Outputs	
number of digital inputs	0
Supply voltage	
type of voltage of the supply voltage	DC
supply voltage 1 at DC rated value	24 V
• minimum permissible	20.4 V
• maximum permissible	28.8 V
ampacity maximum	7 A
Installation/ mounting/ dimensions	
mounting position	vertical, horizontal
fastening method	DIN rail
height	215 mm
width	30 mm
depth	75 mm
required spacing with side-by-side mounting	
• upwards	50 mm
• downwards	50 mm

Ambient conditions	
installation altitude at height above sea level maximum	4 000 m; For derating see manual
ambient temperature	
• during operation	-25 ... +60 °C; For derating see manual
• during storage	-40 ... +70 °C
• during transport	-40 ... +70 °C
environmental category during operation according to IEC 60721	3K6 (no formation of ice, no condensation), 3C3 (no salt mist), 3S2 (sand must not get into the devices)
relative humidity during operation	10 ... 95 %
air pressure according to SN 31205	900 ... 1 060 hPa

Connections/ Terminals	
type of electrical connection	
• for main current circuit	spring-loaded terminals (push-in)
• for auxiliary and control circuit	spring-loaded terminals (push-in)
type of connecting terminal	Push-in terminal
type of connectable conductor cross-sections for load-side outgoing feeder	
• solid	1x 0,5 ... 2,5 mm ²
• finely stranded without core end processing	1x 0,5 ... 2,5 mm ²
• finely stranded with core end processing	1x 0,5 ... 2,5 mm ²
type of connectable conductor cross-sections for AWG cables for load-side outgoing feeder	1x 20 ... 12
shape of the screwdriver tip	Slot
size of the screwdriver tip	Standard screwdriver 0.6 mm x 3.5 mm

Certificates/ approvals		
General Product Approval	EMC	Declaration of Conformity



[Confirmation](#)



Declaration of Conformity	Test Certificates	Marine / Shipping
	Type Test Certificates/Test Report	

other
Confirmation

Further information
<p>Siemens has decided to exit the Russian market (see here). https://press.siemens.com/global/en/pressrelease/siemens-wind-down-russian-business</p> <p>Siemens is working on the renewal of the current EAC certificates. Please contact your local Siemens office on the status of validity of the EAC certification if you intend to import or offer to supply these products to an EAC relevant market (other than the sanctioned EAEU member states Russia or Belarus).</p> <p>Information on the packaging https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109813875</p> <p>Information- and Downloadcenter (Catalogs, Brochures,...) https://www.siemens.com/ics10</p> <p>Industry Mall (Online ordering system) https://mail.industry.siemens.com/mail/en/en/Catalog/product?mlfb=3RK1908-0AP00-0DP0</p> <p>Cax online generator http://support.automation.siemens.com/WWW/CAXorder/default.aspx?lang=en&mlfb=3RK1908-0AP00-0DP0</p> <p>Service&Support (Manuals, Certificates, Characteristics, FAQs,...) https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/ps/3RK1908-0AP00-0DP0</p> <p>Image database (product images, 2D dimension drawings, 3D models, device circuit diagrams, EPLAN macros, ...) http://www.automation.siemens.com/bilddb/cax_de.aspx?mlfb=3RK1908-0AP00-0DP0&lang=en</p>

SIEMENS

Data sheet

3RV2011-4AA20



Circuit breaker size S00 for motor protection, CLASS 10 A-release 10...16 A N-release 208 A Spring-type terminal Standard switching capacity

product brand name	SIRIUS
product designation	Circuit breaker
design of the product	For motor protection
product type designation	3RV2
General technical data	
size of the circuit-breaker	S00
size of contactor can be combined company-specific	S00, S0
product extension auxiliary switch	Yes
power loss [W] for rated value of the current	
• at AC in hot operating state	9.25 W
• at AC in hot operating state per pole	3.1 W
insulation voltage with degree of pollution 3 at AC rated value	690 V
surge voltage resistance rated value	6 kV
shock resistance according to IEC 60068-2-27	25g / 11 ms
mechanical service life (operating cycles)	
• of the main contacts typical	100 000
• of auxiliary contacts typical	100 000
electrical endurance (operating cycles) typical	100 000
type of protection according to ATEX directive 2014/34/EU	Ex II (2) GD
certificate of suitability according to ATEX directive 2014/34/EU	DMT 02 ATEX F 001
reference code according to IEC 81346-2	Q
Substance Prohibitance (Date)	10/01/2009
SVHC substance name	Blei - 7439-92-1
Ambient conditions	
installation altitude at height above sea level maximum	2 000 m
ambient temperature	
• during operation	-20 ... +60 °C
• during storage	-50 ... +80 °C
• during transport	-50 ... +80 °C
relative humidity during operation	10 ... 95 %
Main circuit	
number of poles for main current circuit	3
adjustable current response value current of the current-dependent overload release	10 ... 16 A
operating voltage	
• rated value	20 ... 690 V
• at AC-3 rated value maximum	690 V
• at AC-3e rated value maximum	690 V
operating frequency rated value	50 ... 60 Hz
operational current rated value	16 A

operational current	
• at AC-3 at 400 V rated value	16 A
• at AC-3e at 400 V rated value	16 A
operating power	
• at AC-3	
— at 230 V rated value	4 kW
— at 400 V rated value	7.5 kW
— at 500 V rated value	7.5 kW
— at 690 V rated value	11 kW
• at AC-3e	
— at 230 V rated value	4 kW
— at 400 V rated value	7.5 kW
— at 500 V rated value	7.5 kW
— at 690 V rated value	11 kW
operating frequency	
• at AC-3 maximum	15 1/h
• at AC-3e maximum	15 1/h
Auxiliary circuit	
number of NC contacts for auxiliary contacts	0
number of NO contacts for auxiliary contacts	0
number of CO contacts for auxiliary contacts	0
Protective and monitoring functions	
product function	
• ground fault detection	No
• phase failure detection	Yes
trip class	CLASS 10
design of the overload release	thermal
maximum short-circuit current breaking capacity (Icu)	
• at AC at 240 V rated value	100 kA
• at AC at 400 V rated value	55 kA
• at AC at 500 V rated value	10 kA
• at AC at 690 V rated value	4 kA
operating short-circuit current breaking capacity (Ics) at AC	
• at 240 V rated value	100 kA
• at 400 V rated value	30 kA
• at 500 V rated value	5 kA
• at 690 V rated value	2 kA
response value current of instantaneous short-circuit trip unit	208 A
UL/CSA ratings	
full-load current (FLA) for 3-phase AC motor	
• at 480 V rated value	16 A
• at 600 V rated value	16 A
yielded mechanical performance [hp]	
• for single-phase AC motor	
— at 110/120 V rated value	1 hp
— at 230 V rated value	2 hp
• for 3-phase AC motor	
— at 200/208 V rated value	3 hp
— at 220/230 V rated value	5 hp
— at 460/480 V rated value	10 hp
Short-circuit protection	
product function short circuit protection	Yes
design of the short-circuit trip	magnetic
design of the fuse link for IT network for short-circuit protection of the main circuit	
• at 240 V	gL/gG 80 A
• at 400 V	gL/gG 63 A
• at 500 V	gL/gG 50 A
• at 690 V	gL/gG 40 A
Installation/ mounting/ dimensions	
mounting position	any

fastening method	screw and snap-on mounting onto 35 mm DIN rail according to DIN EN 60715
height	106 mm
width	45 mm
depth	97 mm
required spacing	
<ul style="list-style-type: none"> • with side-by-side mounting at the side • for grounded parts at 400 V <ul style="list-style-type: none"> — downwards — upwards — at the side • for live parts at 400 V <ul style="list-style-type: none"> — downwards — upwards — at the side • for grounded parts at 500 V <ul style="list-style-type: none"> — downwards — upwards — at the side • for live parts at 500 V <ul style="list-style-type: none"> — downwards — upwards — at the side • for grounded parts at 690 V <ul style="list-style-type: none"> — downwards — upwards — backwards — at the side — forwards • for live parts at 690 V <ul style="list-style-type: none"> — downwards — upwards — backwards — at the side — forwards 	0 mm 30 mm 30 mm 9 mm 30 mm 30 mm 9 mm 30 mm 30 mm 9 mm 30 mm 30 mm 9 mm 50 mm 50 mm 0 mm 30 mm 0 mm 50 mm 50 mm 0 mm 30 mm 0 mm
Connections/ Terminals	
type of electrical connection	
<ul style="list-style-type: none"> • for main current circuit 	spring-loaded terminals
arrangement of electrical connectors for main current circuit	Top and bottom
type of connectable conductor cross-sections	
<ul style="list-style-type: none"> • for main contacts <ul style="list-style-type: none"> — solid or stranded — finely stranded with core end processing — finely stranded without core end processing • for AWG cables for main contacts 	2x (0,5 ... 4 mm ²) 2x (0,5 ... 2.5 mm ²) 2x (0,5 ... 2.5 mm ²) 2x (20 ... 12)
design of screwdriver shaft	Diameter 3 mm
size of the screwdriver tip	3,0 x 0,5 mm
Safety related data	
B10 value	
<ul style="list-style-type: none"> • with high demand rate according to SN 31920 	5 000
proportion of dangerous failures	
<ul style="list-style-type: none"> • with low demand rate according to SN 31920 • with high demand rate according to SN 31920 	50 % 50 %
failure rate [FIT]	
<ul style="list-style-type: none"> • with low demand rate according to SN 31920 	50 FIT
T1 value for proof test interval or service life according to IEC 61508	10 a
protection class IP on the front according to IEC 60529	IP20
touch protection on the front according to IEC 60529	finger-safe, for vertical contact from the front
display version for switching status	Handle
Certificates/ approvals	

SIEMENS

Data sheet

3RW4928-8VB00


Fan for SIRIUS soft starter 3RW402 S0 for ET 200SP motor starter

product brand name	SIRIUS
product category	Fan
product designation	Fan
design of the product	Can be used for 3RK1308
Substance Prohibition (Date)	05/01/2012

Installation/ mounting/ dimensions	
height	25 mm
width	25 mm
depth	10 mm

Safety related data	
protection class IP on the front according to IEC 60529	IP20
touch protection on the front according to IEC 60529	finger-safe, for vertical contact from the front

Certificates/ approvals			
General Product Approval	EMC	Declaration of Conformity	


[Confirmation](#)


Declaration of Conformity	Test Certificates	Marine / Shipping
---------------------------	-------------------	-------------------


[Special Test Certificate](#)
[Type Test Certificate/Test Report](#)


Marine / Shipping	other
-------------------	-------


[Confirmation](#)

Further information

Siemens has decided to exit the Russian market (see here).
https://press.siemens.com/global/en/pressrelease/siemens_winds_down_russian_business
 Siemens is working on the renewal of the current EAC certificates.
 Please contact your local Siemens office on the status of validity of the EAC certification if you intend to import or offer to supply these products to an

SIEMENS

Data sheet

6ES5710-8MA21

SIMATIC, Standard mounting rail 35mm, Length 530 mm for 600 mm cabinets



Mechanics/material	
Surface design	galvanically/electrolytically galvanized
Material	steel
Dimensions	
Width	530 mm
Height	35 mm
Depth	15 mm

last modified: 8/30/2023 

SIEMENS

Data sheet

6ES5710-8MA31

SIMATIC, Standard mounting rail 35mm, Length 830 mm for 900 mm cabinets



Mechanics/material	
Surface design	galvanically/electrolytically galvanized
Material	steel
Dimensions	
Width	830 mm
Height	35 mm
Depth	15 mm

last modified:

9/1/2023

SIEMENS

Data sheet

6ES7155-6AA01-0BN0




Figure similar

SIMATIC ET 200SP, PROFINET bundle IM, IM 155-6PN ST, max. 32 I/O modules and 16 ET 200AL modules, single hot swap, bundle consists of: Interface module (6ES7155-6AA01-0BN0), Server module (6ES7193-6PA00-0AA0), BusAdapter BA 2xRJ45 (6ES7193-6AR00-0AA0)

General information	
Product type designation	IM155-6PN ST, including BusAdapter BA 2x RJ45
HW functional status	From FS03
Firmware version	V4.2
• FW update possible	Yes
Product function	
• I&M data	Yes; I&M0 to I&M3
• Module swapping during operation (hot swapping)	Yes; Single hot swapping
• Isochronous mode	No
Engineering with	
• STEP 7 TIA Portal configurable/integrated from version	V14
• STEP 7 configurable/integrated from version	V5.5 SP4
• PROFINET from GSD version/GSD revision	GSDML V2.35
Configuration control	
via dataset	Yes
Supply voltage	
Rated value (DC)	24 V
permissible range, lower limit (DC)	19.2 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
Reverse polarity protection	Yes
Short-circuit protection	Yes
Mains buffering	
• Mains/voltage failure stored energy time	10 ms
Input current	
Current consumption (rated value)	450 mA
Current consumption, max.	550 mA
Inrush current, max.	3.7 A
It	0.09 A ² ·s
Power loss	
Power loss, typ.	1.9 W
Address area	
Address space per module	
• Address space per module, max.	256 byte; For input and output data respectively
Address space per station	
• Address space per station, max.	512 byte
Hardware configuration	
Rack	
• Quantity of operable ET 200SP modules, max.	32
• Quantity of operable ET 200AL modules, max.	16

Submodules	
• Number of submodules per station, max.	256
Interfaces	
Number of PROFINET interfaces	1; 2 ports (switch)
1. Interface	
Interface types	
• RJ 45 (Ethernet)	Yes; with BusAdapter
• Number of ports	2; with BusAdapter
• integrated switch	Yes
• BusAdapter (PROFINET)	Yes
Protocols	
• PROFINET IO Device	Yes
• Open IE communication	Yes
• Media redundancy	Yes; PROFINET MRP client
PROFINET IO Device	
Services	
— IRT	Yes; 250 µs to 4 ms in 125 µs frame
— PROFinergy	Yes
— Prioritized startup	Yes
— Shared device	Yes
— Number of IO Controllers with shared device, max.	2
Interface types	
RJ 45 (Ethernet)	
• Transmission procedure	PROFINET with 100 Mbit/s full duplex (100BASE-TX)
• 100 Mbps	Yes
• Autonegotiation	Yes
• Autocrossing	Yes
Protocols	
Modbus TCP	No
Redundancy mode	
• PROFINET system redundancy (S2)	No
Media redundancy	
— MRP	Yes
— MRPD	No
Open IE communication	
• TCP/IP	Yes
• SNMP	Yes
• LLDP	Yes
Interrupts/diagnostics/status information	
Status indicator	Yes
Alarms	Yes
Diagnostics function	Yes
Diagnostics indication LED	
• RUN LED	Yes; green LED
• ERROR LED	Yes; red LED
• MAINT LED	Yes; Yellow LED
• Monitoring of the supply voltage (PWR-LED)	Yes; green PWR LED
• Connection display LINK TX/RX	Yes; 2x green link LEDs on BusAdapter
Potential separation	
between backplane bus and electronics	No
between PROFINET and all other circuits	Yes; 1500 V AC (type test)
between supply and all other circuits	No
Permissible potential difference	
between different circuits	Safety extra low voltage SELV
Isolation	
Isolation tested with	707 V DC (type test)
Standards, approvals, certificates	
Network loading class	2
Ambient conditions	
Ambient temperature during operation	

• horizontal installation, min.	-30 °C; No condensation
• horizontal installation, max.	60 °C
• vertical installation, min.	-30 °C; No condensation
• vertical installation, max.	50 °C
Altitude during operation relating to sea level	
• Installation altitude above sea level, max.	5 000 m; Restrictions for installation altitudes > 2 000 m, see manual
connection method	
ET-Connection	
• via BU/BA Send	Yes; + 16 ET 200AL modules
Dimensions	
Width	50 mm
Height	117 mm
Depth	74 mm
Weights	
Weight, approx.	147 g; without BusAdapter
last modified:	8/7/2023 

Data sheet

6ES7193-6BP00-0DA0



SIMATIC ET 200SP, BaseUnit BU15-P16+A0+2D, BU type A0, push-in terminals, without aux. terminals, new load group, WxH: 15x 117 mm

Figures similar

General information	
Product type designation	BU type A0
HW functional status	From FS06
Supply voltage	
Rated value (DC)	24 V
external protection for power supply lines	Yes; 24 V DC/10 A miniature circuit breaker with type B or C tripping characteristic
Mains filter	
• integrated	Yes
Current-carrying capacity	
For P1 and P2 bus, max.	10 A
For process terminals, max.	2 A
Hardware configuration	
Formation of potential groups	
• New potential group	Yes
• Potential group continued from the left	No
Slots	
• Number of slots	1; Type A0
Potential separation	
between the potential groups	Yes
Isolation	
Isolation tested with	707 V DC (type test)
Ambient conditions	
Ambient temperature during operation	
• horizontal installation, min.	-30 °C
• horizontal installation, max.	60 °C
• vertical installation, min.	-30 °C
• vertical installation, max.	50 °C
Altitude during operation relating to sea level	
• Installation altitude above sea level, max.	5 000 m; Restrictions for installation altitudes > 2 000 m, see manual
Accessories	
Color coding labels	
• for process terminals	CC00 to CC09
• for AUX terminals	does not exist
• for add-on terminals	does not exist
connection method	
Terminals	
• Terminal type	Push-in terminal
• system-integrated shield connection	Yes; Optional

• Conductor cross-section, min.	0.14 mm ² , AWG 26
• Conductor cross-section, max.	2.5 mm ² , AWG 14
• Number of process terminals to I/O module	16
• Number of terminals to AUX bus	0
• Number of add-on terminals	0
• Number of terminals with connection to P1 and P2 bus	2

Dimensions	
Width	15 mm
Height	117 mm
Depth	35 mm
Weights	
Weight, approx.	40 g

last modified: 8/7/2023 

SIEMENS

Data sheet

6ES7512-1DM03-0AB0



Figure similar

SIMATIC DP, CPU 1512SP-1 PN for ET 200SP, central processing unit with work memory 400 KB for program and 2 MB for data, 1st interface: PROFINET IRT with 3-port switch, 25 ns bit performance, SIMATIC Memory Card required, BusAdapter required for port 1 and 2 * ** ** approvals and certificates according to entry 109817615 at support.industry.siemens.com to be observed! ** **

General information	
Product type designation	CPU 1512SP-1 PN
HW functional status	FS01
Firmware version	V3.0
Product function	
• I&M data	Yes; I&M0 to I&M3
• Module swapping during operation (hot swapping)	Yes; Multi-hot swapping
• Isochronous mode	Yes; only with PROFINET; with minimum OB 6x cycle of 500 µs
Engineering with	
• STEP 7 TIA Portal configurable/integrated from version	V18 (FW V3.0); with older TIA Portal versions configurable as 6ES7512-1DK01-0AB0
Configuration control	
via dataset	Yes
Control elements	
Mode selector switch	1
Supply voltage	
Rated value (DC)	24 V
permissible range, lower limit (DC)	19.2 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
Reverse polarity protection	Yes
Mains buffering	
• Mains/voltage failure stored energy time	10 ms
Input current	
Current consumption (rated value)	0.51 A
Current consumption, max.	0.7 A
Inrush current, max.	1.34 A; Rated value
I_t	0.3 A ² s
Power	
Infeed power to the backplane bus	8.05 W
Power loss	
Power loss, typ.	6.5 W
Memory	
Number of slots for SIMATIC memory card	1
SIMATIC memory card required	Yes
Work memory	
• integrated (for program)	400 kbyte
• integrated (for data)	2 Mbyte
Load memory	
• Plug-in (SIMATIC Memory Card), max.	32 Gbyte

Backup	
• maintenance-free	Yes
CPU processing times	
for bit operations, typ.	25 ns
for word operations, typ.	32 ns
for fixed point arithmetic, typ.	42 ns
for floating point arithmetic, typ.	170 ns
CPU-blocks	
Number of elements (total)	4 000; Blocks (OB, FB, FC, DB) and UDTs
DB	
• Number range	1 ... 60 999; subdivided into: number range that can be used by the user: 1 ... 59 999, and number range of DBs created via SFC 86: 60 000 ... 60 999
• Size, max.	2 Mbyte; For DBs with absolute addressing, the max. size is 64 KB
FB	
• Number range	0 ... 65 535
• Size, max.	400 kbyte
FC	
• Number range	0 ... 65 535
• Size, max.	400 kbyte
OB	
• Size, max.	400 kbyte
• Number of free cycle OBs	100
• Number of time alarm OBs	20
• Number of delay alarm OBs	20
• Number of cyclic interrupt OBs	20; With minimum OB 3x cycle of 250 µs
• Number of process alarm OBs	50
• Number of DPV1 alarm OBs	3
• Number of isochronous mode OBs	1
• Number of technology synchronous alarm OBs	2
• Number of startup OBs	100
• Number of asynchronous error OBs	4
• Number of synchronous error OBs	2
• Number of diagnostic alarm OBs	1
Nesting depth	
• per priority class	24
Counters, timers and their retentivity	
S7 counter	
• Number	2 048
Retentivity	
— adjustable	Yes
IEC counter	
• Number	Any (only limited by the main memory)
Retentivity	
— adjustable	Yes
S7 times	
• Number	2 048
Retentivity	
— adjustable	Yes
IEC timer	
• Number	Any (only limited by the main memory)
Retentivity	
— adjustable	Yes
Data areas and their retentivity	
Retentive data area (incl. timers, counters, flags), max.	256 kbyte; in total; available retentive memory for bit memories, timers, counters, DBs, and technology data (axes): 216 KB
Flag	
• Size, max.	16 kbyte
• Number of clock memories	8; 8 clock memory bit, grouped into one clock memory byte
Data blocks	
• Retentivity adjustable	Yes
• Retentivity preset	No


Local data	
• per priority class, max.	64 kbyte; max. 16 KB per block
Address area	
Number of IO modules	2 048; max. number of modules / submodules
I/O address area	
• Inputs	32 kbyte; All inputs are in the process image
• Outputs	32 kbyte; All outputs are in the process image
per integrated IO subsystem	
— Inputs (volume)	8 kbyte
— Outputs (volume)	8 kbyte
per CM/CP	
— Inputs (volume)	8 kbyte
— Outputs (volume)	8 kbyte
Subprocess images	
• Number of subprocess images, max.	32
Address space per module	
• Address space per module, max.	288 byte; For input and output data respectively
Address space per station	
• Address space per station, max.	2 560 byte; for central inputs and outputs; depending on configuration; 2 048 bytes for ET 200SP modules + 512 bytes for ET 200AL modules
Hardware configuration	
Number of distributed IO systems	32; A distributed I/O system is characterized not only by the integration of distributed I/O via PROFINET or PROFIBUS communication modules, but also by the connection of I/O via AS-I master modules or links (e.g. IE/PB-Link)
Number of DP masters	
• Via CM	1
Number of IO Controllers	
• integrated	1
• Via CM	0
Rack	
• Modules per rack, max.	82; CPU + 64 modules + server module (mounting width max. 1 m) + 16 ET 200AL modules
• Quantity of operable ET 200SP modules, max.	64
• Quantity of operable ET 200AL modules, max.	16
• Number of lines, max.	1
PiP CM	
• Number of PiP CMs	the number of connectable PiP CMs is only limited by the number of available slots
Time of day	
Clock	
• Type	Hardware clock
• Backup time	6 wk; At 40 °C ambient temperature, typically
• Deviation per day, max.	10 s; Typ.: 2 s
Operating hours counter	
• Number	16
Clock synchronization	
• supported	Yes
• to DP, master	Yes; Via CM DP module
• to DP, slave	Yes; Via CM DP module
• in AS, master	Yes
• in AS, slave	Yes
• on Ethernet via NTP	Yes
Interfaces	
Number of PROFINET interfaces	1
Number of PROFIBUS interfaces	1; Via CM DP module
Optical interface	No
1. Interface	
Interface types	
• RJ 45 (Ethernet)	Yes; X1 P3; opt. X1 P1 and X1 P2 via BusAdapter BA 2x RJ45
• Number of ports	3; 1. integr. + 2. via BusAdapter
• integrated switch	Yes
• BusAdapter (PROFINET)	Yes; compatible BusAdapters: BA 2x RJ45, BA 2x FC, BA 2x M12

Protocols	
• IP protocol	Yes; IPv4
• PROFINET IO Controller	Yes
• PROFINET IO Device	Yes
• SIMATIC communication	Yes
• Open IE communication	Yes; Optionally also encrypted
• Web server	Yes
• Media redundancy	Yes
PROFINET IO Controller	
Services	
— PG/OP communication	Yes
— Isochronous mode	Yes
— Direct data exchange	Yes; Requirement: IRT and isochronous mode (MRPD optional)
— IRT	Yes
— PROFinenergy	Yes; per user program
— Prioritized startup	Yes; Max. 32 PROFINET devices
— Number of connectable IO Devices, max.	128; In total, up to 512 distributed I/O devices can be connected via AS-i, PROFIBUS or PROFINET
— Of which IO devices with IRT, max.	64
— Number of connectable IO Devices for RT, max.	128
— of which in line, max.	128
— Number of IO Devices that can be simultaneously activated/deactivated, max.	8; in total across all interfaces
— Number of IO Devices per tool, max.	8
— Updating times	The minimum value of the update time also depends on communication share set for PROFINET IO, on the number of IO devices, and on the quantity of configured user data
Update time for IRT	
— for send cycle of 250 μ s	250 μ s to 4 ms; Note: In the case of IRT with isochronous mode, the minimum update time of 500 μ s of the isochronous OB is decisive
— for send cycle of 500 μ s	500 μ s to 8 ms; Note: In the case of IRT with isochronous mode, the minimum update time of 625 μ s of the isochronous OB is decisive
— for send cycle of 1 ms	1 ms to 16 ms
— for send cycle of 2 ms	2 ms to 32 ms
— for send cycle of 4 ms	4 ms to 64 ms
— With IRT and parameterization of "odd" send cycles	Update time = set "odd" send clock (any multiple of 125 μ s: 375 μ s, 625 μ s ... 3 875 μ s)
Update time for RT	
— for send cycle of 250 μ s	250 μ s to 128 ms
— for send cycle of 500 μ s	500 μ s to 256 ms
— for send cycle of 1 ms	1 ms to 512 ms
— for send cycle of 2 ms	2 ms to 512 ms
— for send cycle of 4 ms	4 ms to 512 ms
PROFINET IO Device	
Services	
— PG/OP communication	Yes
— Isochronous mode	No
— IRT	Yes
— PROFinenergy	Yes; per user program
— Shared device	Yes
— Number of IO Controllers with shared device, max.	4
— activation/deactivation of I-devices	Yes; per user program
— Asset management record	Yes; per user program
2. Interface	
Interface types	
• RS 485	Yes; Via CM DP module
• Number of ports	1
Protocols	
• PROFIBUS DP master	Yes
• PROFIBUS DP slave	Yes
• SIMATIC communication	Yes
PROFIBUS DP master	
• Number of connections, max.	48; Of which 4 each reserved for ES and HMI

• Number of DP slaves, max.	125; In total, up to 512 distributed I/O devices can be connected via AS-i, PROFIBUS or PROFINET
Services	
— PG/OP communication	Yes
— Equidistance	No
— Isochronous mode	No
— Activation/deactivation of DP slaves	Yes
Interface types	
RJ 45 (Ethernet)	
• 100 Mbps	Yes
• Autonegotiation	Yes
• Autocrossing	Yes
• Industrial Ethernet status LED	Yes
RS 485	
• Transmission rate, max.	12 Mbit/s
Protocols	
PROFIsafe	No
Number of connections	
• Number of connections, max.	128; via integrated interfaces of the CPU and connected CPs / CMs
• Number of connections reserved for ES/HMI/web	10
• Number of connections via integrated interfaces	88
• Number of connections per CP/CM	32
• Number of S7 routing paths	16
Redundancy mode	
• H-Sync forwarding	Yes
Media redundancy	
— Media redundancy	Yes; only via BusAdapter
— MRP	Yes; MRP Automanager according to IEC 62439-2 Edition 2.0, MRP Manager; MRP Client
— MRP interconnection, supported	Yes; as MRP ring node according to IEC 62439-2 Edition 3.0
— MRPD	Yes; Requirement: IRT
— Switchover time on line break, typ.	200 ms; For MRP, bumpless for MRPD
— Number of stations in the ring, max.	50
SIMATIC communication	
• PG/OP communication	Yes; encryption with TLS V1.3 pre-selected
• S7 routing	Yes
• Data record routing	Yes
• S7 communication, as server	Yes
• S7 communication, as client	Yes
• User data per job, max.	See online help (S7 communication, user data size)
Open IE communication	
• TCP/IP	Yes
— Data length, max.	64 kbyte
— several passive connections per port, supported	Yes
• ISO-on-TCP (RFC1006)	Yes
— Data length, max.	64 kbyte
• UDP	Yes
— Data length, max.	2 kbyte; 1 472 bytes for UDP broadcast
— UDP multicast	Yes; max. 78 multicast circuits
• DHCP	Yes
• DNS	Yes
• SNMP	Yes
• DCP	Yes
• LLDP	Yes
• Encryption	Yes; Optional
Web server	
• HTTP	Yes; Standard and user pages
• HTTPS	Yes; Standard and user pages
OPC UA	
• Runtime license required	Yes; "Small" license required
• OPC UA Client	Yes; Data Access (registered Read/Write), Method Call

— Application authentication	Yes
— Security policies	Available security policies: None, Basic128Rsa15, Basic256Rsa15, Basic256Sha256
— User authentication	"anonymous" or by user name & password
— Number of connections, max.	4
— Number of nodes of the client interfaces, recommended max.	1 000
— Number of elements for one call of OPC-UA_NodeGetHandleList/OPC-UA_ReadList/OPC-UA_WriteList, max.	300
— Number of elements for one call of OPC-UA_NameSpaceGetIndexList, max.	20
— Number of elements for one call of OPC-UA_MethodGetHandleList, max.	100
— Number of simultaneous calls of the client instructions for session management, per connection, max.	1
— Number of simultaneous calls of the client instructions for data access, per connection, max.	5
— Number of registerable nodes, max.	5 000
— Number of registerable method calls of OPC-UA_MethodCall, max.	100
— Number of inputs/outputs when calling OPC-UA_MethodCall, max.	20
• OPC UA Server	Yes; Data Access (Read, Write, Subscribe), Method Call, Alarms & Condition (A&C), Custom Address Space
— Application authentication	Yes
— Security policies	available security policies: None, Basic128Rsa15, Basic256Rsa15, Basic256Sha256, Aes128Sha256RsaOaep, Aes256Sha256RsaPss
— User authentication	"anonymous" or by user name & password
— GDS support (certificate management)	Yes
— Number of sessions, max.	32
— Number of accessible variables, max.	50 000
— Number of registerable nodes, max.	10 000
— Number of subscriptions per session, max.	50
— Sampling interval, min.	100 ms
— Publishing interval, min.	200 ms
— Number of server methods, max.	20
— Number of inputs/outputs per server method, max.	20
— Number of monitored items, recommended max.	4 000; for 1 s sampling interval and 1 s send interval
— Number of server interfaces, max.	10 of each "Server interfaces" / "Companion specification" type and 20 of the type "Reference namespace"
— Number of nodes for user-defined server interfaces, max.	15 000
• Alarms and Conditions	Yes
— Number of program alarms	100
— Number of alarms for system diagnostics	50
Further protocols	
• MODBUS	Yes; MODBUS TCP
S7 message functions	
Number of login stations for message functions, max.	32
Program alarms	Yes
Number of configurable program messages, max.	5 000; Program messages are generated by the "Program_Alarm" block, ProDiag or GRAPH
Number of loadable program messages in RUN, max.	2 500
Test commissioning functions	
Joint commission (Team Engineering)	Yes; Parallel online access possible for up to 5 engineering systems
Status block	Yes; Up to 8 simultaneously (in total across all ES clients)
Single step	No
Number of breakpoints	8
Status/control	
• Status/control variable	Yes
• Variables	Inputs/outputs, memory bits, DBs, distributed I/Os, timers, counters
• Number of variables, max. — of which status variables, max.	200; per job

— of which control variables, max.	200; per job
Forcing	
• Forcing	Yes
• Forcing, variables	Peripheral inputs/outputs
• Number of variables, max.	200
Diagnostic buffer	
• present	Yes
• Number of entries, max.	1 000
— of which powerfail-proof	500
Traces	
• Number of configurable Traces	4; Up to 512 KB of data per trace are possible
Interrupts/diagnostics/status information	
Diagnostics indication LED	
• RUN/STOP LED	Yes
• ERROR LED	Yes
• MAINT LED	Yes
• Monitoring of the supply voltage (PWR-LED)	Yes
• Connection display LINK TX/RX	Yes
Supported technology objects	
Motion Control	Yes; Note: The number of technology objects affects the cycle time of the PLC program; selection guide via the TIA Selection Tool
• Number of available Motion Control resources for technology objects	1 120
• Required Motion Control resources	
— per speed-controlled axis	40
— per positioning axis	80
— per synchronous axis	160
— per external encoder	80
— per output cam	20
— per cam track	160
— per probe	40
• Positioning axis	
— Number of positioning axes at motion control cycle of 4 ms (typical value)	11
— Number of positioning axes at motion control cycle of 8 ms (typical value)	14
Controller	
• PID_Compact	Yes; Universal PID controller with integrated optimization
• PID_3Step	Yes; PID controller with integrated optimization for valves
• PID-Temp	Yes; PID controller with integrated optimization for temperature
Counting and measuring	
• High-speed counter	Yes
Ambient conditions	
Ambient temperature during operation	
• horizontal installation, min.	-30 °C; No condensation
• horizontal installation, max.	60 °C
• vertical installation, min.	-30 °C; No condensation
• vertical installation, max.	50 °C
Altitude during operation relating to sea level	
• Installation altitude above sea level, max.	5 000 m; Restrictions for installation altitudes > 2 000 m, see manual
configuration / header	
configuration / programming / header	
Programming language	
— LAD	Yes
— FBD	Yes
— STL	Yes
— SCL	Yes
— GRAPH	Yes
Know-how protection	
• User program protection/password protection	Yes
• Copy protection	Yes
• Block protection	Yes

Access protection	
• protection of confidential configuration data	Yes
• Protection level: Write protection	Yes
• Protection level: Read/write protection	Yes
• Protection level: Complete protection	Yes
programming / cycle time monitoring / header	
• lower limit	adjustable minimum cycle time
• upper limit	adjustable maximum cycle time
Dimensions	
Width	100 mm
Height	117 mm
Depth	75 mm
Weights	
Weight, approx.	265 g
last modified:	8/8/2023 


SIEMENS

Data sheet

6ES7954-8LC03-0AA0


SIMATIC S7, memory card for S7-1x 00 CPU/SINAMICS, 3, 3 V Flash, 4 MB

Figure similar

General information	
Product type designation	Memory card
Memory	
Type of memory	Flash-EPROM
Flash	Yes
Memory size	4 Mbyte
Number of write/delete operations, min.	500 000
Data retention (after final programming action), min.	10 a; if the delete/write processes < 50 000 (1 a if the delete/write processes > 450 000)
Dimensions	
Width	24 mm
Height	32 mm
Depth	2.1 mm
Weights	
Weight, approx.	3 g
last modified:	2/8/2021 

SIEMENS


Data sheet

6XV1870-3QH10

product type designation	IE TP Cord RJ45/RJ45, 4x2
product description	Patch cable, preferred length, preassembled with two RJ45 connectors (10/100/1000/10000MB) Industrial Ethernet TP Cord RJ45/RJ45, CAT 6A, TP cable 4x2, pre-assembled with 2 RJ45 connectors, length 1 m.



suitability for use	Easy connection of terminal devices to the IE FC cabling system
cable designation	LI 02YSCH 4x2x0,15 PIMF GN FRNC
wire length	1 m
electrical data	
number of electrical connections	2
attenuation factor per length	
• at 10 MHz / maximum	0.086 dB/m
• at 100 MHz / maximum	0.28 dB/m
• at 300 MHz / maximum	0.501 dB/m
• at 600 MHz / maximum	0.735 dB/m
impedance	
• at 1 MHz ... 100 MHz	100 Ω
• at 10 MHz ... 600 MHz	100 Ω
relative symmetrical tolerance	
• of the characteristic impedance at 1 MHz ... 100 MHz	15 %
• of the characteristic impedance at 10 MHz ... 600 MHz	10 %
coupling loss / at 30 MHz ... 100 MHz / minimum	70 dB
transfer impedance per length / at 10 MHz	10 mΩ/m
loop resistance per length / maximum	290 mΩ/m
insulation resistance coefficient	500 GΩ·m
operating voltage	
• RMS value	80 V
NVP value in percent	80 %
mechanical data	
number of electrical cores	8
design of the shield	Overlapped aluminum-clad foil, sheathed in a braided screen of tin-plated copper wires
core diameter	
• of AWG26 insulated conductor	0.5 mm
outer diameter	
• of inner conductor	0.5 mm
• of the wire insulation	1 mm
• of cable sheath	6.2 mm
symmetrical tolerance of the outer diameter / of cable sheath	0.3 mm
material	
• of the wire insulation	polyethylene (PE)
• of cable sheath	FRNC
color	

<ul style="list-style-type: none"> • of the insulation of data wires • of cable sheath 	white/blue, white/orange, white/green, white/brown green
bending radius	
<ul style="list-style-type: none"> • with single bend / minimum permissible • with multiple bends / minimum permissible 	31 mm 43.5 mm
weight per length	50 kg/km
ambient conditions	
ambient temperature	
<ul style="list-style-type: none"> • during operation • during storage • during transport • during installation • note 	-25 ... +80 °C -25 ... +80 °C -25 ... +80 °C -25 ... +80 °C In fixed installation -40 °C to 80 °C
fire behavior	flame resistant according to IEC 60332-1-2, smoke density according to IEC 61034
class of burning behaviour / according to EN 13501-6	Eca
chemical resistance	
<ul style="list-style-type: none"> • to mineral oil • to grease 	oil resistant according to IEC 60811-2-1 (4 h / 70°C) Conditional resistance
radiological resistance / to UV radiation	not resistant
protection class IP	IP20
product features, product functions, product components / general	
product feature	
<ul style="list-style-type: none"> • halogen-free • silicon-free 	Yes Yes
standards, specifications, approvals	
UL/ETL listing / 300 V Rating	No
UL/ETL style / 600 V Rating	Yes; E130266 AWM STYLE 21279
certificate of suitability	
<ul style="list-style-type: none"> • EAC approval • UL approval • RoHS conformity 	Yes Yes Yes
standard for structured cabling	Cat6A
Marine classification association	
<ul style="list-style-type: none"> • American Bureau of Shipping Europe Ltd. (ABS) • French marine classification society (BV) • Det Norske Veritas (DNV) • Germanische Lloyd (GL) • Lloyds Register of Shipping (LRS) • Nippon Kaiji Kyokai (NK) • Polski Rejestr Statkow (PRS) 	No No No No No No No
reference code	
<ul style="list-style-type: none"> • according to IEC 81346-2 • according to IEC 81346-2:2019 	WG WGB
further information / internet links	
internet link	
<ul style="list-style-type: none"> • to web page: selection aid TIA Selection Tool • to website: Industrial communication • to website: Industry Mail • to website: Information and Download Center • to website: Selection guide for cables and connectors • to website: Image database • to website: CAx-Download-Manager • to website: Industry Online Support 	http://www.siemens.com/tia-selection-tool http://www.siemens.com/simatic-net https://mail.industry.siemens.com http://www.siemens.com/industry/infocenter https://sic.ag/20dbrcP http://automation.siemens.com/blddb http://www.siemens.com/cax https://support.industry.siemens.com
last modified:	2/14/2023 

SIEMENS

Data sheet

6XV1870-3QH20

product type designation
product description


IE TP Cord RJ45/RJ45, 4x2

Patch cable, preferred length, preassembled with two RJ45 connectors
(10/100/1000/10000MB)

Industrial Ethernet TP Cord RJ45/RJ45, CAT 6A, TP cable 4x2, pre-assembled with 2 RJ45 connectors, length 2 m.



suitability for use	Easy connection of terminal devices to the IE FC cabling system
cable designation	LI 02YSCH 4x2x0,15 PIMF GN FRNC
wire length	2 m
electrical data	
number of electrical connections	2
attenuation factor per length	
• at 10 MHz / maximum	0.086 dB/m
• at 100 MHz / maximum	0.28 dB/m
• at 300 MHz / maximum	0.501 dB/m
• at 600 MHz / maximum	0.735 dB/m
impedance	
• at 1 MHz ... 100 MHz	100 Ω
• at 10 MHz ... 600 MHz	100 Ω
relative symmetrical tolerance	
• of the characteristic impedance at 1 MHz ... 100 MHz	15 %
• of the characteristic impedance at 10 MHz ... 600 MHz	10 %
coupling loss / at 30 MHz ... 100 MHz / minimum	70 dB
transfer impedance per length / at 10 MHz	10 mΩ/m
loop resistance per length / maximum	290 mΩ/m
operating voltage	
• RMS value	80 V
NVP value in percent	80 %
mechanical data	
number of electrical cores	8
design of the shield	Overlapped aluminum-clad foil, sheathed in a braided screen of tin-plated copper wires
core diameter	
• of AWG26 insulated conductor	0.5 mm
outer diameter	
• of inner conductor	0.5 mm
• of the wire insulation	1 mm
• of cable sheath	6.2 mm
symmetrical tolerance of the outer diameter / of cable sheath	0.3 mm
material	
• of the wire insulation	polyethylene (PE)
• of cable sheath	FRNC
color	
• of the insulation of data wires	white/blue, white/orange, white/green, white/brown


<ul style="list-style-type: none"> of cable sheath 	green
bending radius	
<ul style="list-style-type: none"> with single bend / minimum permissible 	31 mm
<ul style="list-style-type: none"> with multiple bends / minimum permissible 	43.5 mm
weight per length	50 kg/km
ambient conditions	
ambient temperature	
<ul style="list-style-type: none"> during operation 	-25 ... +80 °C
<ul style="list-style-type: none"> during storage 	-25 ... +80 °C
<ul style="list-style-type: none"> during transport 	-25 ... +80 °C
<ul style="list-style-type: none"> during installation 	-25 ... +80 °C
<ul style="list-style-type: none"> note 	In fixed installation -40 °C to 80 °C
fire behavior	flame resistant according to IEC 60332-1-2, smoke density according to IEC 61034
class of burning behaviour / according to EN 13501-6	Eca
chemical resistance	
<ul style="list-style-type: none"> to mineral oil 	oil resistant according to IEC 60811-2-1 (4 h / 70°C)
<ul style="list-style-type: none"> to grease 	Conditional resistance
radiological resistance / to UV radiation	not resistant
protection class IP	IP20
product features, product functions, product components / general	
product feature	
<ul style="list-style-type: none"> halogen-free 	Yes
<ul style="list-style-type: none"> silicon-free 	Yes
standards, specifications, approvals	
UL/ETL listing / 300 V Rating	No
UL/ETL style / 600 V Rating	Yes; E130266 AWM STYLE 21279
certificate of suitability	
<ul style="list-style-type: none"> EAC approval 	Yes
<ul style="list-style-type: none"> UL approval 	Yes
<ul style="list-style-type: none"> RoHS conformity 	Yes
standard for structured cabling	Cat6A
Marine classification association	
<ul style="list-style-type: none"> American Bureau of Shipping Europe Ltd. (ABS) 	No
<ul style="list-style-type: none"> French marine classification society (BV) 	No
<ul style="list-style-type: none"> Det Norske Veritas (DNV) 	No
<ul style="list-style-type: none"> Germanische Lloyd (GL) 	No
<ul style="list-style-type: none"> Lloyds Register of Shipping (LRS) 	No
<ul style="list-style-type: none"> Nippon Kaiji Kyokai (NK) 	No
<ul style="list-style-type: none"> Polski Rejestr Statkow (PRS) 	No
reference code	
<ul style="list-style-type: none"> according to IEC 81346-2 	WG
<ul style="list-style-type: none"> according to IEC 81346-2:2019 	WGB
further information / internet links	
internet link	
<ul style="list-style-type: none"> to web page: selection aid TIA Selection Tool 	http://www.siemens.com/tia-selection-tool
<ul style="list-style-type: none"> to website: Industrial communication 	http://www.siemens.com/simatic-net
<ul style="list-style-type: none"> to website: Industry Mall 	https://mall.industry.siemens.com
<ul style="list-style-type: none"> to website: Information and Download Center 	http://www.siemens.com/industry/infocenter
<ul style="list-style-type: none"> to website: Selection guide for cables and connectors 	https://sie.ag/2QdlxcP
<ul style="list-style-type: none"> to website: Image database 	http://automation.siemens.com/bilddb
<ul style="list-style-type: none"> to website: CAX-Download-Manager 	http://www.siemens.com/cax
<ul style="list-style-type: none"> to website: Industry Online Support 	https://support.industry.siemens.com
last modified:	2/14/2023 

SIEMENS

Data sheet

6ES7133-6CV15-1AM0


SIMATIC ET 200SP, 5 BU covers, 15 mm. for protection of empty slots

General information	
Product type designation	BU cover
Ambient conditions	
Ambient temperature during operation	
• min.	-40 °C
• max.	70 °C
Altitude during operation relating to sea level	
• Installation altitude above sea level, max.	5 000 m; Restrictions for installation altitudes > 2 000 m, see manual
Dimensions	
Width	15 mm
Height	73 mm
Depth	35.3 mm
last modified:	8/16/2023 

Liite 5. Siemens SINAMICS G120C osat

SIEMENS

Data sheet for SINAMICS G120C

MLFB-Ordering data

6SL3210-1KE15-8UF2



Figure similar

Client order no. :

Order no. :

Offer no. :

Remarks :

Item no. :

Consignment no. :

Project :

Rated data		General tech. specifications	
Input		Power factor λ	0.70 ... 0.85
Number of phases	3 AC	Offset factor $\cos \varphi$	0.95
Line voltage	380 ... 480 V +10 % -20 %	Efficiency η	0.97
Line frequency	47 ... 63 Hz	Sound pressure level (1m)	49 dB
Rated current (LO)	7.40 A	Power loss	0.07 kW
Rated current (HO)	6.00 A	Filter class (integrated)	Unfiltered
Output		Ambient conditions	
Number of phases	3 AC	Cooling	Air cooling using an integrated fan
Rated voltage	400 V	Cooling air requirement	0.005 m ³ /s (0.177 ft ³ /s)
Rated power IEC 400V (LO)	2.20 kW	Installation altitude	1000 m (3280.84 ft)
Rated power NEC 480V (LO)	3.00 hp	Ambient temperature	
Rated power IEC 400V (HO)	1.50 kW	Operation	-10 ... 40 °C (14 ... 104 °F)
Rated power NEC 480V (HO)	2.00 hp	Transport	-40 ... 70 °C (-40 ... 158 °F)
Rated current (IN)	5.80 A	Storage	-40 ... 70 °C (-40 ... 158 °F)
Rated current (LO)	5.60 A	Relative humidity	
Rated current (HO)	4.10 A	Max. operation	95 % At 40 °C (104 °F), condensation and icing not permissible
Max. output current	8.20 A	Closed-loop control techniques	
Pulse frequency	4.000 kHz	V/f linear / square-law / parameterizable	Yes
Output frequency for vector control	0 ... 240 Hz	V/f with flux current control (FCC)	Yes
Output frequency for V/f control	0 ... 550 Hz	V/f ECO linear / square-law	Yes
Overload capability		Sensorless vector control	Yes
Low Overload (LO)		Vector control, with sensor	No
150 % base load current IL for 3 s, followed by 110 % base load current IL for 57 s in a 300 s cycle time		Encoderless torque control	No
High Overload (HO)		Torque control, with encoder	No
200 % base load current IH for 3 s, followed by 150 % base load current IH for 57 s in a 300 s cycle time			

Technical data are subject to change! There may be discrepancies between calculated and rating plate values.

Page 1 of 3

Generated Wed Jan 09 10:33:28 CET 2019

SIEMENS

Data sheet for SINAMICS G120C

MLFB-Ordering data

6SL3210-1KE15-8UF2



Figure similar

Mechanical data		Communication	
Degree of protection	IP20 / UL open type	Communication	PROFINET / EtherNet/IP
Size	F5AA	Connections	
Net weight	1.40 kg (3.09 lb)	Signal cable	
Width	73 mm (2.87 in)	Conductor cross-section	0.15 ... 1.50 mm ² (AWG 24 ... AWG 16)
Height	173 mm (6.81 in)	Line side	
Depth	178 mm (7.01 in)	Version	Plug-in screw terminals
Inputs / outputs		Conductor cross-section	1.00 ... 2.50 mm ² (AWG 18 ... AWG 14)
Standard digital inputs		Motor end	
Number	6	Version	Plug-in screw terminals
Switching level: 0→1	11 V	Conductor cross-section	1.00 ... 2.50 mm ² (AWG 18 ... AWG 14)
Switching level: 1→0	5 V	DC link (for braking resistor)	
Max. inrush current	15 mA	Version	Plug-in screw terminals
Fail-safe digital inputs		Conductor cross-section	1.00 ... 2.50 mm ² (AWG 18 ... AWG 14)
Number	1	Line length, max.	15 m (49.21 ft)
Digital outputs		PE connection	On housing with M4 screw
Number as relay changeover contact	1	Max. motor cable length	
Output (resistive load)	DC 30 V, 0.5 A	Shielded	50 m (164.04 ft)
Number as transistor	1	Unshielded	100 m (328.08 ft)
Output (resistive load)	DC 30 V, 0.5 A	Standards	
Analog / digital inputs		Compliance with standards	UL, cUL, CE, C-Tick (RCM)
Number	1 (Differential input)	CE marking	EMC Directive 2004/108/EC, Low-Voltage Directive 2006/95/EC
Resolution	10 bit		
Switching threshold as digital input			
0→1	4 V		
1→0	1.6 V		
Analog outputs			
Number	1 (Non-isolated output)		
PTC/ KTY interface			
1 motor temperature sensor input, sensors that can be connected: PTC, KTY and Thermo-Click, accuracy ±5 °C			

Technical data are subject to change! There may be discrepancies between calculated and rating plate values.

SIEMENS

Data sheet for SINAMICS G120C

MLFB-Ordering data

6SL3210-1KE15-8UF2



Figure similar

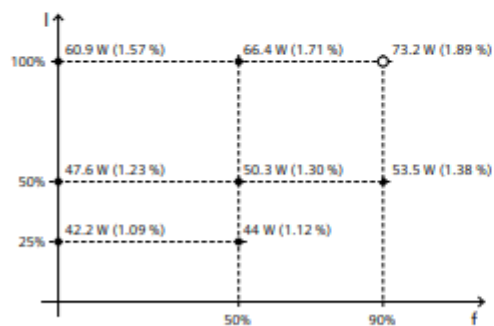
Converter losses to EN 50598-2*

Efficiency class

IE2

Comparison with the reference converter (90% / 100%)

-69.92 %



The percentage values show the losses in relation to the rated apparent power of the converter.

The diagram shows the losses for the points (as per standard EN 50598) of the relative torque generating current (I) over the relative motor stator frequency (f). The values are valid for the basic version of the converter without options/components.

*converted values

SIEMENS

Data sheet















3RV2011-1JA10


Circuit breaker size S00 for motor protection, CLASS 10 A-release 7...10 A N release 130 A screw terminal Standard switching capacity

product brand name	SIRIUS
product designation	Circuit breaker
design of the product	For motor protection
product type designation	3RV2
General technical data	
size of the circuit-breaker	S00
size of contactor can be combined company-specific	S00, S0
product extension auxiliary switch	Yes
power loss [W] for rated value of the current	
• at AC in hot operating state	9.25 W
• at AC in hot operating state per pole	3.1 W
insulation voltage with degree of pollution 3 at AC rated value	690 V
surge voltage resistance rated value	6 kV
shock resistance according to IEC 60068-2-27	25g / 11 ms
mechanical service life (operating cycles)	
• of the main contacts typical	100 000
• of auxiliary contacts typical	100 000
electrical endurance (operating cycles) typical	100 000
type of protection according to ATEX directive 2014/34/EU	Ex II (2) GD
certificate of suitability according to ATEX directive 2014/34/EU	DMT 02 ATEX F 001
reference code according to IEC 81346-2	Q
Substance Prohibitance (Date)	10/01/2009
SVHC substance name	Blei - 7439-92-1
Ambient conditions	
installation altitude at height above sea level maximum	2 000 m
ambient temperature	
• during operation	-20 ... +60 °C
• during storage	-50 ... +80 °C
• during transport	-50 ... +80 °C
relative humidity during operation	10 ... 95 %
Main circuit	
number of poles for main current circuit	3
adjustable current response value current of the current-dependent overload release	7 ... 10 A
operating voltage	
• rated value	20 ... 690 V
• at AC-3 rated value maximum	690 V
• at AC-3e rated value maximum	690 V
operating frequency rated value	50 ... 60 Hz
operational current rated value	10 A

operational current	
• at AC-3 at 400 V rated value	10 A
• at AC-3e at 400 V rated value	10 A
operating power	
• at AC-3	
— at 230 V rated value	2.2 kW
— at 400 V rated value	4 kW
— at 500 V rated value	5.5 kW
— at 690 V rated value	7.5 kW
• at AC-3e	
— at 230 V rated value	2.2 kW
— at 400 V rated value	4 kW
— at 500 V rated value	5.5 kW
— at 690 V rated value	7.5 kW
operating frequency	
• at AC-3 maximum	15 1/h
• at AC-3e maximum	15 1/h
Auxiliary circuit	
number of NC contacts for auxiliary contacts	0
number of NO contacts for auxiliary contacts	0
number of CO contacts for auxiliary contacts	0
Protective and monitoring functions	
product function	
• ground fault detection	No
• phase failure detection	Yes
trip class	CLASS 10
design of the overload release	thermal
maximum short-circuit current breaking capacity (Icu)	
• at AC at 240 V rated value	100 kA
• at AC at 400 V rated value	100 kA
• at AC at 500 V rated value	42 kA
• at AC at 690 V rated value	6 kA
operating short-circuit current breaking capacity (Ics) at AC	
• at 240 V rated value	100 kA
• at 400 V rated value	100 kA
• at 500 V rated value	42 kA
• at 690 V rated value	4 kA
response value current of instantaneous short-circuit trip unit	130 A
UL/CSA ratings	
full-load current (FLA) for 3-phase AC motor	
• at 480 V rated value	10 A
• at 600 V rated value	10 A
yielded mechanical performance [hp]	
• for single-phase AC motor	
— at 110/120 V rated value	0.5 hp
— at 230 V rated value	1.5 hp
• for 3-phase AC motor	
— at 200/208 V rated value	2 hp
— at 220/230 V rated value	3 hp
— at 460/480 V rated value	5 hp
— at 575/600 V rated value	10 hp
Short-circuit protection	
product function short circuit protection	Yes
design of the short-circuit trip	magnetic
design of the fuse link for IT network for short-circuit protection of the main circuit	
• at 400 V	gL/gG 50 A
• at 500 V	gL/gG 40 A
• at 690 V	gL/gG 40 A
Installation/ mounting/ dimensions	
mounting position	any

fastening method	screw and snap-on mounting onto 35 mm DIN rail according to DIN EN 60715
height	97 mm
width	45 mm
depth	97 mm
required spacing	
<ul style="list-style-type: none"> • with side-by-side mounting at the side • for grounded parts at 400 V <ul style="list-style-type: none"> — downwards — upwards — at the side • for live parts at 400 V <ul style="list-style-type: none"> — downwards — upwards — at the side • for grounded parts at 500 V <ul style="list-style-type: none"> — downwards — upwards — at the side • for live parts at 500 V <ul style="list-style-type: none"> — downwards — upwards — at the side • for grounded parts at 690 V <ul style="list-style-type: none"> — downwards — upwards — backwards — at the side — forwards • for live parts at 690 V <ul style="list-style-type: none"> — downwards — upwards — backwards — at the side — forwards 	0 mm 30 mm 30 mm 9 mm 30 mm 30 mm 9 mm 30 mm 30 mm 9 mm 30 mm 30 mm 9 mm 50 mm 50 mm 0 mm 30 mm 0 mm 50 mm 50 mm 0 mm 30 mm 0 mm
Connections/ Terminals	
type of electrical connection	
<ul style="list-style-type: none"> • for main current circuit 	screw-type terminals
arrangement of electrical connectors for main current circuit	Top and bottom
type of connectable conductor cross-sections	
<ul style="list-style-type: none"> • for main contacts <ul style="list-style-type: none"> — solid or stranded — finely stranded with core end processing • for AWG cables for main contacts 	2x (0,75 ... 2,5 mm ²), 2x 4 mm ² 2x (0,5 ... 1,5 mm ²), 2x (0,75 ... 2,5 mm ²) 2x (18 ... 14), 2x 12
tightening torque	
<ul style="list-style-type: none"> • for main contacts with screw-type terminals 	0,8 ... 1,2 N·m
design of screwdriver shaft	Diameter 5 to 6 mm
size of the screwdriver tip	Pozidriv size 2
design of the thread of the connection screw	
<ul style="list-style-type: none"> • for main contacts 	M3
Safety related data	
B10 value	
<ul style="list-style-type: none"> • with high demand rate according to SN 31920 	5 000
proportion of dangerous failures	
<ul style="list-style-type: none"> • with low demand rate according to SN 31920 • with high demand rate according to SN 31920 	50 % 50 %
failure rate [FIT]	
<ul style="list-style-type: none"> • with low demand rate according to SN 31920 	50 FIT
T1 value for proof test interval or service life according to IEC 61508	10 a
protection class IP on the front according to IEC 60529	IP20

touch protection on the front according to IEC 60529	finger-safe, for vertical contact from the front				
display version for switching status	Handle				
Certificates/ approvals					
General Product Approval					For use in hazardous locations
Confirmation			KC		
For use in hazardous locations	Declaration of Conformity	Test Certificates		Marine / Shipping	
			Type Test Certificates/Test Report	Special Test Certificate	
Marine / Shipping					other
					Confirmation
other	Railway				
	Vibration and Shock	Confirmation			

Further information

Siemens has decided to exit the Russian market (see here).
<https://press.siemens.com/global/en/pressrelease/siemens-wind-down-russian-business>

Siemens is working on the renewal of the current EAC certificates.
Please contact your local Siemens office on the status of validity of the EAC certification if you intend to import or offer to supply these products to an EAC relevant market (other than the sanctioned EAEU member states Russia or Belarus).

Information on the packaging
<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109813875>

Information- and Downloadcenter (Catalogs, Brochures,...)
<https://www.siemens.com/it10>

Industry Mall (Online ordering system)
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/en/Catalog/product?mlfb=3RV2011-1JA10>

Cax online generator
<http://support.automation.siemens.com/WWW/CAXorder/default.aspx?lang=en&mlfb=3RV2011-1JA10>

Service&Support (Manuals, Certificates, Characteristics, FAQs,...)
<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/ps/3RV2011-1JA10>

Image database (product images, 2D dimension drawings, 3D models, device circuit diagrams, EPLAN macros, ...)
http://www.automation.siemens.com/blddb/cax_de.aspx?mlfb=3RV2011-1JA10&lang=en

Characteristic: Tripping characteristics, I_t, Let-through current
<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/ps/3RV2011-1JA10/char>

Further characteristics (e.g. electrical endurance, switching frequency)
<http://www.automation.siemens.com/blddb/index.aspx?view=Search&mlfb=3RV2011-1JA10&objecttype=14&gridview=view1>

Liite 6. Siemens SINAMICS S120 osat

SIEMENS

Data sheet for Motor Module

MLFB-Ordering data

6SL3120-2TE15-0AD0



Figure similar

Client order no. :

Order no. :

Offer no. :

Remarks :

Item no. :

Consignment no. :

Project :

Rated data		Ambient conditions	
DC link voltage	DC 510 ... 720 V	Installation altitude (without derating)	1000 m (3281 ft)
Electronics power supply	DC 24 V -15 % / +20 %	Cooling ⁴⁾	Internal air cooling
Current demand, max.	0.90 A	Cooling air requirement	0.009 m ³ /s
DC-link current I_d ¹⁾	12.0 A	Ambient temperature	
Output current		During operation	
Rated value I_N	2 x 5.0 A	0 ... 40 °C (32 ... 104 °F)	
Base load current I_{N1}	2 x 4.3 A	Connections	
For S6 duty (40%) I_{S6}	2 x 6.7 A	Motor end	
I_{max}	2 x 15.0 A	Version	connector (X1, X2)
Type rating ²⁾		Conductor cross-section	2 ... 6 mm ² (16 ... 10 AWG)
Based on I_N	2 x 2.7 kW	PE connection	M5 screw
Based on I_{N1}	2 x 2.3 kW	Max. motor cable length	
Rated pulse frequency	4.00 kHz	Shielded	50 m (164 ft)
Current carrying capacity		Unshielded	75 m (246 ft)
DC link busbars ³⁾	100 A	Standards	
24 V busbars ⁴⁾	20 A	Compliance with standards	
DC link capacitance	220 µF	CE, cULus	
Output frequency for servo control ⁵⁾	650 Hz	Safety Integrated	
Output frequency for V/f control ⁶⁾	600 Hz	SIL 2 acc. to IEC 61508, PL d acc. to EN ISO 13849-1, Category 3 acc. to EN ISO 13849-1	
Output frequency for vector control ⁷⁾	300 Hz		

SIEMENS

Data sheet for Motor Module

MLFB-Ordering data

6SL3120-2TE15-0AD0



Figure similar

Mechanical data		General tech. specifications	
Line side		Sound pressure level (1m)	60.0 dB
Width	50.00 mm (1.97 in)	Power loss, typ.(max. ⁹⁾	0.08 kW / 0.13 kW
Height	380.00 mm (14.96 in)		
Depth	270.00 mm (10.63 in)		
Degree of protection	IP20 / UL open type		
Type of construction	Booksize		
Net weight	4.7 kg (10.36 lb)		

1) Rated dc link current for dimensioning an external DC connection

2) Rated output of a typical standard asynchronous motor at 400 V 3 AC

3) 200 A possible with reinforced DC link bridges (accessory).

4) If, when connecting several Line Modules and Motor Modules in series, the current carrying capacity exceeds 20 A, another 24 V DC connection is required using a 24 V terminal adapter (max. connectable cross-section 6 mm², max. protection 20 A).

5) With rated output current (max. output frequency 1300 Hz at a current controller cycle of 62.5 µs, pulse frequency 8 kHz, 60 % permissible output current). Observe the dependency between max. output frequency and current derating. At present, the output frequency is limited to 550 Hz, the values stated apply with the high output frequency license.

6) Observe the dependency between max. output frequency and current derating. At present, the output frequency is limited to 550 Hz, the values stated apply with the high output frequency license.

7) Observe the dependency between max. output frequency and current derating.

8) Power units with intensified air cooling thanks to integrated fan

9) Power loss of the Motor Module with rated power including losses of the 24 V DC electronics power supply

SIEMENS

Data sheet for SINAMICS S120 control unit CU320-2 PN



Article No. : 6SL3040-1MA01-0AA0

Client order no. :
Order no. :
Offer no. :
Remarks :

Item no. :
Consignment no. :
Project :

Inputs / outputs

Digital inputs

Number	12
Voltage	-3 ... 30 V
Low level	-3 ... 5 V
High level	15 ... 30 V
Power consumption at 24 V DC, typ.	3.5 mA
Delay time L→H, typ. ¹⁾	50 µs
Delay time H→L, typ. ¹⁾	150 µs

Digital I/O

Number of bidirectional, not potential-free inputs ²⁾	8
--	---

As input

Voltage	-3 ... 30 V
Low level	-3 ... 5 V
High level	15 ... 30 V
Power consumption at 24 V DC, typ.	3.5 mA
Delay time L→H ¹⁾	5 µs
Delay time H→L ¹⁾	50 µs

As output

Continuous short-circuit proof	Yes
Voltage	DC 24 V
Load current per digital output, max.	500 mA
Delay time L→H, typ./ max.	150 µs / 400 µs
Delay time H→L, typ./ max.	75 µs / 100 µs

Electrical data

Electronics power supply	DC 24 V (20.4 ... 28.8 V)
Max. power consumption ³⁾	1.0 A
Power loss, max.	24 W
Protection, max.	20 A

Communication

Communication	PROFINET, EtherNet/IP
---------------	-----------------------

Environmental conditions

Installation altitude	2,000 m (6,561.68 ft)
Ambient temperature during	
Operation	0 ... 55 °C (32 ... 131 °F)
Storage	-25 ... 55 °C (-13 ... 131 °F)
Transport	-40 ... 70 °C (-40 ... 158 °F)
Relative humidity during	
Transport, max.	95 % at 40 °C (104 °F)

Connections

PE connection	1 (M5 screw)
Supply voltage, max.	2.5 mm ² (AWG 14)
Digital inputs, max.	1.5 mm ² (AWG 16)
Digital inputs/outputs, max.	1.5 mm ² (AWG 16)
DRIVE-CLiQ	4
PROFINET	2
PROFIBUS	--
RS232	1
Ethernet	1
Temperature sensor	--
24 V	1
Measuring sockets	3
Number of slots	
Flash card	1
for option modules	1

Mechanical data

Net weight	2.20 kg (4.85 lb)
Dimensions	
Width	50.0 mm (1.97 in)
Height	300.0 mm (11.81 in)
Depth	226.0 mm (8.90 in)

Standards

Compliance with standards	CE, KC, cULus, EAC, C-Tick (RCM)
---------------------------	----------------------------------

¹⁾ The specified delay times refer to the hardware. The actual reaction time depends on the time slot in which the digital input or output is processed.

²⁾ Can be parameterized - as DI - as DO

³⁾ Without taking into account digital outputs. Option slot extension and DRIVE-CLiQ supply

SIEMENS

Data sheet for Smart Line Modules Booksize

Article No. : 6SL3130-6AE15-0AB1

Client order no. :
Order no. :
Offer no. :
Remarks :

Item no. :
Consignment no. :
Project :



Figure similar

Electrical data

Input	
Number of phases	3 AC
Line voltage	342 ... 528 V
Line frequency	47 ... 63 Hz
Short-circuit strength ¹⁾	65 kA
Line power factor	
Fundamental power factor, minimal	.96
Total	0.65 ... 0.90
Overvoltage category	Class III
DC link voltage ²⁾	
DC link voltage	1.35 x line voltage
Electronics power supply with DC	24 V (-15 % / 20 %)

Connections

Line side	
Design	screw-type terminal (X1)
Conductor cross-section	2.5 ... 6 mm ² (AWG 14 ... AWG 10)
PE conductor	M5 screw
Shield connecting kit	Cable shield connection plate integrated into the connector
Line length, max.	
Shielded	350 m (1,148.29 ft)
Unshielded	560 m (1,837.27 ft)

Mechanical data

Degree of protection	IP20 / UL open type
Type of construction	Booksize
Net weight	4.7 kg (10.36 lb)
Dimensions	
Width	50 mm (1.97 in)
Height	380 mm (14.96 in)
Depth	270 mm (10.63 in)

Standards

Compliance with standards	CE, cULus
---------------------------	-----------

Rated data

Infeed power	
Rated value	5.0 kW (5.0 hp)
for S6 duty	6.5 kW
Maximum	10.0 kW
Regenerative feedback power	
Rated value	5.0 kW (5.0 hp)
for S6 duty	6.5 kW
Maximum	10.0 kW
DC-link current	
at 540 V DC	9.3 A
at 600 V DC	8.3 A
for S6 duty	11.0 A
Maximum	16.6 A
Input current	
at 380 V AC 3-phase	8.6 A
at 400 V AC 3-phase	8.1 A
at 480 V AC 3-phase	6.7 A
at 400 V S6 duty	10.6 A
at 400 V, maximum	15.7 A
Current requirement at 24 V DC, maximum	0.80 A
Capacity of the busbars	
for electronics power supply at 24 V DC	20 A
for DC-link connection	100 A
DC link capacitance	
of the Smart Line Module	220 µF
of the drive system, maximum	6,000 µF

General technical specifications

Sound pressure level	60 dB
Losses ³⁾	0.080 kW

Ambient conditions

Ambient temperature in operation	0 ... 40 °C (32 ... 104 °F)
Cooling air throughput	0.008 m ³ /s (0.283 ft ³ /s)
Installation altitude	1,000 m (3,280.84 ft)
Type of cooling	Internal air cooling
RI suppression	Standard: No radio interference suppression; With line filter: Category C2 to EN 61800-3 Total cable length up to 350 m (1148 ft) (shielded)

¹⁾In conjunction with the recommended Class J fuse, or circuit breaker according to UL489 / CSA 22.2 No. 5-02

²⁾The DC link voltage is maintained at the mean value of the rectified line voltage.

³⁾Power loss of the Smart Line Module with rated power including losses of the 24 V DC electronics power supply

SIEMENS

Data sheet















3RV2021-4BA10


Circuit breaker size S0 for motor protection, CLASS 10 A-release 13...20 A N-release 260 A screw terminal Standard switching capacity

product brand name	SIRIUS
product designation	Circuit breaker
design of the product	For motor protection
product type designation	3RV2
General technical data	
size of the circuit-breaker	S0
size of contactor can be combined company-specific	S00, S0
product extension auxiliary switch	Yes
power loss [W] for rated value of the current	
• at AC in hot operating state	10.5 W
• at AC in hot operating state per pole	3.5 W
insulation voltage with degree of pollution 3 at AC rated value	690 V
surge voltage resistance rated value	6 kV
shock resistance according to IEC 60068-2-27	25g / 11 ms
mechanical service life (operating cycles)	
• of the main contacts typical	100 000
• of auxiliary contacts typical	100 000
electrical endurance (operating cycles) typical	100 000
type of protection according to ATEX directive 2014/34/EU	Ex II (2) GD
certificate of suitability according to ATEX directive 2014/34/EU	DMT 02 ATEX F 001
reference code according to IEC 81346-2	Q
Substance Prohibitance (Date)	10/01/2009
SVHC substance name	Blei - 7439-92-1
Ambient conditions	
installation altitude at height above sea level maximum	2 000 m
ambient temperature	
• during operation	-20 ... +60 °C
• during storage	-50 ... +80 °C
• during transport	-50 ... +80 °C
relative humidity during operation	10 ... 95 %
Main circuit	
number of poles for main current circuit	3
adjustable current response value current of the current-dependent overload release	13 ... 20 A
operating voltage	
• rated value	20 ... 690 V
• at AC-3 rated value maximum	690 V
• at AC-3e rated value maximum	690 V
operating frequency rated value	50 ... 60 Hz
operational current rated value	20 A

operational current	
• at AC-3 at 400 V rated value	20 A
• at AC-3e at 400 V rated value	20 A
operating power	
• at AC-3	
— at 230 V rated value	5.5 kW
— at 400 V rated value	7.5 kW
— at 500 V rated value	11 kW
— at 690 V rated value	15 kW
• at AC-3e	
— at 230 V rated value	5.5 kW
— at 400 V rated value	7.5 kW
— at 500 V rated value	11 kW
— at 690 V rated value	15 kW
operating frequency	
• at AC-3 maximum	15 1/h
• at AC-3e maximum	15 1/h
Auxiliary circuit	
number of NC contacts for auxiliary contacts	0
number of NO contacts for auxiliary contacts	0
number of CO contacts for auxiliary contacts	0
Protective and monitoring functions	
product function	
• ground fault detection	No
• phase failure detection	Yes
trip class	CLASS 10
design of the overload release	thermal
maximum short-circuit current breaking capacity (I_{cu})	
• at AC at 240 V rated value	100 kA
• at AC at 400 V rated value	55 kA
• at AC at 500 V rated value	10 kA
• at AC at 690 V rated value	4 kA
operating short-circuit current breaking capacity (I_{cs}) at AC	
• at 240 V rated value	100 kA
• at 400 V rated value	25 kA
• at 500 V rated value	5 kA
• at 690 V rated value	2 kA
response value current of instantaneous short-circuit trip unit	260 A
UL/CSA ratings	
full-load current (FLA) for 3-phase AC motor	
• at 480 V rated value	20 A
• at 600 V rated value	20 A
yielded mechanical performance [hp]	
• for single-phase AC motor	
— at 110/120 V rated value	1.5 hp
— at 230 V rated value	3 hp
• for 3-phase AC motor	
— at 200/208 V rated value	7.5 hp
— at 220/230 V rated value	5 hp
— at 460/480 V rated value	10 hp
Short-circuit protection	
product function short circuit protection	Yes
design of the short-circuit trip	magnetic
design of the fuse link for IT network for short-circuit protection of the main circuit	
• at 400 V	gL/gG 63 A
• at 500 V	gL/gG 50 A
• at 690 V	gL/gG 50 A
Installation/ mounting/ dimensions	
mounting position	any
fastening method	screw and snap-on mounting onto 35 mm DIN rail according to DIN EN 60715

height	97 mm
width	45 mm
depth	97 mm
required spacing	
<ul style="list-style-type: none"> • with side-by-side mounting at the side • for grounded parts at 400 V <ul style="list-style-type: none"> — downwards — upwards — at the side • for live parts at 400 V <ul style="list-style-type: none"> — downwards — upwards — at the side • for grounded parts at 500 V <ul style="list-style-type: none"> — downwards — upwards — at the side • for live parts at 500 V <ul style="list-style-type: none"> — downwards — upwards — at the side • for grounded parts at 690 V <ul style="list-style-type: none"> — downwards — upwards — backwards — at the side — forwards • for live parts at 690 V <ul style="list-style-type: none"> — downwards — upwards — backwards — at the side — forwards 	0 mm 30 mm 30 mm 9 mm 30 mm 30 mm 9 mm 30 mm 30 mm 9 mm 30 mm 30 mm 9 mm 50 mm 50 mm 0 mm 30 mm 0 mm 50 mm 50 mm 0 mm 30 mm 0 mm
Connections/ Terminals	
type of electrical connection	
<ul style="list-style-type: none"> • for main current circuit 	screw-type terminals
arrangement of electrical connectors for main current circuit	Top and bottom
type of connectable conductor cross-sections	
<ul style="list-style-type: none"> • for main contacts <ul style="list-style-type: none"> — solid or stranded — finely stranded with core end processing • for AWG cables for main contacts 	2x (1 ... 2.5 mm ²), 2x (2.5 ... 10 mm ²) 2x (1 ... 2.5 mm ²), 2x (2.5 ... 6 mm ²), 1x 10 mm ² 2x (16 ... 12), 2x (14 ... 8)
tightening torque	
<ul style="list-style-type: none"> • for main contacts with screw-type terminals 	2 ... 2.5 N·m
design of screwdriver shaft	Diameter 5 to 6 mm
size of the screwdriver tip	Pozidriv size 2
design of the thread of the connection screw	
<ul style="list-style-type: none"> • for main contacts 	M4
Safety related data	
B10 value	
<ul style="list-style-type: none"> • with high demand rate according to SN 31920 	5 000
proportion of dangerous failures	
<ul style="list-style-type: none"> • with low demand rate according to SN 31920 • with high demand rate according to SN 31920 	50 % 50 %
failure rate [FIT]	
<ul style="list-style-type: none"> • with low demand rate according to SN 31920 	50 FIT
T1 value for proof test interval or service life according to IEC 61508	10 a
protection class IP on the front according to IEC 60529	IP20
touch protection on the front according to IEC 60529	finger-safe, for vertical contact from the front

display version for switching status		Handle	
Certificates/ approvals			
General Product Approval			For use in hazardous locations
 CCC	Confirmation	 UL	KC
			 ATEX
For use in hazardous locations	Declaration of Conformity	Test Certificates	Marine / Shipping
 IECEX		 EG-Konf.	Type Test Certificates/Test Report
			Special Test Certificate
			 ABS
Marine / Shipping	other		
 BUREAU VERITAS	 DNV	 LRS	 PRS
			 RINA
			Confirmation
other	Railway		
 VDE	Confirmation	Vibration and Shock	

Further information

Siemens has decided to exit the Russian market (see here).
<https://press.siemens.com/global/en/pressrelease/siemens-wind-down-russian-business>

Siemens is working on the renewal of the current EAC certificates.
 Please contact your local Siemens office on the status of validity of the EAC certification if you intend to import or offer to supply these products to an EAC relevant market (other than the sanctioned EAEU member states Russia or Belarus).

Information on the packaging
<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109813875>

Information- and Downloadcenter (Catalogs, Brochures,...)
<https://www.siemens.com/c10>

Industry Mall (Online ordering system)
<https://mail.industry.siemens.com/mall/en/en/Catalog/product?mlfb=3RV2021-4BA10>

Cax online generator
<http://support.automation.siemens.com/WW/CAX/order/default.aspx?lang=en&mlfb=3RV2021-4BA10>

Service&Support (Manuals, Certificates, Characteristics, FAQs,...)
<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/ps/3RV2021-4BA10>

Image database (product images, 2D dimension drawings, 3D models, device circuit diagrams, EPLAN macros, ...)
http://www.automation.siemens.com/blddb/cax_de.aspx?mlfb=3RV2021-4BA10&lang=en

Characteristic: Tripping characteristics, I^t, Let-through current
<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/ps/3RV2021-4BA10/char>

Further characteristics (e.g. electrical endurance, switching frequency)
<http://www.automation.siemens.com/blddb/index.aspx?view=Search&mlfb=3RV2021-4BA10&objecttype=14&gridview=view1>

Liite 7. Eaton EMS2 osat

DATASHEET - EMS2-DO-T-9-SWD

DOL starter, 24 V DC, 1,5 - 7 (AC-53a), 9 (AC-51) A, Push in terminals, SmartWire-DT slave



Powering Business Worldwide™

Part no. EMS2-DO-T-9-SWD
192387
EL Number 4100376
(Norway)

General specifications	
Product name	Eaton Moeller® series EMS2 DOL starter
Part no.	EMS2-DO-T-9-SWD
EAN	4015081930845
Product Length/Depth	114,5 millimetre
Product height	99 millimetre
Product width	22,5 millimetre
Product weight	0,297 kilogram
Certifications	IEC/EN 60947-4-2 UL508 CE marking UL 60947-4-1 UL listed UL Category Control No.: NLDX, NLDX7 UL File No.: E338590 UL report applies to both US and Canada Certified by UL for use in Canada CSA-C22.2 No. 60947-4-1-14
Product Tradename	EMS2
Product Type	DOL starter
Product Sub Type	None
Catalog Notes	AC-53a: Please note possible derating. Circuit design: safety output stage with bypass, three-phase disconnect.
Features & Functions	
Functions	Temperature compensated overload protection Motor protection DOL starting For connecting to SmartWire-DT for expanded diagnostics Automatic reset Display of Device Type Manual reset Display of Motor current in % Display of Operating direction feedback Operating the motor starter Display of Operational readiness Display of Overload prewarning Display of Set short-circuit release value Display of Thermal motor image in % Display of Trip indications (overload, phase failure, etc.)
General information	
Class	CLASS 10 A
Connection to SmartWire-DT	Yes
Degree of protection	IP20 NEMA Other
Model	Direct starter
Mounting method	Rail mounting possible Top-hat rail fixing (according to IEC/EN 60715, 35 mm)
Mounting position	Motor feeder at bottom Vertical
Overload release current setting - min	1,5 A
Overload release current setting - max	9 A
Product category	Electronic motor starter
Protocol	Other bus systems
Residual ripple	≤ 5 % (input voltage)
Terminal capacity	0,2 - 2,5 mm ² , Main cables, Push-in terminals
Terminal capacity (AWG)	24 - 14, Push-in terminals
Type	DOL starter (complete device)
Voltage type	DC

Climatic environmental conditions		
Ambient operating temperature - min		-5 °C
Ambient operating temperature - max		55 °C
Ambient storage temperature - min		40 °C
Ambient storage temperature - max		80 °C
Electro magnetic compatibility		
Radio interference class		Class A (EN 61000-6-3, emitted interference, radiated) EN 55011
Electrical rating		
Inrush current		120 mA (draw)
Rated conditional short-circuit current (I _{sc}), type 2, 380 V, 400 V, 415 V		0 A
Rated control supply current I _s		60 mA
Rated control supply voltage		19.2 - 30 V DC
Rated control supply voltage (U _s) at AC, 50 Hz - min		0 V
Rated control supply voltage (U _s) at AC, 50 Hz - max		0 V
Rated control supply voltage (U _s) at AC, 60 Hz - min		0 V
Rated control supply voltage (U _s) at AC, 60 Hz - max		0 V
Rated control supply voltage (U _s) at DC - min		24 V
Rated control supply voltage (U _s) at DC - max		24 V
Rated operational current (I _e)		9 A
Rated operational current (I _e) at AC-3, 380 V, 400 V, 415 V		6.5 A
Rated operational current (I _e) at AC-51		9 A
Rated operational current (I _e) at AC-53A - max		7 A
Rated operational power at AC-3, 220/230 V, 50 Hz		1.5 kW
Rated operational power at AC-3, 380/400 V, 50 Hz		3 kW
Rated operational power at AC-53A, 380/400 V, 50 Hz		3 kW
Rated operational voltage		42 - 550 V 500 V AC
Switching level		-3 - 9.6 V DC, Switching level "Low", Actuating circuit (DN, L, R) < 5 V DC, Switching level "confirm Off", Actuating circuit (DN, L, R) 19.2 - 30 V DC, Switching level "High", Actuating circuit (DN, L, R)
Contacts		
Number of auxiliary contacts (normally closed contacts)		0
Number of auxiliary contacts (normally open contacts)		0
Design verification		
Equipment heat dissipation, current-dependent P _{vid}		12 W
Heat dissipation capacity P _{diss}		0 W
Heat dissipation per pole, current-dependent P _{vid}		0 W
Rated operational current for specified heat dissipation (I _n)		9 A
Static heat dissipation, non-current-dependent P _{vs}		2 W
Heat dissipation details		If necessary, Allow for derating
10.2.2 Corrosion resistance		Meets the product standard's requirements.
10.2.3.1 Verification of thermal stability of enclosures		Meets the product standard's requirements.
10.2.3.2 Verification of resistance of insulating materials to normal heat		Meets the product standard's requirements.
10.2.3.3 Resist. of insul. mat. to abnormal heat/fire by internal elect. effects		Meets the product standard's requirements.
10.2.4 Resistance to ultra-violet (UV) radiation		Meets the product standard's requirements.
10.2.5 Lifting		Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.2.6 Mechanical impact		Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.2.7 Inscriptions		Meets the product standard's requirements.
10.3 Degree of protection of assemblies		Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.4 Clearances and creepage distances		Meets the product standard's requirements.
10.5 Protection against electric shock		Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.6 Incorporation of switching devices and components		Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.7 Internal electrical circuits and connections		Is the panel builder's responsibility.
10.8 Connections for external conductors		Is the panel builder's responsibility.
10.9.2 Power-frequency electric strength		Is the panel builder's responsibility.

10.9.3 Impulse withstand voltage		Is the panel builder's responsibility.
10.9.4 Testing of enclosures made of insulating material		Is the panel builder's responsibility.
10.10 Temperature rise		The panel builder is responsible for the temperature rise calculation. Eaton will provide heat dissipation data for the devices.
10.11 Short-circuit rating		Is the panel builder's responsibility. The specifications for the switchgear must be observed.
10.12 Electromagnetic compatibility		Is the panel builder's responsibility. The specifications for the switchgear must be observed.
10.13 Mechanical function		The device meets the requirements, provided the information in the instruction leaflet (IL) is observed.

Technical data ETIM 8.0

Low-voltage industrial components (EG000017) / Motor starter/Motor starter combination (EC001037)

Electric engineering, automation, process control engineering / Low-voltage switch technology / Load breakout, motor breakout / Motor starter combination (sch#as10.0.1-27-09-05 [AJZ718013])

Type of motor starter		Direct online starter (DDL)
With short-circuit release		No
Rated control supply voltage U_s at AC 50HZ	V	0 - 0
Rated control supply voltage U_s at AC 60HZ	V	0 - 0
Rated control supply voltage U_s at DC	V	24 - 24
Voltage type for actuating		DC
Rated operation power at AC-3, 230 V, 3-phase	kW	1.5
Rated operation power at AC-3, 400 V	kW	3
Rated power, 480 V, 60 Hz, 3-phase	kW	0
Rated power, 575 V, 60 Hz, 3-phase	kW	0
Rated operation current I_e	A	9
Rated operation current at AC-3, 400 V	A	6.5
Overload release current setting	A	1.5 - 9
Rated conditional short-circuit current, type 1, 480 Y/277 V	A	0
Rated conditional short-circuit current, type 1, 600 Y/347 V	A	0
Rated conditional short-circuit current, type 2, 230 V	A	0
Rated conditional short-circuit current, type 2, 400 V	A	0
Number of auxiliary contacts as normally open contact		0
Number of auxiliary contacts as normally closed contact		0
Ambient temperature, upper operating limit	°C	55
Temperature compensated overload protection		Yes
Release class		CLASS 10 A
Type of electrical connection of main circuit		Spring clamp connection
Type of electrical connection for auxiliary- and control current circuit		Spring clamp connection
Rail mounting possible		Yes
With transformer		No
Number of command positions		0
Suitable for emergency stop		No
Coordination class according to IEC 60947-4-3		Class 1
Number of indicator lights		0
External reset possible		No
With fuse		No
Degree of protection (IP)		IP20
Degree of protection (NEMA)		Other
Supporting protocol for TCP/IP		No
Supporting protocol for PROFIBUS		No
Supporting protocol for CAN		No
Supporting protocol for INTERBUS		No
Supporting protocol for ASI		No
Supporting protocol for Modbus		No
Supporting protocol for Data-Highway		No
Supporting protocol for DeviceNet		No

Supporting protocol for SUCONET		No
Supporting protocol for LDN		No
Supporting protocol for PROFINET ID		No
Supporting protocol for PROFINET CBA		No
Supporting protocol for SERCOS		No
Supporting protocol for Foundation Fieldbus		No
Supporting protocol for EtherNet/IP		No
Supporting protocol for AS-Interface Safety at Work		No
Supporting protocol for DeviceNet Safety		No
Supporting protocol for INTERBUS-Safety		No
Supporting protocol for PROFIsafe		No
Supporting protocol for SafetyBUS p		No
Supporting protocol for other bus systems		Yes
Width	mm	22.5
Height	mm	99
Depth	mm	114.5

DATASHEET - SWD4-8SF2-5

External device plug, SmartWire-DT, at ribbon cable for connection of SWD module



Part no. SWD4-8SF2-5
116022
EL Number 4519788
(Norway)

General specifications	
Product name	Eaton SWD4 Accessory External device plug
Part no.	SWD4-8SF2-5
EAN	4015081157624
Product Length/Depth	17 millimetre
Product height	36 millimetre
Product width	15 millimetre
Product weight	0.096 kilogram
Certifications	IEC/EN 61131-2 UL File No.: E29184 CSA Class No.: 3211-07 UL Category Control No.: NKCR CSA UL CSA File No.: 2324643 EN 50178
Product Tradename	SWD4
Product Type	Accessory
Product Sub Type	External device plug
Catalog Notes	not relevant
Features & Functions	
Functions	For connecting the ribbon cable to SmartWire-DT modules in the control panel
General information	
Degree of protection	IP20 (according to IEC/EN 60529, EN 50178, VBG 4) IP20
Product category	SmartWire-DT accessories
Ambient conditions, mechanical	
Constant acceleration	1 g, 8.4 - 150 Hz, according to IEC/EN 61131-2, Vibrations
Constant amplitude	3,5 mm, 5 - 8.4 Hz, according to IEC/EN 61131-2, Vibrations
Mounting position	As required
Shock resistance	15 g, Mechanical, according to IEC/EN 60068-2-27, Half-sinusoidal shock 11 ms, 9 Impacts
Climatic environmental conditions	
Air pressure	795 - 1080 hPa (operation)
Ambient operating temperature - min	-25 °C
Ambient operating temperature - max	55 °C
Ambient storage temperature - min	-40 °C
Ambient storage temperature - max	70 °C
Climatic proofing	Dry heat to IEC 60068-2-2 Damp heat, constant, to IEC 60068-2-3
Environmental conditions	Condensation: prevent with appropriate measures
Operating temperature - min	-25 °C
Operating temperature - max	55 °C
Relative humidity	5 - 95 % (non-condensing, IEC/EN 60068-2-30)
Electrical rating	
Power loss	0 W
Communication	
Connection to SmartWire-DT	Yes
Connection type	Socket, 8-pole
Input/Output	

Number of insertion cycles		200
Design verification		
Equipment heat dissipation, current-dependent P _{vid}		0 W
Heat dissipation capacity P _{diss}		0 W
Heat dissipation per pole, current-dependent P _{vid}		0 W
Rated operational current for specified heat dissipation (I _n)		0 A
Static heat dissipation, non-current-dependent P _{vs}		0 W
10.2.2 Corrosion resistance		Meets the product standard's requirements.
10.2.3.1 Verification of thermal stability of enclosures		Meets the product standard's requirements.
10.2.3.2 Verification of resistance of insulating materials to normal heat		Meets the product standard's requirements.
10.2.3.3 Resist. of insul. mat. to abnormal heat/fire by internal elect. effects		Meets the product standard's requirements.
10.2.4 Resistance to ultra-violet (UV) radiation		Meets the product standard's requirements.
10.2.5 Lifting		Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.2.6 Mechanical impact		Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.2.7 Inscriptions		Meets the product standard's requirements.
10.3 Degree of protection of assemblies		Meets the product standard's requirements.
10.4 Clearances and creepage distances		Meets the product standard's requirements.
10.5 Protection against electric shock		Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.6 Incorporation of switching devices and components		Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.7 Internal electrical circuits and connections		Is the panel builder's responsibility.
10.8 Connections for external conductors		Is the panel builder's responsibility.
10.9.2 Power-frequency electric strength		Is the panel builder's responsibility.
10.9.3 Impulse withstand voltage		Is the panel builder's responsibility.
10.9.4 Testing of enclosures made of insulating material		Is the panel builder's responsibility.
10.10 Temperature rise		The panel builder is responsible for the temperature rise calculation. Eaton will provide heat dissipation data for the devices.
10.11 Short-circuit rating		Is the panel builder's responsibility.
10.12 Electromagnetic compatibility		Is the panel builder's responsibility.
10.13 Mechanical function		The device meets the requirements, provided the information in the instruction leaflet (IL) is observed.

Technical data ETIM 8.0

Programmable logic controllers PLC (EG000024) / Accessories/spare parts for controls (EC002584)		
Electric engineering, automation, process control engineering / Display and control component / Panel (HMI) / Panel (HMI, accessories) (ec1@ss10.0.1-27-33-02-92 [AFX005003])		
Type of electrical accessory/spare part		Plug
Type of mechanical accessory/spare part		Other
Accessory		Yes
Spare part		No

DATASHEET - EU5C-SWD-PROFINET

Gateway, SWD, 99 SWD cards on PROFINET



Part no. EU5C-SWD-PROFINET
170124
EL Number 4560870
(Norway)

General specifications	
Product name	Eaton EU5C Communication module
Part no.	EU5C-SWD-PROFINET
EAN	4015081666218
Product Length/Depth	127 millimetre
Product height	90 millimetre
Product width	35 millimetre
Product weight	0.16 kilogram
Certifications	UL File No.: E221530 CSA UL UL report applies to both US and Canada IEC/EN 61131-2 UL Category Control No.: NRQA
Product Tradename	EU5C
Product Type	Communication module
Product Sub Type	None
Catalog Notes	If contactors with a total current consumption > 3 A are connected, a power feeder module EU5C-SWD-PF1/2 has to be used. If SWD modules with a total current consumption > 0.7 A are connected, a power feeder module EU5C-SWD-PF2 has to be used. The gateway features a separate USB diagnostic interface (mini USB).
Features & Functions	
Features	Potential isolation (Fieldbus Interface) Overload proof
Functions	For connection to field bus PROFINET as PROFINET IO-Device
Operating mode	Address allocation via PROFINET
General information	
Degree of protection	IP20
Overvoltage category	II
Pollution degree	2
Product category	SmartWire-DT coordinators
Repetition rate	1 s
Residual ripple	≤ 5 % (input voltage)
Suitable for	Safety functions
Terminal capacity	0.2 - 1.5 mm ² , solid 0.25 - 1.5 mm ² , flexible with ferrule 24 - 16 AWG, solid or stranded
Voltage type	DC
Ambient conditions, mechanical	
Constant acceleration	1 g, 9 - 150 Hz, according to IEC/EN 61131-2, Vibrations
Constant amplitude	3,5 mm, 5 - 9 Hz, according to IEC/EN 61131-2, Vibrations
Drop and topple	50 mm Drop height, Drop to IEC/EN 60068-2-31
Height of fall (IEC/EN 60068-2-32) - max	1 m
Mounting position	As required
Shock resistance	15 g, Mechanical, according to IEC/EN 60068-2-27, Half-sinusoidal shock 11 ms, 9 Impacts
Climatic environmental conditions	
Air pressure	795 - 1080 hPa (operation)
Ambient operating temperature - min	-25 °C
Ambient operating temperature - max	55 °C
Ambient storage temperature - min	-40 °C
Ambient storage temperature - max	70 °C

Climatic proofing		In accordance with IEC 60068-2
Operating temperature - min		-25 °C
Operating temperature - max		55 °C
Relative humidity		5 - 95 % (non-condensing, IEC/EN 60068-2-30)
Electro magnetic compatibility		
Air discharge		8 kV, according to IEC 61131-2, level 3, ESD
Burst impulse		2 kV, Supply cable, according to IEC/EN 61131-2, Level 3 1 kV 1 kV, SmartWire-DT cable, according to IEC/EN 61131-2, Level 3
Contact discharge		4 kV, according to IEC/EN 61131-2, Level 2, ESD
Electromagnetic fields		3 V/m at 1.4 - 2 GHz (according to IEC/EN 61131-2:2008) 1 V/m at 2.0 - 2.7 GHz (according to IEC/EN 61131-2:2008) 10 V/m at 80 - 1000 MHz (according to IEC/EN 61131-2:2008)
Radiated RFI		10 V (IEC/EN 61131-2:2008, Level 3)
Radio interference class		Class A (EN 55011)
Surge rating		0.5 kV, Supply cable, Surge (IEC/EN 61131-2:2008, Level 1), EMC
Voltage dips		≤ 10 ms, Bridging voltage dips
Electrical rating		
Inrush current		44 A (for 2 ms)
Power loss		Normally 1 W
Rated control supply voltage		24 V DC (UPDW, -15 %/+20 %) 24 V DC (UAUX, -15 %/+20 %)
Rated operational current (Ie)		0.7 A
Rated operational voltage		14.5 V (± 3 % - SmartWire-DT) Typically UAUX -0.2 V (for 24 V DC slaves)
Short-circuit protection		Yes, Short-circuit rating, SmartWire-DT supply voltage No, external fuse FAZ Z3, Supply voltage UAux
Supply current - max		0.7 mA
Supply voltage at AC, 50 Hz - min		0 V
Supply voltage at AC, 50 Hz - max		0 V
Supply voltage at DC - min		20.4 V
Supply voltage at DC - max		28.8 V
Communication		
Connection		SmartWire-DT gateway for connecting up to 99 SmartWire-DT modules to an Industrial Ethernet network and for powering the SmartWire-DT modules and switchgear. Used to connect the SmartWire-DT communication system to industrial field bus systems. Powers SmartWire-DT modules and switchgear SmartWire-DT blade terminal SWD4-8MF2 A connection to PROFINET as a PROFINET I/O device can be established using the integrated 100 Mbit/s Ethernet switch and a slave configuration.
Connection type		SWD: Plug, 8-pole Push in terminals, Supply voltage 2 x RJ45 (2-channel switch), Field bus interface
Data transfer rate		542 Byte, Fieldbus interface, Output data, max. 125 kBit/s, SmartWire-DT 250 kBit/s, SmartWire-DT 800 Byte, Fieldbus interface, Input data, max. 100 MB/s, Fieldbus interface
Interfaces		Module type: PROFINET I/O Device Status display fieldbus interface for APL, SF, BF, LINK, RX/TX with Multi colour LED
LED indicator		Status indication of SmartWire-DT master: Green and red LEDs Status indication of Supply voltage: LED Status indication of SmartWire-DT network: Configurable green or red LED
Number of modules		99 (SmartWire-DT)
Protocol		PROFINET IO PROFINET
Station		IP, Station address, Fieldbus interface SmartWire-DT master, SmartWire-DT network
Safety		
Explosion safety category for dust		None
Explosion safety category for gas		None
Potential isolation		Supply voltage UAUX: no Between UPow and 15 V SmartWire-DT supply voltage: no
Protection against polarity reversal		Yes Yes, for supply voltage (Siemens MPI optional)

Design verification		
Equipment heat dissipation, current-dependent P _{vid}		4.4 W
Heat dissipation capacity P _{diss}		0 W
Heat dissipation per pole, current-dependent P _{vid}		0 W
Rated operational current for specified heat dissipation (I _n)		0 A
Static heat dissipation, non-current-dependent P _{sa}		1 W
10.2.2 Corrosion resistance		Meets the product standard's requirements.
10.2.3.1 Verification of thermal stability of enclosures		Meets the product standard's requirements.
10.2.3.2 Verification of resistance of insulating materials to normal heat		Meets the product standard's requirements.
10.2.3.3 Resist. of insul. mat. to abnormal heat/fire by internal elect. effects		Meets the product standard's requirements.
10.2.4 Resistance to ultra-violet (UV) radiation		Meets the product standard's requirements.
10.2.5 Lifting		Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.2.6 Mechanical impact		Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.2.7 Inscriptions		Meets the product standard's requirements.
10.3 Degree of protection of assemblies		Meets the product standard's requirements.
10.4 Clearances and creepage distances		Meets the product standard's requirements.
10.5 Protection against electric shock		Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.6 Incorporation of switching devices and components		Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.7 Internal electrical circuits and connections		Is the panel builder's responsibility.
10.8 Connections for external conductors		Is the panel builder's responsibility.
10.9.2 Power-frequency electric strength		Is the panel builder's responsibility.
10.9.3 Impulse withstand voltage		Is the panel builder's responsibility.
10.9.4 Testing of enclosures made of insulating material		Is the panel builder's responsibility.
10.10 Temperature rise		The panel builder is responsible for the temperature rise calculation. Eaton will provide heat dissipation data for the devices.
10.11 Short-circuit rating		Is the panel builder's responsibility.
10.12 Electromagnetic compatibility		Is the panel builder's responsibility.
10.13 Mechanical function		The device meets the requirements, provided the information in the instruction leaflet (IL) is observed.

Technical data ETIM 8.0

Programmable logic controllers PLC (EG000024) / Fieldbus, decentr. periphery - communication module (EC001604)

Electric engineering, automation, process control engineering / Control / Field bus, decentralized peripheral / Field bus, decentralized peripheral - communications module (echbsa10.0.1-27-24-26-08 [BAA073013])

Supply voltage AC 50 Hz	V	0 - 0
Supply voltage AC 60 Hz	V	0 - 0
Supply voltage DC	V	20.4 - 28.8
Voltage type of supply voltage		DC
Supporting protocol for TCP/IP		No
Supporting protocol for PROFIBUS		No
Supporting protocol for CAN		No
Supporting protocol for INTERBUS		No
Supporting protocol for ASI		No
Supporting protocol for KNX		No
Supporting protocol for Modbus		No
Supporting protocol for Data-Highway		No
Supporting protocol for DeviceNet		No
Supporting protocol for SUCONET		No
Supporting protocol for LDN		No
Supporting protocol for SERCOS		No
Supporting protocol for PROFINET IO		Yes
Supporting protocol for PROFINET CBA		No
Supporting protocol for Foundation Fieldbus		No
Supporting protocol for EtherNet/IP		No
Supporting protocol for AS-Interface Safety at Work		No
Supporting protocol for DeviceNet Safety		No

Supporting protocol for INTERBUS-Safety		No
Supporting protocol for PROFIsafe		No
Supporting protocol for SafetyBUS p		No
Supporting protocol for other bus systems		No
Radio standard Bluetooth		No
Radio standard Wi-Fi 802.11		No
Radio standard GPRS		No
Radio standard eGPRS		No
Radio standard GSM		No
Radio standard LTE		No
Radio standard UMTS		No
ID link master		No
System accessory		Yes
Degree of protection (IP)		IP20
With potential separation		No
Fieldbus connection over separate bus coupler possible		No
Rail mounting possible		Yes
Wall mounting/direct mounting		Yes
Front built-in possible		No
Rack-assembly possible		No
Suitable for safety functions		Yes
SIL according to IEC 61508		None
Performance level according to EN ISO 13849-1		None
Appendant operation agent (Ex ia)		No
Appendant operation agent (Ex ib)		No
Explosion safety category for gas		None
Explosion safety category for dust		None
Width	mm	35
Height	mm	90
Depth	mm	127

DATASHEET - SWD4-100LF8-24

Flat cable, SmartWire-DT, 100m, 8-Pole



Part no. SWD4-100LF8-24
116026
EL Number (Norway) 4519783

General specifications	
Product name	Eaton SWD4 Accessory Flat cable
Part no.	SWD4-100LF8-24
EAN	4015081157662
Product Length/Depth	350 millimetre
Product height	40 millimetre
Product width	350 millimetre
Product weight	3.5 kilogram
Certifications	UL File No.: E29184 CSA UL UL Category Control No.: NKCR CSA File No.: 2324643 CSA Class No.: 3211-07
Product Tradename	SWD4
Product Type	Accessory
Product Sub Type	Flat cable
Catalog Notes	Condensation: prevent with appropriate measures not ready-assembled Relative humidity: 5 - 95 % (non-condensing, IEC/EN 60068-2-30)
Features & Functions	
Features	Longitudinal water blocking cable UV resistant
Functions	For connecting the SmartWire-DT modules within the control panel
General information	
Cable length	100 m
Number of Poles	Eight-pole
Outer diameter - approximate	17.5 mm
Outer sheath material	Polyvinyl chloride (PVC)
Permitted bending radius, moving application with free movement - min	15 mm
Product category	SmartWire-DT accessories
Suitable as	Signaling cable
Climatic environmental conditions	
Ambient operating temperature - min	-25 °C
Ambient operating temperature - max	55 °C
Safety	
Flame retardant	In accordance with EN 60332-1-2
Design verification	
Equipment heat dissipation, current-dependent P _{vid}	0 W
Heat dissipation capacity P _{diss}	0 W
Heat dissipation per pole, current-dependent P _{vid}	0 W
Rated operational current for specified heat dissipation (I _n)	0 A
Static heat dissipation, non-current-dependent P _{vs}	0 W
10.2.2 Corrosion resistance	Meets the product standard's requirements.
10.2.3.1 Verification of thermal stability of enclosures	Meets the product standard's requirements.
10.2.3.2 Verification of resistance of insulating materials to normal heat	Meets the product standard's requirements.
10.2.3.3 Resist. of insul. mat. to abnormal heat/fire by internal elect. effects	Meets the product standard's requirements.
10.2.4 Resistance to ultra-violet (UV) radiation	Meets the product standard's requirements.
10.2.5 Lifting	Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.2.6 Mechanical impact	Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.

10.2.7 Inscriptions		Meets the product standard's requirements.
10.3 Degree of protection of assemblies		Meets the product standard's requirements.
10.4 Clearances and creepage distances		Meets the product standard's requirements.
10.5 Protection against electric shock		Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.6 Incorporation of switching devices and components		Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.7 Internal electrical circuits and connections		Is the panel builder's responsibility.
10.8 Connections for external conductors		Is the panel builder's responsibility.
10.9.2 Power-frequency electric strength		Is the panel builder's responsibility.
10.9.3 Impulse withstand voltage		Is the panel builder's responsibility.
10.9.4 Testing of enclosures made of insulating material		Is the panel builder's responsibility.
10.10 Temperature rise		The panel builder is responsible for the temperature rise calculation. Eaton will provide heat dissipation data for the devices.
10.11 Short-circuit rating		Is the panel builder's responsibility.
10.12 Electromagnetic compatibility		Is the panel builder's responsibility.
10.13 Mechanical function		The device meets the requirements, provided the information in the instruction leaflet (IL) is observed.

Technical data ETIM 8.0

Cables (EG000001) / Data and communication cable (EC003249)

Electric engineering, automation, process control engineering / Cable, wire / Communication cable / Data and communication cable (copper) (ec003249) (AKE197014)

Conductor material		Other
Conductor surface		Tinned
Diameter conductor	mm	1.35
Nominal cross section conductor	mm ²	0.23
AWG size		24
Conductor category		Class 2 = stranded
Number of cores		8
Number of stranding elements		0
Stranding element		Pairs
Material core insulation		Polyvinyl chloride (PVC)
Specification core insulation		Other
Core identification according to HD 308 S2		No
Core identification		Colour
Screen over stranding element		Foil
Stranding		Bundle
Screen over stranding		None
Longitudinal water blocking cable		Yes
Radial water blocking cable		No
Suitable for underground installation		No
Approved type of underground installation		Other
Protective sheath		Other
Material outer sheath		Polyvinyl chloride (PVC)
Specification material outer sheath		Other
Colour outer sheath		Green
Armouring/reinforcement		None
Material reinforcement		Other
Cable geometry		Flat
Reaction-to-fire class according to EN 13501-6		None
Smoke development class according to EN 13501-6		None
Euro class flaming droplets/particles according to EN 13501-6		None
Euro class acidity according to EN 13501-6		None
Halogen free (according to EN 60754-1/2)		No
Halogen free (according to IEC 60754-2)		No
Flame retardant		According to IEC/EN 60332-1-2
Low smoke (according to EN 61034-2)		No
Low smoke (according to IEC 61034-2)		No

Oil resistant (according to EN 60811-404)		No
Oil resistant (according to IEC 60811-404)		No
Insulation integrity according to IEC 60331		No
Circuit integrity		None
Outer diameter approx.	mm	17.5
Min. permitted bending radius, moving application with forced guidance	mm	15
Min. permitted bending radius, moving application/free movement	mm	15
Min. permitted bending radius, stationary application/permanent installation	mm	7.5
Permitted cable outer temperature during assembling/handling	°C	-10 - 105
Permitted cable outer temperature after assembling without vibration	°C	-30 - 105
Category		Other
NVP value	%	66.7
UV resistant		Yes
Certified for shipboard application		No
Segregation class according to EN 50174-2		
Suitable as telephone cable		No
Suitable as computer data cable		No
Suitable as signalling cable		Yes
Weight	kg/km	
Compatible with Grade2TV according to XP-C 90-483		No
Compatible with Grade3TV according to XP-C 90-483		No

DATASHEET - MSFB-4-125A



Board, 4 outgoing, 225mm width, 125 A

Part no. MSFB-4-125A
 Catalog No. 191091
 Alternate Catalog No. MSFB-4-125A
 EL-Nummer 2400347
 (Norway)



Delivery program

Product range			Accessories
Accessories			Board
Self-extinguishing			to UL 94
Width		mm	225
Pole			3
Rated operational current	I_n	A	125
For use with			MSFA...

Technical data

General

Standards			EN 61439-1
Interval between busbar centres		mm	60
Mounting position			horizontal
Degree of Protection			IP20
Weight		kg	0.79

Contacts

Rated operational voltage	U_n	V	690
Rated frequency	f	Hz	50/60
Rated impulse withstand voltage	U_{imp}	kV	6

Electrical data

Rated operational current	I_n	A	125
---------------------------	-------	---	-----

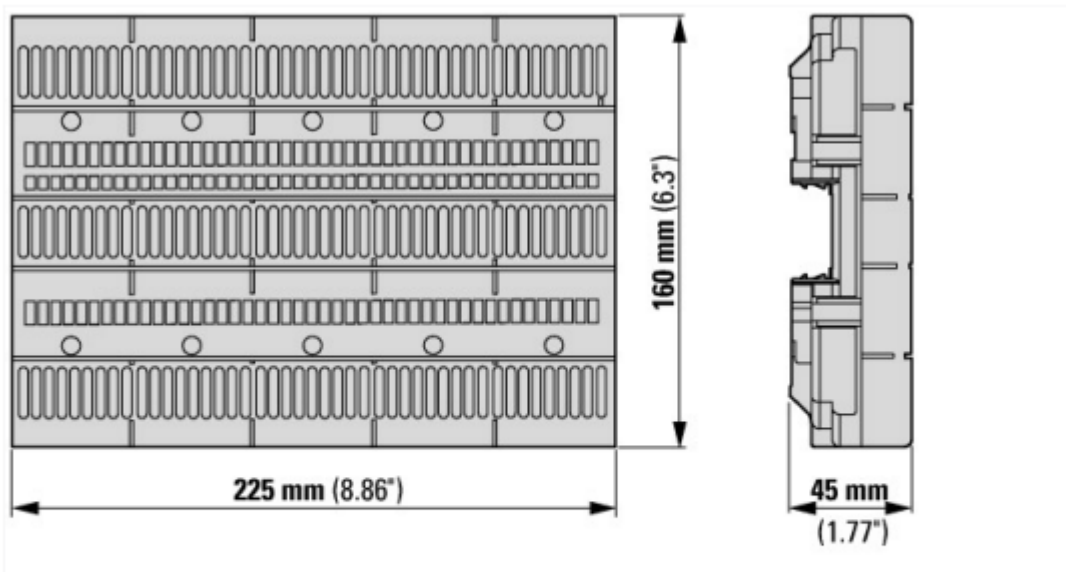
Technical data ETIM 7.0

Energy distribution systems (EG000015) / Busbar system for distribution boards (EC001900)

Electric engineering, automation, process control engineering / Electrical insulation and connecting material / Energy distribution system / Busbar system for distribution boards (ecibus10.0.1-27-40-06-13 [AC0389011])

Height		mm	160
Width		mm	225
Depth		mm	45
Number of poles			3
Busbar distance		mm	60
Busbar height		mm	0
Busbar thickness		mm	0
Rated current		A	125
Short-circuit breaking capacity (Icw)		kA	10
Material			Copper
Surface protection			Bare

Dimensions



Additional product information (links)

IL015080ZU Board

IL015080ZU Board

http://ftp.moeller.net/DOCUMENTATION/AWA_INSTRUCTIONS/IL015080ZU2018_05.pdf

Motor starters and "Special Purpose Ratings" for the North American market

http://www.eaton.eu/scm/groups/public/@pub/@europe/@electrical/documents/content/pct_3258146.pdf

Busbar Component Adapters for modern Industrial control panels

http://www.moeller.net/binary/ver_techpapers/ver960en.pdf

DATASHEET - MSFB-8-125A

Board, 8 outgoing, 405mm width, 125 A



Part no. MSFB-8-125A
191092
EL Number 2400348
(Norway)

General specifications	
Product name	Eaton Moeller® series MSF Feeder System
Part no.	MSFB-8-125A
EAN	4015081915903
Product Length/Depth	160 millimetre
Product height	45 millimetre
Product width	405 millimetre
Product weight	1.278 kilogram
Certifications	EN 61439-1
Product Tradename	MSF
Product Type	Feeder System
Product Sub Type	None
Features & Functions	
Material	Copper
Number of poles	Three-pole
General information	
Degree of protection	IP20
Flammability characteristics	To UL 94
Mounting method	60 mm distance between busbar centers
Product category	Accessories
Rated impulse withstand voltage (Uimp)	6000 V
Ambient conditions, mechanical	
Mounting position	Horizontal
Electrical rating	
Rated frequency - min	50 Hz
Rated frequency - max	60 Hz
Rated operational current (Ie) - max	125 A
Rated operational voltage (Ue) - max	690 V
Rated short-time withstand current (Icw)	10 kA

Technical data ETIM 8.0

Energy distribution systems (EG000015) / Busbar system for distribution boards (EC001900)

Electric engineering, automation, process control engineering / Electrical insulation and connecting material / Energy distribution system / Busbar system for distribution boards (ecI@ss10.0.1-27-40-06-13 [AC0389011])

Height	mm	45
Width	mm	405
Depth	mm	160
Number of poles		3
Busbar distance	mm	60
Busbar height	mm	0
Busbar thickness	mm	0
Rated current	A	125
Short-circuit breaking capacity (Icw)	kA	10
Material		Copper
Surface protection		Bare

DATASHEET - PKM0-12

Short-circuit protective breaker, Iu 12 A, Irm 186 A, Screw terminals, Also suitable for motors with efficiency class IE3.



Part no. PKM0-12
278490

General specifications	
Product name	Eaton Moeller® series PKM0 Short-circuit protective breaker
Part no.	PKM0-12
EAN	4015082784904
Product Length/Depth	76 millimetre
Product height	93 millimetre
Product width	45 millimetre
Product weight	0.288 kilogram
Compliances	CE Marked
Certifications	IEC 60947-4-1 UL 508 CSA Std. C22.2 No. 14 VDE IEC/EN 60947 VDE 0660
Product Tradename	PKM0
Product Type	Short-circuit protective breaker
Product Sub Type	None
Catalog Notes	Can be snapped on to IEC/EN 60715 top-hat rail with 7.5 or 15 mm height.
Features & Functions	
Actuator type	Turn button
Number of poles	Three-pole
General information	
Connection	Screw terminals
Degree of protection	IP20 Terminals: IP00
Lifespan, electrical	100,000 operations (at 400V, AC-3)
Lifespan, mechanical	100,000 Operations (Main conducting paths)
Mounting position	Can be snapped on to IEC/EN 60715 top-hat rail with 7.5 or 15 mm height.
Operating frequency	40 Operations/h
Overvoltage category	III
Pollution degree	3
Product category	Motor protective circuit breaker
Protection	Finger and back-of-hand proof, Protection against direct contact when actuated from front (EN 50274)
Rated impulse withstand voltage (Uimp)	6000 V AC
Shock resistance	25 g, Mechanical, according to IEC/EN 60068-2-27, Half-sinusoidal shock 10 ms
Suitable for	Also motors with efficiency class IE3
Temperature compensation	-5 - 40 °C to IEC/EN 60947, VDE 0660 -25 - 55 °C, Operating range ≤ 0.25 %/K, residual error for T > 40°
Type	Short-circuit protective device only
Climatic environmental conditions	
Altitude	Max. 2000 m
Ambient operating temperature - min	-25 °C
Ambient operating temperature - max	55 °C
Ambient operating temperature (enclosed) - min	25 °C
Ambient operating temperature (enclosed) - max	40 °C
Ambient storage temperature - min	40 °C
Ambient storage temperature - max	80 °C
Climatic proofing	Damp heat, constant, to IEC 60068-2-78

		Damp heat, cyclic, to IEC 60068-2-30
Terminal capacities		
Terminal capacity (flexible with ferrule)		2 x (1 - 6) mm ² , ferrule to DIN 46228 1 x (1 - 6) mm ² , ferrule to DIN 46228
Terminal capacity (solid)		1 x (1 - 6) mm ² 2 x (1 - 6) mm ²
Terminal capacity (solid/stranded AWG)		18 - 10
Stripping length (main cable)		10 mm
Tightening torque		1.7 Nm, Screw terminals, Main cable 1 Nm, Screw terminals, Control circuit cables
Electrical rating		
Rated frequency - min		50 Hz
Rated frequency - max		60 Hz
Rated operational current (Ie)		12 A
Rated operational power at AC-3, 220/230 V, 50 Hz		3 kW
Rated operational power at AC-3, 380/400 V, 50 Hz		5.5 kW
Rated operational power at AC-3, 440 V, 50 Hz		5.5 kW
Rated operational power at AC-3, 500 V, 50 Hz		5.5 kW
Rated operational power at AC-3, 690 V, 50 Hz		11 kW
Rated operational voltage (Ue) - min		690 V
Rated operational voltage (Ue) - max		690 V
Rated uninterrupted current (Iu)		12 A
Short-circuit rating		
Rated short-circuit breaking capacity Icu at 400 V AC		50 kA
Short-circuit release		± 20% tolerance, Trip blocks Basic device fixed 15.5 x Iu, Trip Blocks 186 A, Irm, Setting range max.
Switching capacity		
Switching capacity		12 A (3 contacts in series), DC-5 up to 250V 12 A, AC-3 up to 690 V
Trip blocks		
Overload release current setting - min		0 A
Overload release current setting - max		0 A
Design verification		
Equipment heat dissipation, current-dependent Pvid		6.64 W
Heat dissipation capacity Pdis		0 W
Heat dissipation per pole, current-dependent Pvid		2.21 W
Rated operational current for specified heat dissipation (In)		12 A
Static heat dissipation, non-current-dependent Pvs		0 W
10.2.2 Corrosion resistance		Meets the product standard's requirements.
10.2.3.1 Verification of thermal stability of enclosures		Meets the product standard's requirements.
10.2.3.2 Verification of resistance of insulating materials to normal heat		Meets the product standard's requirements.
10.2.3.3 Resist. of insul. mat. to abnormal heat/fire by internal elect. effects		Meets the product standard's requirements.
10.2.4 Resistance to ultra-violet (UV) radiation		Meets the product standard's requirements.
10.2.5 Lifting		Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.2.6 Mechanical impact		Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.2.7 Inscriptions		Meets the product standard's requirements.
10.3 Degree of protection of assemblies		Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.4 Clearances and creepage distances		Meets the product standard's requirements.
10.5 Protection against electric shock		Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.6 Incorporation of switching devices and components		Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.7 Internal electrical circuits and connections		Is the panel builder's responsibility.
10.8 Connections for external conductors		Is the panel builder's responsibility.
10.9.2 Power-frequency electric strength		Is the panel builder's responsibility.
10.9.3 Impulse withstand voltage		Is the panel builder's responsibility.
10.9.4 Testing of enclosures made of insulating material		Is the panel builder's responsibility.

10.10 Temperature rise		The panel builder is responsible for the temperature rise calculation. Eaton will provide heat dissipation data for the devices.
10.11 Short-circuit rating		Is the panel builder's responsibility. The specifications for the switchgear must be observed.
10.12 Electromagnetic compatibility		Is the panel builder's responsibility. The specifications for the switchgear must be observed.
10.13 Mechanical function		The device meets the requirements, provided the information in the instruction leaflet (IL) is observed.

Technical data ETIM 8.0

Low-voltage industrial components (EG000017) / Motor protection circuit-breaker (EC000074)		
Electric engineering, automation, process control engineering / Low-voltage switch technology / Circuit breaker (LV < 1 kV) / Motor protection circuit-breaker (ec1@ss10.0.1-27-37-04-01 [AGZ529016])		
Overload release current setting	A	0 - 0
Adjustment range undelayed short-circuit release	A	186 - 186
With thermal protection		No
Phase failure sensitive		No
Switch off technique		Magnetic
Rated operating voltage	V	690 - 690
Rated permanent current I _u	A	12
Rated operation power at AC-3, 230 V	kW	3
Rated operation power at AC-3, 400 V	kW	5.5
Type of electrical connection of main circuit		Screw connection
Type of control element		Turn button
Device construction		Built-in device fixed built-in technique
With integrated auxiliary switch		No
With integrated under voltage release		No
Number of poles		3
Rated short-circuit breaking capacity I _{cu} at 400 V, AC	kA	50
Degree of protection (IP)		IP20
Height	mm	93
Width	mm	45
Depth	mm	76

DATASHEET - MSFI-80A

Incomer module, 3 pole, 1.5-16qmm, 80 A



Part no. MSFI-80A
191093
EL Number 1666809
(Norway)

General specifications	
Product name	Eaton Moeller® series MSF Feeder System
Part no.	MSFI-80A
EAN	4015081915910
Product Length/Depth	160 millimetre
Product height	115.5 millimetre
Product width	22.5 millimetre
Product weight	0.177 kilogram
Compliances	CE
Product Tradename	MSF
Product Type	Feeder System
Product Sub Type	None
Features & Functions	
Electric connection type	Spring clamp connection
Enclosure material	Halogen free
Number of poles	Three-pole
General information	
Flammability characteristics	To UL 94
Product category	Accessories
Suitable for	Round conductor connection Other
Ambient conditions, mechanical	
Temperature resistance	Up to 125 °C
Terminal capacities	
Terminal capacity	1.5 - 16 mm ²
Terminal capacity (AWG)	14 - 6
Electrical rating	
Rated operational current (Ie) - max	80 A
Track resistance	CTI 600

Technical data ETIM 8.0

Low-voltage industrial components (EG000017) / Busbar terminal (EC000001)	
Electric engineering, automation, process control engineering / Electrical installation, device / Terminal (not overhead line) / Switch board (ect@ss10.0.1-27-14-11-46 [BAA025013])	
Busbar thickness	mm 0 - 0
Busbar width	mm 0 - 0
Suitable for	Other
Width clamp	mm 23
Max. conductor cross section	mm ² 16
Max. rated operation current Ie	A 80
Suitable for round conductor connection	Yes
Suitable for sector conductor connection	No
Suitable for strip conductor connection	No

Lite 8. Eaton DC1 osat

DATASHEET - DC1-344D1FN-A20CE1

Variable frequency drive, 400 V AC, 3-phase, 4.1 A, 1.5 kW, IP20/NEMA 0,
Radio interference suppression filter, FS1



Powering Business Worldwide™

Part no. DC1-344D1FN-A20CE1
185746
EL Number 4137029
(Norway)

General specifications	
Product name	Eaton DC1 Variable frequency drive
Part no.	DC1-344D1FN-A20CE1
EAN	4015081812455
Product Length/Depth	124 millimetre
Product height	184 millimetre
Product width	81 millimetre
Product weight	1.2 kilogram
Certifications	Safety requirements: IEC/EN 61800-5-1 RCM UL report applies to both US and Canada ULrSEPRO UL Category Control No.: NMMS, NMMS7 IEC/EN 61800-3 Certified by UL for use in Canada CSA-C22.2 No. 14 UL IEC/EN 61800-3 UL 508C UL File No.: E172143 IEC/EN 61800-5 CE Specification for general requirements: IEC/EN 61800-2 CUL EAC RoHS, ISO 9001
Product Tradename	DC1
Product Type	Variable frequency drive
Product Sub Type	None
Catalog Notes	Environmental class: 3C2, 3S2 Overload cycle for 60 s every 600 s
Features & Functions	
Features	Parameterization: drivesConnect Parameterization: drivesConnect mobile (App) Parameterization: Fieldbus Parameterization: Keypad
Fitted with:	Internal DC link 7-digit display assembly Radio interference suppression filter Control unit PC connection IGBT inverter Additional PCB protection
General information	
Cable length	75 m, unscreened, maximum permissible, Motor feeder 150 m, unscreened, with motor choke, maximum permissible, Motor feeder 50 m, screened, maximum permissible, Motor feeder C2 ≤ 5 m, Radio interference level, maximum motor cable length C3 ≤ 25 m, Radio interference level, maximum motor cable length 100 m, screened, with motor choke, maximum permissible, Motor feeder
Communication interface	Modbus RTU, built in CANopen®, built in SmartWire-DT, optional DP-Bus (RS485), built in
Connection to SmartWire-DT	In conjunction with DX-NET-SW03 SmartWire DT module Yes
Degree of protection	IP20 NEMA 0/other
Electromagnetic compatibility	1st and 2nd environments (according to EN 61800-3)
Frame size	FS1
Mounting position	Vertical
Product category	Variable frequency drives

Protection	Finger and back-of-hand proof, Protection against direct contact (BGV A3, VBG4)
Protocol	Other bus systems CAN EtherNet/IP MODBUS
Radio interference class	Optional external radio interference suppression filter for longer motor cable lengths and for use in different EMC environments C2, C3: depending on the motor cable length, the connected load, and ambient conditions. External radio interference suppression filters (optional) may be necessary.
Suitable for	Branch circuits, (UL/CSA)
Climatic environmental conditions	
Altitude	Max. 4000 m Above 1000 m with 1 % derating per 100 m
Ambient operating temperature - min	-10 °C
Ambient operating temperature - max	50 °C
Ambient operating temperature at 150% overload - min	-10 °C
Ambient operating temperature at 150% overload - max	50 °C
Ambient storage temperature - min	-40 °C
Ambient storage temperature - max	60 °C
Climatic proofing	< 95 average relative humidity (RH), no condensation, no corrosion
Main circuit	
Efficiency	94.9 % (η)
Heat dissipation at current/speed	20 W at 25% current and 0% speed 27 W at 25% current and 50% speed 27 W at 50% current and 50% speed 28 W at 50% current and 0% speed 36 W at 100% current and 0% speed 36 W at 50% current and 90% speed 46 W at 100% current and 50% speed 49 W at 100% current and 90% speed
Input current ILN at 150% overload	5.6 A
Leakage current at ground IPE - max	13 mA
Mains switch-on frequency	Maximum of one time every 30 seconds
Mains voltage - min	380 V
Mains voltage - max	480 V
Operating mode	Sensorless vector control (SLV) U/f control Speed control with slip compensation BLDC motors PM motors Synchronous reluctance motors
Output frequency - min	0 Hz
Output frequency - max	500 Hz
Output voltage (U2)	400 V AC, 3-phase 480 V AC, 3-phase
Overload current IL at 150% overload	6.15 A
Rated control supply voltage	10 V DC (Us, max. 10 mA)
Rated frequency - min	48 Hz
Rated frequency - max	62 Hz
Rated operational current (Ie)	4.1 A at 150% overload (at an operating frequency of 16 kHz and an ambient air temperature of +50 °C)
Rated operational power at 380/400 V, 50 Hz, 3-phase	1.5 kW
Rated operational voltage	400 V AC, 3-phase 480 V AC, 3-phase
Resolution	0.1 Hz (Frequency resolution, setpoint value)
Short-circuit protection rating	6 A, UL (Class CC or J), Safety device (fuse or miniature circuit-breaker), Power Wiring
Starting current - max	175 % IH, max. starting current (High Overload), For 2.5 seconds every 600 seconds, Power section
Supply frequency	50/60 Hz
Switching frequency	8 kHz, 4 - 32 kHz adjustable (audible), IPWM, Power section, Main circuit
System configuration type	AC supply systems with earthed center point
Voltage rating - max	480 V
Motor rating	

Assigned motor current IM at 110/120 V, 60 Hz, 150% overload	3.4 A
Assigned motor current IM at 115 V, 50 Hz, 150% overload	3.6 A
Assigned motor current IM at 220 - 240 V, 60 Hz, 150% overload	3.4 A
Assigned motor current IM at 230 V, 50 Hz, 150% overload	3.6 A
Assigned motor current IM at 400 V, 50 Hz, 150% overload	3.6 A
Assigned motor current IM at 440 - 480 V, 60 Hz, 150% overload	3.4 A
Assigned motor power at 115/120 V, 60 Hz, 1-phase	2 HP
Assigned motor power at 230/240 V, 60 Hz, 1-phase	2 HP
Assigned motor power at 460/480 V, 60 Hz	2 HP
Assigned motor power at 460/480 V, 60 Hz, 3-phase	2 HP
Apparent power	
Apparent power at 400 V	2.94 kVA
Apparent power at 480 V	3.41 kVA
Braking function	
Braking torque	Max. 30 % MN, Standard - Main circuit Max. 100 % of rated operational current Ia, variable, DC - Main circuit
Control circuit	
Number of inputs (analog)	2 (parameterizable, 0 - 10 V DC, 0/4 - 20 mA)
Number of inputs (digital)	4 (parameterizable, 10 - 30 V DC)
Number of outputs (analog)	1
Number of outputs (digital)	1
Number of relay outputs	1 (parameterizable, N/D, 6 A (250 V, AC-1) / 5 A (30 V, DC-1))
Design verification	
Equipment heat dissipation, current-dependent Pvid	76.5 W
Heat dissipation capacity Pdis	0 W
Heat dissipation per pole, current-dependent Pvid	0 W
Rated operational current for specified heat dissipation (In)	4.1 A
Static heat dissipation, non-current-dependent Pvs	0 W
Heat dissipation details	Operation (with 150 % overload)
10.2.2 Corrosion resistance	Meets the product standard's requirements.
10.2.3.1 Verification of thermal stability of enclosures	Meets the product standard's requirements.
10.2.3.2 Verification of resistance of insulating materials to normal heat	Meets the product standard's requirements.
10.2.3.3 Resist. of insul. mat. to abnormal heat/fire by internal elect. effects	Meets the product standard's requirements.
10.2.4 Resistance to ultra-violet (UV) radiation	Meets the product standard's requirements.
10.2.5 Lifting	Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.2.6 Mechanical impact	Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.2.7 Inscriptions	Meets the product standard's requirements.
10.3 Degree of protection of assemblies	Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.4 Clearances and creepage distances	Meets the product standard's requirements.
10.5 Protection against electric shock	Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.6 Incorporation of switching devices and components	Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.7 Internal electrical circuits and connections	Is the panel builder's responsibility.
10.8 Connections for external conductors	Is the panel builder's responsibility.
10.9.2 Power-frequency electric strength	Is the panel builder's responsibility.
10.9.3 Impulse withstand voltage	Is the panel builder's responsibility.
10.9.4 Testing of enclosures made of insulating material	Is the panel builder's responsibility.
10.10 Temperature rise	The panel builder is responsible for the temperature rise calculation. Eaton will provide heat dissipation data for the devices.
10.11 Short-circuit rating	Is the panel builder's responsibility. The specifications for the switchgear must be observed.
10.12 Electromagnetic compatibility	Is the panel builder's responsibility. The specifications for the switchgear must be observed.
10.13 Mechanical function	The device meets the requirements, provided the information in the instruction leaflet (IL) is observed.

Technical data ETIM 8.0

Low-voltage industrial components (EG000017) / Frequency converter <= 1 kV (EC001857)

Electric engineering, automation, process control engineering / Electrical drive / Static frequency converter / Static frequency converter < 1 kW (ecl@ss10.0.1-27-02-31-01 [AKE177014])		
Mains voltage	V	380 - 480
Mains frequency		50/60 Hz
Number of phases input		3
Number of phases output		3
Max. output frequency	Hz	500
Max. output voltage	V	500
Nominal output current I2N	A	4.1
Max. output at quadratic load at rated output voltage	kW	1.5
Max. output at linear load at rated output voltage	kW	1.5
Relative symmetric net frequency tolerance	%	10
Relative symmetric net voltage tolerance	%	10
Number of analogue outputs		1
Number of analogue inputs		2
Number of digital outputs		1
Number of digital inputs		4
With control element		Yes
Application in industrial area permitted		Yes
Application in domestic- and commercial area permitted		Yes
Supporting protocol for TCP/IP		No
Supporting protocol for PROFIBUS		No
Supporting protocol for CAN		Yes
Supporting protocol for INTERBUS		No
Supporting protocol for ASI		No
Supporting protocol for KNX		No
Supporting protocol for Modbus		Yes
Supporting protocol for Data-Highway		No
Supporting protocol for DeviceNet		No
Supporting protocol for SUCONET		No
Supporting protocol for LDN		No
Supporting protocol for PROFINET ID		No
Supporting protocol for PROFINET CBA		No
Supporting protocol for SERCOS		No
Supporting protocol for Foundation Fieldbus		No
Supporting protocol for EtherNet/IP		Yes
Supporting protocol for AS-Interface Safety at Work		No
Supporting protocol for DeviceNet Safety		No
Supporting protocol for INTERBUS-Safety		No
Supporting protocol for PROFIsafe		No
Supporting protocol for SafetyBUS p		No
Supporting protocol for BACnet		No
Supporting protocol for other bus systems		Yes
Number of HW-interfaces industrial Ethernet		0
Number of interfaces PROFINET		0
Number of HW-interfaces RS-232		0
Number of HW-interfaces RS-422		0
Number of HW-interfaces RS-485		1
Number of HW-interfaces serial TTY		0
Number of HW-interfaces USB		0
Number of HW-interfaces parallel		0
Number of HW-interfaces other		0
With optical interface		No
With PC connection		Yes
Integrated breaking resistance		No
4-quadrant operation possible		No

Type of converter		U converter
Degree of protection (IP)		IP20
Degree of protection (NEMA)		Other
Height	mm	184
Width	mm	81
Depth	mm	124

DATASHEET - DX-NET-PROFINET-2

1-port PROFINET communication module for DA2 variable frequency drives



Part no. DX-NET-PROFINET-2
169125
EL Number 4137445
(Norway)

General specifications	
Product name	Eaton DX Communication module
Part no.	DX-NET-PROFINET-2
EAN	4015081656059
Product Length/Depth	51.8 millimetre
Product height	22.3 millimetre
Product width	50.1 millimetre
Product weight	0.03 kilogram
Certifications	CSA-C22.2 No. 14 UL 508C UL CE IEC/EN61800-5 UL File No.: E172143 Certified by UL for use in Canada UL Category Control No.: NMMS, NMMS7 IEC/EN61800-3 UL report applies to both US and Canada
Product Tradename	DX
Product Type	Accessory
Product Sub Type	Communication module
Public Consumption	Yes
Product Family Description	ES-PMCC-ICP-Eaton PowerXL accessories for variable frequency drives
Globally Marketable	Yes
Catalog Notes	2 x RJ45, 8 pole
General information	
Accessory/spare part type	Communication module
Degree of protection	IP00
Product Category	Accessories
Suitable for	Branch circuits, (UL/CSA)
Climatic environmental conditions	
Ambient operating temperature - max	50 °C
Ambient operating temperature - min	-10 °C
Connection	
Connection type	Plug-in connection
Communication	
Protocol	PROFINET
Design verification	
10.2.2 Corrosion resistance	Meets the product standard's requirements.
10.2.3.1 Verification of thermal stability of enclosures	Meets the product standard's requirements.
10.2.3.2 Verification of resistance of insulating materials to normal heat	Meets the product standard's requirements.
10.2.3.3 Resist. of insul. mat. to abnormal heat/fire by internal elect. effects	Meets the product standard's requirements.
10.2.4 Resistance to ultra-violet (UV) radiation	Meets the product standard's requirements.
10.2.5 Lifting	Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.2.6 Mechanical impact	Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.2.7 Inscriptions	Meets the product standard's requirements.
10.3 Degree of protection of assemblies	Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.4 Clearances and creepage distances	Meets the product standard's requirements.
10.5 Protection against electric shock	Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.
10.6 Incorporation of switching devices and components	Does not apply, since the entire switchgear needs to be evaluated.

10.7 Internal electrical circuits and connections		Is the panel builder's responsibility.
10.8 Connections for external conductors		Is the panel builder's responsibility.
10.9.2 Power-frequency electric strength		Is the panel builder's responsibility.
10.9.3 Impulse withstand voltage		Is the panel builder's responsibility.
10.9.4 Testing of enclosures made of insulating material		Is the panel builder's responsibility.
10.10 Temperature rise		The panel builder is responsible for the temperature rise calculation. Eaton will provide heat dissipation data for the devices.
10.11 Short-circuit rating		Is the panel builder's responsibility. The specifications for the switchgear must be observed.
10.12 Electromagnetic compatibility		Is the panel builder's responsibility. The specifications for the switchgear must be observed.
10.13 Mechanical function		The device meets the requirements, provided the information in the instruction leaflet (IL) is observed.

Technical data ETIM 8.0

Low-voltage industrial components (EG000017) / Accessories/spare parts for frequency controller (EC002025)

Electric engineering, automation, process control engineering / Electrical drive / Static frequency converter / Static frequency converter (accessory) (ec1#ss10.0.1-27-02-31-02 [AFR300003])

Type of accessory/spare part		Communication module
Accessory		Yes
Spare part		No

DATASHEET - MSFA0-16

Adapter, 16 A, Pole 3, For use with PKZM0/PKE12



Part no. MSFA0-16
191094
EL Number 1666810
(Norway)

General specifications		
Product name		Eaton Moeller® series MSF Accessory Adapter
Part no.		MSFA0-16
EAN		4015081915827
Product Length/Depth		180 millimetre
Product height		46 millimetre
Product width		45 millimetre
Product weight		0.074 kilogram
Certifications		UL 508
Product Tradename		MSF
Product Type		Accessory
Product Sub Type		Adapter
Features & Functions		
Adapter width		45 mm
Electric connection type		3 conductors AWG 12
Number of DIN rails		1
Number of poles		Three-pole
Special features		Terminal capacity: 2.5 mm ² (AWG 14)
General information		
Type		Busbar adapter
Electrical rating		
Nominal current		16 A
Rated operation current (Ie)		16 A
Voltage rating at AC		690 V

Technical data ETIM 8.0

Low-voltage industrial components (EG000017) / Busbar adapter (EC001531)		
Electric engineering, automation, process control engineering / Low-voltage switch technology / Busbar trunking system (LV circuitry) / Busbar adapter (low-voltage switching technology) (ecl@ss10.0.1-27-37-03-04 [ACN951011])		
Mounting rail armament		1 mounting rail
Type of electric connection		3 conductors AWG 12
Rated current In	A	16
Min. busbar thickness	mm	2
Max. busbar thickness	mm	2
Width of the adapter	mm	45
Rail width	mm	24
Busbar distance	mm	60

Liite 9. Schneider Electric ATV600 osat

Product data sheet

Specifications



variable speed drive, Altivar Process
ATV600, ATV630, 1.5kW, 2hp, 380
to 480V, IP21, UL type 1

ATV630U15N4

**Product availability : Stock - Normally stocked in distribution
facility**

Main

Range of Product	Altivar Process ATV600
Product or Component Type	Variable speed drive
Product Specific Application	Process and utilities
Device short name	ATV630
Variant	Standard version
Product destination	Asynchronous motors Synchronous motors
EMC filter	Integrated 164.04 ft (50 m) EN/IEC 61800-3 category C2 Integrated 492.13 ft (150 m) EN/IEC 61800-3 category C3
IP degree of protection	IP21 IEC 61800-5-1 IP21 IEC 60529
[Us] rated supply voltage	380...480 V
Degree of protection	UL type 1 UL 508C
Type of cooling	Forced convection
Supply frequency	50...60 Hz - 5...5 % 380...480 V - 15...10 %
Motor power kW	1.5 kW normal duty) 0.75 kW heavy duty)
Maximum Horse Power Rating	2 hp normal duty 1 hp heavy duty
Line current	3 A 380 V normal duty) 2.6 A 480 V normal duty) 1.7 A 380 V heavy duty) 1.5 A 480 V heavy duty)
Prospective line Isc	50 kA
Apparent power	2.2 kVA 480 V normal duty) 1.2 kVA 480 V heavy duty)
Continuous output current	4 A 4 kHz normal duty 2.2 A 4 kHz heavy duty
Asynchronous motor control profile	Variable torque standard Constant torque standard Optimized torque mode
Synchronous motor control profile	Permanent magnet motor Synchronous reluctance motor
Speed drive output frequency	0.1...500 Hz
Nominal switching frequency	4 kHz

Disclaimer: This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications

Switching frequency	2...12 kHz adjustable 4...12 kHz with derating factor
Safety function	STO (safe torque off) SIL 3
Discrete input logic	16 preset speeds
Communication port protocol	Modbus TCP Ethernet Modbus serial
Option card	Slot A communication module, Profibus DP V1 Slot A communication module, PROFINET Slot A communication module, DeviceNet Slot A communication module, Modbus TCP/EtherNet/IP Slot A communication module, CANopen daisy chain RJ45 Slot A communication module, CANopen SUB-D 9 Slot A communication module, CANopen screw terminals Slot A/slot B digital and analog I/O extension module Slot A/slot B output relay extension module Slot A communication module, Ethernet IP/Modbus TCP/MD-Link communication module, BACnet MS/TP communication module, Ethernet Powerlink

Complementary

Mounting Mode	Wall mount
Maximum transient current	4.4 A 60 s normal duty) 3.3 A 60 s heavy duty)
Phase	3 phase
Discrete output number	0
Discrete output type	Relay outputs R1A, R1B, R1C 250 V AC 3000 mA Relay outputs R1A, R1B, R1C 30 V DC 3000 mA Relay outputs R2A, R2C 250 V AC 5000 mA Relay outputs R2A, R2C 30 V DC 5000 mA Relay outputs R3A, R3C 250 V AC 5000 mA Relay outputs R3A, R3C 30 V DC 5000 mA
Output voltage	<= power supply voltage
Permissible temporary current boost	1.1 x I _n 60 s normal duty) 1.5 x I _n 60 s heavy duty)
Motor slip compensation	Can be suppressed Adjustable Not available in permanent magnet motor law Automatic whatever the load
Acceleration and deceleration ramps	Linear adjustable separately from 0.01...9999 s
Physical interface	Ethernet 2-wire RS 485
Braking to standstill	By DC injection
Protection type	Thermal protection motor Safe torque off motor Motor phase break motor Thermal protection drive Safe torque off drive Overheating drive Overcurrent between output phases and earth drive Overload of output voltage drive Short-circuit protection drive Motor phase break drive Overvoltages on the DC bus drive Line supply overvoltage drive Line supply undervoltage drive Line supply phase loss drive Overspeed drive Break on the control circuit drive
Transmission Rate	10, 100 Mbits 4800 bps, 9600 bps, 19200 bps, 38.4 Kbps
Frequency resolution	Display unit 0.1 Hz Analog input 0.012/50 Hz
Transmission frame	RTU
Electrical connection	Control removable screw terminals 0.5...1.5 mm ² AWG 20...AWG 16 Motor screw terminal 2.5...6 mm ² AWG 14...AWG 10 Line side screw terminal 2.5...8 mm ² AWG 14...AWG 10

Connector type	RJ45 on the remote graphic terminal(Ethernet/Modbus TCP RJ45 on the remote graphic terminal)Modbus serial
Data format	8 bits, configurable odd, even or no parity
Type of polarization	No impedance
Exchange mode	Half duplex, full duplex, autonegotiation Ethernet/Modbus TCP
Number of addresses	1...247 Modbus serial
Method of access	Slave Modbus TCP
Supply	External supply for digital inputs 24 V DC 19...30 V), <1.25 mA overload and short-circuit protection Internal supply for reference potentiometer (1 to 10 kOhm) 10.5 V DC +/- 5 %, <10 mA overload and short-circuit protection Internal supply for digital inputs and STO 24 V DC 21...27 V), <200 mA overload and short-circuit protection
Local signalling	for local diagnostic 3 LEDs for embedded communication status 3 LEDs (dual colour) for communication module status 4 LEDs (dual colour) for presence of voltage 1 LED (red)
Width	5.67 in (144 mm)
Height	13.78 in (350 mm)
Depth	7.99 in (203 mm)
Net Weight	9.92 lb(US) (4.5 kg)
Analogue input number	3
Analogue input type	AI1, AI2, AI3 software-configurable voltage 0...10 V DC 31.5 kOhm 12 bits AI1, AI2, AI3 software-configurable current 0...20 mA 250 Ohm 12 bits AI2 voltage analog input - 10...10 V DC 31.5 kOhm 12 bits
Discrete input number	8
Discrete input type	DI7, DI8 programmable as pulse input 0...30 kHz, 24 V DC <= 30 V)
Input compatibility	DI1...DI6 discrete input level 1 PLC EN/IEC 61131-2 DI5, DI6 discrete input level 1 PLC IEC 65A-68 STOA, STOB discrete input level 1 PLC EN/IEC 61131-2
Discrete input logic	Positive logic (source) DI1...DI8), < 5 V, > 11 V Negative logic (sink) DI1...DI8), > 16 V, < 10 V
Analogue output number	2
Analogue output type	Software-configurable voltage AO1, AO2 0...10 V DC 470 Ohm 10 bits Software-configurable current AO1, AO2 0...20 mA 10 bits Software-configurable current DQ-, DQ+ 30 V DC Software-configurable current DQ-, DQ+ 100 mA
Sampling duration	2 ms +/- 0.5 ms DI1...DI4) - discrete input 5 ms +/- 1 ms DI5, DI6) - discrete input 5 ms +/- 0.1 ms AI1, AI2, AI3) - analog input 10 ms +/- 1 ms AO1) - analog output
Accuracy	+/- 0.6 % AI1, AI2, AI3 for a temperature variation 60 °C analog input +/- 1 % AO1, AO2 for a temperature variation 60 °C analog output
Linearity error	AI1, AI2, AI3 +/- 0.15 % of maximum value analog input AO1, AO2 +/- 0.2 % analog output
Relay output number	3
Relay output type	Configurable relay logic R1 fault relay NO/NC 100000 cycles Configurable relay logic R2 sequence relay NO 100000 cycles Configurable relay logic R3 sequence relay NO 100000 cycles
Refresh time	Relay output R1, R2, R3)5 ms +/- 0.5 ms)
Minimum switching current	Relay output R1, R2, R3 5 mA 24 V DC
Maximum switching current	Relay output R1, R2, R3 resistive, cos phi = 1 3 A 250 V AC Relay output R1, R2, R3 resistive, cos phi = 1 3 A 30 V DC Relay output R1, R2, R3 inductive, cos phi = 0.4 7 ms 2 A 250 V AC Relay output R1, R2, R3 inductive, cos phi = 0.4 7 ms 2 A 30 V DC
Isolation	Between power and control terminals
Maximum output frequency	500 kHz
Maximum Input Current per Phase	3.0 A

Variable speed drive application selection	Building - HVAC compressor centrifugal Food and beverage processing other application Mining mineral and metal fan Mining mineral and metal pump Oil and gas fan Water and waste water other application Building - HVAC screw compressor Food and beverage processing pump Food and beverage processing fan Food and beverage processing atomization Oil and gas electro submersible pump (ESP) Oil and gas water injection pump Oil and gas jet fuel pump Oil and gas compressor for refinery Water and waste water centrifuge pump Water and waste water positive displacement pump Water and waste water electro submersible pump (ESP) Water and waste water screw pump Water and waste water lobe compressor Water and waste water screw compressor Water and waste water compressor centrifugal Water and waste water fan Water and waste water conveyor Water and waste water mixer
Motor power range AC-3	1.1...2 kW 380...440 V 3 phase 1.1...2 kW 480...500 V 3 phase
Quantity per Set	1
Enclosure mounting	Wall mounted
Environment	
Insulation resistance	> 1 MOhm 500 V DC for 1 minute to earth
Noise level	54.5 dB 88/188/EEC
Power dissipation in W	Natural convection 28 W 380 V 4 kHz Forced convection 41 W 380 V 4 kHz
Volume of cooling air	10038.72 Gal/hr(US) (38 m3/h)
Operating position	Vertical +/- 10 degree
Maximum THDI	<48 % full load IEC 61000-3-12
Electromagnetic compatibility	Electrostatic discharge immunity test level 3 IEC 61000-4-2 Radiated radio-frequency electromagnetic field immunity test level 3 IEC 61000-4-3 Electrical fast transient/burst immunity test level 4 IEC 61000-4-4 1.2/50 µs - 8/20 µs surge immunity test level 3 IEC 61000-4-5 Conducted radio-frequency immunity test level 3 IEC 61000-4-6
Pollution degree	2 EN/IEC 61800-5-1
Vibration resistance	1.5 mm peak to peak 2...13 Hz)IEC 60068-2-6 1 gn 13...200 Hz)IEC 60068-2-6
Shock resistance	15 gn 11 ms IEC 60068-2-27
Relative humidity	5...95 % without condensation IEC 60068-2-3
Ambient air temperature for operation	5...122 °F (-15...50 °C) without derating) 122...140 °F (50...60 °C) with derating factor)
Ambient Air Temperature for Storage	-40...158 °F (-40...70 °C)
Operating altitude	<= 3280.84 ft (1000 m) without derating 1000...4800 m with current derating 1 % per 100 m
Product Certifications	ATEX INERIS DNV-GL ATEX zone 2/22 UL CSA TÜV
Marking	CE
Standards	UL 508C EN/IEC 61800-3 EN/IEC 61800-3 environment 1 category C2 EN/IEC 61800-3 environment 2 category C3 EN/IEC 61800-5-1 IEC 61000-3-12 IEC 60721-3 IEC 61508

	IEC 13849-1
Overvoltage category	III
Regulation loop	Adjustable PID regulator
	54.5 dB
	2

Ordering and shipping details

Category	22205-ATV630 FRAMES 1 & 2
Discount Schedule	CP4E
GTIN	3606480758102
Returnability	Yes
Country of origin	ID

Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Height	12.40 in (31.500 cm)
Package 1 Width	7.48 in (19.000 cm)
Package 1 Length	15.94 in (40.500 cm)
Package 1 Weight	12.68 lb(US) (5.751 kg)
Unit Type of Package 2	P06
Number of Units in Package 2	6
Package 2 Height	29.53 in (75.000 cm)
Package 2 Width	23.62 in (60.000 cm)
Package 2 Length	31.50 in (80.000 cm)
Package 2 Weight	104.73 lb(US) (47.506 kg)

Offer Sustainability

Sustainable offer status	Green Premium product
California proposition 65	WARNING: This product can expose you to chemicals including: Lead and lead compounds, which is known to the State of California to cause cancer and birth defects or other reproductive harm. For more information go to www.P65Warnings.ca.gov
REACH Regulation	REACH Declaration
EU RoHS Directive	Pro-active compliance (Product out of EU RoHS legal scope) EU RoHS Declaration
Mercury free	Yes
China RoHS Regulation	China RoHS declaration
RoHS exemption information	Yes
Environmental Disclosure	Product Environmental Profile
Circularity Profile	End of Life Information
WEEE	The product must be disposed on European Union markets following specific waste collection and never end up in rubbish bins.
Upgradeability	Upgraded components available

Tuotetiedot

Tekniset tiedot



ATV32 Profinet Korti

Sähkönumero: 3885172 VW3A3627

GTIN-koodi : 3606480496967

Tuotetiedot

Tuoteryhmä	Altivar
Tuote tai komponentti tyyppi	Yhteysmoduuli

Täydentävät tiedot

Sarjan soveltuvuus	Altivar Process ATV600 Altivar Machine ATV340 except Sercos drives Altivar Machine ATV320 Altivar 32 Altivar Process Modular Altivar Process ATV900
Kommunikointiprotokolla	Link Layer Discovery -protokolla Profinet
Sähköinen liitäntä	2 liitäntä RJ45-liitin, ETHERNET
Lähetyksenopeus	100 Mbits
Näytön tyyppi	1 LED MS (Moduulin tila) 1 LED NS (verkon tila) 1 LED TX/RX (lähetää/vastaanottaa portti 1) 1 LED TX/RX (lähetää/vastaanottaa portti 1)
Väyläprofiili	PROFIdrive
Tuotteen paino	0,3 kg

Ympäristötiedot

Standardit	IEC 61800-7-201 (C/A 402)
------------	---------------------------

Pakkaustiedot

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Height	4,600 cm
Package 1 Width	6,500 cm
Package 1 Length	8,900 cm
Package 1 Weight	63,000 g
Unit Type of Package 2	S03
Number of Units in Package 2	100
Package 2 Height	30,000 cm
Package 2 Width	30,000 cm

Valtuutettu asennusohje: Tämä asiakirja ei ole tarkoitettu huoltajien käyttöön tai tuotteen asennukseen. Käytännössä tämä asiakirja on tarkoitettu vain teknisten käyttöön.

Package 2 Length	40,000 cm
Package 2 Weight	6,750 kg

Tuotteen ympäristötiedot

Ympäristövaatimusten tila	Green Premium -tuote
REACH-asetus	REACH-ilmoitus
EU:N RoHS-direktiivi	Proaktiivinen vaatimustenmukaisuus (tuote ei kuulu EU:n RoHS-direktiivin piiriin) EU:n RoHS-ilmoitus
Ei elohopeaa	Kyllä
Kiinan RoHS-säädökset	Kiinan RoHS-ilmoitus
RoHS-vapautuksen tiedot	Kyllä
Ympäristöilmoitus	Tuotteen ympäristöprofiili
Ei PVC-muovia	Kyllä

Suosittelut korvaavat tuotteet