

## Sisällysluettelo

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 Tämän Suunnitteluoppaan lukeminen</b>                | <b>5</b>  |
| 1.1.1 Tekijänoikeus, vastuun rajoitus ja muokkausoikeudet | 5         |
| 1.1.2 Saatavana oleva kirjallisuus                        | 5         |
| 1.1.3 Symbolit  | 6         |
| 1.1.4 Lyhenteet   | 6         |
| 1.1.5 Määritelmät   | 7         |
| <b>2 Turvallisuus ja vaatimustenmukaisuus</b>             | <b>10</b> |
| 2.1 Turvallisuus  | 10        |
| 2.2 CE-merkintä   | 11        |
| 2.3 Syövyttävät ympäristöt                                | 12        |
| 2.4 Tärinä ja iskut                                       | 12        |
| <b>3 VLT Micro Drive -taajuusmuuttajan esittely</b>       | <b>18</b> |
| 3.1 Ohjauksen rakenteet                                   | 18        |
| 3.2 Yleistä sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta        | 21        |
| 3.2.1 Yleistä sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta      | 21        |
| 3.2.2 Päästövaatimukset                                   | 22        |
| 3.3 Galvaaninen erotus (PELV)                             | 23        |
| 3.4 Vuotovirta  | 24        |
| 3.5 Poikkeukselliset käyttöolosuhteet                     | 24        |
| <b>4 VLT Micro Drive -taajuusmuuttajan valinta</b>        | <b>26</b> |
| 4.1 Optiot ja lisävarusteet                               | 26        |
| 4.1.1 Paikallisohjauspaneeli (LCP)                        | 26        |
| 4.1.2 FC 51 LCP:n asennusohje                             | 27        |
| 4.1.3 FC 51 etäasennussarjan asennusohje                  | 28        |
| 4.1.4 IP21/TYPE 1 -kotelointisarja                        | 30        |
| 4.1.5 Tyyppi 1 (NEMA)                                     | 30        |
| 4.1.6 Erotus  | 30        |
| 4.1.7 FC 51 Tyyppi 1 -sarjan asennusohje, M1, M2 ja M3    | 31        |
| 4.1.8 FC 51 Type 1 -sarjan asennusohje M4:lle ja M5:lle   | 32        |
| 4.1.9 FC 51 IP 21 -sarjan asennusohje                     | 33        |
| 4.1.10 FC 51 erotuslevyn asennusohje M1:lle ja M2:lle     | 34        |
| 4.1.11 FC 51 erotuslevyn asennusohje M3:lle               | 35        |
| 4.1.12 FC 51 erotuslevyn asennusohje M4:lle ja M5:lle     | 36        |
| 4.1.13 FC 51 DIN-kiskosarjan asennusohje                  | 37        |
| 4.2 Erityisehto   | 38        |
| 4.2.1 Redusoinnin tarkoitus                               | 38        |
| 4.2.2 Redusointi ympäristön lämpötilaa varten             | 38        |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.2.3 Redusointi matalan ilmanpaineen johdosta     | 39        |
| 4.2.5 Redusointi pienillä käyntinopeuksilla        | 39        |
| <b>5 Tilaaminen</b>                                | <b>40</b> |
| 5.1 Taajuusmuuttajan konfiguroija                  | 40        |
| 5.2.1 Taaj.muuttajan tunnistus                     | 40        |
| 5.3.1 Tyyppikoodi                                  | 41        |
| 5.4.1 Tilausnumerot                                | 42        |
| 5.5.1 Optiot VLT Micro Drive -taajuusmuuttajaan    | 42        |
| <b>6 Asentaminen</b>                               | <b>43</b> |
| 6.1 Ennen käynnistystä                             | 43        |
| 6.2 Asennus rinnakkain                             | 43        |
| 6.3 Ennen kuin aloitat korjaustyön                 | 43        |
| 6.4 Fyysiset mitat                                 | 44        |
| 6.5 Sähköasennus yleensä                           | 44        |
| 6.6 Sulakkeet                                      | 45        |
| 6.7 Verkkoliitäntä                                 | 46        |
| 6.8 Moottorin kytkentä                             | 46        |
| 6.9.1 EMC-direktiivin mukaiset kaapelit            | 49        |
| 6.12 Yleiskuva sähkökytkennöistä                   | 52        |
| 6.12.1 Päävirtapiiri - yleiskuva                   | 52        |
| 6.13 Sähköasennus ja Ohjauskaapelit                | 53        |
| 6.14 Ohjausliittimet                               | 53        |
| 6.14.2 Kytkentä ohjausliittimiin                   | 54        |
| 6.15 Kytkimet                                      | 54        |
| 6.16 Lopullinen asetusten määrittäminen ja testaus | 54        |
| 6.17 Moottorien rinnankytkentä                     | 56        |
| 6.18 Moottorin asennus                             | 57        |
| 6.19 Muiden liitännöiden asennus                   | 57        |
| 6.20 Turvallisuus                                  | 58        |
| 6.20.1 Suurjännitetesti                            | 58        |
| 6.20.2 Turvamaadoitus                              | 58        |
| <b>7 Ohjelmointi</b>                               | <b>59</b> |
| 7.1 Ohjelmointi                                    | 59        |
| 7.1.1 Ohjelmointi MCT-10-asetusohjelmiston avulla  | 59        |
| 7.1.2 Ohjelmointi LCP 11:n tai LCP 12              | 59        |
| 7.2 Tilavalikko                                    | 60        |
| 7.3 Pika-asetukset                                 | 61        |
| 7.4 Pika-asetusvalikon parametrit                  | 61        |

|  |           |
|--|-----------|
| 7.5 Päävalikko   | 63        |
| 7.5.1 Päävalikko   | 63        |
| 7.6 Parametrien asetusten nopea siirto eri taajuusmuuttajien välillä       | 64        |
| 7.7 Indeksoitujen parametrien lukeminen ja ohjelmointi                     | 64        |
| 7.8 Voit alustaa Taajuusmuuttajan oletusasetuksiin kahdella eri tavalla    | 64        |
| 7.8.1 Voit alustaa Taajuusmuuttajan oletusasetuksiin kahdella eri tavalla: | 64        |
| <b>8 RS485 Asennus ja asetukset</b>  | <b>65</b> |
| 8.1.3 EMC-varotoimet   | 66        |
| 8.2 FC-protokollan yleiskuva   | 67        |
| 8.3 Verkon konfiguraatio   | 67        |
| 8.4 FC-protokollan viestikehysrakenne                                      | 67        |
| 8.4.1 Merkin (tavun) sisältö   | 67        |
| 8.4.2 Sanoma Rakenne   | 67        |
| 8.4.3 Sanoma Pituus (LGE)  | 68        |
| 8.4.6 Datakenttä   | 68        |
| 8.4.13 Prosessisanat (PCD)   | 70        |
| 8.5 Esimerkkejä  | 70        |
| 8.6 Yleiskuva Modbus RTU:sta   | 71        |
| 8.6.1 Oletukset  | 71        |
| 8.6.2 Mitä käyttäjän pitäisi jo tietää                                     | 71        |
| 8.6.3 Yleiskuva Modbus RTU:sta   | 71        |
| 8.6.4 Taajuusmuuttaja ja Modbus RTU  | 71        |
| 8.8 Modbus RTU:n viestin kehysrakenne                                      | 72        |
| 8.8.1 Taajuusmuuttaja ja Modbus RTU  | 72        |
| 8.8.2 Modbus RTU:n viestin rakenne   | 72        |
| 8.8.3 Käynnistys-/pysäytyskenttä   | 72        |
| 8.8.4 Osoitekenttä   | 72        |
| 8.8.5 Toimintokenttä   | 72        |
| 8.8.6 Datakenttä   | 73        |
| 8.8.7 CRC-tarkistuskenttä  | 73        |
| 8.8.9 Taajuusmuuttajan ohjaaminen  | 75        |
| 8.8.10 Modbus RTU -protokollan tukemat toimintokoodit                      | 75        |
| 8.8.11 Modbus-väylän poikkeuskoodit  | 75        |
| 8.9 Parametrien muokkaaminen   | 75        |
| 8.9.1 Parametrien käsittely  | 75        |
| 8.9.2 Datan tallennus  | 75        |
| 8.9.3 IND  | 75        |
| 8.9.4 Tekstilohkot   | 76        |
| 8.9.5 Muunnoskerroin   | 76        |
| 8.9.6 Parametriarvot   | 76        |

|   |           |
|---|-----------|
| 8.10 Esimerkkejä  | 76        |
| 8.11 Danfoss FC:n ohjausprofiili  | 78        |
| 8.11.1 Ohjaussana FC-profiilin mukaan ( <i>8-30 Protocol</i> = FC-profiili) | 78        |
| <b>9 Tekniset tiedot</b>  | <b>83</b> |
| 9.1 Tekniset tiedot   | 83        |
| <b>Hakemisto</b>  | <b>89</b> |

## 1 Tämän Suunnitteluoppaan lukeminen



Tämä käyttöopas koskee kaikkia VLT® Micro Drive FC 51 -taajuusmuuttaja-sarjan taajuusmuuttajia, joiden ohjelmaversio on 2.6X. Kulloisenkin ohjelmaversioon numeron voi lukea parametrissa *15-43 Software Version*.

### 1.1.1 Tekijänoikeus, vastuun rajoitus ja muokkausoikeudet

Tämän julkaisun tiedot ovat Danfoss-yhtiön omaisuutta. Hyväksymällä tämän käyttöohjeen ja käyttämällä sitä käyttäjä suostuu siihen, että ohjeen sisältämiä tietoja käytetään ainoastaan Danfoss:n valmistamien laitteiden käyttöön tai muiden valmistajien laitteiden käyttöön silloin, kun laitteet on tarkoitettu yhdistettäväksi Danfoss:n laitteisiin sarjaliikenneyhteyden avulla. Tämä julkaisu on suojattu Tanskan ja useimpien muiden maiden tekijänoikeuslakien nojalla.

Danfoss ei takaa, että tämän käyttöohjeen neuvojen mukaisesti tuotettu ohjelmisto toimii asianmukaisesti kaikissa fyysisissä, laite- tai ohjelmistoympäristöissä.

Vaikka Danfoss on testannut ja tarkastanut tähän käyttöohjeeseen sisältyvän dokumentaation, Danfoss ei takaa tai väitä suoraan eikä välillisesti tämän dokumentaation laatua, toimivuutta tai sopivuutta tiettyyn käyttötarkoitukseen.

Missään tilanteessa Danfoss ei vastaa käytöstä tai kykenemättömyydestä käyttöohjeen sisältämien tietojen käyttöön johtuvista suorista, välillisistä, satunnaisista tai tuottamuksellisista vahingoista, vaikka sille olisi kerrottu tällaisten vahinkojen mahdollisuudesta. Erityisesti Danfoss ei vastaa mistään kuluista, mukaan lukien menetetyistä tuotteista tai voitosta, laitteiden menettämisestä tai vaurioitumisesta, tietokoneohjelmien menettämisestä, tietojen häviämisestä tai niiden korvaamisesta aiheutuvat kulut tai kolmansien osapuolten esittämät vaatimukset mutta niihin rajoittumatta.

Danfoss varaa oikeuden uudistaa tätä julkaisua milloin tahansa ja muuttaa sen sisältöä etukäteen ilmoittamatta ja sitoutumatta ilmoittamaan asiasta näiden muokkausten tai muutosten entisille tai nykyisille käyttäjille.

### 1.1.2 Saatavana oleva kirjallisuus

#### HUOMAUTUS!

**Tämä suunnitteluopas sisältää perustiedot, jotka tarvitaan taajuusmuuttajan asennukseen ja käyttöön.**

Jos tarvitset lisätietoja, alla mainitun kirjallisuuden voi ladata osoitteesta  
<http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations>

| Otsikko   | Kirjallisuusnro |
|---|-----------------|
| VLT Micro Drive FC 51 -taajuusmuuttajan suunnitteluopas | MG.02.K1.YY     |
| VLT Micro Drive FC 51 -taajuusmuuttajan pikaopas        | MG.02.BX.YY     |
| VLT Micro Drive FC 51 -taajuusmuuttajan ohjelmointiopas | MG.02.CX.YY     |
| FC 51 LCP:n asennusohje                                 | MI.02.AX.YY     |
| FC 51 erotuslevyn asennusohje                           | MI.02.BX.YY     |
| FC 51 etäasennussarjan asennusohje                      | MI.02.CX.YY     |
| FC 51 DIN-kiskosarjan asennusohje                       | MI.02.DX.YY     |
| FC 51 IP 21 -sarjan asennusohje                         | MI.02.EX.YY     |
| FC 51 Nema1-sarjan asennusohje                          | MI.02.FX.YY     |

X = versionumero, Y = kielikoodi

### 1.1.3 Symbolit

Tässä oppaassa käytetyt symbolit.

## HUOMAUTUS!

Merkitsee jotakin lukijan huomioitavaa seikkaa.

### HUOMIO

Ilmoittaa mahdollisesti vaarallisesta tilanteesta, joka voi johtaa lievään tai kohtalaiseen loukkaantumiseen tai laitevaurioon, ellei sitä vältetä.

### VAROITUS

Ilmoittaa mahdollisesti vaarallisesta tilanteesta, joka saattaisi johtaa kuolemaan tai vakavaan loukkaantumiseen, ellei sitä vältetä.

\* Ilmaisee oletusasetuksen

### 1.1.4 Lyhenteet

|  |                      |
|--|----------------------|
| Vaihtovirta  | AC                   |
| American Wire Gauge                                      | AWG                  |
| Ampeeri/AMP  | A                    |
| Automaattinen moottorin sovitus                          | AMT                  |
| Virtaraja  | I <sub>LIM</sub>     |
| Celsius-astetta  | °C                   |
| Tasavirta  | DC                   |
| Sähkömagneettinen yhteensopivuus                         | EMC                  |
| Elektroninen lämpörele                                   | ETR                  |
| Taajuusmuuttaja  | FC                   |
| Gramma   | g                    |
| Hertsi   | Hz                   |
| Kilohertsi   | kHz                  |
| Paikallisojauspaneeli                                    | LCP                  |
| Metri  | m                    |
| Millihenri induktanssista                                | mH                   |
| Milliampeeri   | mA                   |
| Millisekunti   | ms                   |
| Minuutti   | min                  |
| Liikkeenvalvontatyökalu                                  | MCT                  |
| Nanofaradi   | nF                   |
| Newtonmetri  | Nm                   |
| Moottorin nimellisvirta                                  | I <sub>M,N</sub>     |
| Moottorin nimellistaajuus                                | f <sub>M,N</sub>     |
| Moottorin nimellisteho                                   | P <sub>M,N</sub>     |
| Moottorin nimellisjännite                                | U <sub>M,N</sub>     |
| Erittäin pieni suojajännite                              | PELV                 |
| Painettu piirilevy                                       | PCB                  |
| Vaihtosuuntaajan nimellinen lähtövirta                   | I <sub>INV</sub>     |
| kierrosta minuutissa                                     | RPM                  |
| Regeneratiiviset liittimet                               | Regen                |
| Sekunti  | sekuntia             |
| Synkronisen moottorin nopeus                             | n <sub>s</sub>       |
| Momenttiraja   | T <sub>LIM</sub>     |
| Voltia   | V                    |
| Suurin lähtövirta  | I <sub>VLT,MAX</sub> |
| taajuusmuuttaja -taajuusmuuttajan syöttämä nimellisvirta | I <sub>VLT,N</sub>   |

### 1.1.5 Määritelmät

#### Taajuusmuuttaja

$I_{VLT,MAX}$

Suurin lähtövirta.

$I_{VLT,N}$

taajuusmuuttajan syöttämä nimellislähtövirta.

$U_{VLT, MAX}$

Suurin lähtöjännite.

#### Tulo

|  |          |   |
|--|----------|---|
| <p><u>Ohjauskäskey</u><br/>         Voit käynnistää ja pysäyttää kytketyn moottorin LCP-paneelin ja digitaalitulojen avulla.<br/>         Toiminnot on jaettu kahteen ryhmään.<br/>         Ryhmän 1 toiminnot ovat etusijalla ryhmän 2 toimintoihin nähden.</p> | Ryhmä 1  | Nollaus, rullaus pysähdyksiin, nollaus ja rullaus pysähdyksiin, pikapysäytys, tasavirtajarrutus, pysäytys ja [Off]-näppäin. |
|  | Ryhmä 2: | Käynnistys, pulssikäynnistys, suunnanvaihto, käynnistys ja suunnanvaihto, ryömintä ja lähdön lukitus                        |

#### Moottori

$f_{JOG}$

Moottorin taajuus, kun ryömintä-toiminto on aktivoitunut (digitaaliliitinten kautta).

$f_M$

Moottorin taajuus.

$f_{MAX}$

Moottorin maksimitaajuus.

$f_{MIN}$

Moottorin minimिताajuus.

$f_{M,N}$

Moottorin nimellistaajuus (tyyppikilven tiedot).

$I_M$

Moottorin virta.

$I_{M,N}$

Moottorin nimellisvirta (tyyppikilven tiedot).

$n_{M,N}$

Moottorin nimellisopeus (tyyppikilven tiedot).

$P_{M,N}$

Moottorin nimellisteho (tyyppikilven tiedot).

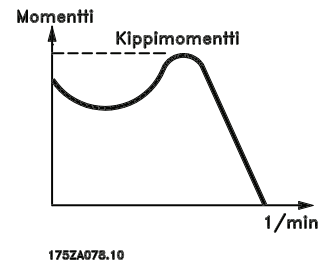
$U_M$

Moottorin hetkellisjännite.

$U_{M,N}$

Moottorin nimellisjännite (tyyppikilven tiedot).

#### Irrutusmomentti



$\eta_{VLT}$

taajuusmuuttajan hyötysuhde on antotehon ja ottotehon suhde.

#### Käynnistyksenestokäskey

Ryhmän 1 pysäytyskäskey - katso kyseinen ryhmä.

#### Pysäytyskäskey

Katso Ohjauskäskyt.

#### Ohjeavot

##### Analoginen ohjearvo

Analogiatuloon 53 tai 54 lähetetty signaali voi olla jännite tai virta.

##### Väyläohjearvo

Sarjaliitäntäporttiin (FC-porttiin) lähetetty signaali.

##### Esivalittu ohjearvo

Määritetty esivalittu ohjearvo on määritettävä väliltä -100 % - +100 % ohjearvoalueesta. Kahdeksan esivalitun ohjearvon valinta digitaaliliittimien kautta.

$Ref_{MAX}$

Määrittää ohjeavotulon ja näin saatavan ohjearvon välisen suhteen 100 % koko asteikon arvolla (tyypillisesti 10 V, 20 mA). Suurin par. 3-03 Maximum Reference määritetty ohjearvo.

$Ref_{MIN}$

Määrittää ohjeavotulon ja näin saatavan ohjearvon suhteen 0 % arvolla (tyypillisesti 0 V, 0 mA, 4 mA).

Parametrissa *3-02 Minimum Reference* määritetty pienin ohjearvo

## Muut

### Analogiatulot

Analogiatuloilla ohjataan useita taajuusmuuttajan toimintoja.

Analogiatuloja on kahta tyyppiä:

Virtatulo, 0-20 mA ja 4-20 mA

Jännitetulo, 0-10 V DC.

### Analogialähdöt

Analogiatulot voivat tuottaa 0-20 mA:n tai 4-20 mA:n signaalin tai digitaalisen signaalin.

### Automaattinen moottorin sovitus, AMT

AMT-algoritmi määrittää kytketyn moottorin sähköiset parametrit tämän ollessa pysähdyksissä.

### Jarruvastus

Jarruvastus on moduuli, joka pystyy ottamaan vastaan jarrutustehon, joka syntyy regeneratiivisessa jarrutuksessa. Tämä regeneratiivinen jarrutusteho kasvattaa välipiirin jännitettä, ja jarrukatkoja varmistaa, että teho syötetään jarruvastukselle.

### Vakiomomenttikäyttäytyminen

Vakiomomenttikäyttäytyminen, jota käytetään kaikenlaisissa sovelluksissa kuten kuljettimissa, syrjäytyspumpeissa ja nostureissa.

### Digit. tulot

Digitaalituloilla voidaan ohjata useita taajuusmuuttajan toimintoja.

### Relelähdöt

taajuusmuuttajassa on kaksi ohjelmoitavaa relelähettä.

### ETR

Sähköinen lämpörele on senhetkiseen kuormitukseen ja aikaan perustuva lämpökuormituksen laskentatapa. Sen tarkoituksena on arvioida moottorin lämpötila.

### Alustaminen

Jos alustaminen suoritetaan (*14-22 Operation Mode*), taajuusmuuttajan ohjelmoitavat parametrit palaavat oletusasetuksiinsa.  
Alustaminen; *14-22 Operation Mode* ei alusta tiedonsiirtoparametreja.

### Keskeytyvä käyttöjakso

Keskeytyvän käytön luokittelu viittaa sarjaan käyttöjaksosia. Jokainen jakso koostuu kuormitetusta ja kuormittamattomasta jaksosta. Käyttö voi tapahtua joko jaksottaisena tai ei-jaksottaisena.

### LCP

Paikallisohjauspaneelin (LCP) näppäimistö muodostaa täydellisen taajuusmuuttajan ohjaus- ja ohjelmointiliittymän. Ohjauspaneelin näppäimistön voi irrottaa, ja sen voi asentaa enintään 3 metrin päähän taajuusmuuttajasta, esim sähkökaapin oveen mukana toimitetulla asennus-sarjalla.

### lsb

Vähiten merkitsevä bitti.

### MCM

Lyhenne termistä Mille Circular Mil, joka on amerikkalainen kaapelin poikkileikkauksen mittayksikkö.  $1 \text{ MCM} \equiv 0,5067 \text{ mm}^2$ .

### msb

Eniten merkitsevä bitti.

### On-line/off-line-parametrit

On-line-parametrien muutokset aktivoituvat välittömästi data-arvon muuttamisen jälkeen. Off-line-parametrien muutokset aktivoituvat vasta, kun LCP:stä on annettu [OK]-merkki.

### PI-säädin

PI-säädin pitää yllä haluttua nopeutta, painetta, lämpötilaa jne. säätämällä lähtötaajuutta kuormituksen vaihtelujen mukaisesti.

### RCD

Vikavirtarele.

### Asetukset

Voit tallentaa parametriasetukset kahteen eri asetukseen. Muutos kahden parametriasetuksen välillä ja yhden asetuksen muokkaus, kun toinen asetusta on aktiivinen.

### Jättämäkompensointi

taajuusmuuttaja kompensoi moottorin jättämän kasvattamalla taajuutta mitatun moottorin kuormituksen perusteella pitäen moottorin nopeuden lähes vakiona.

### Älykäs logiikkavalvonta (SLC)

SLC on käyttäjän määrittämien toimien sarja, joka suoritetaan, kun SLC arvioi siihen liittyvät käyttäjän määrittämät tapahtumat tosiksi.

### Termistori

Lämpötilasta riippuva vastus, joka on sijoitettu lämpötilan valvontapisteeseen (taajuusmuuttaja tai moottori).

### STW

tilasana

### FC-vakioväylä

Sisältää RS 485 -väylän ja FC-protokollan. Katso *8-30 Protokolla*.

### Laukaisu

Tila, johon siirrytään vikatilanteissa, esim. jos taajuusmuuttaja ylikuumenee tai jos taajuusmuuttaja suojelee moottoria, prosessia tai mekanismia. Uudelleen-käynnistys ei ole mahdollista, ennen kuin vian syy on poistettu ja laukaisutilasta poistettu aktivoimalla uudelleen-käynnistys tai joissakin tapauksissa ohjelmoimalla laite käynnistymään uudelleen automaattisesti. Laukaisua ei kenties käytetä henkilökohtaisen turvallisuuden vuoksi.

### Laukaisu lukittu

Tila, johon siirrytään vikatilanteissa, kun taajuusmuuttaja suojelee itseään ja vaatii fyysistä puuttumista, esim. jos taajuusmuuttaja on alttiina lähdön oikosululle. Lukittu laukaisu voidaan peruuttaa katkaisemalla verkkovirta,



poistamalla vian syy ja käynnistämällä taajuusmuuttaja uudelleen. Uudelleenkäynnistys ei ole mahdollista, ennen kuin laukaisutilasta poistutaan aktivoimalla uudelleenkäynnistys tai joissakin tapauksissa ohjelmoimalla laite käynnistymään uudelleen automaattisesti. Laukaisun lukitusta ei kenties käytetä henkilökohtaisen turvallisuuden vuoksi.

#### Muuttuva momenttikäyttäytyminen

Muuttuvaa momenttikäyttäytymistä käytetään pumppujen ja puhaltimien kanssa.

#### VVC plus

Tavanomaiseen jännite/taajuus-ohjaukseen verrattuna Voltage Vector Control (VVC<sup>plus</sup>) tarjoaa paremman dynamiikan ja vakavuuden sekä nopeuden ohjearvon että kuormitusmomentin muuttuessa.

### 1.1.6 Tehokerroin

Tehokerroin on tekijöiden  $I_1$  ja  $I_{RMS}$  suhde.

$$\text{Teho- kerroin} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_1 \times \cos\varphi}{\sqrt{3} \times U \times I_{RMS}}$$

Kolmivaiheohjauksen tehokerroin:

$$= \frac{I_1 \times \cos\varphi_1}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}} \text{ sillä } \cos\varphi_1 = 1$$

Tehokerroin ilmaisee, missä määrin taajuusmuuttaja kuormittaa verkkojännitettä.

Mitä alhaisempi tehokerroin, sitä korkeampi tulovirta ( $I_{RMS}$ ) samaa kW-tehoa kohti.

$$I_{RMS} = \sqrt{I_1^2 + I_5^2 + I_7^2 + \dots + I_n^2}$$

Suuri tehokerroin viittaa myös harmonisten virtojen pienuuteen.

## 2 Turvallisuus ja vaatimustenmukaisuus

### 2.1 Turvallisuus

#### 2.1.1 Turvallisuuteen liittyvä huomautus

#### **VAROITUS**

##### VAARALLINEN JÄNNITE

taajuusmuuttajassa esiintyy vaarallisia jännitteitä, kun se on kytketty verkkoon. Moottorin, taajuusmuuttajan tai kenttäväylän virheellinen asennus saattaa johtaa kuolemaan, vakavaan loukkaantumiseen tai laitevaurioon. Noudata sen vuoksi tämän Käyttöoppaan ohjeita sekä kansallisia ja paikallisia turvallisuusmääräyksiä.

##### Turvallisuusmääräykset

1. Virransyötön taajuusmuuttajaan tulee olla katkaistuna, kun suoritetaan korjaustöitä. Varmista, että verkkojännite on katkaistu ja riittävä aika on kulunut ennen moottorin ja verkkovirran pistokkeiden irrotusta.
2. [STOP/RESET]-painike taajuusmuuttajan LCP -paneelissa ei katkaise virransyöttöä laitteelle, eikä sitä siksi saa käyttää turvakytkimenä.
3. Laitteelle tulee varmistaa oikea suojamaadoitus. Käyttäjää pitää suojata verkkojännitteeltä ja moottori pitää suojata ylikuormitukselta voimassa olevien kansallisten ja paikallisten määräysten mukaan.
4. Maavuotovirta ylittää 3,5 mA.
5. Moottorin ylikuormitussuojaus asetetaan parametrissa *1-90 Motor Thermal Protection*. Jos tämä toiminto halutaan, aseta parametrin *1-90 Motor Thermal Protection* data-arvoksi [ETR-laukaisu] (oletusarvo) tai data-arvo [ETR-varoitus]. Huom: Toiminto käynnistetään 1,16 x moottorin nimellisvirralla ja moottorin nimellistaajuudella. Pohjois-Amerikan markkinoita varten: ETR-toiminto antaa NEC:n mukaisen luokan 20 moottorin ylikuormitussuojan. Koskee Pohjois-Amerikan markkinoita:
6. Älä irrota moottorin ja verkkovirran pistokkeita, kun taajuusmuuttaja on kytketty sähköverkkoon. Varmista, että verkkojännite on katkaistu ja riittävä aika on kulunut ennen moottorin ja verkkovirran pistokkeiden irrotusta.
7. Varmista, että kaikki jännitetulot on kytketty irti ja riittävä aika kulunut ennen korjaustöiden aloittamista.

##### Asennus korkeille paikoille

#### **HUOMIO**

Kun korkeus on yli 2 km, ota yhteyttä Danfoss-yhtiöön keskustellaksesi PELV-jännitteestä.

#### **VAROITUS**

##### TAHATON KÄYNNISTYS

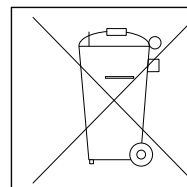
1. Moottori voidaan saada seis-tilaan digitaalikäskyillä, väyläkäskyillä, ohjearvoilla tai paikallispysäytyksellä, vaikka taajuusmuuttaja on koko ajan liitetty syöttöverkkoon. Jos henkilöturvallisuus vaatii tahattoman käynnistyksen estämisen, nämä pysäytystoiminnot eivät ole riittäviä.
2. Moottori saattaa käynnistyä parametrien käsittelyn yhteydessä. Aktivoi siksi aina pysäytyspainike [STOP/RESET]. Sen jälkeen voidaan tehdä datamuutoksia.
3. Pysähtynyt moottori saattaa käynnistyä, jos taajuusmuuttajan elektroniikka vioittuu tai jos tilapäinen ylikuormitusilanne, syöttöverkossa oleva vika tai moottoriliitännässä oleva vika poistuu.

#### **VAROITUS**

##### PURKAUTUMISAIKA

Sähköisten osien koskettaminen voi olla hengenvaarallista myös laitteen virransyötön katkaisun jälkeen. Varmista myös, että muut jännitelähteet, kuormituksenjako (DC-välipiirin tasajännitteen linkitys), on kytketty irti kuten myös moottorin liitäntä kineettiseen varmistukseen. taajuusmuuttajan DC-välipiirin kondensaattorit jäävät ladatuiksi, vaikka virta on katkaistu. Sähköiskuvaaran välttämiseksi taajuusmuuttaja on irrotettava sähköverkosta ennen huollon suorittamista. Ennen kuin kosketat taajuusmuuttajan mahdollisesti jännitteisiä osia, odota vähintään 4 minuuttia kaikissa M1-, M2- ja M3-kokoluokissa. Odota ainakin 15 minuuttia kaikissa M4- ja M5-kokoluokissa.

#### 2.1.2 Hävittämishoje



Sähköisiä sisältäviä laitteita ei saa hävittää talousjätteen mukana. Ne on kerättävä erikseen sähkö- ja elektroniikkajätteinä paikallisten ja voimassa olevien lakien mukaan.

## 2.2 CE-merkintä

### 2.2.1 CE-vaatimustenmukaisuus ja -merkintä

#### Mitä tarkoittaa CE-vaatimustenmukaisuus ja -merkintä?

CE-merkinnän tarkoitus on ehkäistä kaupan teknisiä esteitä EFTAn ja EU:n sisällä. EU on ottanut CE-merkin käyttöön yksinkertaisena tapana osoittaa, että tuote on soveltuvien EU-direktiivien mukainen. CE-merkki ei kerro mitään tuotteen ominaisuuksista eikä laadusta. Taajuusmuuttaja koskee kolme EU-direktiiviä:

#### Konedirektiivi (98/37/ETY)

Kaikki koneet, joissa on kriittisiä, liikkuvia osia, kuuluvat 1. tammikuuta 1995 annetun konedirektiivin alaisuuteen. Koska taajuusmuuttaja on toiminnaltaan pääasiassa sähköinen, se ei kuulu konedirektiivin piiriin. Jos taajuusmuuttaja kuitenkin toimitetaan käytettäväksi koneessa, toimitamme mukana taajuusmuuttajaa koskevat turvallisuustiedot. Teemme tämän antamalla valmistajan ilmoituksen.

#### Pienjännitedirektiivi (73/23/ETY)

Taajuusmuuttajissa on oltava 1.1.1997 annetun pienjännitedirektiivin edellyttämä CE-merkki. Direktiivi koskee kaikkia 50 - 1 000 V:n AC- ja 75 - 1 500 V:n DC-alueella käytettäviä laitteita ja koneita. Danfoss merkitsee laitteet direktiivin edellyttämällä CE-merkillä ja antaa tarvittaessa vaatimustenmukaisuusvakuutuksen.

#### EMC-direktiivi (89/336/ETY)

EMC on lyhenne sanoista electromagnetic compatibility (sähkömagneettinen yhteensopivuus). Sähkömagneettinen yhteensopivuus tarkoittaa, että eri komponenttien/laitteiden keskinäiset häiriöt eivät vaikuta laitteiden toimintaan.

EMC-direktiivi tuli voimaan 1.1.1996. Danfoss merkitsee laitteet direktiivin edellyttämällä CE-merkillä ja antaa tarvittaessa vaatimustenmukaisuusvakuutuksen. Katso suunnitteluoppaasta ohjeet EMC-vaatimusten mukaisen asennuksen suorittamiseen. Tämän lisäksi ilmoitamme, minkä standardin mukaisia tuotteemme ovat. Tarjoamme teknisten tietojen mukaisia suodattimia ja autamme muutenkin, jotta saavuttaisit parhaan mahdollisen EMC-tuloksen.

Useimmiten taajuusmuuttajaa käyttävät ammattilaiset suuremman laitteen, järjestelmän tai laitteiston komponenttina. On muistettava, että vastuu laitteen, järjestelmän tai laitteiston lopullisista EMC-ominaisuuksista on asennuksen tekijällä.

### 2.2.2 Mitä kuuluu direktiivin alaisuuteen

EU:n soveltamisohjeessa "Guidelines on the Application of Council Directive 89/336/EEC" on selostettu kolme tyypillistä taajuusmuuttajan käyttötilannetta. Katso EMC-direktiivin kattavuus ja CE-merkintä seuraavasta.

1. taajuusmuuttaja myydään suoraan loppukäyttäjälle. taajuusmuuttaja myydään esimerkiksi rautakauppaan. Loppukäyttäjä ei ole ammattilainen. Hän asentaa taajuusmuuttajan itse, esim. työstö- tai kotitalouskoneen yhteyteen. Tässä tapauksessa taajuusmuuttaja pitää varustaa EMC-direktiivin mukaisella CE-merkillä.
2. taajuusmuuttaja myydään asennettavaksi tehtäseen. Tehtaan asentajat ovat alan ammattilaisia. Tällainen voi olla esimerkiksi täydellinen tuotanto- tai lämmitys-/ilmastointilaitteisto. Asennuksen suunnittelee ja suorittaa ammattimainen asennusliike. Tällaista taajuusmuuttajaa tai täydellistä laitteistoa ei tarvitse varustaa EMC-direktiivin mukaisella CE-merkillä. Yksikön on kuitenkin oltava direktiivin perusvaatimusten mukainen EMC:n suhteen. Tämä varmistetaan käyttämällä komponentteja, laitteita ja järjestelmiä, jotka on varustettu EMC-direktiivin mukaisella CE-merkillä.
3. taajuusmuuttaja myydään osana täydellistä järjestelmää. Järjestelmää markkinoidaan kokonaisuutena, ja se voi olla esim. ilmastointijärjestelmä. Koko järjestelmässä on oltava EMC-direktiivin mukainen CE-merkintä. Valmistaja voi varmistaa EMC-direktiivin mukaisen CE-merkinnän joko käyttämällä CE-merkittyjä komponentteja tai testaamalla järjestelmän sähkömagneettisen yhteensopivuuden. Jos valmistaja käyttää CE-merkittyjä komponentteja, koko järjestelmän testaus ei ole tarpeen.

### 2.2.3 Danfoss Taajuusmuuttaja ja CE-merkintä

CE-merkintä on myönteinen asia, kun sitä käytetään alkuperäiseen tarkoitukseensa, ts. helpottamaan kauppaa EU:n ja EFTA:n sisällä.

CE-merkintä voi kuitenkin kattaa useita erilaisia vaatimuksia. Siksi CE-merkinnän kattavuus tulee selvittää huolellisesti.

Sen kattamat tekniset ominaisuudet voivat olla hyvin erilaisia, ja CE-merkintä voi siksi antaa asentajalle väärän turvallisuuden tunteen hänen käyttäessään taajuusmuuttajaa järjestelmän tai sovelluksen komponenttina.

Danfoss varustaa taajuusmuuttajansa CE-merkinnällä pienjännitedirektiivin mukaisesti. Tämä tarkoittaa, että jos taajuusmuuttaja on asennettu oikein, me takaamme, että se on pienjännitedirektiivin määräysten mukainen. Danfoss antaa vaatimustenmukaisuusvakuutuksen, joka varmistaa CE-merkintämme olevan pienjännitedirektiivin mukainen.

CE-merkitty laite täyttää myös EMC-direktiivin vaatimukset edellyttäen, että EMC-vaatimusten mukaista asennusta ja suodatusta koskevia ohjeita on noudatettu. Tällä perusteella annetaan EMC-direktiivin mukainen vaatimustenmukaisuusvakuutus.

Suunnitteluoppaassa on yksityiskohtaiset asennusohjeet asennuksen EMC-vaatimustenmukaisuuden varmistamiseksi. Tämän lisäksi Danfoss ilmoittaa, minkä standardin mukaisia eri tuotteemme ovat.

Danfoss auttaa muutenkin, jotta saavuttaisit parhaan mahdollisen EMC-tuloksen.

#### 2.2.4 EMC-direktiivin 89/336/ETY vaatimusten mukaisuus

Kuten edellä mainittiin, taajuusmuuttajaa käyttävät useimmiten ammattilaiset suuremman laitteen, järjestelmän tai laitteiston komponenttina. On muistettava, että vastuu laitteen, järjestelmän tai laitteiston lopullisista EMC-ominaisuuksista on asennuksen tekijällä. Asentajan avuksi Danfoss on laatinut EMC-asennusohjeet Power Drive -järjestelmille. Power Drive -järjestelmiä koskevien standardien ja testaus-tasojen vaatimukset täytetään noudattamalla EMC-direktiivin mukaisia asennusohjeita, katso *EMC-sieto*.

taajuusmuuttaja vastaa seuraavan standardin vaatimuksia: IEC 60068-2-3, EN 50178 pkt. 9.4.2.2 50 °C lämpötilassa.

### 2.3 Syövyttävät ympäristöt

taajuusmuuttajassa on lukuisia mekaanisia ja sähköisiä komponentteja. Kaikki ovat jossain määrin alttiita ympäristön vaikutuksille.

#### **⚠️ HUOMIO**

**taajuusmuuttajaa ei pidä asentaa ympäristöön, jonka ilmassa on nestepisararoita (kosteutta), hiukkasia tai kaasuja, jotka pystyvät vaikuttamaan elektroniikkaosiin tai vaurioitamaan niitä. Ellei tarpeellisiin suojatoimiin ryhdytä, toimintahäiriöiden riski kasvaa ja taajuusmuuttajan käyttöikä saattaa lyhentyä.**

Nestet saattavat esiintyä ilmassa höyryinä ja kondensoitua taajuusmuuttajaan sekä aiheuttaa komponenttien ja metalliosien ruostumista. Vesihöyry, öljy ja suolavesi saattavat syövyttää komponentteja ja metalliosia.

Tällaisessa ympäristössä kannattaa käyttää kotelointiluokan IP 54 laitteita. Suojauksen parantamiseksi voi tilata lisävarusteena toimitettavia pinnoitettuja painettuja piirilevyjä (vakiona joissakin kokovaihtoehtoissa.)

Pölyhiukkasten kaltaiset leijuvat hiukkaset voivat aiheuttaa mekaanisia, sähköisiä tai lämpövikoja taajuusmuuttajassa. Tyypillisesti ilman liiallinen hiukkaspitoisuus ilmenee pölynä taajuusmuuttajan tuulettimen läheisyydessä. Erittäin pölyisissä olosuhteissa kannattaa käyttää IP 54 -koteloita tai IP 20/TYYPPI 1 -laitteiden kotelointia.

Hyvin lämpimässä tai kosteassa ympäristössä syövyttävät kaasut, esimerkiksi rikki-, typpi- ja klooriyhdisteet, vaikuttavat kemiallisesti taajuusmuuttajan komponentteihin.

Tällöin elektroniset komponentit vaurioituvat nopeasti. Tällaisissa ympäristöissä kannattaa käyttää raitisilmatuuletettua koteloita, joka estää syövyttävien kaasujen pääsyn taajuusmuuttajaan.

Näissä olosuhteissa voi parantaa suojausta tilaamalla lisävarusteena toimitettavan painettujen piirilevyjen pinnoituksen.

### HUOMAUTUS!

**Jos taajuusmuuttaja asennetaan syövyttävään ympäristöön, toimintahäiriöiden riski kasvaa ja taajuusmuuttajan käyttöikä lyhenee merkittävästi.**

Tarkista asennuspaikan ilman höyry-, hiukkas- ja kaasupitoisuus ennen taajuusmuuttajan asentamista. Tämän voi tehdä tarkastelemalla samaan ympäristöön asennettuja muita laitteita. Metalliosissa oleva vesi tai öljy ja metalliosien korrosio kertovat, että ilmassa on haitallisia höyryjä.

Pölyiset asennuskaapit tai sähkölaitteet osoittavat, että ilmassa saattaa olla runsaasti hiukkasia. Syövyttävien kaasujen läsnäolo ilmenee esimerkiksi edellisten asennusten kupariosien ja kaapelinpäiden mustumisena.

### 2.4 Tärinä ja iskut

taajuusmuuttaja on testattu menetelmällä, joka on seuraavien standardien mukainen:

taajuusmuuttaja vastaa vaatimuksia, jotka vastaavat yksikköä tuotantotilojen seinään tai lattiaan tai seinään tai lattiaan kiinnitettyyn paneeliin asennettaessa syntyviä olosuhteita.

|                    |                                       |
|--------------------|---------------------------------------|
| IEC/EN 60068-2-6:  | Tärinä (sinimuotoinen) - 1970         |
| IEC/EN 60068-2-64: | Sattumanvarainen laajakaistavärähtely |

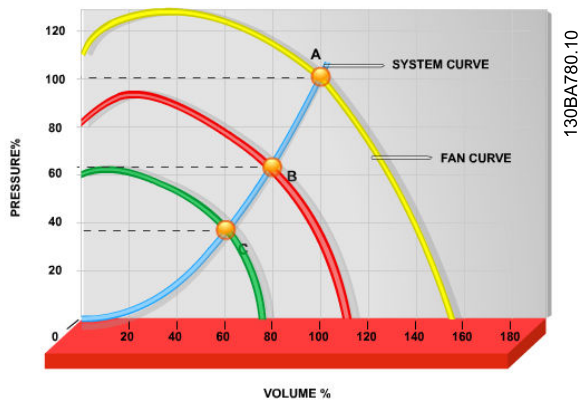
## 2.5 Edut

### 2.5.1 Miksi käyttää Taajuusmuuttajaa tuuletinten ja pumppujen ohjaukseen?

taajuusmuuttaja hyödyntää sitä, että keskipakotuulettimet ja -pumput noudattavat tällaisten tuuletinten ja puhallinten suhteellisuuslakeja. Katso lisätietoja kohdasta 2.5.3 *Esimerkki energiansäästöstä*.

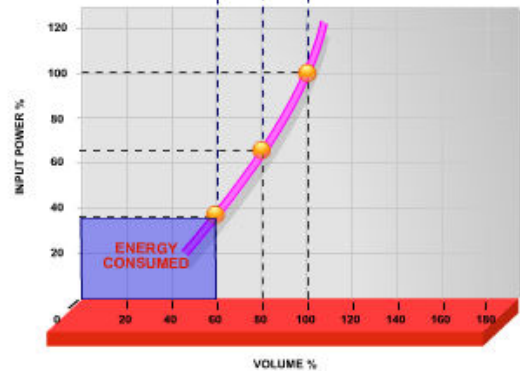
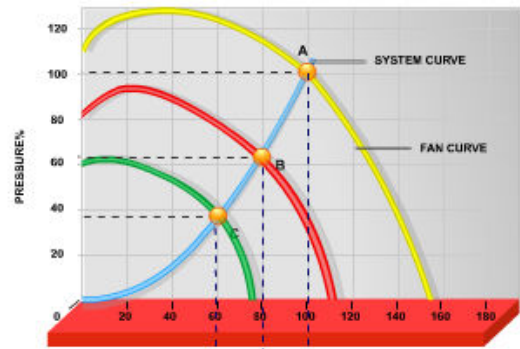
### 2.5.2 Selkeä etu - energiansäästö

Selkeä etu taajuusmuuttajan käytöstä puhallinten tai pumppujen nopeuden säätelyssä on sähkön säästäminen. Vaihtoehtoisin ohjausjärjestelmiin ja -tekniikoihin verrattuna taajuusmuuttaja on optimaalinen energiansäästöjärjestelmä tuuletin- ja pumppujärjestelmiä ohjattaessa.



130BA780.10

Kuva 2.1 Kaaviossa näkyvät puhallinkäyrät (A, B ja C) pienemmillä puhallimen tehoilla.



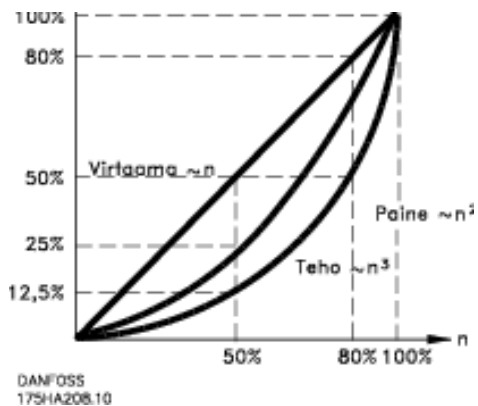
130BA781.10

Kuva 2.2 Käytettäessä taajuusmuuttajaa puhallimen tehon vähentämiseksi 60 prosenttiin, tyypillisissä sovelluksissa voidaan saavuttaa yli 50 % energiansäästöjä.

### 2.5.3 Esimerkki energiansäästöstä

Kuten kohdasta *Kuva 2.3* käy ilmi, virtausta säädellään kierroslukua muuttamalla. Kun nopeutta muutetaan vain 20 % nimellinopeudesta, myös virtaus pienenee 20 %. Tämä johtuu siitä, että virtaus on suoraan verrannollinen kierroslukuun. Sähkönkulutus pienenee kuitenkin 50 %. Jos kyseisen järjestelmän on pystyttävä tuottamaan 100 % vastaava virtaus vain muutamana päivänä vuodessa, kun taas keskimääräinen tarve on alle 80 % nimellisvirtauksesta loppuvuoden ajan, energiaa säästyy jopa yli 50 %.

| Suhteellisuuslait  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| <i>Kuva 2.3</i> esittää virtauksen, paineen ja virrankulutuksen riippuvuutta kierrosluvusta. |                                   |
| Q = virtaus  | P = teho                          |
| Q <sub>1</sub> = nimellisvirtaus   | P <sub>1</sub> = nimellisteho     |
| Q <sub>2</sub> = alentunut virtaus   | P <sub>2</sub> = alentunut teho   |
|  |                                   |
| H = paine  | n = nopeuden säätely              |
| H <sub>1</sub> = nimellispain  | n <sub>1</sub> = nimellinopeus    |
| H <sub>2</sub> = alentunut paine   | n <sub>2</sub> = alentunut nopeus |



Kuva 2.3 Suhteellisuuslait

$$\text{Virtaus} : \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\text{Paine} : \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

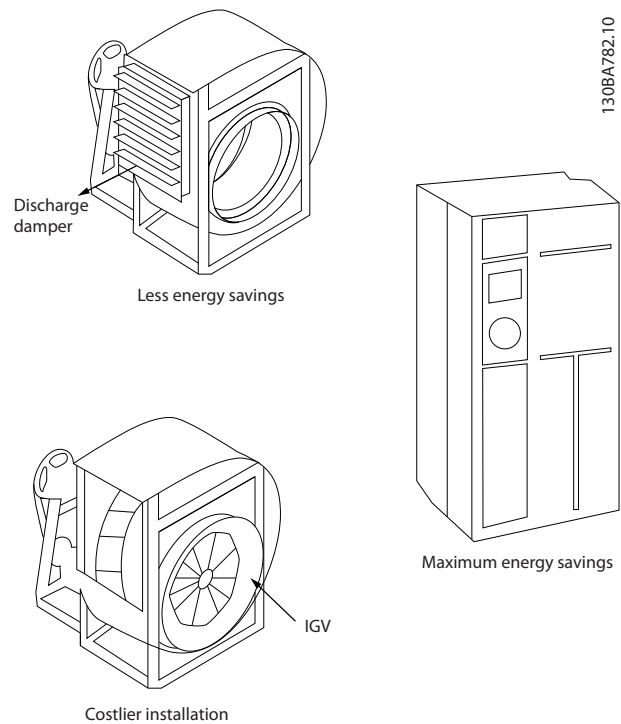
$$\text{Teho} : \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

### 2.5.4 Energiansäästöjen vertailu

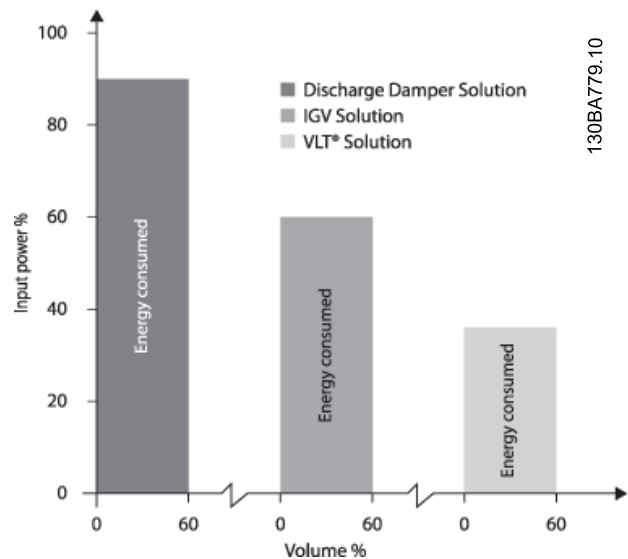
Danfoss taajuusmuuttajaa hyödyntävä ratkaisu tuo suuria säästöjä perinteisiin energiansäästöratkaisuihin verrattuna. Tämä johtuu siitä, että taajuusmuuttaja pystyy säätämään puhaltimen nopeutta järjestelmän lämpökuormituksen mukaan sekä siitä, että taajuusmuuttajassa on sisäänrakennettu toiminto, joka mahdollistaa taajuusmuuttajan toiminnan kiinteistönhallintajärjestelmänä (BMS).

Kuva 2.5 näyttää tyypilliset energiansäästöt, jotka saadaan 3 tunnetulla ratkaisulla, kun puhaltimen tehoa pienennetään esim. 60 prosenttiin.

Kuten kaaviosta näkyy, tyypillisissä sovelluksissa voidaan saavuttaa yli 50 % energiansäästöjä.



Kuva 2.4 Kolme yleistä energiansäästöjärjestelmää



Kuva 2.5 Energiansäästö

Purkausvaimentimet pienentävät tehonkulutusta jonkin verran. Johtosiivillä kulutus pienenee 40 %, mutta asennus tulee kalliiksi. Danfoss taajuusmuuttaja ratkaisu pienentää energiankulutusta yli 50 % ja on helppo asentaa.

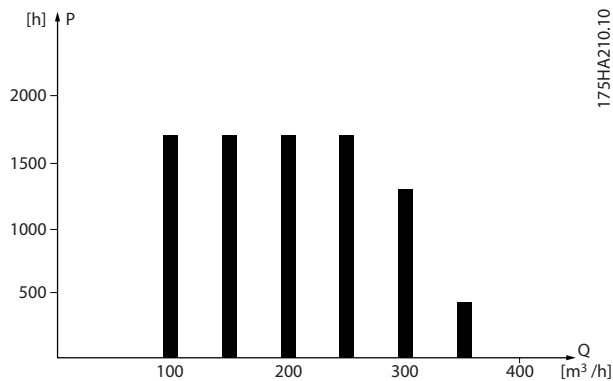
## 2.5.5 Esimerkki virtauksen vaihtelusta 1 vuoden aikana

Alla oleva esimerkki on laskettu pumpun teknisistä tiedoista saatujen pumpun ominaisuuksien pohjalta. Näin saatava tulos osoittaa yli 50 % energiansäästöä annetulla virtauksen jakaumalla vuoden aikana. Takaisinmaksuaika riippuu kWh-hinnasta ja taajuusmuuttajan hinnasta. Tässä esimerkissä se on alle vuosi verrattuna venttiileihin ja vakionopeuteen.

### Energiansäästö

$P_{\text{akseli}} = P_{\text{akseliteho}}$

Virtauksen jakautuminen 1 vuoden aikana



175HA210;10

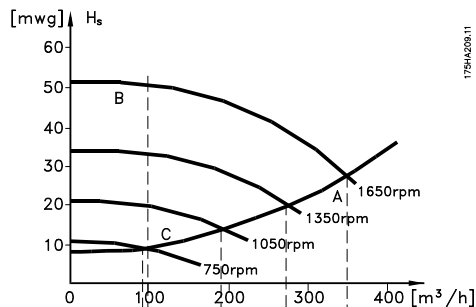
| m³/h     | Jakelu     |             | Venttiiliohjaus                         |                | Taajuusmuuttajaohjaus                   |                |
|----------|------------|-------------|---|----------------|---|----------------|
|          | %          | Tuntia      | Teho<br>A <sub>1</sub> - B <sub>1</sub> | Kulutus<br>kWh | Teho<br>A <sub>1</sub> - C <sub>1</sub> | Kulutus<br>kWh |
| 350      | 5          | 438         | 42,5                                    | 18,615         | 42,5                                    | 18,615         |
| 300      | 15         | 1314        | 38,5                                    | 50 589         | 29,0                                    | 38 106         |
| 250      | 20         | 1752        | 35,0                                    | 61 320         | 18,5                                    | 32 412         |
| 200      | 20         | 1752        | 31,5                                    | 55 188         | 11,5                                    | 20 148         |
| 150      | 20         | 1752        | 28,0                                    | 49 056         | 6,5                                     | 11 388         |
| 100      | 20         | 1752        | 23,0                                    | 40 296         | 3,5                                     | 6 132          |
| <b>Σ</b> | <b>100</b> | <b>8760</b> |   | <b>275 064</b> |   | <b>26 801</b>  |

## 2.5.6 Parempi ohjaus

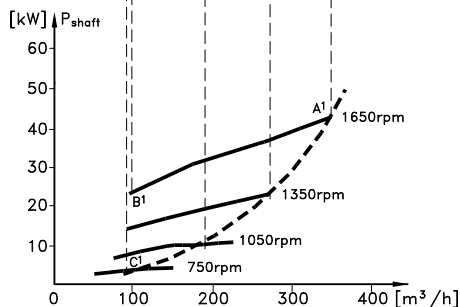
Jos taajuusmuuttajaa käytetään järjestelmän virtauksen tai paineen säätämiseen, ohjaus paranee. Taajuusmuuttaja voi vaihdella tuulettimen tai pumpun nopeutta ja saada siten aikaan muunneltavan virtauksen ja paineen ohjauksen. Lisäksi taajuusmuuttaja voi nopeasti mukauttaa puhaltimen tai pumpun nopeuden järjestelmän uusiin virtaus- tai paineolosuhteisiin. Yksinkertainen prosessinohjaus (virtaus, taso tai paine) sisäänrakennetulla PI-ohjauksella.

## 2.5.7 Tähti/kolmio-käynnistintä tai ohjelmistokäynnistintä ei tarvita

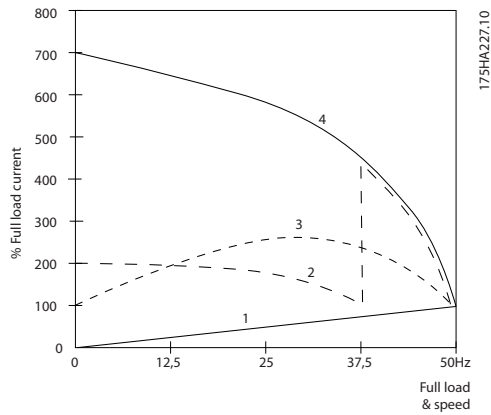
Käynnistettäessä suurempia moottoreita monissa maissa on käytettävä käynnistysvirtaa rajoittavia laitteita. Perinteisemmissä järjestelmissä käytetään laajalti tähti/kolmio-käynnistintä tai ohjelmistokäynnistintä. Tämänkaltaisia moottorinkäynnistimiä ei tarvita, jos käytössä on taajuusmuuttaja.



175HA209;11



Kuten alla olevasta piirroksesta näkyy, taajuusmuuttaja ei kuluta enempää kuin nimellisvirran.



1. VLT® Micro Drive FC 51 -taajuusmuuttaja
2. Tähti/kolmio-käynnistin
3. Ohjelmistokäynnistin
4. Käynnistä suoraan verkkovirralla

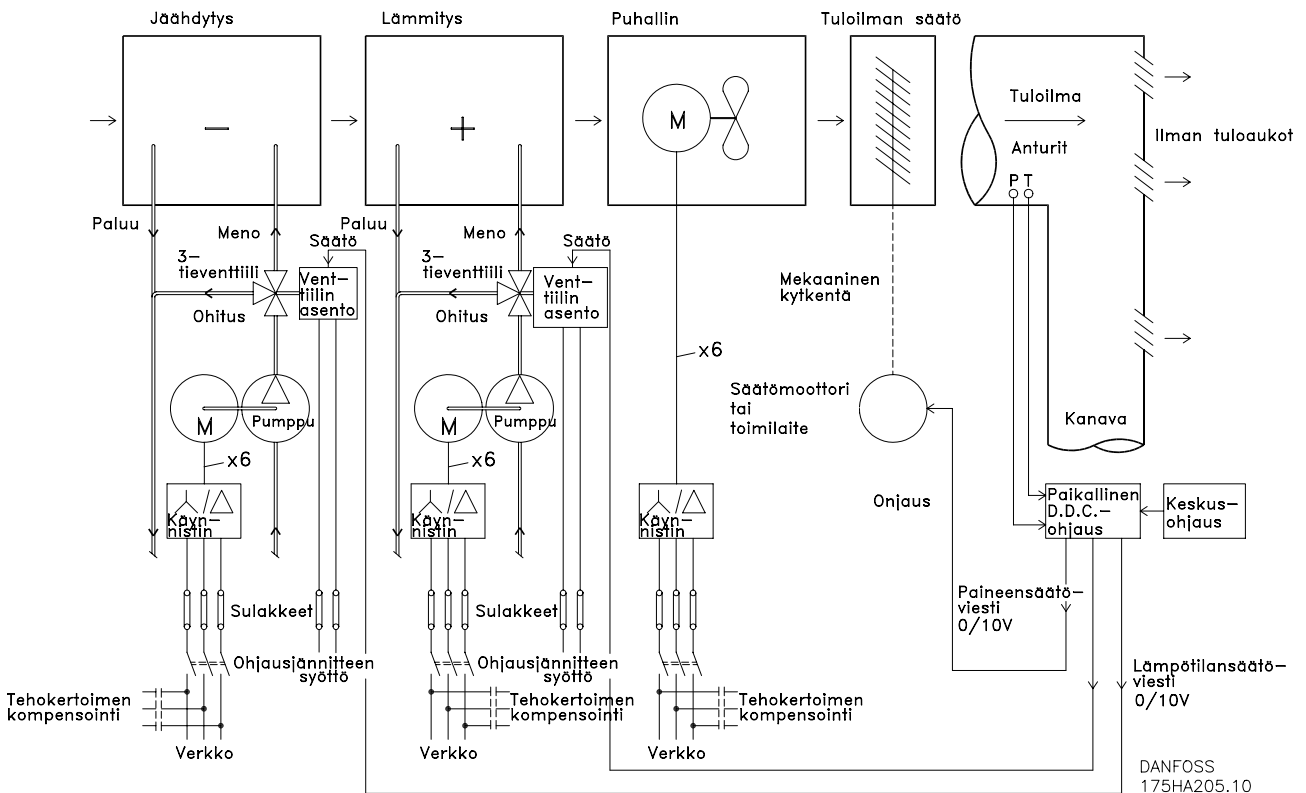
## 2.5.8 Taajuusmuuttajan käyttö säästää rahaa

Seuraavan sivun esimerkistä näkyy, että taajuusmuuttajaa käytettäessä ei tarvita paljon lisälaitteita. Näiden kahden eri järjestelmän asennuskustannukset voidaan laskea. Seuraavan sivun esimerkissä molemmat järjestelmät voidaan asentaa suunnilleen samaan hintaan.

## 2.5.9 Ilman Taajuusmuuttajaa

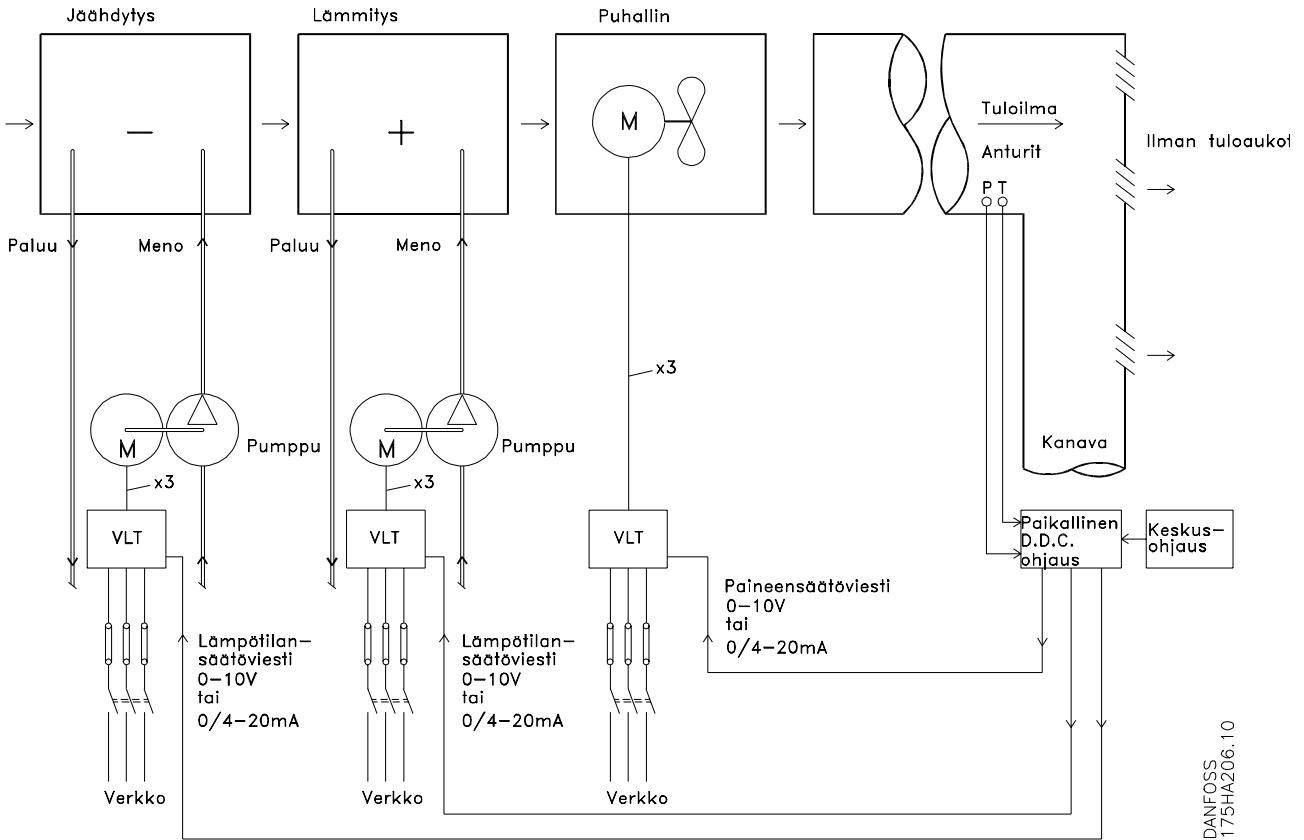
|          |                               |          |                               |
|----------|-------------------------------|----------|-------------------------------|
| D.D.C.   | = Suora digitaalinen valvonta | E.M.S.   | = Energianhallintajärjestelmä |
| V.A.V.   | = Vaihteleva ilmamäärä        | Anturi P | = Paine                       |
| Anturi P | = Paine                       | Anturi T | = Lämpötila                   |

Taulukko 2.1 Perinteisellä tavalla tehty puhallinjärjestelmä





## 2.5.10 Taajuusmuuttajalla



Kuva 2.6 Taajuusmuuttajilla ohjattu puhallinjärjestelmä

 DANFOSS  
175HA206.10

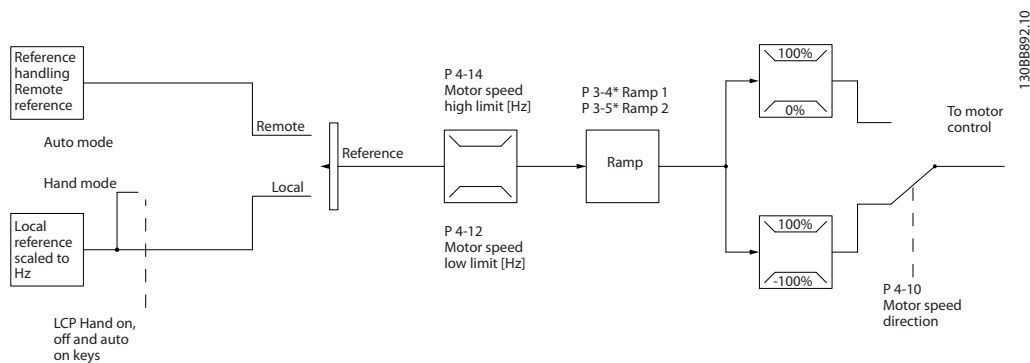
## 3 VLT Micro Drive -taajuusmuuttajan esittely

### 3

### 3.1 Ohjauksen rakenteet

Parametrissa *1-00 Configuration Mode* se voidaan valita, jos on määrä käyttää avointa tai suljettua piiriä.

#### 3.1.1 Ohjauksen rakenne, avoin piiri



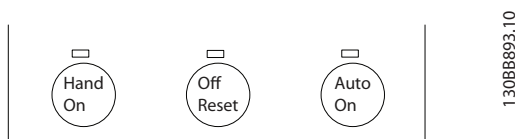
Kuva 3.1 Avoimen piirin rakenne

Kuvan *Kuva 3.1* mukaisessa kokoonpanossa parametrin *1-00 Configuration Mode* arvoksi on asetettu Avoin piiri [0]. Ohjearvon käsittelyjärjestelmästä näin saatava ohjearvo tai paikallishjearvo vastaanotetaan ja syötetään rampin rajoituksen ja nopeuden rajoituksen läpi, ennen kuin se lähetetään moottorin ohjaukselle. Silloin maksimitaajuusraja rajoittaa moottorin ohjauksen tehoa.

#### 3.1.2 Paikallishjaus (Hand On) ja kauko-ohjaus (Auto On)

taajuusmuuttajaa voi ohjata käsin paikallishjauspaneelin avulla (LCP) tai kauko-ohjauksella analogisten/digitaalisten tulojen tai sarjaväylän avulla. Jos tämä on sallittu parametreissa *0-40 [Hand on] Key on LCP*, *0-44 [Off / Reset] Key on LCP* ja *0-42 [Auto on] Key on LCP*, taajuusmuuttajan voi käynnistää ja sammuttaa LCP-paneelin [Hand On]- ja [Off/Reset]-näppäimillä. Hälytykset voi kuitata [Off/Reset]-näppäimellä. Kun olet painanut [Hand On] -näppäintä, taajuusmuuttaja siirtyy käsikäyttötilaan ja noudattaa (oletuksena) paikallishjearvoa, joka on määritetty LCP-paneelin potentiometrillä (LCP12) tai nuolinäppäimillä ylös [▲] ja alas [▼] (LCP11). Potentiometrin voi poistaa käytöstä parametrissa P6-80. Jos potentiometri on poistettu käytöstä, nuolinäppäimiä voi käyttää ohjearvon säätelyyn.

Kun olet painanut [Auto On] -näppäintä, taajuusmuuttaja siirtyy automaattitilaan ja noudattaa (oletuksena) etäkäytön ohjearvoa. Tässä tilassa taajuusmuuttajaa voi ohjata digitaalitulojen ja RS485-väylän avulla. Katso lisätietoja käynnistyksestä, pysäytyksestä, ramppien vaihtamisesta ja parametrisetuksista parametriryhmästä 5-1\* (digitaalitulot) tai parametriryhmästä 8-5\* (sarjaliikenne).



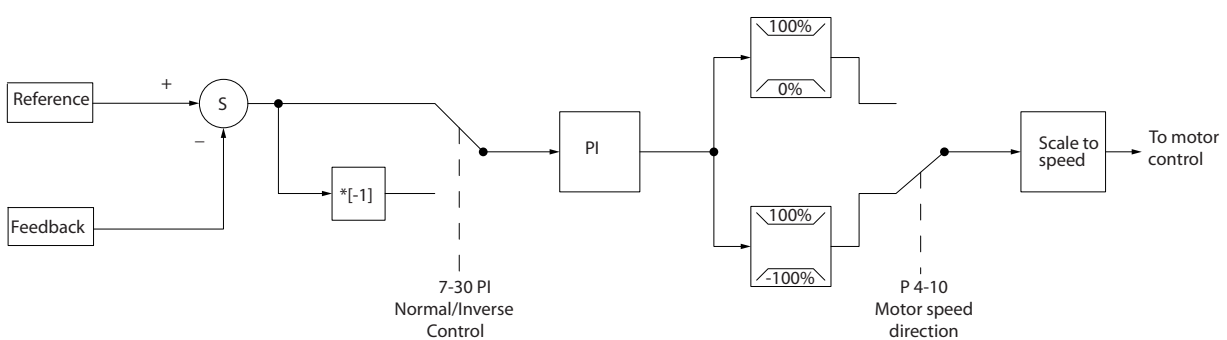
Paikallishjearvo pakottaa konfiguraatiotilan avoimeen piiriin riippumatta parametrin *1-00 Configuration Mode* asetuksesta.

Paikallishjearvo palautetaan syöttöjännitteen katkoksen jälkeen.

### 3.1.3 Suljetun piirin ohjauksen rakenne

Sisäisen säätimen ansiosta taajuusmuuttaja voi toimia ohjatun järjestelmän kiinteänä osana. Taajuusmuuttaja saa takaisinkytkentäsignaalin järjestelmässä olevalta anturilta. Sen jälkeen se vertaa tätä takaisinkytkentää asetuspisteen ohjearvoon ja määrittää näiden kahden signaalin välisen mahdollisen virheen. Sitten se säätää moottorin nopeutta tämän virheen korjaamiseksi.

Ajatellaanpa esimerkiksi pumppusovellusta, jossa pumpun nopeutta tulee säätää niin, että putkessa oleva staattinen paine on vakio. Haluttu staattisen paineen arvo tuodaan taajuusmuuttajalle asetuspisteen ohjearvona. Staattisen paineen anturi mittaa todellisen staattisen paineen putkessa ja tuo tämän taajuusmuuttajaan takaisinkytkentäsignaalina. Jos takaisinkytkentäsignaali on suurempi kuin asetuspisteen ohjearvo, taajuusmuuttaja hidastaa nopeutta paineen alentamiseksi. Samoin jos putken paine on pienempi kuin asetuspisteen ohjearvo, taajuusmuuttaja lisää automaattisesti nopeutta kasvattaakseen pumpun synnyttämää painetta.



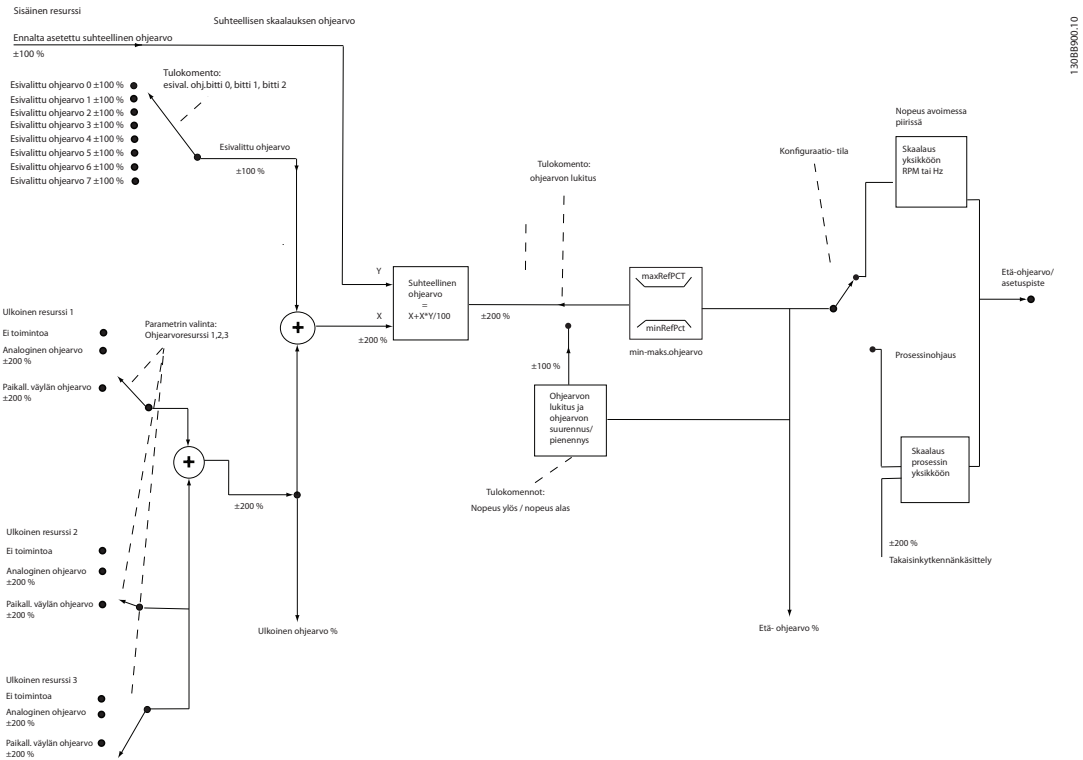
130B894.11

Vaikka taajuusmuuttajan suljetun piirin säätimen oletusarvoilla saavutetaan usein tyydyttäviä tuloksia, järjestelmän ohjaus voidaan usein optimoida säätämällä joitakin suljetun piirin säätimen parametreja.

### 3.1.4 Ohjearvon käsittely

#### Avoimen ja suljetun piirin käytön yksityiskohdat.

3



Kuva 3.2 Lohkokaavio, jossa näkyy etäohjearvo

Etäohjearvo koostuu seuraavista tekijöistä:

- Esivalitut ohjearvot
- Ulkoiset ohjearvot (analogiset tulot ja sarjaliikenneväylän ohjearvot)
- Ennalta asetettu suhteellinen ohjearvo
- Takaisinkytkennän avulla ohjattu asetuspiste

taajuusmuuttajaan voidaan ohjelmoida enintään 8 esivalittua ohjearvoa. Aktiivinen esivalittu ohjearvo voidaan valita käyttämällä digitaalituloja tai sarjaliikenneväylää. Ohjearvo voidaan tuoda myös ulkopuolelta, tavallisimmin analogiatulosta. Tämä ulkoinen lähde valitaan yhdellä kolmesta ohjearvon lähdeparametrilla (3-15 Reference 1 Source, 3-16 Reference 2 Source ja 3-17 Reference 3 Source). Kaikki ohjearvoresurssit ja väylän ohjearvo lasketaan yhteen ulkoisen kokonaisohjearvon saamiseksi. Ulkoinen ohjearvo, esivalittu ohjearvo tai molempien summa voidaan valita aktiiviseksi ohjearvoksi. Lopulta tämä ohjearvo voidaan skaalata parametrin 3-14 Preset Relative Reference avulla.

Skaalattu ohjearvo lasketaan seuraavasti:

$$Ohjearvo = X + X \times \left(\frac{Y}{100}\right)$$

Missä X on ulkoinen ohjearvo, esivalittu ohjearvo tai näiden summa ja Y on 3-14 Preset Relative Reference [%].

Jos Y, 3-14 Preset Relative Reference, on 0 %, skaalaus ei vaikuta ohjearvoon.

## 3.2 Yleistä sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta

### 3.2.1 Yleistä sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta

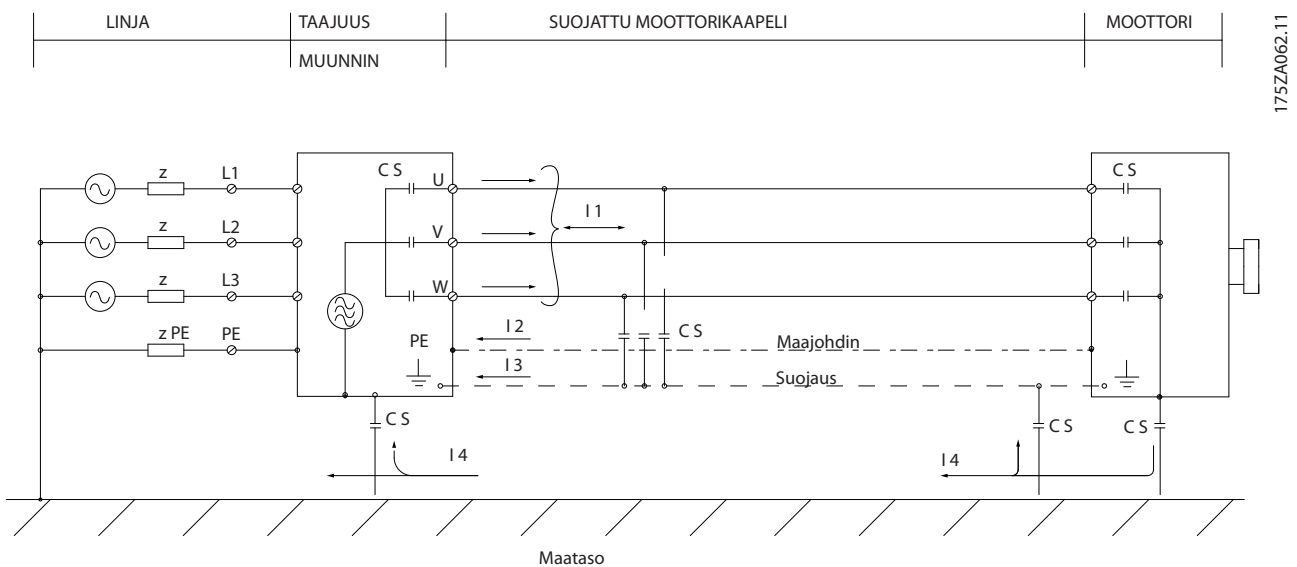
Taajuusalueen 150 kHz - 30 MHz sähköiset häiriöt ovat yleensä johtuneita. taajuusmuuttaja-järjestelmän aiheuttamat ilmassa kulkevat alueen 30 MHz - 1 GHz häiriöt syntyvät vaihtosuuntaajassa, moottorikaapelissa ja moottorissa.

Kuten Kuva 3.3 osoittaa, moottorikaapelin purkauskapasiteetti yhdessä moottorijännitteen suuren  $dU/dt$ -suhteen kanssa aiheuttaa vuotovirtoja.

Suojatun moottorikaapelin käyttö kasvattaa vuotovirtaa (katso Kuva 3.3), koska suojattujen kaapelien kapasitanssi maahan on suurempi kuin suojaamattomilla kaapeleilla. Jos vuotovirtaa ei suodateta, se aiheuttaa suuremman häiriön verkkoon alle 5 MHz:n taajuuksilla. Koska vuotovirta ( $I_1$ ) syötetään takaisin laitteisiin suojaus ( $I_3$ ) kautta, suojatussa moottorikaapelissa syntyy periaatteessa vain pieni sähkömagneettinen kenttä ( $I_4$ ) alla olevan kuvan mukaisesti.

Suojaus vähentää säteilyä, mutta lisää matalataajuisia häiriöitä verkossa. Moottorikaapelin suojaus pitää kytkeä sekä taajuusmuuttajan koteloon että moottorin koteloon. Paras tapa tehdä tämä on integroitujen suojauskiinnittimien käyttö, sillä näiden avulla voidaan välttää kierretyt suojauskaapelin päät (siansaparot). Nämä kasvattavat suojauskaapelin impedanssia suuremmilla taajuuksilla, mikä heikentää suojauskaapelin tehoa ja kasvattaa vuotovirtaa ( $I_4$ ).

Mikäli kenttävyöhykkeitä, releen, ohjauskaapelin, signaaliliittymän ja jarrun yhteydessä käytetään suojattua kaapelia, suojaus on asennettava molemmissa päissä kiinni koteloon. Joissakin tilanteissa suojaus on kuitenkin katkaistava hurinasilmukoiden välttämiseksi.



Kuva 3.3 Tilanne, jossa syntyy vuotovirtoja

Jos suojaus kytketään taajuusmuuttajan asennuslevyyn, sen pitää olla metallia, koska suojauskaapelin virrat on tarkoitus johtaa takaisin laitteeseen. Varmista lisäksi hyvin sähköä johtava kosketus asennuslevystä kiinnitysruuvien kautta taajuusmuuttajan runkoon.

Jotkin päästövaatimukset eivät täyty käytettäessä suojaamatonta/armeeraamatonta kaapelia, vaikka sietovaatimukset täyttyvät.

Jotta koko järjestelmän (taajuusmuuttaja + laitos) häiriötaso saataisiin mahdollisimman alhaiseksi, pidä moottori- ja jarrukaapelit mahdollisimman lyhyinä. Vältä pienen viestitason ohjauskaapeleiden vetämistä lähelle moottori- ja jarrukaapeleita. Yli 50 MHz:n radiohäiriöt (säteilyhäiriöt) syntyvät erityisesti ohjauselektronikassa. Lue lisää EMC-suojauksesta kohdasta .

### 3.2.2 Päästövaatimukset

Vaihtuvanopeuksisia taajuusmuuttajia koskevan EMC-tuotestandardin EN/IEC 61800-3:2004 mukaan EMC-vaatimukset riippuvat taajuusmuuttajan aiotusta käyttötarkoituksesta. EMC-tuotestandardissa määritetään neljä luokkaa. Näiden neljän luokan määritelmät sekä verkkojännitteen johtuneita päästöjä koskevat vaatimukset ilmoitetaan kohdassa *Taulukko 3.1*.

**3**

| Luokka | Määritelmä  | Johtuneita päästöjä koskeva vaatimus standardin EN 55011 mukaisten rajojen mukaan |
|--------|---|---|
| C1     | Taajuusmuuttajat asennettuna julkiseen sähköverkkoon (koti ja toimisto), jossa verkkojännite on alle 1000 V.  | Luokka B  |
| C2     | Julkiseen sähköverkkoon (koti ja toimisto), jossa verkkojännite on alle 1000 V, asennetut taajuusmuuttajat, jotka eivät ole pistokkeellisia eivätkä siirrettäviä ja joiden asennukseen ja käyttöönottoon tarvitaan ammattilainen. | Luokka A ryhmä 1  |
| C3     | Rajoitettuun jakeluun (teollisuus) asennetut taajuusmuuttajat, joiden verkkojännite on alle 1000 V.   | Luokka A ryhmä 2  |
| C4     | Rajoitettuun jakeluun asennetut taajuusmuuttajat, joiden verkkojännite on vähintään 1000 V tai joiden nimellisvirta on vähintään 400 A tai jotka on tarkoitettu käyttöön monimutkaisissa järjestelmissä.                          | Ei rajaa.<br>EMC-suunnitelma on laadittava.                                       |

**Taulukko 3.1 Päästövaatimukset**

Yleisiä päästöstandardeja käytettäessä taajuusmuuttajien on oltava seuraavien rajojen sisällä:

| Ympäristö                               | Yleinen standardi  | Johtuneita päästöjä koskeva vaatimus standardin EN 55011 mukaisten rajojen mukaan |
|---|--|---|
| Julkinen sähköverkko (koti ja toimisto) | EN/IEC 61000-6-3 Häiriöpäästöjä kotitalous-, toimisto- ja kevyen teollisuuden ympäristöissä koskeva standardi. | Luokka B  |
| Rajoitettu jakelu (teollinen ympäristö) | EN/IEC 61000-6-4 Teollisissa ympäristöissä tapahtuvia päästöjä koskeva standardi.                              | Luokka A ryhmä 1  |

### 3.2.3 EMC-testitulokset (emissio)

| Taajuusmuuttajatyppi                                  | Johtuneet emissiot. Suojatun kaapelin enimmäispituus |                         |                           |                         |                                     |                         | Säteilleet emissiot       |                         |                           |                         |
|---|--|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
|   | Teollinen ympäristö                                  |                         |                           |                         | Asunnot, kauppa ja kevyt teollisuus |                         | Teollinen ympäristö       |                         |                           |                         |
|   | EN 55011 luokka A2                                   |                         | EN 55011 luokka A1        |                         | EN 55011 luokka B                   |                         | EN 55011 luokka A2        |                         | EN 55011 luokka A1        |                         |
|   | Ilman ulkoista suodatinta                            | Ulkoisella suodatimella | Ilman ulkoista suodatinta | Ulkoisella suodatimella | Ilman ulkoista suodatinta           | Ulkoisella suodatimella | Ilman ulkoista suodatinta | Ulkoisella suodatimella | Ilman ulkoista suodatinta | Ulkoisella suodatimella |
| ≤ 2,2 kW.<br>Yksi vaihe,<br>230 V                     | 25 m   | -                       | -                         | 15 m                    | -                                   | 5 m                     | Kyllä                     | -                       | Ei                        | Kyllä                   |
| ≤ 7,5 kW.<br>Enintään<br>500 V AC,<br>kolmivaihe      | 25 m   | -                       | -                         | 15 m                    | -                                   | -                       | Kyllä                     | -                       | Ei                        | Kyllä                   |
| 11 kW - 22 kW.<br>Enintään<br>500 V AC,<br>kolmivaihe | 25 m   | -                       | -                         | 15 m                    | -                                   | -                       | Kyllä                     | -                       | Ei                        | Kyllä                   |

Taulukko 3.2 EMC-testitulokset

### 3.2.4 Harmoniset päästövaatimukset

Laitteet, jotka on kytketty yleiseen sähköverkkoon



Ei pysty täyttämään vaatimuksia, vain teho-optiolla

| Optiot: | Määritelmä:  |
|---------|--|
| 1       | IEC/EN 61000-3-2 Luokka A tasapainotetuille 3-vaihelaitteille (ammattikäyttöön tarkoitetuille laitteille vain enintään 1 kW:n kokonaisteho). |
| 2       | IEC/EN 61000-3-12 16-75 A:n laitteet ja ammattikäyttöön tarkoitettujen laitteiden 1 kW:sta lähtien aina 16 A:n vaihevirtaan asti.            |

### 3.2.5 Häiriönsietovaatimukset

Taajuusmuuttajien häiriönsietovaatimukset riippuvat ympäristöstä, johon ne on asennettu. Teollisessa ympäristössä vaatimukset ovat suuremmat kuin koti- ja toimistoympäristössä. Kaikki Danfoss-taajuusmuuttajat täyttävät teolliselle ympäristölle asetetut vaatimukset ja siten myös koti- ja toimistoympäristöille asetetut alhaisemmat vaatimukset suurella turvamarginaalilla.

tuotteita koskevien paikallisten/kansallisten ohjeiden mukaan.

Kaikki ohjausliittimet ja releliittimet 01-03/04-06 ovat PELV-vaatimusten mukaisia (Protective Extra Low Voltage). (Ei koske maadoitettua delta-kateettia, jonka jännite on yli 440 V).

Galvaaninen (varmistettu) eristys saavutetaan täyttämällä parempaa eristystä koskevia vaatimuksia ja huolehtimalla asianmukaisista vuoto/ilmaetäisyyksistä. Nämä vaatimukset selostetaan standardissa EN 61800-5-1.

## 3.3 Galvaaninen erotus (PELV)

### 3.3.1 PELV - erittäin pieni suojajännite

PELV suojaa antamalla erityisen alhaisen jännitteen. Suojan sähköiskua vastaan katsotaan olevan varmistettu, kun sähkönsyöttö on PELV-tyyppiä ja asennus on tehty PELV-

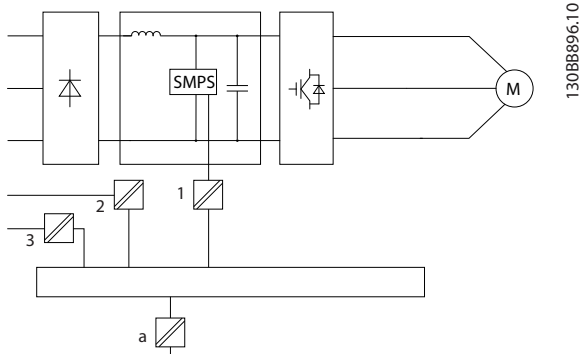
Komponentit, jotka muodostavat sähköisen eristyksen allaolevan mukaisesti, ovat myös EN 61800-5-1 -standardissa selostettujen parempaa eristystä ja asianmukaista koestusta koskevien määräysten mukaisia.

PELV-jännitteen galvaaninen erotus toimii viidessä kohdassa (katso *illustration*):

Jotta PELV-vaatimukset toteutuisivat, kaikki ohjausliittimiin tehtävät liitokset on tehtävä PELV-vaatimusten mukaisesti, esimerkiksi termistorien erotuksen on oltava vahvistettu tai kaksinkertainen.

### 0,18-22 kW

1. Tehonsyöttö (SMPS)
2. Optoeristimet, AOC:n ja MOC:n välinen tiedonsiirto
3. Mukautetut releet



Toiminnallinen galvaaninen erotus (piirroksen kohta a) on RS485-väylän vakioväyläliitännälle.

## ⚠️ HUOMIO

Asennus korkealle paikalle:

Jos korkeutta on yli 20000 m, ota yhteyttä Danfoss-yhtiöön keskustellaksesi PELV-jännitteestä.

### 3.4 Vuotovirta

## ⚠️ VAROITUS

#### PURKAUTUMISAIKA

Sähköisten osien koskettaminen voi olla hengenvaarallista myös laitteen virransyötön katkaisun jälkeen.

Varmista myös, että muut jännitelähteet, esimerkiksi kuormituksenjako (välipiirin tasajännitteen linkitys), on kytketty irti kuten myös moottorin liitännät kineettiseen varmistukseen.

Odota vähintään jaksossa *Turvatoimet* mainittu aika, ennen kuin kosket mihinkään sähköisiin osiin.

Lyhyempi odotusaika on sallittu vain, jos siitä mainitaan kyseisen laitteen tyyppikuvissa.

## HUOMAUTUS!

### Vuotovirta

taajuusmuuttajasta tuleva maavuotovirta on suurempi kuin 3,5 mA. Maakaapelin ja maaliitännän hyvän mekaanisen kytkennän varmistamiseksi kaapelin poikkileikkauksen pinta-alan tulee olla vähintään 10 mm<sup>2</sup> tai luokkaa 2 maajohtimet erikseen päätettyinä.

### Vikavirtarele

Tämä tuote voi aiheuttaa tasavirtaa suojajohtimeen. Silloin kun suojaukseen käytetään vikavirtarelettä (RCD), tuotteen syöttöpuolella tulee käyttää tyyppin B vikavirtarelettä. Lisäksi tulee käyttää muitakin suojaustapaa, kuten eristämistä ympäristöstä kaksinkertaisella tai vahvistetulla eristyksellä, tai eristämistä syöttöjärjestelmästä muuntajalla. Katso myös sovellushuomautus *Suojaaminen sähköön liittyviltä vaaroilta MN90G202*.

taajuusmuuttajan suojamaadoituksen ja vikavirtareleiden käytön tulee aina tapahtua kansallisten ja paikallisten määräysten mukaisesti.

### 3.5 Poikkeukselliset käyttöolosuhteet

#### Oikosulku (moottorin vaihe - vaihe)

taajuusmuuttaja on suojattu oikosululta, koska moottorin kaikissa kolmessa vaiheessa tai DC-väylässä tehdään virtamittaus. Kahden lähtövaiheen välinen oikosulku aiheuttaa vaihtosuuntaajassa ylivirran. Vaihtosuuntaaja kytkeytyy erikseen pois toiminnasta, jos oikosulkuvirta ylittää sallitun arvon (hälytys 16 Laukaisun lukitus). Katso suunnitteluohjeista, miten taajuusmuuttaja suojataan oikosululta kuormituksenjako- ja jarrutuslähdöissä.

#### Kytkenät lähdössä

taajuusmuuttajan moottorilähtöä voi kytkeä rajattomasti päälle ja pois. taajuusmuuttaja ei vahingoitu mitenkään päälle- ja poiskytkettäessä lähdöstä. Vikailmoituksia saattaa kyllä esiintyä.

#### Moottorin kehittämä ylijännite

Jännite välipiirissä kasvaa, kun moottori toimii laturina. Tämä tulee kyseeseen seuraavissa tapauksissa:

1. Kuorma pyörittää moottoria (taajuusmuuttajan lähtötaajuuden ollessa vakio), ts. energiaa tulee kuormasta päin.
2. Mikäli kitkamomentti on hidastuksen (rampin alas) aikana suuri, kuorma on pieni ja rampin laskuaika on liian lyhyt, jotta energia voisi johtua pois taajuusmuuttajan, moottorin ja laitteiston häviönä.
3. Virheellinen jättämisen kompensointi (*1-62 Slip Compensation*) voi suurentaa DC-välipiirin jännitettä.

Ohjaus voi pyrkiä korjaamaan rampin mikäli mahdollista (*2-17 Over-voltage Control*).



Vaihtosuuntaaja laukeaa suojataksaan transistoreja ja välipiirin kondensaattoreita, kun tietty jännitetaso saavutetaan.

### Verkkokatkos

Syöttöjännitteen katketessa taajuusmuuttaja jatkaa toimintaansa, kunnes välipiirin jännite alenee minimipysäytystason alapuolelle. Tämä on tyypillisesti 15 % taajuusmuuttajan alhaisimman nimellisverkköjännitteen alapuolella. Syöttöjännitteen arvo ennen katkosta sekä moottorin kuormitus ratkaisevat, miten pitkään vaihtosuuntaajan rullaus pysähdyksiin kestää.

### 3.5.1 Moottorin lämpösuojaus

Sovelluksen suojaamiseksi vakavilta vaurioilta tarjoaa useita erityistoimintoja

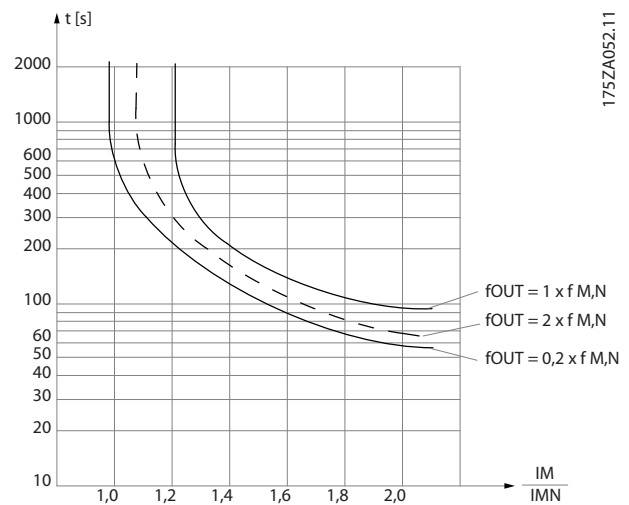
**Momenttiraja:** Momenttiraja suojaa moottoria ylikuormitukselta nopeudesta riippumatta. Momenttirajaa säätelevät parametrit 4-16 *Moottorin momenttiraja* ja/tai 4-17 *Generatiivinen momenttiraja*, ja aikaa ennen momenttirajavaroituksen antamista säätelee parametri 14-25 *Laukaisun viive momenttirajalla*.

**Virtaraja:** Virtarajaa säätelee parametri 4-18 *Virtaraja*, ja aikaa ennen virtarajasta annettavan varoituksen antamista säätelee parametri 14-24 *Trip Delay at Current Limit*.

**Miniminopeusraja:** (4-11 *Moott. nopeuden alaraja [RPM]* tai 4-12 *Moott. nopeuden alaraja [Hz]*) rajoittaa käyttönopeusalueen esimerkiksi 30 ja 50/60 Hz:n välille.

**Maksiminopeusraja:** (4-13 *Moott. nopeuden yläraja [RPM]* tai 4-19 *Enimmäislähtötaajuus*) rajoittaa maksimilähtönopeutta, jonka taajuusmuuttaja pystyy tuottamaan

**ETR:lle (elektroninen lämpörele):** taajuusmuuttajan ETR-toiminto mittaa nykyisen virran, nopeuden ja ajan moottorin lämpötilan laskemiseksi ja moottorin suojaamiseksi ylikuumentumiselta (varoitusta tai laukaisu). Myös ulkoinen termistoritulo on käytettävissä. ETR on elektroninen ominaisuus, joka simuloi kaksoismetallista relettä sisäisten mittausten perusteella. Ominaisuus näkyy parametrissa *Kuva 3.4*:



**Kuva 3.4 ETR:** X-akseli esittää arvojen  $I_{\text{moottori}}$  ja  $I_{\text{moottori}}$  nimellisarvojen välistä suhdetta. Y-akseli näyttää sekunteina ajan ennen kuin ETR katkaisee toiminnan ja laukaisee taajuusmuuttajan. Käyrät näyttävät tyypillisen nimellisnopeuden kaksinkertaisella nimellisnopeudella ja 0,2 x nimellisnopeudella. Pienemmällä nopeudella ETR katkaisee toiminnan pienemmällä lämmöllä moottorin vähäisemmän jäähtyksen vuoksi. Näin moottori on suojassa ylikuumentumiselta pienelläkin nopeudella. ETR-ominaisuus laskee moottorin lämpötilan nykyisen virran ja nopeuden pohjalta. Laskettu lämpötila näkyy lukuparametrina kohdassa 16-18 *Moottorin termien FC 51 Micro Drive -taajuusmuuttajan ohjelmointiloppaassa MG02CXYY*.

## 4 VLT Micro Drive -taajuusmuuttajan valinta

### 4.1 Optiot ja lisävarusteet

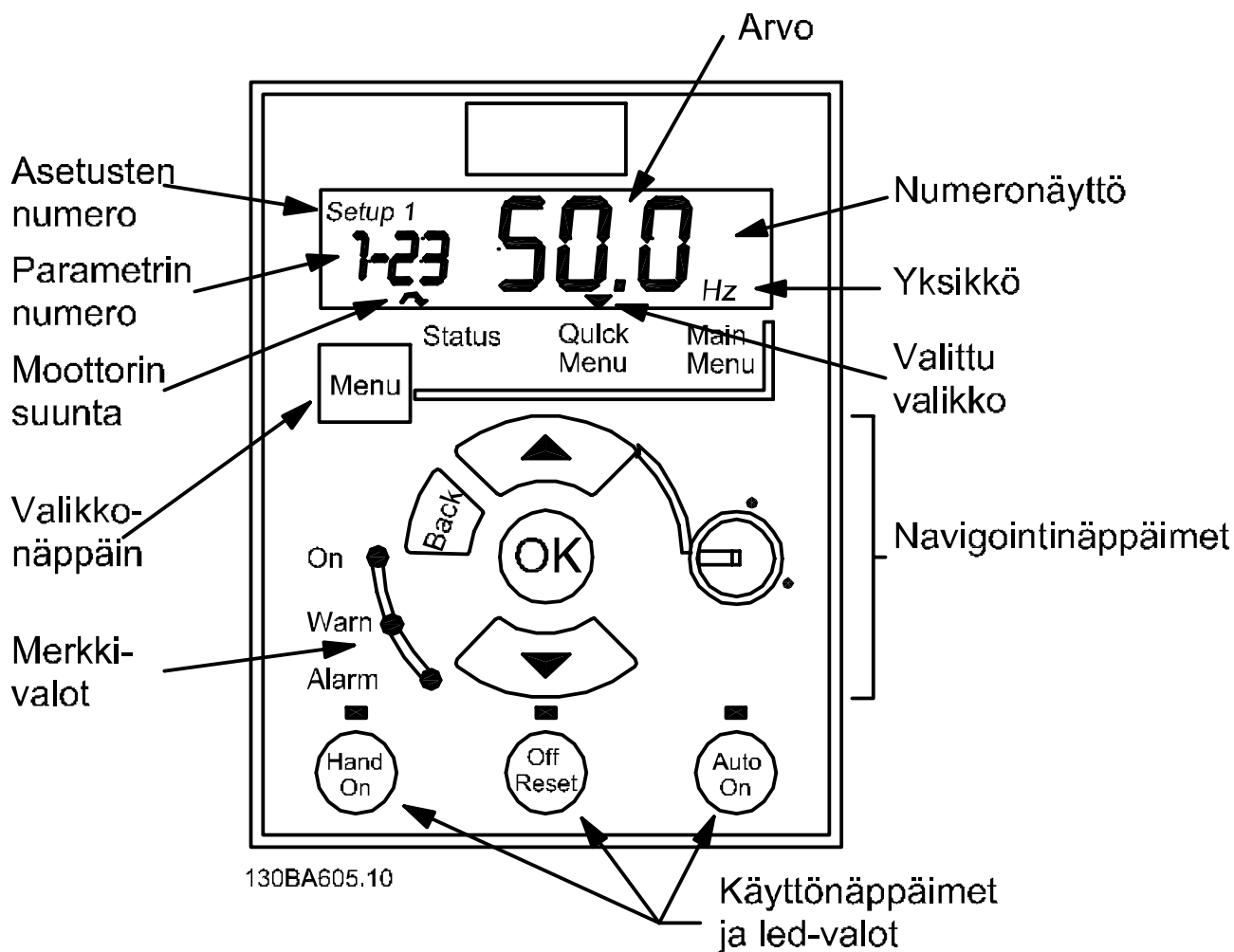
#### 4.1.1 Paikallisohjjauspaneeli (LCP)

4

Katso tarkemmat tiedot ohjelmoinnista *Ohjelmointioppaasta MG02CXYY*.

taajuusmuuttaja voidaan myös ohjelmoida tietokoneelta käsin RS485-väylän com-portin välityksellä asentamalla MCT-10-asennusohjelmisto.

Ohjelmiston voi joko tilata numerolla 130B1000 tai ladata Danfossin verkkosivuilta [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/softwaredownload](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/softwaredownload)



Kuva 4.1 LCP:n painikkeiden ja näytön kuvaus

Valitse [MENU]-näppäimellä jokin seuraavista valikoista:

**Tila:**

Vain lukemille.

**Pika-asetusvalikko:**

Pika-asetusvalikoiden 1 ja 2 käyttöön, tässä järjestyksessä.

**Päävalikko:**

Kaikkien parametrien käyttöön.

**Navigointinäppäimet:**

**[Back]:** Palauttaa edelliseen vaiheeseen tai navigointirakenteen kerrokseen.

**Nuolinäppäimet [▲] [▼]:** Liikkumiseen parametiryhmien ja parametrien välillä ja parametrien sisällä.

**[OK]:** Parametrin valitsemiseen ja parametrin asetusten muutosten hyväksymiseen.

**Toimintonäppäimet:**

Toimintonäppäinten yläpuolella palava keltainen valo ilmaisee aktiivisen näppäimen.

**[Hand on]:** Käynnistää moottorin ja mahdollistaa taajuusmuuttajan ohjaamisen LCP:llä.

**[Off/Reset]:** Pysäyttää moottorin (off). Hälytystilassa hälytys kuitataan.

**[Auto on]:** taajuusmuuttajaa ohjataan joko ohjausliittimien tai sarjaliikenteen kautta.

**[Potentiometer] (LCP12):** Potentiometri toimii kahdella tavalla riippuen tilasta, jossa taajuusmuuttajaa käytetään.

*Automaattitilassa* potentiometri toimii ylimääräisenä ohjelmoitavana analogisena tulona.

*Käiskäynnistystilassa* potentiometri säätelee paikallisohejarvoa.

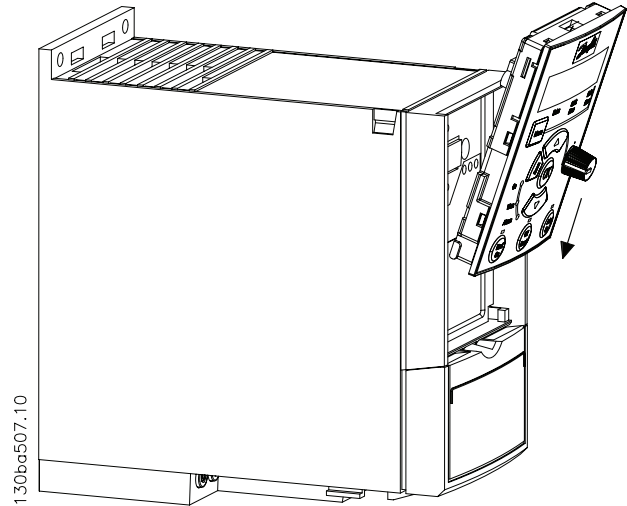
LCP voidaan sirtää kaapin eteen käyttämällä etäasennus-sarjaa. Kotelo on IP 55.

| Tekniset tiedot                            |             |
|--|-------------|
| Kotelointi:                                | IP55-etuosa |
| Suurin ja yksikön välisen kaapelin pituus: | 3 m         |
| Tiedonsiirtostandardi:                     | RS485       |
| Tilausnro.                                 | 132B0201    |

## 4.1.2 FC 51 LCP:n asennusohje

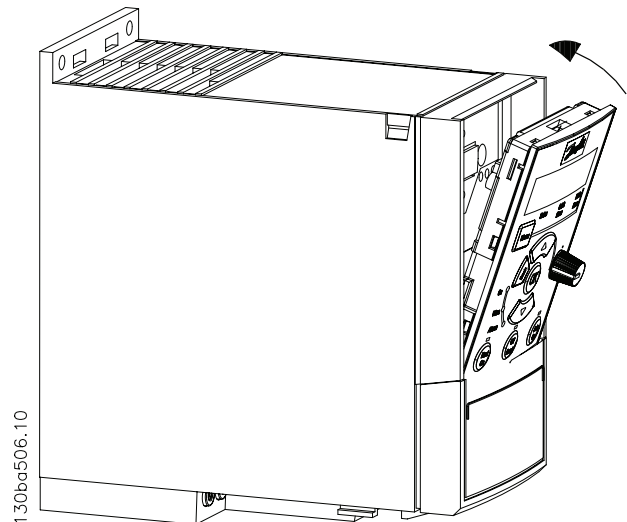
### Vaihe 1

Aseta LCP:n alaosa taajuusmuuttajaan.



### Vaihe 2

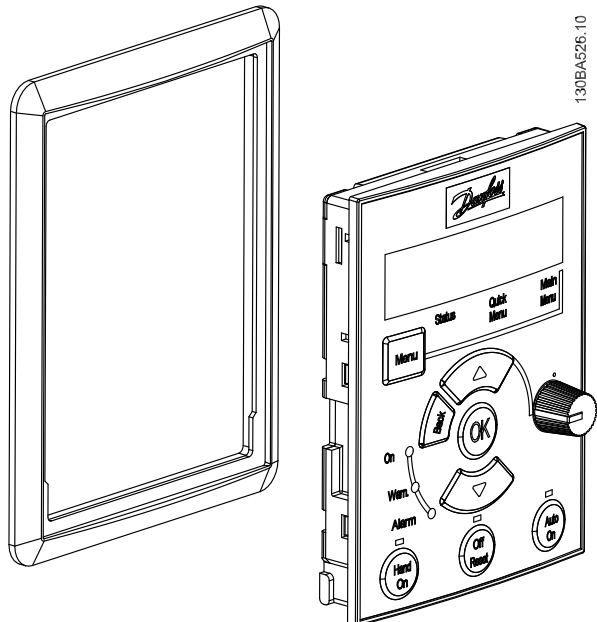
Työnnä LCP:n yläosa taajuusmuuttajaan.



### 4.1.3 FC 51 etäasennussarjan asennusohje

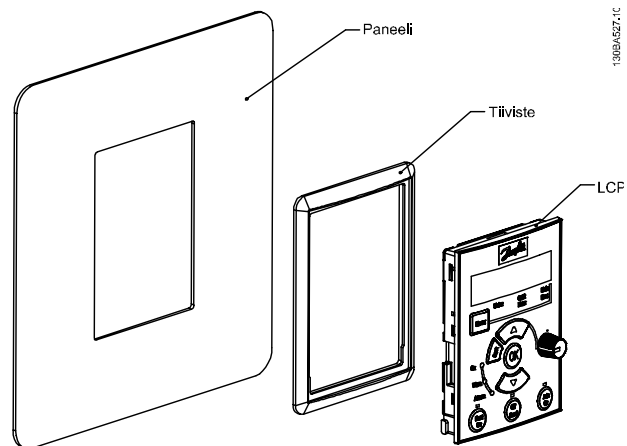
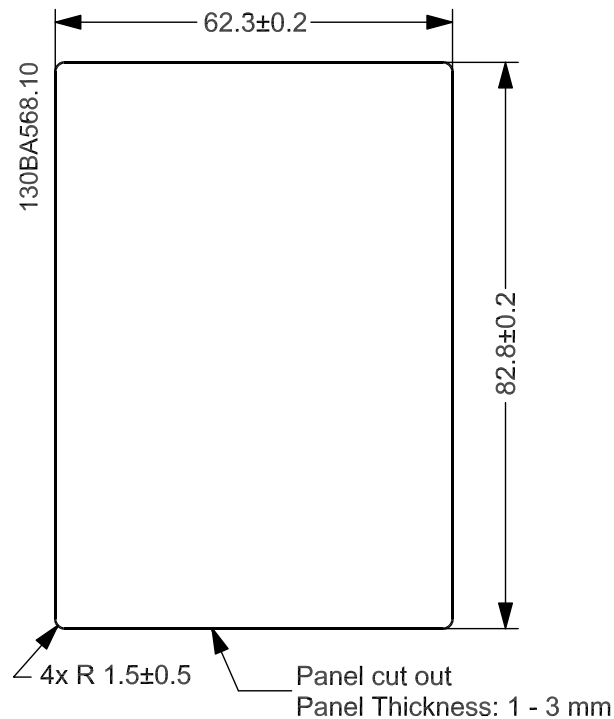
#### Vaihe 1

Asenna LCP:n tiiviste taajuusmuuttajaan.



#### Vaihe 2

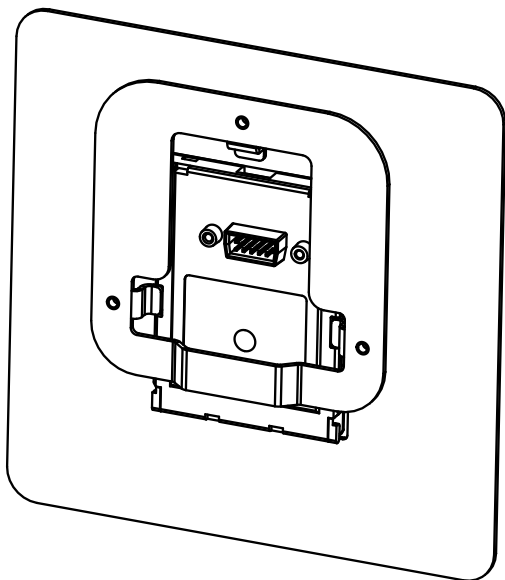
Aseta LCP paneeliin - katso reiän mitat piirroksesta.



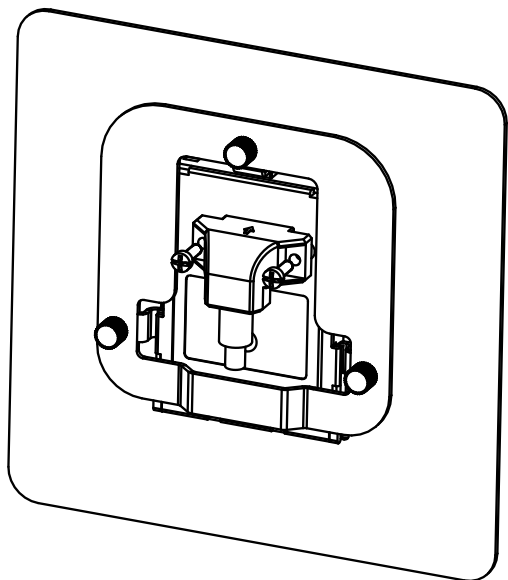
**Vaihe 3**

Aseta kiinnike LCP:n taakse, ja liu'uta sitten alas. Kiristä ruuvit ja kytke kaapeli LCP:hen.

**HUOM:** Käytä mukana tulleita kierreitysruuveja liittimen kiinnittämiseen LCP:än. Kiristysmomentti: 1,3 Nm.



130BA523.10

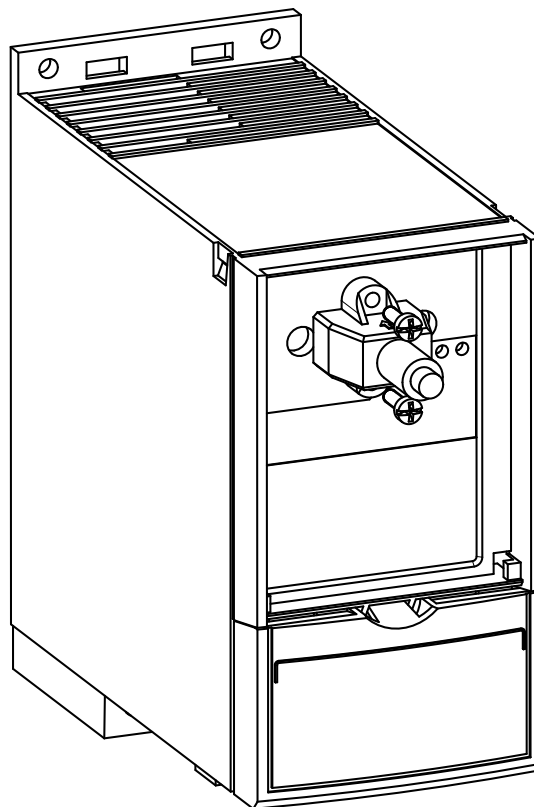


130BA524.10

**Vaihe 4**

Kytke kaapeli taajuusmuuttajaan.

**HUOM:** Käytä mukana tulleita kierreitysruuveja liittimen kiinnittämiseen taajuusmuuttajaan. Kiristysmomentti: 1,3 Nm.



130BA525.10

#### 4.1.4 IP21/TYPE 1 -kotelointisarja

| Kehys | IP-luokka | Teho          |               |               | Korkeus (mm)<br>A | Leveys (mm)<br>B | Syvyys (mm)<br>C | Tilausno. |
|-------|-----------|---------------|---------------|---------------|-------------------|------------------|------------------|-----------|
|       |           | 1 x 200-240 V | 3 x 200-240 V | 3 x 380-480 V |                   |                  |                  |           |
| M1    | IP21      | 0,18-0,75 kW  | 0,25-0,75 kW  | 0,37-0,75 kW  | 219,3             | 73               | 155,9            | 132B0108  |
| M2    | IP21      | 1,5 kW        | 1,25 kW       | 1,5-2,2 kW    | 245,6             | 78               | 175,4            | 132B0109  |
| M3    | IP21      | 2,2 kW        | 2,2-3,7 kW    | 3,0-7,5 kW    | 297,5             | 95               | 201,4            | 132B0110  |
| M4    | IP21      | -             | -             | 11-15 kW      | -                 | -                | -                | -         |
| M5    | IP21      | -             | -             | 18,5-22 kW    | -                 | -                | -                | -         |

#### 4.1.5 Tyyppi 1 (NEMA)

| Kehys | IP-luokka | Teho          |               |               | Korkeus (mm)<br>A | Leveys (mm)<br>B | Syvyys (mm)<br>C | Tilausno. |
|-------|-----------|---------------|---------------|---------------|-------------------|------------------|------------------|-----------|
|       |           | 1 x 200-240 V | 3 x 200-240 V | 3 x 380-480 V |                   |                  |                  |           |
| M1    | IP20      | 0,18-0,75 kW  | 0,25-0,75 kW  | 0,37-0,75 kW  | 194,3             | 70,0             | 155,9            | 132B0103  |
| M2    | IP20      | 1,5 kW        | 1,25 kW       | 1,5-2,2 kW    | 220,6             | 75,0             | 175,4            | 132B0104  |
| M3    | IP20      | 2,2 kW        | 2,2-3,7 kW    | 3,0-7,5 kW    | 282,5             | 90,0             | 201,3            | 132B0105  |
| M4    | IP20      | -             | -             | 11-15 kW      | 345,6             | 125,0            | 248,5            | 132B0120  |
| M5    | IP20      | -             | -             | 18,5-22 kW    | 385,5             | 165,0            | 248,2            | 132B0121  |

#### 4.1.6 Erotus

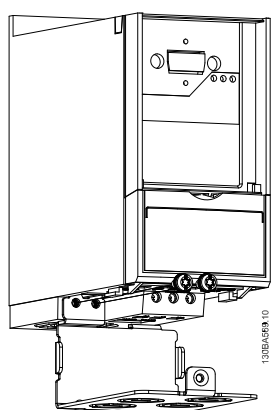
| Kehys | IP-luokka | Teho          |               |               | Korkeus (mm)<br>A | Leveys (mm)<br>B | Syvyys (mm)<br>C | Tilausno. |
|-------|-----------|---------------|---------------|---------------|-------------------|------------------|------------------|-----------|
|       |           | 1 x 200-240 V | 3 x 200-240 V | 3 x 380-480 V |                   |                  |                  |           |
| M1    | IP20      | 0,18-0,75 kW  | 0,25-0,75 kW  | 0,37-0,75 kW  | 204,2             | 70,0             | 155,9            | 132B0106  |
| M2    | IP20      | 1,5 kW        | 1,25 kW       | 1,5-2,2 kW    | 230,0             | 75,0             | 175,4            | 132B0106  |
| M3    | IP20      | 2,2 kW        | 2,2-3,7 kW    | 3,0-7,5 kW    | 218,5             | 90,0             | 201,3            | 132B0107  |
| M4    | IP20      | -             | -             | 11-15 kW      | 347,5             | 125,0            | 248,5            | 132B0122  |
| M5    | IP20      | -             | -             | 18,5-22 kW    | 387,5             | 165,0            | 248,2            | 132B0122  |

### 4.1.7 FC 51 Tyyppi 1 -sarjan asennusohje, M1, M2 ja M3

#### Vaihe 1

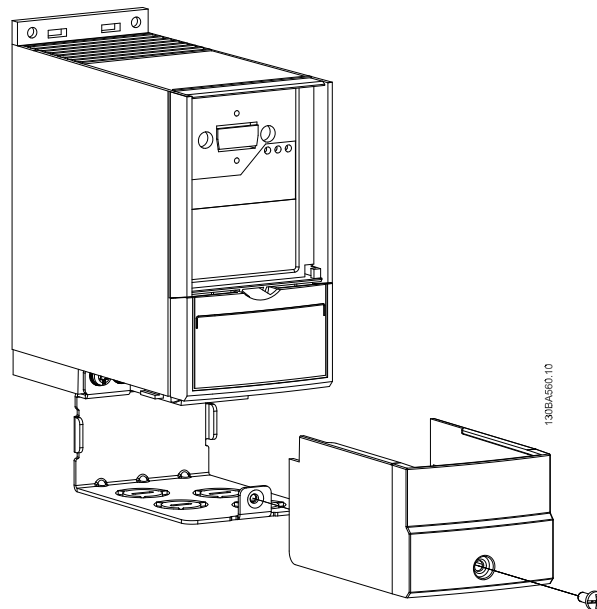
Kiinnitä metallilevy taajuusmuuttajan päälle ja kiristä ruuvit.  
Kirstysmomentti: 2 Nm.

| Kaapelijohtokoot |        |
|------------------|--------|
| M1               | 4 x ½" |
| M2               | 5 x ½" |
| M3               | 2 x ½" |
|                  | 3 x ¾" |



#### Vaihe 2

Aseta pohja taajuusmuuttajan päälle ja kiristä ruuvi.



### 4.1.8 FC 51 Type 1 -sarjan asennusohje M4:lle ja M5:lle

#### Vaihe 1

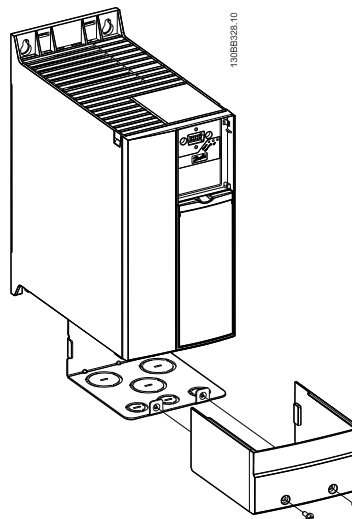
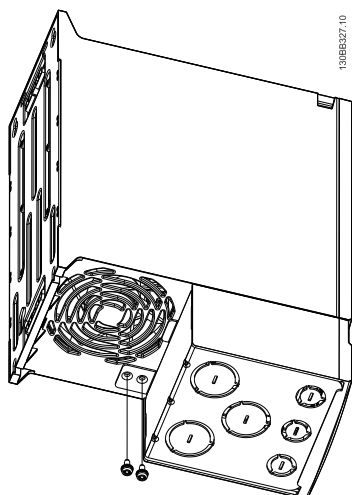
Aseta metallilevy taajuusmuuttajan päälle ja kiristä ruuveilla. Kiristysmomentti: 2 Nm.

#### Vaihe 2

Aseta pohja taajuusmuuttajan päälle ja kiristä ruuvi.

**4**

| Kaapelijohtokoot: |          |
|-------------------|----------|
| M4                | 3 x 1/2" |
| M5                | 3 x 1"   |

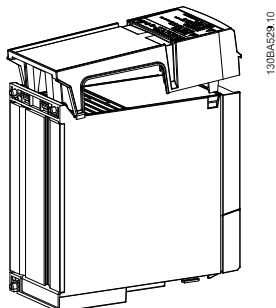




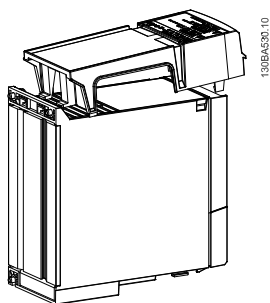
### 4.1.9 FC 51 IP 21 -sarjan asennusohje

#### Vaihe 1

Aseta kansi taajuusmuuttajan päälle.



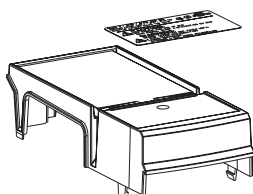
130EAC29.10



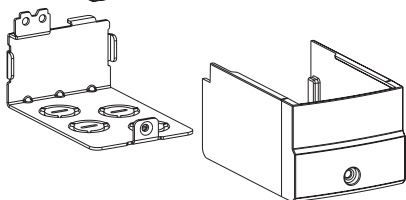
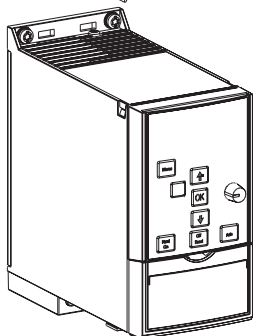
130EAC30.10

#### Vaihe 2

Poista metallilevystä talttaukset ja asenna kumitiivisteet.

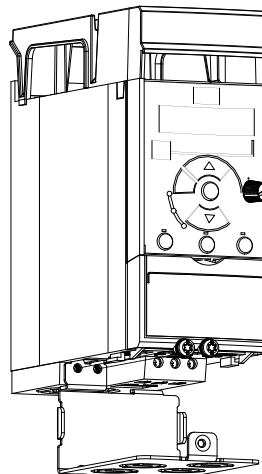


130BC014.10



#### Vaihe 3

Aseta metallilevy taajuusmuuttajan päälle ja kiristä ruuvit.  
Kiritysmomentti: 2 Nm.

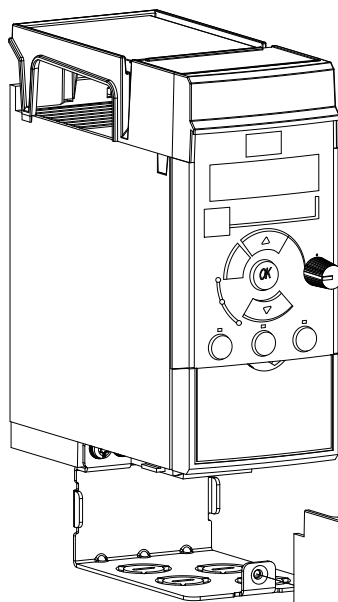


130BF02.10

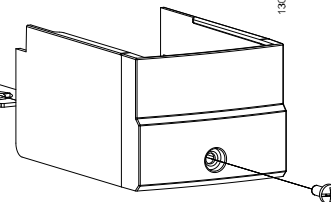
#### Vaihe 4

Aseta pohja taajuusmuuttajan päälle ja kiristä ruuvi.

**HUOMAA!** IP21-vaatimukset saavutetaan vain, kun LCP11 tai LCP12 on asennettuna.



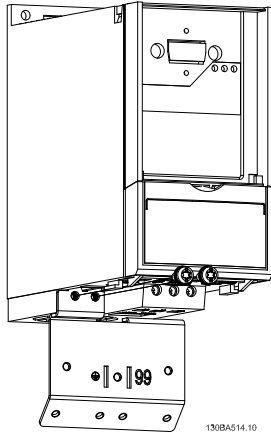
130BA753.10



### 4.1.10 FC 51 erotuslevyn asennusohje M1:lle ja M2:lle

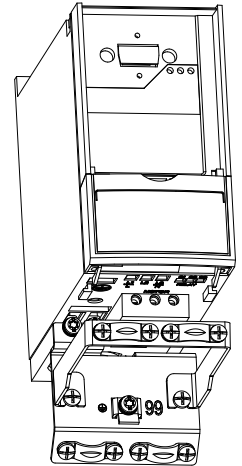
#### Vaihe 1

Aseta metallilevy taajuusmuuttajan päälle ja kiinnitä kahdella ruuvilla. Kiristysmomentti: 2 Nm.



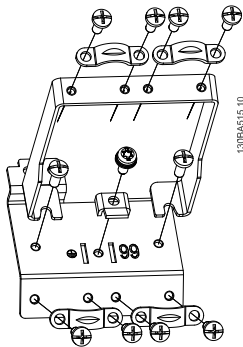
#### Vaihe 3

VLT Micro taajuusmuuttaja FC 51 asennettuna erotinlevyn kanssa.



#### Vaihe 2

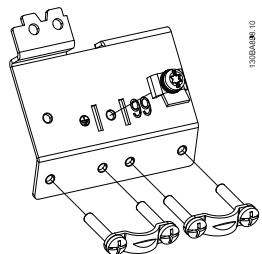
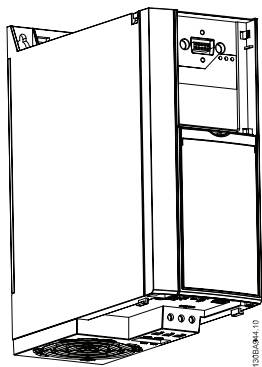
Erotuslevyn asennuskiinnike.



### 4.1.11 FC 51 erotuslevyn asennusohje M3:lle

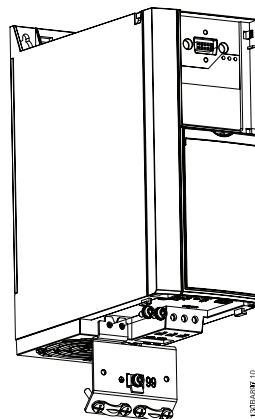
#### Vaihe 1

Aseta erotinlevy taajuusmuuttajan päälle ja kiinnitä kahdella ruuvilla. Kiristysmomentti: 2 Nm.



#### Vaihe 2

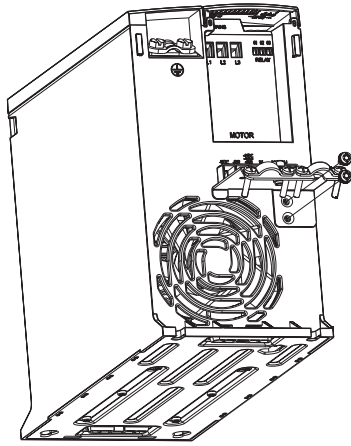
VLT Micro taajuusmuuttaja FC 51 asennettuna erotinlevyn kanssa.



### 4.1.12 FC 51 erotuslevyn asennusohje M4:lle ja M5:lle

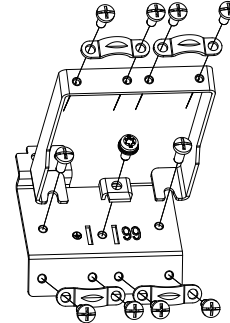
#### Vaihe 1

Aseta metallilevy taajuusmuuttajan päälle ja kiinnitä kahdella ruuvilla. Kiristysmomentti: 2 Nm.



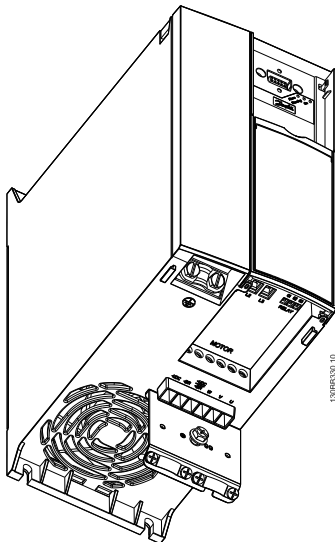
#### Vaihe 3

Erotuslevyn asennuskiinnike.



#### Vaihe 2

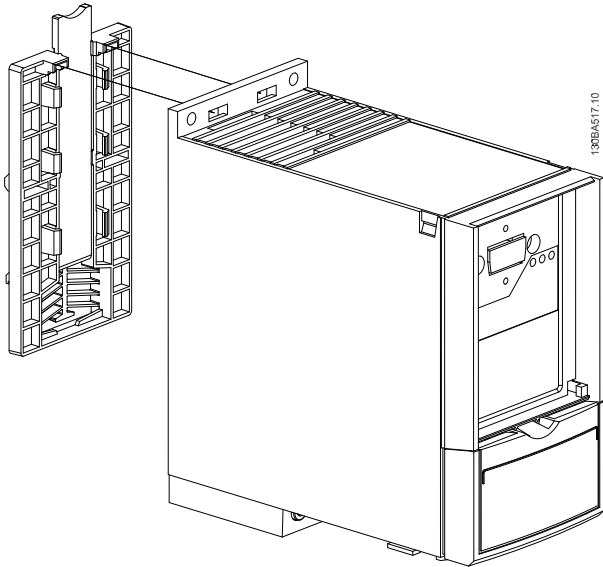
VLT Micro taajuusmuuttaja FC 51 asennettuna erotinlevyn kanssa.



### 4.1.13 FC 51 DIN-kiskosarjan asennusohje

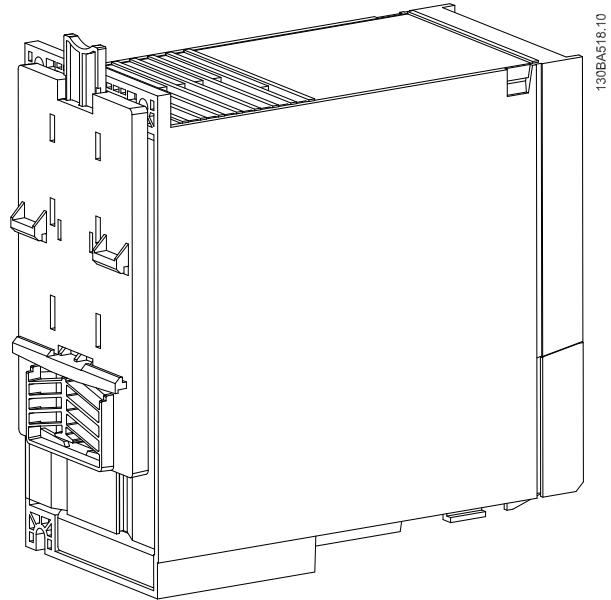
#### Vaihe 1

Kiinnitä muoviosa taajuusmuuttajan päälle.



#### Vaihe 2

Asenna taajuusmuuttaja DIN-kiskoon (DIN-kiskosarja on vain malleille M1 ja M2).



## 4.2 Erityisehto

### 4.2.1 Redusoinnin tarkoitus

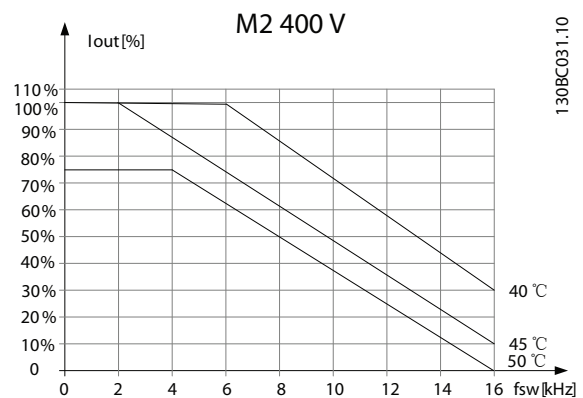
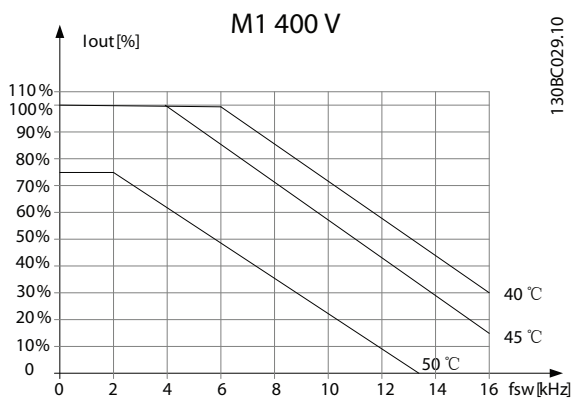
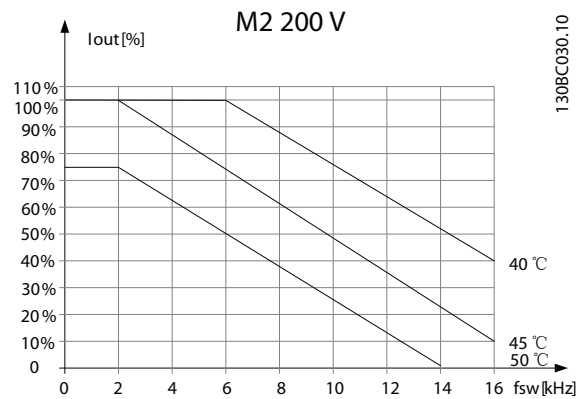
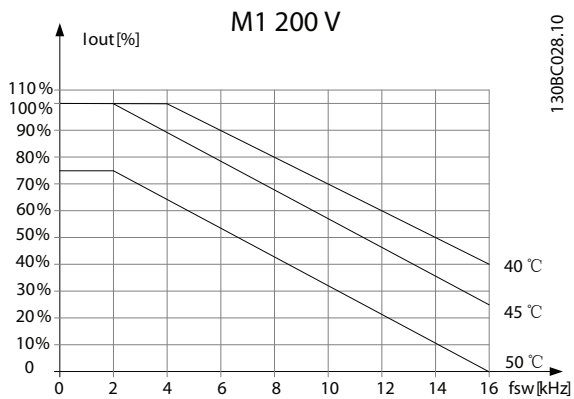
Redusointi on otettava huomioon käytettäessä taajuusmuuttajaa pienessä ilmanpaineessa (korkealla), pienillä nopeuksilla, pitkällä moottorikaapeleilla, poikkileikkaukseltaan suurilla kaapeleilla tai korkeassa ympäristön lämpötilassa. Tarvittavat toimet kuvataan tässä jaksossa.

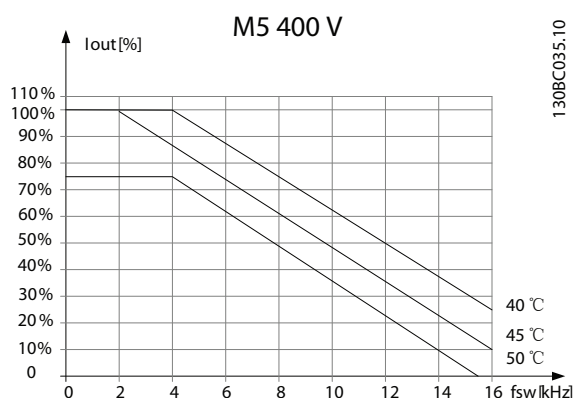
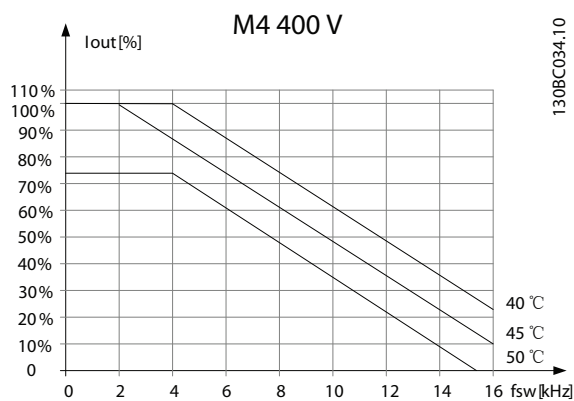
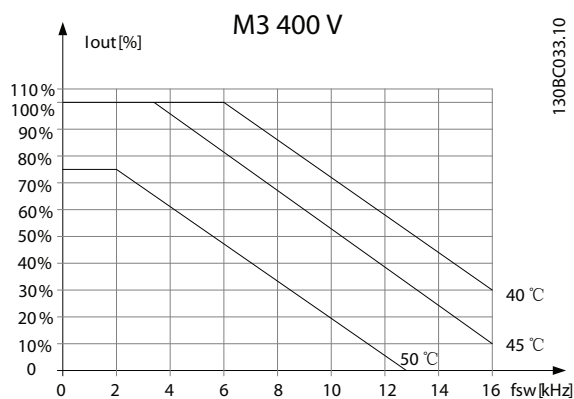
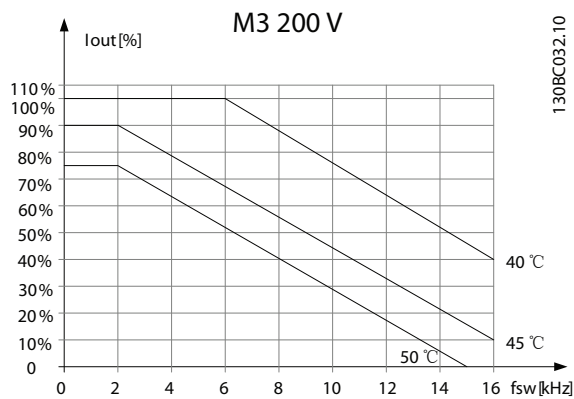
## 4

### 4.2.2 Redusointi ympäristön lämpötilaa varten

Redusointi ympäristön lämpötilaa ja IGBT-kytkentää varten

24 tunnin aikana mitatun ympäristön lämpötilan tulee olla vähintään 5 °C alaisempi kuin suurin sallittu ympäristön lämpötila. Jos taajuusmuuttajaa käytetään korkeassa ympäristön lämpötilassa, jatkuvaa lähtövirtaa on redusoitava. Taajuusmuuttaja on suunniteltu käytettäväksi enintään 50 °C:n ympäristön lämpötilassa yhtä nimellistä pienemmällä moottorikoolla. Jatkuva käyttö täydellä kuormituksella 50 °C:n ympäristön lämpötilassa lyhentää taajuusmuuttajan käyttöikää.





### 4.2.3 Redusointi matalan ilmanpaineen johdosta

Alhainen ilmanpaine heikentää ilman jäähdytyskykyä.

Kun korkeus on yli 2000 m, ota yhteyttä Danfoss-yhtiöön keskustellaksesi PELV-jännitteestä.

Alle 1000 metrin korkeudessa redusointi ei ole tarpeen, mutta 1000 metrin yläpuolella ympäristön lämpötilaa tai maksimilähtövirtaa on alennettava.

Pienennä lähtöä 1 % 100 metriä kohden 1000 metrin yläpuolella tai alenna suurinta ympäristön lämpötilaa 1 asteella 200 metriä kohden.

### 4.2.4 Automaattiset muutokset suorituskyvyn varmistamiseksi

taajuusmuuttaja tekee jatkuvasti tarkistuksia kriittisten sisälämpötilojen, kuormitusvirran, välipiirin korkean jännitteen ja alhaisten moottorin nopeuksien varalta. Reaktiona kriittiseen arvoon taajuusmuuttaja voi säätää kytkentätaajuutta ja/tai muuttaa kytkentätapaa varmistukseen taajuusmuuttajan suorituskyvyn. Kyky pienentää lähtövirtaa automaattisesti laajentaa hyväksyttäviä käyttöolosuhteita vielä enemmän.

### 4.2.5 Redusointi pienillä käyntinopeuksilla

Kun moottori on kytketty taajuusmuuttajaan, on tarkistettava, että moottorin jäähdytys on asianmukainen. Lämmityksen taso riippuu moottorin kuormituksesta sekä käyttönopeudesta ja -ajasta.

#### Jatkuvan momentin sovellukset (CT-tila)

Ongelmia voi esiintyä pienillä kierrosluvuilla sovelluksissa, joissa momentti on jatkuva. Jatkuvan momentin sovelluksissa moottori voi ylikuumentua pienillä nopeuksilla, koska moottoriin kuuluvasta puhaltimesta tulee vähemmän jäähdytysilmaa.

Jos moottori käy jatkuvasti käyntinopeudella, joka on alle puolet nimelliskäyntinopeudesta, on siksi huolehdittava moottorin jäähdytysilmamäärän lisäämisestä (tai käytettävä tällaiseen käyttöön suunniteltua moottoria).

Vaihtoehtona on vähentää moottorin kuormitusta käyttämällä suurempaa moottoria. taajuusmuuttajan rakenne rajoittaa kuitenkin moottoreiden kokoa.

## 5 Tilaaminen

### 5.1 Taajuusmuuttajan konfiguroija

taajuusmuuttaja voidaan suunnitella sovelluksen vaatimusten mukaan tilausnumerojärjestelmän avulla.

Taajuusmuuttajia voi tilata vakiomallisina tai sisäisillä optioilla varustettuina käyttämällä tyyppikoodin merkkijonoa, t.s.

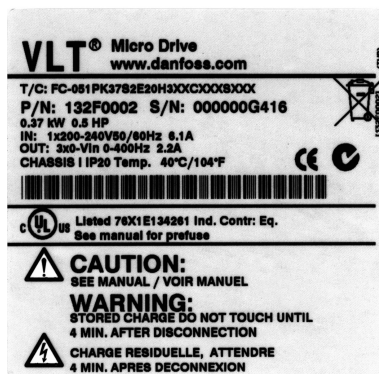
FC051PXXXXXXXXHXXXXXXXXSXXX

Internet-pohjaisesta taajuusmuuttajan konfiguroijasta voit määrittää oikean taajuusmuuttajan oikeaan sovellukseen ja luoda tyyppikoodin. Taajuusmuuttajan konfiguroija luo automaattisen kahdeksannumeroisen myyntinumeron (joko yhdelle tuotteelle tai projektistalle, joka sisältää useita tuotteita), joka toimitetaan paikalliseen myyntikonttoriin.

Taajuusmuuttajan konfiguroija on maailmanlaajuisilla Internet-sivuillamme: [www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives).

#### 5.2.1 Taajuusmuuttajan tunnistus

Alla on esimerkki taajuusmuuttajan tyyppikilven tarrasta. Tämä tarra on sijoitettu kunkin taajuusmuuttajan yläosaan, ja siinä näkyvät kunkin yksikön nimellistehot, sarjanumero, varoitus, luettelonumero ja muut olennaiset tiedot. Katso kohdasta tarkempia tietoja tyyppikoodin merkkijonon lukemisesta.



130BA505

Kuva 5.1 Tässä esimerkissä näky tunnistetarra.



## 5.3.1 Tyypikoodi

|             |   |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|-------------|---|---|---|----|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| 1           | 2 | 3 | 4 | 5  | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |   |
|             |   |   |   | FC | 0 | 5 | 1 | P |    |    |    |    |    |    |    | H  |    |    |    |    | X  | X  | X  | S  | X  | X  | X |
| 130BA589.10 |   |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |

| Kuvaus                | Kohta | Mahdollinen vaihtoehto   |
|-----------------------|-------|--|
| Tuoteryhmä            | 1-3   | Säädettävät taajuusmuuttajat   |
| Sarjat ja tuotetyyppi | 4-6   | Micro-taajuusmuuttaja  |
| <b>Teho</b>           | 7-10  | 0,18-22 kW   |
| Verkköjännite         | 11-12 | S2: Yksivaiheinen 200 - 240 V AC<br>T 2: Kolmivaiheinen 200 - 240 V AC<br>T 4: Kolmivaiheinen 380 - 480 V AC                               |
| Kotelointi            | 13-15 | IP20/alusta  |
| RFI-suodatin          | 16-17 | HX: Ei RFI-suodatinta<br>H1: RFI-suodatin luokka A1/B<br>H3: RFI-suodatin A1/B (lyhyempi kaapeli*)   |
| Jarrut                | 18    | B: Sisältää jarruhakkurin (1,5 kW:sta lähtien)<br>X: Ei sisällä jarruhakkuria  |
| Näyttö                | 19    | X: Ei paikallisohjauspaneelia<br>N: Numeerinen paikallisohjauspaneeli (LCP)<br>P: Numeerinen paikallisohjauspaneeli (LCP) potentiometrillä |
| Pinnoite PCB          | 20    | C: Lakattu PCB<br>X: Ei lakattua PCB:tä  |
| Verkkovirtaoptio      | 21    | X: Ei verkkovirtaoptiota   |
| Sovitus A             | 22    | X: Ei sovitusta  |
| Sovitus B             | 23    | X: Ei sovitusta  |
| Ohjelmistoversio      | 24-27 | SXXX: Uusin versio - vakio-ohjelmisto  |

Taulukko 5.1 Tyypikoodin kuvaus

### 5.4.1 Tilausnumerot

| Teho [kW] | Virta [I-nom.] | 200-240 V |           | 380-480 V      |           |
|-----------|----------------|-----------|-----------|----------------|-----------|
|           |                | 1-vaihe   | 3-vaihe   | Virta [I-nom.] | 3-vaihe   |
| 0,18      | 1,2            | 132F 0001 |           |                |           |
| 0,25      | 1,5            |           | 132F 0008 |                |           |
| 0,37      | 2,2            | 132F 0002 | 132F 0009 | 1,2            | 132F 0017 |
| 0,75      | 4,2            | 132F 0003 | 132F0010  | 2,2            | 132F 0018 |
| 1,5       | 6,8            | 132F 0005 | 132F0012  | 3,7            | 132F 0020 |
| 2,2       | 9,6            | 132F 0007 | 132F0014  | 5,3            | 132F 0022 |
| 3,0       |                |           |           | 7,2            | 132F 0024 |
| 3,7       | 15,2           |           | 132F 0016 |                |           |
| 4,0       |                |           |           | 9,0            | 132F 0026 |
| 5,5       |                |           |           | 12,0           | 132F 0028 |
| 7,5       |                |           |           | 15,5           | 132F 0030 |
| 11,0      |                |           |           | 23,0           | 132F 0058 |
| 15,0      |                |           |           | 31,0           | 132F 0059 |
| 18,5      |                |           |           | 37,0           | 132F 0060 |
| 22,0      |                |           |           | 43,0           | 132F 0061 |

Vähintään 1,5 kW:n Micro Drive -taajuusmuuttajissa on sisäänrakennettu jarruhakkuri

5

### 5.5.1 Optiot VLT Micro Drive -taajuusmuuttajaan

| Tilausnumero | Kuvaus   |
|--------------|--|
| 132B0100     | VLT:n ohjauspaneeli LCP 11 ilman potentiometriä                              |
| 132B0101     | VLT:n ohjauspaneeli LCP 12 ilman potentiometriä                              |
| 132B0102     | Etäasennussarja LCP:lle, sis. 3 m kaapelin, IP55 LCP 11:ssä, IP21 LCP 12:ssä |
| 132B0103     | Nema-tyyppin 1 sarja M1-kehykselle   |
| 132B0104     | Tyyppin 1 sarja M2-kehykselle  |
| 132B0105     | Tyyppin 1 sarja M3-kehykselle  |
| 132B0106     | Erotinlevysarja M1- ja M2-kehyksille   |
| 132B0107     | Erotinlevysarja M3-kehykselle  |
| 132B0108     | IP21 M1-kehykselle   |
| 132B0109     | IP21 M2-kehykselle   |
| 132B0110     | IP21 M3-kehykselle   |
| 132B0111     | DIN-kiskon asennussarja M1- ja M2-kehykselle                                 |
| 132B0120     | Tyyppin 1 sarja M4-kehykselle  |
| 132B0121     | Tyyppin 1 sarja M5-kehykselle  |
| 132B0122     | Erotinlevysarja M4- ja M5-kehyksille   |
| 130B2522     | Linjasuodatin MCC 107 132F0001-mallille                                      |
| 130B2522     | Linjasuodatin MCC 107 132F0002-mallille                                      |
| 130B2533     | Linjasuodatin MCC 107 132F0003-mallille                                      |
| 130B2525     | Linjasuodatin MCC 107 132F0005-mallille                                      |
| 130B2530     | Linjasuodatin MCC 107 132F0007-mallille                                      |
| 130B2523     | Linjasuodatin MCC 107 132F0008-mallille                                      |
| 130B2523     | Linjasuodatin MCC 107 132F0009-mallille                                      |
| 130B2523     | Linjasuodatin MCC 107 132F0010-mallille                                      |
| 130B2526     | Linjasuodatin MCC 107 132F0012-mallille                                      |
| 130B2531     | Linjasuodatin MCC 107 132F0014-mallille                                      |
| 130B2527     | Linjasuodatin MCC 107 132F0016-mallille                                      |
| 130B2523     | Linjasuodatin MCC 107 132F0017-mallille                                      |
| 130B2523     | Linjasuodatin MCC 107 132F0018-mallille                                      |
| 130B2524     | Linjasuodatin MCC 107 132F0020-mallille                                      |
| 130B2526     | Linjasuodatin MCC 107 132F0022-mallille                                      |
| 130B2529     | Linjasuodatin MCC 107 132F0024-mallille                                      |
| 130B2531     | Linjasuodatin MCC 107 132F0026-mallille                                      |
| 130B2528     | Linjasuodatin MCC 107 132F0028-mallille                                      |
| 130B2527     | Linjasuodatin MCC 107 132F0030-mallille                                      |

Danfossin linjasuodattimia ja jarruvastuksia saa tilaamalla.

## 6 Asentaminen

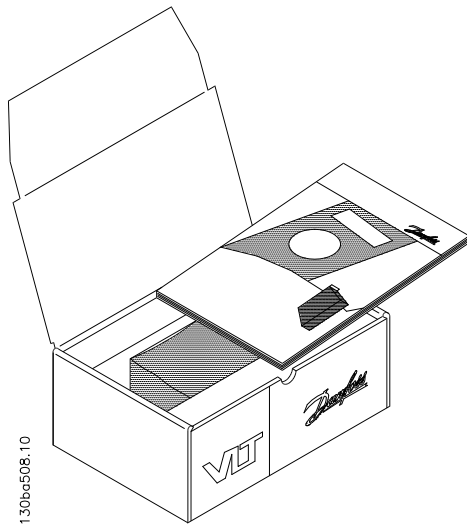
### 6.1 Ennen käynnistystä

#### 6.1.1 Tarkistuslista

Varmista ennen taajuusmuuttajan pakkauksen purkamista, että laite on vaurioitumaton ja täydellinen. Varmista, että pakkaus sisältää seuraavat:

- VLT® Micro Drive FC 51 -taajuusmuuttaja FC 51
- Pikaopas

Valinnainen: LCP ja/tai erotuslevy.

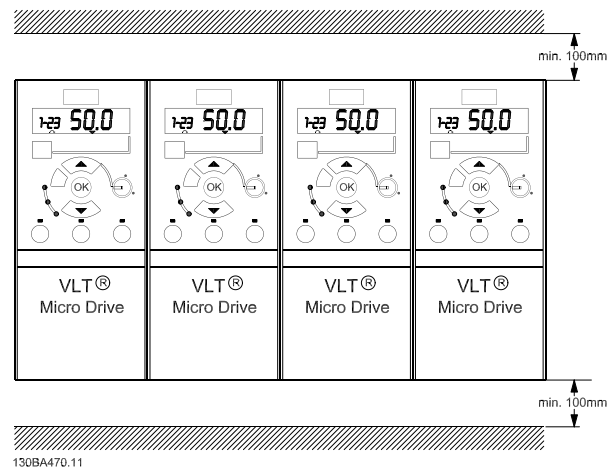


130ba508.10

Kuva 6.1 Pakkauksen sisältö

### 6.2 Asennus rinnakkain

taajuusmuuttajan voi asentaa rinnakkain IP 20 -standardin mukaisiin laitteisiin, ja se tarvitsee ylä- ja alapuolelleen 100 mm tilan jäähdytystä varten. Yleistä käyttöympäristöihin liittyvää tietoa, katso 7 Ohjelmointi.



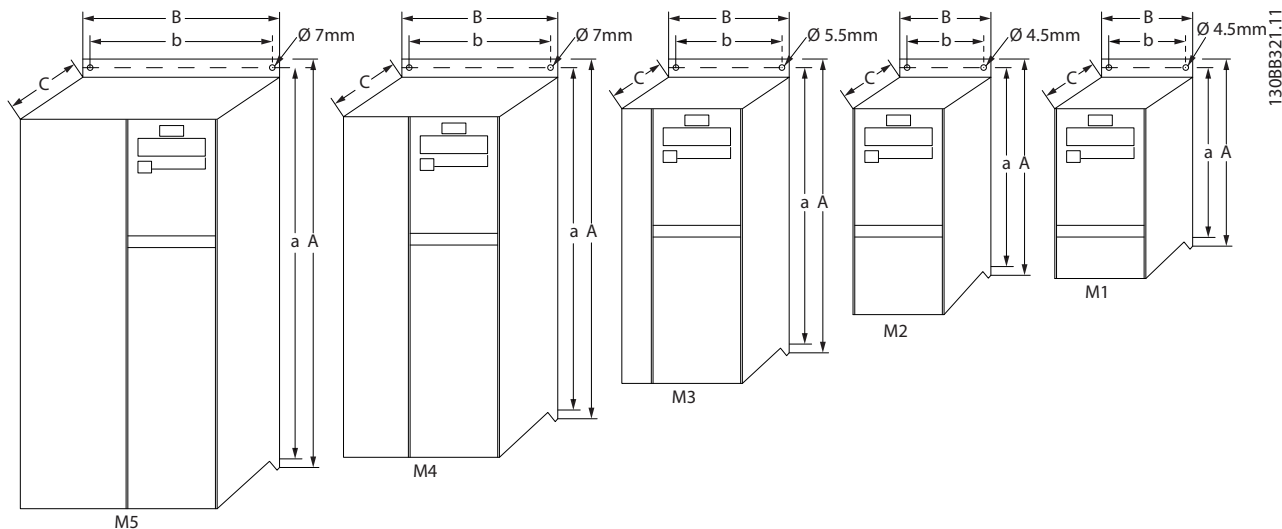
Kuva 6.2 Asennus rinnakkain

### 6.3 Ennen kuin aloitat korjaustyön

1. Irrota FC 51 verkkojännitteestä (ja mahdollisesta ulkoisesta tasavirtalähteestä.)
2. Odota 4 minuuttia (M1, M2 ja M3) ja 15 minuuttia (M4 ja M5) DC-välipiirin varauksen purkautumista.
3. Irrota DC-väylän liittimet ja (mahdolliset) jarruliittimet.
4. Irrota moottorikaapeli.

## 6.4 Fyysiset mitat

Porausmalli on pakkauksen taitteessa.



Kuva 6.3 Fyysiset mitat

| Kehys | Teho (kW)     |                |               | Korkeus (mm) |                      |       | Leveys (mm) |     | Syvyys <sup>1)</sup> (mm) | Maksimipaino |
|-------|---------------|----------------|---------------|--------------|----------------------|-------|-------------|-----|---------------------------|--------------|
|       | 1 X 200-240 V | 3 X 200 -240 V | 3 X 380-480 V | A            | A (sis. erotuslevyn) | a     | B           | b   | C                         | kg           |
| M1    | 0,18 - 0,75   | 0,25 - 0,75    | 0,37 - 0,75   | 150          | 205                  | 140,4 | 70          | 55  | 148                       | 1,1          |
| M2    | 1,5           | 1,5            | 1,5 - 2,2     | 176          | 230                  | 166,4 | 75          | 59  | 168                       | 1,6          |
| M3    | 2,2           | 2,2 - 3,7      | 3,0 - 7,5     | 239          | 294                  | 226   | 90          | 69  | 194                       | 3,0          |
| M4    |               |                | 11.0-15.0     | 292          | 347,5                | 272,4 | 125         | 97  | 241                       | 6,0          |
| M5    |               |                | 18.5-22.0     | 335          | 387,5                | 315   | 165         | 140 | 248                       | 9,5          |

<sup>1)</sup> Jos käytössä on LCP ja potentiometri, lisää 7,6 mm.

Taulukko 6.1 Fyysiset mitat

## 6.5 Sähköasennus yleensä

### HUOMAUTUS!

Kaikkien kaapelointien on oltava kaapelin poikkipinta-alaa ja ympäristön lämpötilaa koskevien kansallisten ja paikallisten määräysten mukaisia. Vaaditaan kuparijohtimet, (60-75° C) suositellaan.

| Kehys | Teho (kW)     |               |               | Momentti (Nm) |          |                      |                 |     |      |
|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|----------------------|-----------------|-----|------|
|       | 1 x 200-240 V | 3 x 200-240 V | 3 x 380-480 V | Linja         | Moottori | DC-liitäntä/jarru    | Ohjausliittimet | Maa | Rele |
| M1    | 0,18 - 0,75   | 0,25 - 0,75   | 0,37 - 0,75   | 1,4           | 0,7      | Litteä <sup>1)</sup> | 0,15            | 3   | 0,5  |
| M2    | 1,5           | 1,5           | 1,5 - 2,2     | 1,4           | 0,7      | Litteä <sup>1)</sup> | 0,15            | 3   | 0,5  |
| M3    | 2,2           | 2,2 - 3,7     | 3,0 - 7,5     | 1,4           | 0,7      | Litteä <sup>1)</sup> | 0,15            | 3   | 0,5  |
| M4    |               |               | 11.0-15.0     | 1,3           | 1,3      | 1,3                  | 0,15            | 3   | 0,5  |
| M5    |               |               | 18.5-22.0     | 1,3           | 1,3      | 1,3                  | 0,15            | 3   | 0,5  |

<sup>1)</sup> Litteät liittimet (6,3 mm Faston-pistokkeet)

Taulukko 6.2 Liitinten kirstäminen

## 6.6 Sulakkeet

### Jarrupiirin suojaus:

Kokoonpanon suojaamiseksi sähkövirrasta ja tulesta aiheutuvilta vaaroilta kaikki kokoonpanon jarrupiirit, kytkentävaihteet, koneet jne. on oikosuljettava ja suojattava ylivirralla kansallisten/kansainvälisten määräysten mukaisesti.

### Oikosulku suojaus:

Danfoss suosittelee seuraavissa taulukoissa mainittujen sulakkeiden käyttöä huoltohenkilökunnan tai muiden laitteiden suojelemiseksi laitteen sisäisestä viasta tai DC-piirin oikosulusta johtuvilta vaaroilta. taajuusmuuttaja tarjoaa täyden oikosulkusuojauksen, jos moottorin tai jarrun lähtöön tulee oikosulku.

### Ylivirtasuojaus:

Varmista ylikuormitussuojauksen välttämiseksi kokoonpanon kaapelien ylikuumentumisen. Ylivirtasuojaus on aina tehtävä kansallisten määräysten mukaisesti. Sulakkeiden on pystyttävä suojaamaan piiri, jonka tuottama virta on enintään 100 000 A<sub>rms</sub> (symmetrinen), enintään 480 V.

### Ei UL-ehdon mukainen:

Jos ehto UL/cUL ei ole pakollinen, Danfoss suosittelee alla olevassa taulukossa lueteltuja sulakkeita, jotka varmistavat standardin EN50178/IEC61800-5-1 vaatimusten täyttymisen:

Sulakesuosituksen noudattamatta jättäminen saattaa vahingoittaa taajuusmuuttajaa ja asennusta vikatapauksessa.

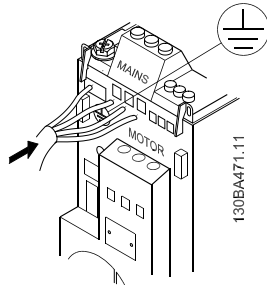
| FC 51                | UL-sulakkeita enintään |          |          |             |                |                | Ei-UL-sulakkeita enintään |
|----------------------|------------------------|----------|----------|-------------|----------------|----------------|---------------------------|
|                      | Bussmann               | Bussmann | Bussmann | Littel fuse | Ferraz-Shawmut | Ferraz-Shawmut |                           |
| <b>1 X 200-240 V</b> |                        |          |          |             |                |                |                           |
| kW                   | Tyyppi RK1             | Tyyppi J | Tyyppi T | Tyyppi RK1  | Tyyppi CC      | Tyyppi RK1     | Tyyppi gG                 |
| 0K18 - 0K37          | KTN-R15                | JKS-15   | JJN-15   | KLN-R15     | ATM-R15        | A2K-15R        | 16A                       |
| 0K75                 | KTN-R25                | JKS-25   | JJN-25   | KLN-R25     | ATM-R25        | A2K-25R        | 25A                       |
| 1K5                  | KTN-R35                | JKS-35   | JJN-35   | KLN-R35     | -              | A2K-35R        | 35A                       |
| 2K2                  | KTN-R50                | JKS-50   | JJN-50   | KLN-R50     | -              | A2K-50R        | 50A                       |
| <b>3 x 200-240 V</b> |                        |          |          |             |                |                |                           |
| 0K25                 | KTN-R10                | JKS-10   | JJN-10   | KLN-R10     | ATM-R10        | A2K-10R        | 10A                       |
| 0K37                 | KTN-R15                | JKS-15   | JJN-15   | KLN-R15     | ATM-R15        | A2K-15R        | 16A                       |
| 0K75                 | KTN-R20                | JKS-20   | JJN-20   | KLN-R20     | ATM-R20        | A2K-20R        | 20A                       |
| 1K5                  | KTN-R25                | JKS-25   | JJN-25   | KLN-R25     | ATM-R25        | A2K-25R        | 25A                       |
| 2K2                  | KTN-R40                | JKS-40   | JJN-40   | KLN-R40     | ATM-R40        | A2K-40R        | 40A                       |
| 3K7                  | KTN-R40                | JKS-40   | JJN-40   | KLN-R40     | -              | A2K-40R        | 40A                       |
| <b>3 x 380-480 V</b> |                        |          |          |             |                |                |                           |
| 0K37 - 0K75          | KTS-R10                | JKS-10   | JJS-10   | KLS-R10     | ATM-R10        | A6K-10R        | 10A                       |
| 1K5                  | KTS-R15                | JKS-15   | JJS-15   | KLS-R15     | ATM-R15        | A2K-15R        | 16A                       |
| 2K2                  | KTS-R20                | JKS-20   | JJS-20   | KLS-R20     | ATM-R20        | A6K-20R        | 20A                       |
| 3K0                  | KTS-R40                | JKS-40   | JJS-40   | KLS-R40     | ATM-R40        | A6K405R        | 40A                       |
| 4K0                  | KTS-R40                | JKS-40   | JJS-40   | KLS-R40     | ATM-R40        | A6K-40R        | 40A                       |
| 5K5                  | KTS-R40                | JKS-40   | JJS-40   | KLS-R40     | -              | A6K-40R        | 40A                       |
| 7K5                  | KTS-R40                | JKS-40   | JJS-40   | KLS-R40     | -              | A6K-40R        | 40A                       |
| 11K0                 | KTS-R60                | JKS-60   | JJS-60   | KLS-R60     | -              | A6K-60R        | 63A                       |
| 15K0                 | KTS-R60                | JKS-60   | JJS-60   | KLS-R60     | -              | A6K-60R        | 63A                       |
| 18K5                 | KTS-R60                | JKS-60   | JJS-60   | KLS-R60     | -              | A6K-60R        | 80A                       |
| 22K0                 | KTS-R60                | JKS-60   | JJS-60   | KLS-R60     | -              | A6K-60R        | 80A                       |

Taulukko 6.3 Sulakkeet

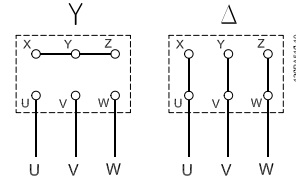
## 6.7 Verkkoliitäntä

Vaihe 1: Asenna ensin maakaapeli.

Vaihe 2: Aseta johtimet liittimiin L1/L, L2 ja L3/N ja kiristä.



Kuva 6.4 Maajohdon ja verkkovirtajohdinten asentaminen



Kuva 6.6 Tähti- ja kolmiokytkennät.

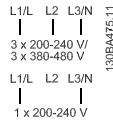
Vaihe 1: Asenna ensin maakaapeli.

Vaihe 2: Kytke johtimet liittimiin joko tähti- tai kolmiokytkennässä. Katso lisätietoja moottorin tyyppikilvestä.

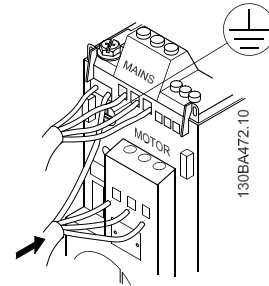
6

3-vaihekytkennässä johtimet tulee kytkeä kaikkiin kolmeen liittimeen.

Yksivaihekytkennässä johtimet kytketään liittimiin L1/L ja L3/N.



Kuva 6.5 Johdinten kolmivaihe- ja yksivaihekytkennät



Kuva 6.7 Maakaapelin ja moottorin johdinten asentaminen.

## 6.8 Moottorin kytkentä

### 6.8.1 Moottorin kytkeminen

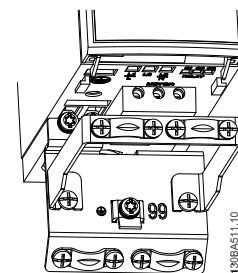
Katso kaapelin poikkipinnan ja pituuden oikea mitoitus kohdasta 9 Tekniset tiedot.

- Käytä suojattua moottorikaapelia EMC-emissiovaatimusten täyttämiseksi ja kytke tämä kaapeli sekä erotuslevyyn että moottorin metalliin.
- Pidä moottorikaapeli mahdollisimman lyhyenä pienentääksesi melutasoa ja vuotovirtoja.

Katso lisätietoja erotuslevyn asentamisesta ohjeesta MI.02.BX.YY.

taajuusmuuttajaan voidaan liittää kaikenlaisia kolmivaiheisia vakioepätahtimoottoreita. Pienemmät moottorit kytketään yleensä tähteen (230/400 V,  $\Delta/Y$ ). Isommat moottorit kytketään kolmioon (400/690 V,  $\Delta/Y$ ). Katso oikea kytkentä ja jännite moottorin tyyppikilvestä.

Käytä EMC-vaatimusten mukaisessa asennuksessa valinnaista erotinlevyä, katso luku 5.2 *Optiot VLT Micro Drive -taajuusmuuttajaan*.



Kuva 6.8 Taajuusmuuttaja erotinlevyn kanssa

## 6.8.2 Moottorikaapelit

Katso moottorikaapelin poikkipinnan ja pituuden oikea mitoitus jaksosta 9 *Tekniset tiedot*.

- Käytä EMC-emissiovaatimusten mukaista suojattua moottorikaapelia.
- Pidä moottorikaapeli mahdollisimman lyhyenä pienentääksesi melutasoa ja vuotovirtoja.
- Kytke moottorikaapelin suojaus taajuusmuuttajan erotuslevyyn ja moottorin metallikoteloon.
- Tee suojauksen liitännät niin, että niiden pinta-ala on mahdollisimman suuri (kaapelin vedonpoistin). Tämä onnistuu käyttämällä taajuusmuuttajan mukana toimitettuja asennuslaitteita.
- Vältä asennuksen yhteydessä suojauksen päiden kiertymistä ("siansaparot"), mikä pilaisi suurtaajuussuojausvaikutukset.
- Jos suojaus joudutaan katkaisemaan moottorin suojan tai releiden asennusta varten, suojaus pitää jatkaa niin, että suurtaajuusimpedanssi on mahdollisimman pieni.

## 6.8.3 Moottorikaapelien sähköasennus

### Kaapeleiden suojaaminen

Vältä kierrettyjä suojausvaikutuksen päitä (siansaparot). Ne tuhoavat suojausvaikutuksen suuremmilla taajuuksilla. Jos suojaus joudutaan katkaisemaan moottorin eristimen tai releen asennusta varten, suojaus pitää jatkaa niin, että suurtaajuusimpedanssi on mahdollisimman pieni.

### Kaapelin pituus ja poikkileikkaus

taajuusmuuttaja on testattu tietyn pituisella ja tietyn poikkipinnan omaavalla kaapelilla. Jos poikkipintaa kasvatetaan, kaapelin purkauskapasiteetti ja maavuotovirta voivat kasvaa, minkä johdosta kaapelia pitää lyhentää vastaavasti.

### Kytkentätaajuus

Kun taajuusmuuttajia käytetään yhdessä siniaaltosuodattimien kanssa moottorin akustisen melun vähentämiseksi, kytkentätaajuus on määritettävä siniaaltosuodattimen ohjeiden mukaisesti parametrissa 14-01 *Kytkentätaajuus*.

### Alumiinijohtimet

Alumiinijohtimia ei suositella. Alumiinijohtimet voivat sopia liittimiin, mutta johtimen pinnan on oltava puhdas ja hapettumat on poistettava ja peitettävä neutraalilla hapottomalla vaseliinilla ennen johtimen kytkemistä. Lisäksi liittimen ruuvi on kiristettävä uudelleen kahden päivän kuluttua alumiinin pehmeuden vuoksi. On erittäin tärkeää pitää liitos kaasutiiviinä, sillä muuten alumiinipinta hapettuu uudelleen.

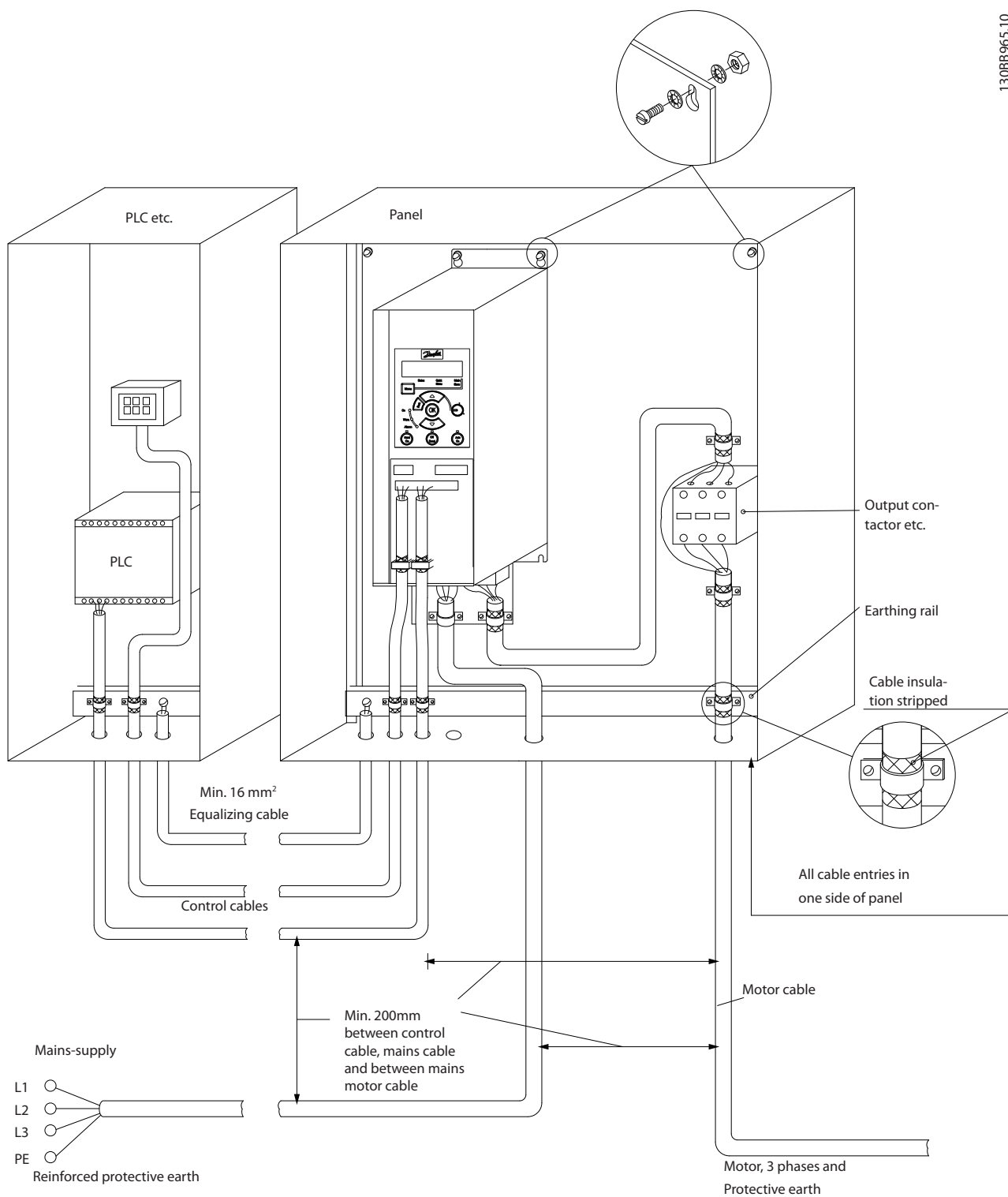
## 6.8.4 EMC-direktiivin mukainen sähköasennus

Yleisiä seikkoja otettavaksi huomioon EMC-direktiivin mukaisen sähköasennuksen varmistamiseksi.

- Käytä vain suojattuja moottorikaapeleita ja suojattuja ohjauskaapeleita.
- Kytke suojaus maadoitukseen molemmissa päissä.
- Vältä kierrettyjä suojausvaikutuksen päitä (siansaparot), koska ne tuhoavat suojausvaikutuksen suurilla taajuuksilla. Käytä niiden sijasta kaapelin vedonpoistimia.
- On tärkeää varmistaa hyvin sähköä johtava kosketus asennuslevystä kiinnitysruuvien kautta taajuusmuuttajan metallikoteloon.
- Käytä tähtialuslevyjä ja sähköä johtavia asennuslevyjä.
- Älä käytä suojaamattomia moottorikaapeleita asennuskaapeissa.

6

13088965.10



Kuva 6.9 EMC-direktiivin mukainen sähköasennus

Pohjois-Amerikassa suojattujen kaapelien sijasta on käytettävä metallisia kaapeliputkia.



### 6.9.1 EMC-direktiivin mukaiset kaapelit

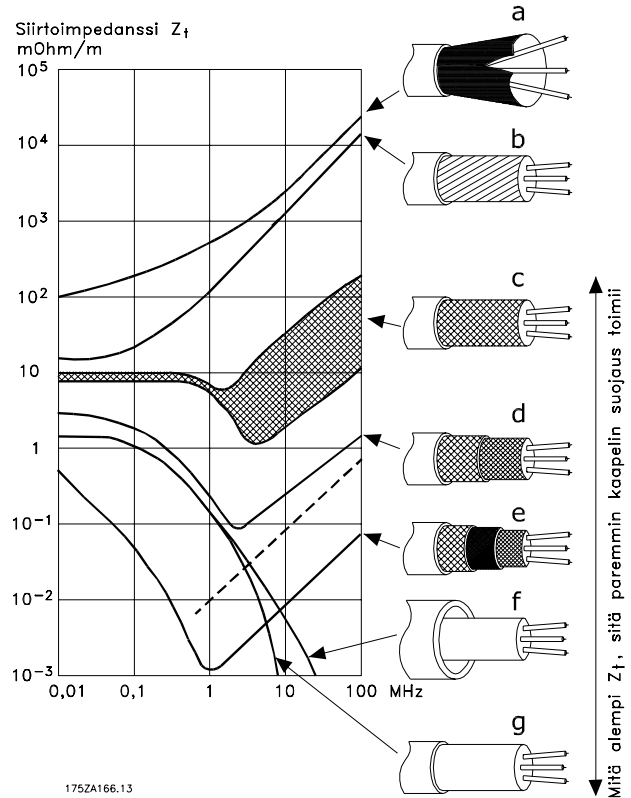
Ohjauskaapelien EMC-siedon optimoimiseksi ja moottori-kaapelien EMC-päästöjen minimoimiseksi Danfoss suosittelee punospäällysteisten suojattujen kaapelien käyttämistä.

Kaapelin kyky vaimentaa tulevaa ja lähtevää sähköistä häiriösäteilyä riippuu sen siirtoimpedanssista ( $Z_T$ ). Kaapelin suojaus on normaalisti suunniteltu vaimentamaan sähköisten häiriöiden siirtymistä. Kuitenkin suojaus, jolla on pienempi kytkentäimpedanssi ( $Z_T$ ), on tehokkaampi kuin suuremman kytkentäimpedanssin ( $Z_T$ ) omaava suojaus.

Kaapelinvalmistajat eivät useinkaan ilmoita siirtoimpedanssia ( $Z_T$ ), mutta usein siirtoimpedanssin ( $Z_T$ ) voi arvioida tarkastelemalla kaapelin fyysistä rakennetta.

**Siirtoimpedanssia ( $Z_T$ ) voi arvioida seuraavien tietojen perusteella:**

- suojausmateriaalin johtavuus
  - yksittäisten suojausjohtimien välinen kosketusvastus
  - suojauksen peitto, siis suojauksen fyysisesti suojaama kaapelin osa, jota usein kutsutaan prosenttiarvoksi
  - suojauksen tyyppi - punottu vai kierretty malli.
- a. Alumiinilla suojattu kuparijohdin.
  - b. Kierretty kuparilanka tai suojattu teräsvaijerikaapeli.
  - c. Yksikerroksinen punottu kuparilanka, jonka suojausprosentti vaihtelee. Tämä on tyypillinen Danfoss-yhtiön referenssi-kaapeli.
  - d. Kaksikerroksinen punottu kuparilanka.
  - e. Kaksi punottua kuparikerrosta, joiden välissä on magneettinen suojattu välikerros.
  - f. Kupari- tai teräsputkella suojattu kaapeli.
  - g. Lyijyvaippakaapeli, seinämän paksuus 1,1 mm.

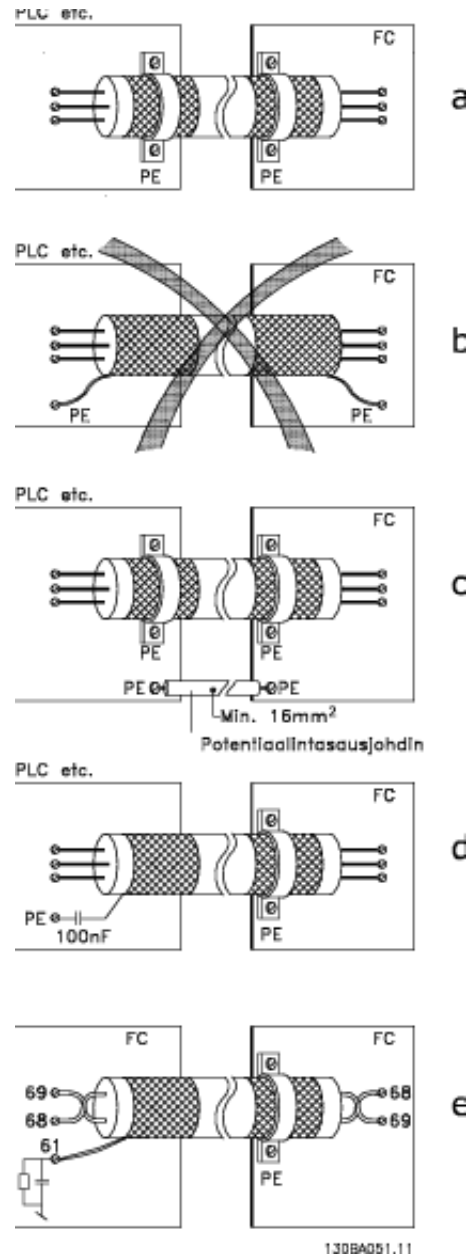


### 6.10.1 Suojattujen ohjauskaapelien maadoitus

Yleisesti ottaen ohjauskaapelit pitää suojata ja suojaus pitää kytkeä molemmista päistä laitteen metallikoteloon kaapelinpitimellä.

Alla olevassa kuvassa esitetään oikea maadoitus ja annetaan ohjeet epäselviä tilanteita varten.

- Oikea maadoitus**  
Ohjauskaapelit ja sarjaliikennekaapelit pitää kiinnittää molemmista päistä kaapelinpitimillä parhaan mahdollisen sähköisen kosketuksen varmistamiseksi.
- Virheelinen maadoitus**  
Älä käytä kierrettyjä suojaus päitä (siansaparot). Ne lisäävät suojaus impedanssia suurilla taajuuksilla.
- Ohjelmoitavan logiikkaohjaimen ja taajuusmuuttajan välisen potentiaalieron tasaus**  
Jos taajuusmuuttajalla ja ohjelmoitavalla logiikkaohjaimella (tms.) on eri maapotentiaali, saattaa syntyä sähköisiä häiriöitä, jotka vaikuttavat koko järjestelmän toimintaan. Tämä ongelma voidaan ratkaista asentamalla tasauskaapeli ohjauskaapelin viereen. Kaapelin vähimmäispoikkipinta: 16 mm<sup>2</sup>.
- 50/60 Hz maavirtasilmukat**  
Hyvin pitkien ohjauskaapeleiden yhteydessä saattaa esiintyä 50/60 Hz maavirtasilmukoita. Ongelma voidaan ratkaista kytkemällä suojaus toinen pää maadoitukseen 100 nF kondenssaattorilla (lyhyet kytkentäjohtimet).
- Kaapelit sarjaliikenteeseen**  
Pienitaajuiset häiriövirrat kahden taajuusmuuttajan välillä voidaan eliminoida kytkemällä suojaus toinen pää liittimeen 61. Tämä liitin on kytketty maadoitukseen sisäisellä RC-piirillä. Käytä kierrettyjä parikaapeleita differentiaalimuotoisten häiriöiden vaimentamiseksi johtimien välillä.

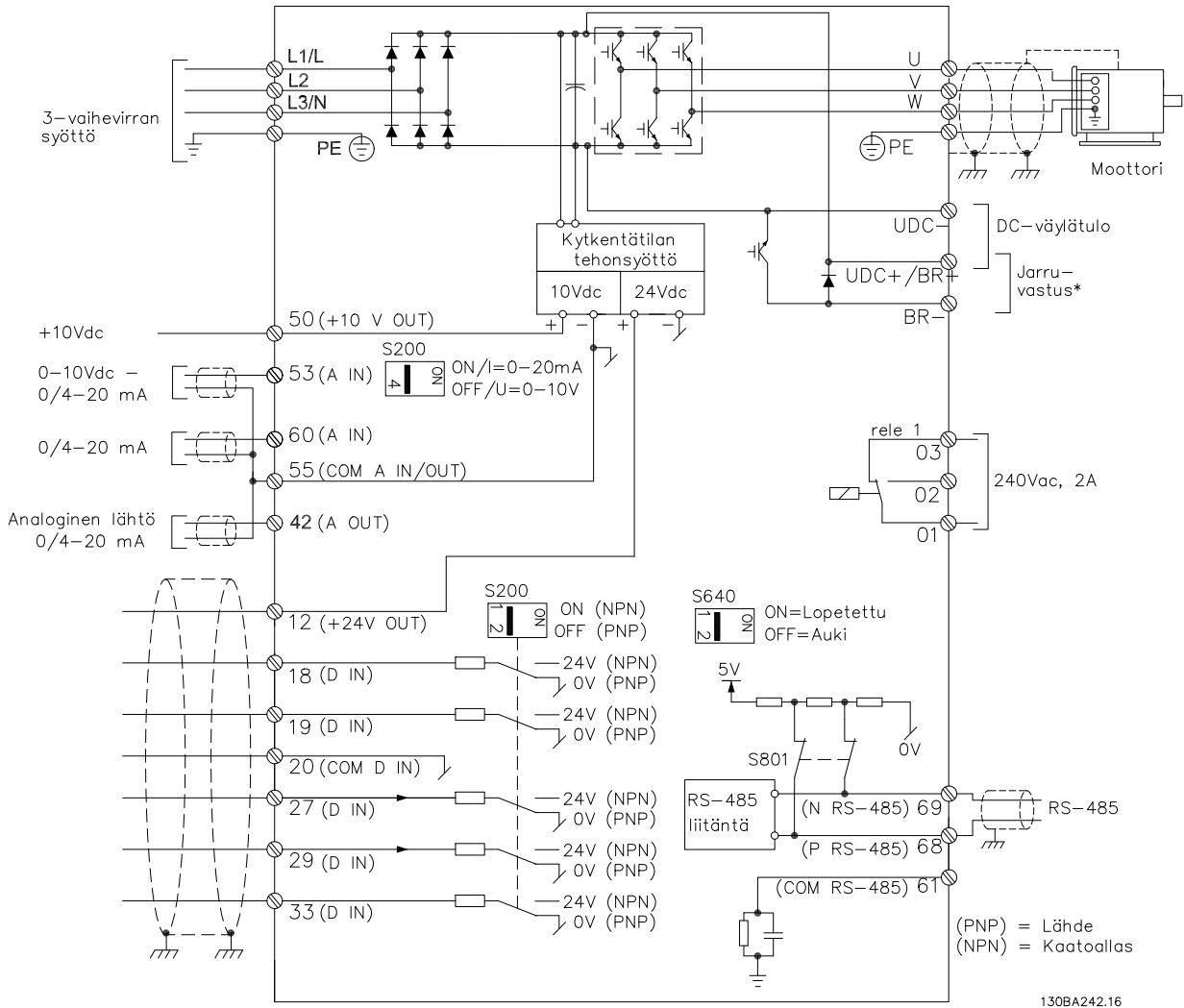


### 6.11 Vikavirtarele

Lisäsuojauksena voidaan käyttää vikavirtareleitä, moninker- taista suojamaadoitusta tai maadoitusta edellyttäen, että paikallisia turvallisuusmääräyksiä noudatetaan. Maavika voi aiheuttaa tasavirtaa purkausvirtaan. Vikavirtareleiden käytössä on noudatettava paikallisia määräyksiä. Releiden pitää olla sopivia 3-vaiheisien tasasuuntaussillalla varustettujen laitteiden suojaukseen ja lyhyisiin purkauksiin käynnistyksessä, katso lisätietoja jaksosta 3.4 Vuotovirta .

## 6.12 Yleiskuva sähkökytkennöistä

### 6.12.1 Päävirtapiiri - yleiskuva



130BA242.16

Kuva 6.10 Kaavio, jossa näkyvät kaikki sähköliittimet

\* Jarrut (BR+ ja BR-) eivät sovi kehykseen M1.

Jarruvastuksia saa Danfoss-yhtiöstä.

Entistä parempi tehokerroin ja EMC-suorituskyky saavutetaan asentamalla optiona saatavat Danfoss linjasuodattimet. Danfoss -tehosuodattimia voi käyttää myös kuormaan jakoon.

## 6.13 Sähköasennus ja Ohjauskaapelit

| Liittimet | Liitinten kuvaus                            | Parametrin numero | Tehdasasetus         |
|-----------|---|-------------------|----------------------|
| 1+2+3     | Liitin 1+2+3 - rele 1                       | 5-40              | Ei toimintoa         |
| 12        | Liitin 12, syöttö                           | -                 | +24 V DC             |
| 18        | Liitin 18, digitaalitulo                    | 5-10              | Käynnistys           |
| 19        | Liitin 19, digitaalitulo                    | 5-11              | Suunnanvaihto        |
| 20        | Liitin 20, yhteinen digitaalinen maadoitus  | -                 | Yleinen              |
| 27        | Liitin 27, digitaalitulo                    | 5-12              | Kuittaus             |
| 29        | Liitin 29, digitaalitulo                    | 5-13              | Ryömintä             |
| 33        | Liitin 33, digitaalitulo                    | 5-15              | Esival. ohj. bitti 0 |
| 42        | Liitin 42, analogialähtö/digitaalilähtö     | 6-9*              | Ei toimintoa         |
| 50        | Liitin 50, syöttö analogiatulolle           | -                 | +10 V DC             |
| 53        | Liitin 53, analogiatulo (jännite tai virta) | 3-15/6-1*         | Ohjearvo             |
| 55        | Liitin 55, yhteinen analoginen maadoitus    | -                 | Yleinen              |
| 60        | Liitin 60, virtatulo                        | 3-16/6-2*         | Ohjearvo             |

Taulukko 6.4 Liittimet

Hyvin pitkissä ohjauskaapeleissa analogiset signaalit voivat harvoissa tapauksissa ja kokoonpanosta riippuen päätyä 50/60 Hz:n maavirtasilmukoihin verkkosyöttökaapelien kohinan vuoksi.

Jos näin käy, murra suojaus tai lisää 100 nF:n kondensaattori suojauksen ja alustan väliin.

### HUOMAUTUS!

Yleiset digitaaliset ja analogiset tulot ja lähdöt tulee kytkeä taajuusmuuttajan yleisliitinten 20, 39 ja 55 erottamiseksi. Näin estetään maavirran häiriöt ryhmien välillä. Näin estetään esimerkiksi digitaalisten tulosten päällekytkemisestä johtuvat analogisten tulosignaalien häiriöt.

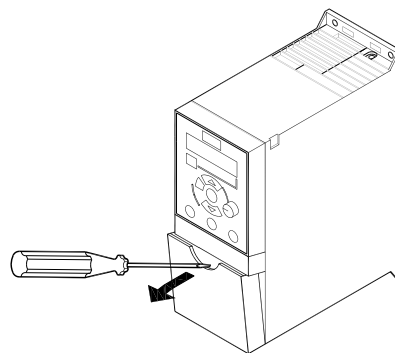
### HUOMAUTUS!

Ohjauskaapelien on oltava suojattuja.

## 6.14 Ohjausliittimet

### 6.14.1 Ohjausliitinten käyttö

Kaikki ohjauskaapelien liittimet sijaitsevat liitinsuojuksen alla taajuusmuuttajan etuosassa. Irrota liitinsuoja ruuvivaimella.



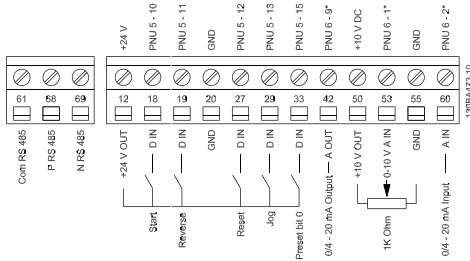
Kuva 6.11 Liitinsuojan irrottaminen

### HUOMAUTUS!

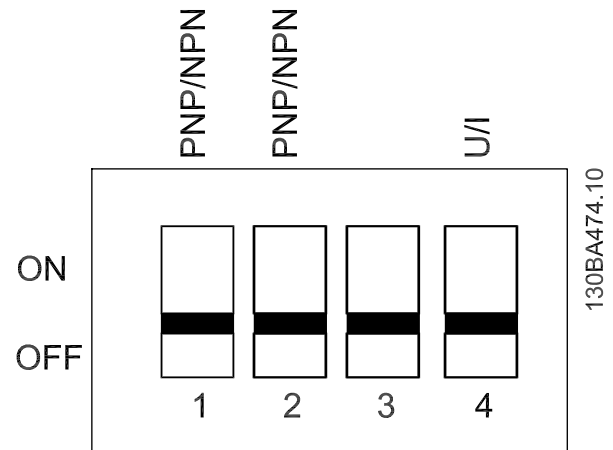
Katso liitinsuojan takaa luonnos ohjausliittimistä ja kytkimistä.

### 6.14.2 Kytkenä ohjausliittimiin

Kuva 6.12 näkyvät kaikki taajuusmuuttaja -taajuusmuuttajan ohjausliittimet. Käynnistyksen (liitin 18) ja analogisen ohjearvon (liitin 53 tai 60) avulla saadaan taajuusmuuttaja käyntiin.



Kuva 6.12 Yleiskuva ohjausliittimistä PNP-konfiguraatioissa ja tehdasasetuksilla.



Kuva 6.14 S200 Katkaisimet 1-4

6

### 6.15 Kytkimet

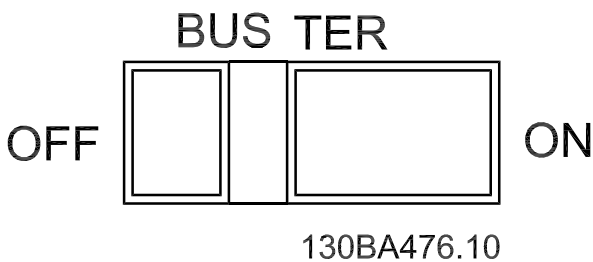
#### HUOMAUTUS!

Älä käytä kytkimiä, kun taajuusmuuttajan virta on päällä.

#### Väljän päättäminen:

Katkaisimen BUS TER-asento ON liittää RS485-portin liittimet 68, 69. Katso Kuva 6.10.

Oletusarvo = Ei päällä.



Kuva 6.13 S640 Väljän päättäminen

#### S200 Kytkimet 1-4:

|              |  |
|--------------|--|
| Katkaisin 1: | *OFF = PNP liittimet 29<br>ON = NPN liittimet 29                             |
| Katkaisin 2: | *OFF = PNP liittimet 18, 19, 27 ja 33<br>ON = NPN liittimet 18, 19, 27 ja 33 |
| Katkaisin 3: | Ei toimintoa   |
| Katkaisin 4: | *OFF = liitin 53 0 - 10 V<br>ON = liitin 53 0/4 - 20 mA                      |

\* = oletusasetus

Taulukko 6.5 Asetukset S200-katkaisimille 1-4

#### HUOMAUTUS!

Parametri 6-19 tulee määrittää katkaisimen 4 asennon mukaan.

### 6.16 Lopullinen asetusten määrittäminen ja testaus

Testaa asetukset ja varmista, että taajuusmuuttaja on käynnissä, seuraavasti:

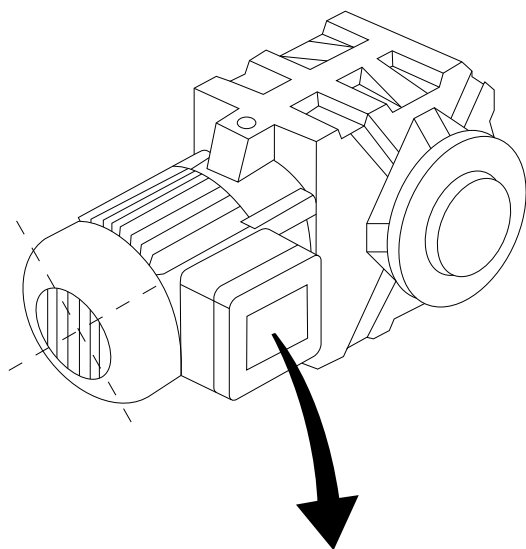
#### Vaihe 1. Etsi moottorin tyyppikilpi

Moottorissa on joko tähti- (Y) tai deltakytkentä (Δ). Nämä tiedot löytyvät moottorin tyyppikilven tiedoista.

#### Vaihe 2. Merkitse moottorin tyyppikilven tiedot tähän parametriluetteloon.

Siirry listaan painamalla ensin [QUICK MENU] -näppäintä ja valitse sitten "Q2-pika-asennus".

|    |  |   |
|----|--|---|
| 1. | Moottorin teho [kW]<br>tai moottorin teho [hv] | 1-20 Moottorin teho [kW]<br>1-21 Moott. teho [hv] |
| 2. | Moottorin jännite                              | 1-22 Moottorin jännite                            |
| 3. | Moottorin taajuus                              | 1-23 Moottorin taajuus                            |
| 4. | Moottorin virta                                | 1-24 Moottorin virta                              |
| 5. | Moottorin nimellinopeus                        | 1-25 Moottorin nimellinopeus                      |



130BT307.10

|                           |       |       |     |     |
|---------------------------|-------|-------|-----|-----|
| BAUER D-7 3734 ESLINGEN   |       |       |     |     |
| 3~ MOTOR NR. 1827421 2003 |       |       |     |     |
| S/E005A9                  |       |       |     |     |
|                           | 1,5   | KW    |     |     |
| n <sub>2</sub>            | 31,5  | /MIN. | 400 | Y V |
| n <sub>1</sub>            | 1400  | /MIN. | 50  | Hz  |
| cos                       | 0,80  |       | 3,6 | A   |
| 1,7L                      |       |       |     |     |
| B                         | IP 65 | H1/1A |     |     |

**Vaihe 3. Ota käyttöön automaattinen moottorin sovitus (AMT)**

AMT:n suorittaminen varmistaa ihanteellisen suorituskyvyn. AMT mittaa arvot moottorimallia vastaavasta kaaviosta.

1. Kytke liitin 27 liittimeen 12 tai määritä par. 5-12 Liitin 27, digitaalitulo asetukseksi 'Ei toimintoa' (5-12 Liitin 27, digitaalitulo [0])
2. Käynnistä AMT 1-29 Automaattinen moottorin sovitus (AMA).
3. Valitse täydellinen tai rajoitettu AMT. Jos asennettuna on LC-suodatin, suorita vain osittainen AMT tai irrota LC-suodatin AMT:n ajaksi.
4. Paina [OK]-painiketta. Näytölle tulee teksti "Käynnistä AMA painamalla [Hand on]".
5. Paina [Hand on] -näppäintä. Tilapalkki ilmaisee, onko AMT käynnissä.

**Pysäytä AMT käytön ajaksi**

1. Paina [OFF]-näppäintä - taajuusmuuttaja siirtyy hälytystilaan, ja näyttö ilmaisee, että käyttäjä lopetti AMT:n.

**AMT onnistui**

1. Näytölle tulee teksti: "Lopeta AMT painamalla [OK]".
2. Paina [OK]-näppäintä poistuaksesi AMT-tilasta.

**AMT epäonnistui**

1. taajuusmuuttaja siirtyy hälytystilaan. Hälytyksen kuvaus on *Vianmääritys*-jaksossa.
2. [Alarm Log] -hälytyslokien "Report Value" ilmoittaa AMT:n viimeksi suorittaman mittauksen, ennen kuin taajuusmuuttaja siirtyi hälytystilaan. Tämä numero ja hälytyksen kuvaus ovat hyödyksi vianmäärityksessä. Jos otat yhteyttä Danfossin huolto-osastoon, muista mainita numero ja hälytyksen kuvaus.

Epäonnistunut AMT johtuu usein väärin kirjoitetuista moottorin tyyppikilven tiedoista tai liian suuresta erosta moottorin tehon ja taajuusmuuttajan tehon välillä.

**Vaihe 4. Aseta nopeusraja ja ramppiaika**

Aseta haluamasi rajat nopeudelle ja ramppiajalle.

|                 |                      |
|-----------------|----------------------|
| Minimiohjearvo  | 3-02 Minimiohjearvo  |
| Maksimiohjearvo | 3-03 Maksimiohjearvo |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Moottorin nopeuden alaraja  | 4-11 Moott. nopeuden alaraja [RPM] tai 4-12 Moott. nopeuden alaraja [Hz]   |
| Moottorin nopeuden yläaraja | 4-13 Moott. nopeuden yläaraja [RPM] tai 4-14 Moott. nopeuden yläaraja [Hz] |

|                        |                                    |
|------------------------|------------------------------------|
| Rampin nousuaika 1 [s] | 3-41 Ramppi 1:n nousuaika          |
| Hidastusaika 1 [s]     | 3-42 Ramppi 1 rampin seisonta-aika |

### 6.17 Moottorien rinnankytkentä

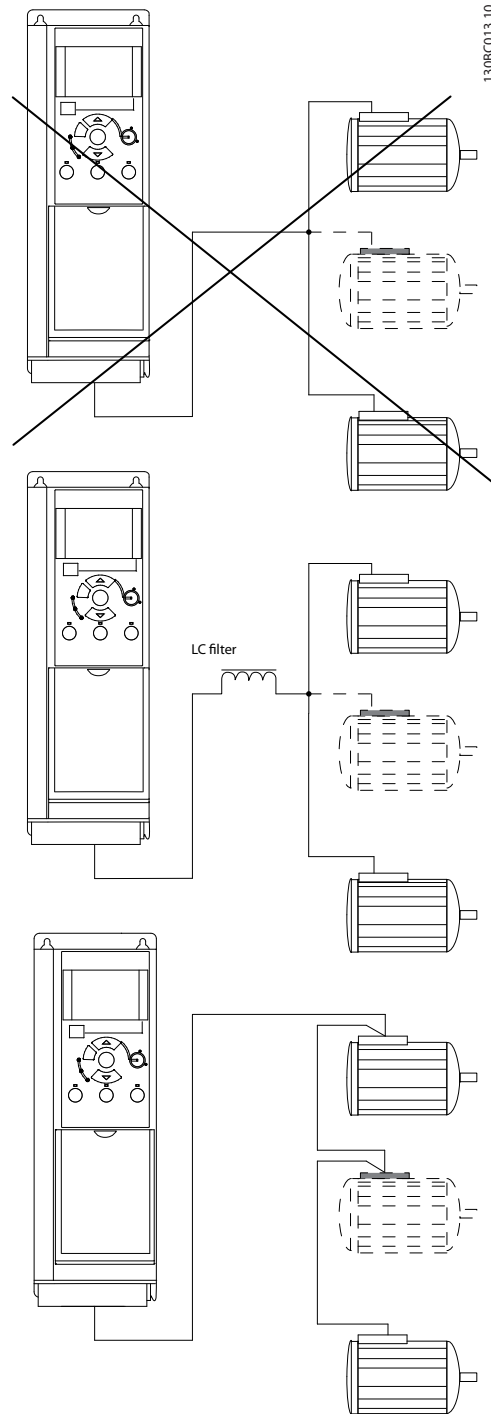
taajuusmuuttaja pystyy ohjaamaan useita rinnankytkettyjä moottoreita. Moottorien yhteenlaskettu virrankulutus ei saa ylittää taajuusmuuttajan nimellislähtövirtaa  $I_{INV}$ .

Kun moottorit on kytketty rinnan, 7.4.2 1-29 *Automaattinen moottorin sovitus (AMT)* ei ole käytettävissä.

Ongelmia voi esiintyä käynnistyksen yhteydessä ja alhaisilla RPM-arvoilla, jos moottorien koot ovat hyvin erilaisia, koska pienten moottorien suhteellisen suuri puhdas resistanssi staattorissa vaatii suuremman jännitteen käynnistyksen yhteydessä ja alhaisilla rpm-arvoilla.

6

taajuusmuuttajan elektronista lämpörelettä (ETR) ei voi käyttää moottorin suojauksena yksittäisissä moottoreissa järjestelmissä, joissa moottoreita on kytketty rinnan. Varmista moottoreihin lisäsuojaus, esim. termistorit jokaiseen moottoriin tai erilliset lämpöreleet. (Katkaisimet eivät sovi käytettäväksi suojaukseksi).





## 6.18 Moottorin asennus

### 6.18.1 Moottorin eristys

Käytettäessä moottorikaapeleita, joiden pituus  $\leq$  luvussa 9.1 Tekniset tiedot mainittu kaapelien maksimipituus, suositellaan seuraavia moottorin eristysten nimellisarvoja, koska huippujännite voi olla jopa kaksinkertainen DC-välipiirin jännitteeseen verrattuna, 2,8-kertainen verkkojännitteeseen verrattuna, moottorin kaapelin siirtolinjajavaikutusten vuoksi. Jos moottorin eristysten nimellisarvo on pienempi, suositellaan du/dt- tai siniaalto-suodatinta.

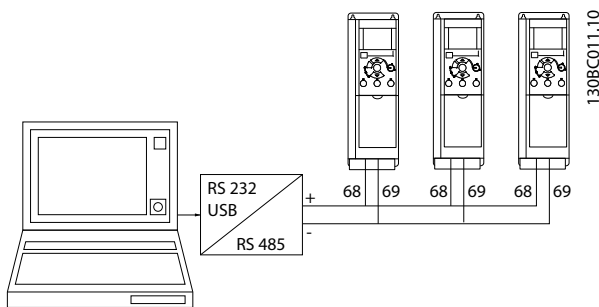
| Nimellinen verkkojännite                 | Moottorin eristys                     |
|--|---------------------------------------|
| $U_N \leq 420 \text{ V}$                 | Vakio- $U_{LL} = 1300 \text{ V}$      |
| $420 \text{ V} < U_N \leq 500 \text{ V}$ | Vahvistettu $U_{LL} = 1600 \text{ V}$ |
| $500 \text{ V} < U_N \leq 600 \text{ V}$ | Vahvistettu $U_{LL} = 1800 \text{ V}$ |
| $600 \text{ V} < U_N \leq 690 \text{ V}$ | Vahvistettu $U_{LL} = 2000 \text{ V}$ |

## 6.19 Muiden liitännöiden asennus

### 6.19.1 RS485-väyläliitäntä

Yksi tai useampi taajuusmuuttaja voidaan kytkeä ohjaukseen (tai isäntään) standardoidun RS485-liitännän avulla. Liitin 68 kytketään P-signaaliin (TX+, RX+), ja liitin 69 N-signaaliin (TX-, RX-).

Jos useampi taajuusmuuttaja kytketään johonkin isäntälaitteeseen, käytetään rinnakkaiskytkentöjä.



Mahdollisten tasausvirtojen välttämiseksi suojauksessa kaapelin suojaus voidaan maadoittaa liittimeen 61, joka on kytketty runkoon RC-lenkillä.

#### Väylän päättäminen

RS485-väylä pitää päättää vastusverkolla molemmista päistä. Aseta tätä varten ohjaukskortin kytkin S801 "ON"-asentoon.

Katso lisätietoja jaksosta *Katkaisimet S201, S202 ja S801*.

Tiedonsiirtoprotokollan asetukseksi on valittava 8-30 Protokolla.

### 6.19.2 PC:n yhdistäminen Taajuusmuuttajaan

Jos haluat ohjata tai ohjelmoida taajuusmuuttajaa PC:n avulla, asenna PC-pohjainen konfiguraatiotyökalu MCT 10 -asetusohjelmisto.

#### MCT 10 -asetusohjelmisto

MCT 10 -asetusohjelmisto on suunniteltu helppokäyttöiseksi, vuorovaikutteiseksi työkaluksi taajuusmuuttajiemme parametrien määrittämistä varten. PC-pohjainen konfiguraatiotyökalu MCT 10 -asetusohjelmisto sopii seuraaviin tarkoituksiin:

- Tietoliikenne verkon suunnittelu offline-tilassa. MCT 10 -asetusohjelmisto -ohjelmistoon kuuluu täydellinen taajuusmuuttajatietokanta.
- Taajuusmuuttajien ottaminen käyttöön online-tilassa
- Kaikkien taajuusmuuttajien asetusten tallentaminen
- Verkossa olevan taajuusmuuttajan korvaaminen
- Valmiin verkon laajentaminen
- Ohjelmisto tukee myöhemmin kehitettäviä taajuusmuuttajia

#### Tallenna taajuusmuuttajan asetukset:

1. Kytke PC laitteeseen USB-portin välityksellä.
2. Avaa PC-pohjainen konfiguraatiotyökalu MCT 10 -asetusohjelmisto
3. Valitse "Read from drive" (Lue taajuusmuuttajasta).
4. Valitse "Save as" (Tallenna nimellä)

Kaikki parametrit on nyt tallennettu tietokoneelle.

#### Lataa taajuusmuuttajan asetukset:

1. Kytke PC laitteeseen USB-portin välityksellä.
2. Avaa PC-pohjainen konfiguraatiotyökalu MCT 10 -asetusohjelmisto
3. Valitse "Avaa" – tallennetut tiedostot näkyvät
4. Avaa haluamasi tiedosto
5. Valitse "Write to drive" (Kirjoita taajuusmuuttajaan)

Kaikki parametrien asetukset siirretään nyt taajuusmuuttajaan.

PC-pohjaiselle konfiguraatiotyökalulle MCT 10 -asetusohjelmisto on saatavana erillinen käyttöohje.

#### PC-pohjaisen konfiguraatiotyökalun MCT 10 -asetusohjelmisto:n moduulit

Seuraavat moduulit sisältyvät ohjelmistopakkaukseen:

**MCT 10 -asetusohjelmisto**

Parametrien määrittäminen  
Kopioiminen taajuusmuuttajilta ja taajuusmuuttajille  
Parametrien asetusten, myös kaavioiden, dokumentointi ja tulostaminen

**Laaj. käyttöliittymä**

Ehkäisevien huoltojen aikataulu  
Kellon asetukset  
Ajastusten ohjelmointi  
Älykkään logiikan ohjaimen asetukset

## 6

**Tilausnumero:**

Tilaa PC-pohjaisen konfiguraatiotyökalun MCT 10 -asetusohjelmisto:n sisältävä CD koodinumerolla 130B1000.

MCT 10 -asetusohjelmisto -ohjelman voi ladata myös Danfossin verkkosivuilta: <http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/SoftwareDownload/DDPC+Software+Program.htm>.

## 6.20 Turvallisuus

### 6.20.1 Suurjännitetesti

Suorita suurjännitetesti oikosulkemalla liittimet U, V, W, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> ja L<sub>3</sub>. Kytke enintään 2,15 kV:n tasajännite 380-500 V:n taajuusmuuttajiin ja 2,525 kV:n tasajännite 525-690 V:n taajuusmuuttajiin yhden sekunnin ajaksi tämän oikosulun ja alustan välille.

**VAROITUS**

Irrota verkko- ja moottorikytkennät koko asennuksen suurjännitetestien aikana, jos vuotovirrat ovat liian suuret.

### 6.20.2 Turvamaadoitus

taajuusmuuttajassa esiintyy suuria vuotovirtoja, ja turvallisuuden vuoksi se on maadoitettava standardin EN 50178 mukaisesti.

**VAROITUS**

Maavuotovirta taajuusmuuttajasta ylittää 3,5 mA. Maakaapelin ja maaliitännän (liitin 95) hyvän mekaanisen kytkennän varmistamiseksi kaapelin poikkileikkauksen pinta-alan tulee olla vähintään 10 mm<sup>2</sup> tai 2 nimellisarvon mukaista maajohdinta erikseen päätettyinä.

## 7 Ohjelmointi

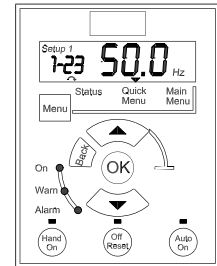
### 7.1 Ohjelmointi

#### 7.1.1 Ohjelmointi MCT-10-asetusohjelmiston avulla

taajuusmuuttaja voidaan ohjelmoida tietokoneelta käsin RS485-väylän com-portin välityksellä asentamalla MCT-10-asetusohjelmisto.

Ohjelmiston joko tilata numerolla 130B1000 tai ladata Danfossin verkkosivulta: [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com), Business Area (liiketoiminta-alue): Motion Controls (Liikeohjaimet).

Katso ohjetta MG10RXYY.

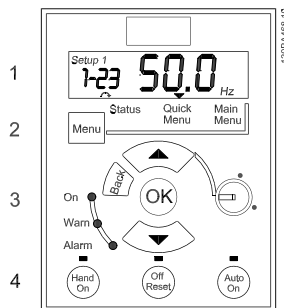


Kuva 7.2 LCP 11 ilman potentiometriä

#### 7.1.2 Ohjelmointi LCP 11:n tai LCP 12

LCP jakautuu neljään toiminnalliseen ryhmään:

1. Numeronäyttö
2. Menu-näppäin.
3. Navigointinäppäimet.
4. Toimintinäppäimet ja merkkivalot (LED).



Kuva 7.1 LCP 12 potentiometrillä

#### Näyttö:

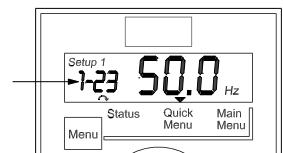
Näytöltä voi lukea eri tietoja.

**Asetuksen numero** näyttää aktiiviset asetukset ja asetusten muokkaukset. Jos samat asetukset ovat sekä aktiiviset että muokattavat, näkyy vain asetusten numero (tehdasasetus). Kun aktiiviset ja muokattavat asetukset poikkeavat toisistaan, molempien numerot näkyvät näytöllä (asetus 12). Vilkkuva numero tarkoittaa muokattavia asetuksia.



Kuva 7.3 Ilmaisee asetukset.

Vasemmalla näkyvät pienet numerot ovat valitun **parametrin numero**.



Kuva 7.4 Ilmaisee valitun parametrin numeron.

Suuret numerot näytön keskellä ilmaisevat valitun parametrin **arvon**.



Kuva 7.5 Ilmaisee valitun parametrin arvon.

Näytön oikeassa reunassa näkyy valitun parametrin **yksikkö**. Se voi olla joko Hz, A, V, kW, HP, %, s tai RPM.



Kuva 7.6 Ilmaisee valitun parametrin yksikön.

**Moottorin suunta** näkyy näytön vasemmassa alakulmassa - sen ilmaisee pieni nuoli, joka osoittaa joko myötä- tai vastapäivään.



Kuva 7.7 Ilmaisee moottorin suunnan

Valitse [MENU]-näppäimellä jokin seuraavista valikoista

**Tilavalikko:**

Tilavalikko on jokolukematilassa tai käsikäynnistystilassa. Lukematilassa valittuna olevan lukemaparametrin arvo näkyy näytöllä.

Käsikäynnistystilassa näkyy paikallinen LCP-paneelin ohjearvo.

**Pika-asetusvalikko:**

Näyttää pika-asetusvalikon parametrit ja niiden asetukset. Pika-asetusvalikon parametreja voi tarkastella ja muokata tästä. Useimpia sovelluksia voi käyttää määrittämällä pika-asetusvalikon parametrit.

**Päävalikko:**

Näyttää päävalikon parametrit ja niiden asetukset. Kaikkia parametreja voi tarkastella ja muokata tästä.

**Merkkivalot:**

- Vihreä LED: taajuusmuuttaja on käynnissä.
- Keltainen LED: Ilmaisee varoituksen. Katso jaksoa *Vianmääritys*.
- Viilkuva punainen LED: Ilmaisee hälytyksen. Katso jaksoa *Vianmääritys*.

**Navigointinäppäimet:**

**[Back]:** Palauttaa edelliseen vaiheeseen tai navigointirakenteen kerrokseen.

**Nuolinäppäimet [▲] [▼]:** Liikkumiseen parametrijohdinten ja parametrin välillä ja parametrin sisällä.

**[OK]:** Parametrin valitsemiseen ja parametrin asetusten muutosten hyväksymiseen.

**Toimintonäppäimet:**

Toimintonäppäinten yläpuolella palava keltainen valo ilmaisee aktiivisen näppäimen.

**[Hand on]:** Käynnistää moottorin ja mahdollistaa taajuusmuuttajan ohjaamisen LCP:llä.

**[Off/Reset]:** Moottori pysähtyy hälytystilaa lukuun ottamatta. Silloin moottori nollataan.

**[Auto on]:** taajuusmuuttajaa ohjataan joko ohjausliittimien tai sarjaliikenteen kautta.

**[Potentiometri] (LCP12):** Potentiometri toimii kahdella tavalla riippuen tilasta, jossa taajuusmuuttajaa käytetään. *Automaattitilassa* potentiometri toimii ylimääräisenä ohjelmoitavana analogisena tulona.

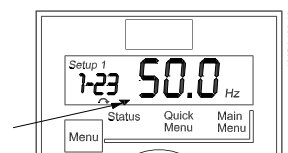
*Käsikäynnistystilassa* potentiometri säätelee paikallishajearvoa.

**7.2 Tilavalikko**

Käynnistyksen jälkeen aktiivisena on tilavalikko. [MENU]-näppäimellä pääset liikkumaan tila-, pika-asetus- ja päävalikon välillä.

Nuolinäppäimillä [▲] ja [▼] voit liikkua valikkokohtien välillä.

Näyttö ilmaisee tilanäytön pienellä nuolella "Tila"-sanan yläpuolella.



Kuva 7.8 Ilmaisee tilanäytön

### 7.3 Pika-asetukset

Pika-asetusvalikon avulla on helppo muokata useimmin käytettyjä parametreja.

1. Pika-asetusvalikkoon pääset painamalla [Menu]-näppäintä, kunnes näytöllä oleva osoitin on *Quick Menu* -painikkeen yläpuolella.
2. Voit valita joko QM1- tai QM2-valikon [▲]- ja [▼]-näppäimillä. Paina sitten [OK]-näppäintä.
3. [▲] [▼]-näppäimillä voit selata pika-asetusvalikon parametreja.
4. Valitse parametri [OK]-näppäimellä.
5. [▲] [▼]-näppäimillä voit muuttaa parametrin asetuksen arvoa.
6. Hyväksy muutos [OK]-näppäimellä.
7. Lopeta painamalla joko kahdesti [Back]-näppäintä siirtyäksesi *Tila*-kohtaan tai kerran [Menu]-näppäintä päästäksesi *päävalikkoon*.



Kuva 7.9 Ilmaisee pika-asetustilan

### 7.4 Pika-asetusvalikon parametrit

#### 7.4.1 Pika-asetusvalikon parametrit - Perusasetukset QM1

Alla kuvataan kaikki pika-asetusvalikon parametrit.

\* = tehdasasetus.

| 1-20 Moottorin teho [kW]/[hv] (P <sub>m,n</sub> ) |                   |   |
|---|-------------------|---|
| Optio:  | Toiminto:         |   |
|   |                   | Ilmoita moottorin teho tyyppikilven tiedoista.<br>Kaksi kokoa alas, yksi koko ylös VLT:n nimellisarvosta. |
| [1]   | 0,09 kW/0,12 hv   |   |
| [2]   | 0,12 kW/0,16 hv   |   |
| [3]   | 0,18 kW/0,25 hv   |   |
| [4]   | 0,25 kW/0,33 hv   |   |
| [5]   | 0,37 kW/0,50 hv   |   |
| [6]   | 0,55 kW/0,75 hv   |   |
| [7]   | 0,75 kW/1,00 hv   |   |
| [8]   | 1,10 kW/1,50 hv   |   |
| [9]   | 1,50 kW/2,00 hv   |   |
| [10]  | 2,20 kW/3,00 hv   |   |
| [11]  | 3,00 kW/4,00 hv   |   |
| [12]  | 3,70 kW/5,00 hv   |   |
| [13]  | 4,00 kW/5,40 hv   |   |
| [14]  | 5,50 kW/7,50 hv   |   |
| [15]  | 7,50 kW/10,0 hv   |   |
| [16]  | 11,00 kW/15,00 hv |   |
| [17]  | 15,00 kW/20,00 hv |   |
| [18]  | 18,50 kW/25,00 hv |   |
| [19]  | 22,00 kW/29,50 hv |   |
| [20]  | 30,00 kW/40,00 hv |   |

7

### HUOMAUTUS!

Tämän parametrin muuttaminen vaikuttaa parametreihin 1-22 - 1-25, 1-30, 1-33 ja 1-35.

| 1-22 Moottorin jännite (U <sub>m,n</sub> ) |                   |   |
|--|-------------------|---|
| Alue:                                      | Toiminto:         |   |
| 230/400 V                                  | [50 - 999 V]      | Ilmoita moottorin jännite tyyppikilven tiedoista. |
| 1-23 Moottorin taajuus (f <sub>m,n</sub> ) |                   |   |
| Alue:                                      | Toiminto:         |   |
| 50 Hz*                                     | [20-400 Hz]       | Syötä moottorin taajuus tyyppikilven tiedoista.   |
| 1-24 Moottorin virta (I <sub>m,n</sub> )   |                   |   |
| Alue:                                      | Toiminto:         |   |
| Riippuu M-tyypistä*                        | [0,01 - 100,00 A] | Ilmoita moottorin virta tyyppikilven tiedoista.   |

**1-25 Moottorin nimellisaika ( $n_{m,n}$ )**

| Alue:               | Toiminto:  |
|---------------------|--|
| Riippuu M-tyypistä* | [100 - 9999 r/min]<br>Ilmoita moottorin nimellisaika tyyppikilven tiedoista. |

**1-29 Automaattinen moottorin sovitus (AMT)**

| Optio: | Toiminto:   |
|--------|---|
|        | Optimoi moottorin suorituskyky AMT:n avulla.<br><b>HUOMAUTUS!</b><br>Tätä parametria ei voi muuttaa moottorin käytössä.<br>1. Pysäytä taajuusmuuttaja - varmista, että moottori on pysähdyksissä<br>2. Valitse [2] Ota AMT käyttöön<br>3. Anna käynnistysignaali<br>- LCP-paneelin avulla: Paina [Hands On] -näppäintä<br>- tai etäkäynnistystilassa: anna käynnistysignaali liittimessä 18 |
| [0] *  | Ei käyt. AMT-toiminto ei ole käytössä.  |
| [2]    | Ota AMT käyttöön<br><b>HUOMAUTUS!</b><br>taajuusmuuttajan optimaalisen säädön aikaansaamiseksi AMT kannattaa suorittaa moottorin ollessa kylmä.   |

**3-02 Minimiohjeisto**

| Alue: | Toiminto:  |
|-------|--|
| 0.00* | [-4999 - 4999] Ilmoita vähimmäisohjeisto. Kaikkien sisäisten ja ulkoisten ohjeistojen summa rajoittuu minimiohjeistoon, 3-02 Minimiohjeisto. |

**3-03 Maksimiohjeisto**

| Alue:  | Toiminto:   |
|--------|---|
|        | Maksimiohjeistoa voidaan muokata alueella minimiohjeisto - 4999.  |
| 50.00* | [-4999 - 4999] Ilmoita enimmäisohjeisto. Kaikkien sisäisten ja ulkoisten ohjeistojen summa rajoittuu maksimiohjeistoon, 3-03 Maksimiohjeisto. |

**3-41 Rampin 1 nousuaika**

| Alue:           | Toiminto:   |
|-----------------|---|
| Riippuu koosta* | [0,05 - 3600,00 s]<br>Ilmoita rampin nousuaika 0 Hz:stä moottorin nimellisaikaan ( $f_m, n$ ), joka on määritetty parametrissa 1-23 Moottorin taajuus.<br>Valitse rampin nousuaika, joka varmistaa, ettei momenttiraja ylitä, ks. par. 4-16 Momenttiraja moottorin tilassa. |

**3-42 Rampin 1 seisonta-aika**

| Alue:           | Toiminto:   |
|-----------------|---|
| Riippuu koosta* | [0,05 - 3600,00 s]<br>Ilmoita hidastumisaika moottorin nimellisaikaan ( $f_m, n$ ) parametrissa 1-23 Moottorin taajuus 0 Hz:iin.<br>Valitse rampin laskuaika, joka ei aiheuta ylijännitettä vaihtosuuntaajassa moottorin regeneratiivisen käytön vuoksi. Lisäksi regeneratiivinen momentti ei saa ylittää parametrissa 4-17 Momenttiraja generaattorin tilassa asetettua rajaa. |

**7.4.2 Pika-asetusvalikon parametrit - Pl:n perusasetukset QM2**

Seuraavassa kuvataan lyhyesti Pl:n perusasetusten parametrit. Katso tarkempi kuvaus VLT Micro Drive -taajuusmuuttajan ohjelmointioppaasta MG02CXYY.

**1-00 Konfiguraatio**

| Alue: | Toiminto:                                |
|-------|--|
|       | [ ] Valitse [3] Prosessin suljettu piiri |

**3-02 Minimiohjeisto**

| Alue:          | Toiminto:  |
|----------------|--|
| [-4999 - 4999] | Asettaa rajat asetusasteelle ja takaisinkytkennälle. |

**3-03 Maksimiohjeisto**

| Alue:          | Toiminto:  |
|----------------|--|
| [-4999 - 4999] | Asettaa rajat asetusasteelle ja takaisinkytkennälle. |

**3-10 Esivalittu ohjeisto**

| Alue:              | Toiminto:                           |
|--------------------|-------------------------------------|
| [-100,00 - 100,00] | Esiasetus [0] toimii asetusasteena. |

**4-12 Moottorin nopeuden alaraja**

| Alue:          | Toiminto:                        |
|----------------|----------------------------------|
| [0,0 - 400 Hz] | Pienin mahdollinen lähtötaajuus. |

**4-14 Moottorin nopeuden yläraja**

| Alue:             | Toiminto:                        |
|-------------------|----------------------------------|
| [0,0 - 400,00 Hz] | Suurin mahdollinen lähtötaajuus. |

**HUOMAUTUS!**

Oletusarvoa 65 Hz tulee yleensä pienentää 50 - 55 Hz:iin.

**6-22 Liitin 60 alivirta**

| Alue:             | Toiminto:                   |
|-------------------|-----------------------------|
| [0,00 - 19,99 mA] | Normaali asetus 0 tai 4 mA. |

**6-23 Liitin 60 ylivirta**

| Alue:             | Toiminto:                              |
|-------------------|--|
| [0,01 - 20,00 mA] | Normaalisti (oletus) asetuksena 20 mA. |

**6-24 Liitin 60 pieni takaisinkytkentäarvo****Alue:** **Toiminto:**

|                |  |
|----------------|--|
| [-4999 - 4999] | Arvo vastaa parametrin 7.4.3 QM2 - 6-22 - Liitin 60 alivirta asetusta. |
|----------------|--|

**6-25 Liitin 60 suuri takaisinkytkentäarvo****Alue:** **Toiminto:**

|                |  |
|----------------|--|
| [-4999 - 4999] | Arvo vastaa parametrin 7.4.3 QM2 - 6-23 Liitin 60 ylivirta asetusta. |
|----------------|--|

**6-26 Liitin 60 suodatinaikavakio****Alue:** **Toiminto:**

|                  |  |
|------------------|--|
| [0,01 - 10,00 s] | Sähköistä kohinaa vaimentava suodatin. |
|------------------|--|

**7-20 Prosessi SP takaisinkytkennän resurssi****Alue:** **Toiminto:**

|  |                          |                              |
|--|--------------------------|------------------------------|
|  | <input type="checkbox"/> | Valitse [2] analogiatulo 60. |
|--|--------------------------|------------------------------|

**7-30 Prosessin PI normaali/käänteinen****Alue:** **Toiminto:**

|  |                          |   |
|--|--------------------------|---|
|  | <input type="checkbox"/> | Useimmat PI-säätimet ovat "normaaleja". |
|--|--------------------------|---|

**7-31 Prosessin PI antiwindup****Alue:** **Toiminto:**

|  |                          |  |
|--|--------------------------|--|
|  | <input type="checkbox"/> | Jätä asetukseksi normaalisti Käytössä. |
|--|--------------------------|--|

**7-32 Pros. PI käynn.nopeus****Alue:** **Toiminto:**

|                  |   |
|------------------|---|
| [0,0 - 200,0 Hz] | Valitse odotettu normaali käyntinopeus. |
|------------------|---|

**7-33 Prosessin PI:n suhteellinen vahvistus****Alue:** **Toiminto:**

|                |                  |
|----------------|------------------|
| [0,00 - 10,00] | Aseta P-kerroin. |
|----------------|------------------|

**7-34 Prosessi PI:n integrointiaika****Alue:** **Toiminto:**

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| [0,10 - 9999,00 s] | Aseta I-kerroin. |
|--------------------|------------------|

**7-38 Prosessin eteensyöttötekijä****Alue:** **Toiminto:**

|            |  |
|------------|--|
| [0 - 400%] | Käytettävissä vain vaihtuvilla asetusasteilla. |
|------------|--|

**7.5 Päävalikko****7.5.1 Päävalikko**

[Main Menu] -painiketta käytetään kaikkien parametrin ohjelmointiin. Päävalikon parametreja voi muuttaa välittömästi, ellei parametrilla 0-60 Main Menu Password ole luotu salasanaa. Useimmissa VLT® Micro Drive FC 51 -taajuusmuuttaja-sovelluksissa päävalikon parametreja ei tarvitse muokata, mutta sen sijaan pika-asetusvalikon avulla voidaan helpoimmin ja nopeimmin muokata tyypillisiä tarvittavia parametreja.

Päävalikon avulla voi muokata kaikkia parametreja.

1. Painele [MENU]-näppäintä, kunnes näytöllä oleva osoitin on "päävalikon" yläpuolella.
2. [▲] [▼]-näppäimillä voit selata parametriryhmiä.
3. Valitse parametriryhmä [OK]-näppäimellä.
4. [▲] [▼]-näppäimillä voit selata tietyn ryhmän parametreja.
5. Valitse parametri [OK]-näppäimellä.
6. [▲] [▼]-näppäimillä voit määrittää parametrin arvon tai muuttaa sitä.

[BACK]-näppäimellä voit siirtyä yhden tason takaisinpäin.

## 7.6 Parametrin asetusten nopea siirto eri taajuusmuuttajien välillä

Kun taajuusmuuttajan asetukset ovat valmiit, Danfoss suosittelee tietojen tallentamista LCP-paneeliin tai PC:lle MCT 10 -asetusohjelmisto -ohjelmistotyökalun avulla.

Datan taltiointi LCP-paneeliin.

1. Siirry kohtaan *0-50 LCP Copy*
2. Paina [OK]-näppäintä.
3. Valitse "Kaikki LCP:hen"
4. Paina [OK]-näppäintä.

### **VAROITUS**

Pysäytä moottori ennen tämän toiminnon suorittamista.

Nyt voit kytkeä LCP-paneelin toiseen taajuusmuuttajaan ja kopioida parametrien asetukset tähänkin taajuusmuuttajaan.

Tiedonsiirto LCP-paneelistä taajuusmuuttajaan:

1. Siirry *0-50 LCP Copy*
2. Paina [OK]-näppäintä.
3. Valitse "Kaikki LCP:stä"
4. Paina [OK]-näppäintä.

## HUOMAUTUS!

Pysäytä moottori ennen tämän toiminnon suorittamista.

## 7.7 Indeksoitujen parametrien lukeminen ja ohjelmointi

Käytä parametria *7.4.3 QM2 - 3-10 - Esivalittu ohjearvo* esimerkkinä.

Valitse parametri, paina [OK]-näppäintä ja selaa indeksoituja arvoja navigointinäppäimillä ylös/alas. Voit muuttaa parametrin arvon valitsemalla indeksoidun arvon ja painamalla [OK]-näppäintä. Voit muuttaa arvoa ylös/alas-näppäimillä. Hyväksy uusi asetukset [OK]-näppäimellä. Peruuta [CANCEL]-näppäimellä. Poistu parametrusta [Back]-näppäimellä.

## 7.8 Voit alustaa Taajuusmuuttajan oletusasetuksiin kahdella eri tavalla

### 7.8.1 Voit alustaa Taajuusmuuttajan oletusasetuksiin kahdella eri tavalla:

Suosittelava alustaminen (keinona *14-22 Operation Mode*)

1. Valitse *14-22 Operation Mode*.
2. Paina [OK]-näppäintä.
3. Valitse *Alustus* ja paina [OK]-näppäintä.
4. Katkaise verkkovirta ja odota, kunnes näyttö sammuu.
5. Kytke verkkovirta uudelleen - taajuusmuuttaja on nyt nollattu. *Lukuun ottamatta seuraavia parametreja.*

*8-30 Protocol*

*8-31 Address*

*8-32 Baud Rate*

*8-33 Parity / Stop Bits*

*8-35 Minimum Response Delay*

*8-36 Maximum Response Delay*

*15-00 Operating Hours - 15-05 Over Volt's*

*15-03 Power Up's*

*15-04 Over Temp's*

*15-05 Over Volt's*

*15-30 Alarm Log: Error Code*

*15-4\* Taajuusmuuttajan tunnistusparametrit*

### Alustus kahdella sormella:

1. Katkaise virta taajuusmuuttajasta.
2. Paina [OK]- ja [MENU]-näppäimiä.
3. Käynnistä taajuusmuuttaja pitäen edellä mainittuja näppäimiä edelleen pohjassa 10 sekunnin ajan.
4. taajuusmuuttaja on nyt nollattu, seuraavia parametreja lukuun ottamatta:

*15-00 Operating Hours*

*15-03 Power Up's*

*15-04 Over Temp's*

*15-05 Over Volt's*

*15-4\* Taajuusmuuttajan tunnistusparametrit*

AL80 vahvistaa parametrien alustuksen näytöllä tehojakson jälkeen.



## 8 RS485 Asennus ja asetukset

RS485 on kaksijohtiminen väyläliitäntä, joka on yhteensopiva monipisteverkkotopologian kanssa, t.s. solmut voidaan kytkeä kuten väylä tai yhteisen runkolinjan pistekaapeleiden kautta. Yhteen verkon segmenttiin voidaan kytkeä yhteensä 32 solmua.

Toistolaitteet jakavat verkon segmentit. Huomaa, että jokainen toistolaite toimii solmuna sen segmentin sisällä, johon se on asennettu. Jokaisella tietyn verkon sisälle kytketyllä solmulla on oltava oma solmun osoite kaikilla segmenteillä.

Päätä jokainen segmentti molemmista päistä käyttäen joko taajuusmuuttajien liitäntäkytkintä (S801) tai esimagnetoitua liitäntävastusverkkoa. Käytä aina punossuojattua kierrettyä parikaapelia (STP) väylän kaapeloinnissa, ja noudata aina hyvää yleistä asennustapaa.

On tärkeää tehdä suojaukselle pieni-impedanssinen maaliitäntä jokaiseen solmuun, suuret taajuuden mukaan lukien. Kytke sitä varten suuri suojauksen pinta maahan, esimerkiksi kaapelin vedonpoistajan tai sähköä johtavan kaapeliläpiviennin avulla. Voi olla tarpeen käyttää potentiaalia tasaavia kaapeleita saman maadoituspotentiaaliläpiviennin avulla. Ylläpitämiseksi kaikkialla verkossa - erityisesti kokoonpanoissa, joissa käytetään pitkiä kaapeleita. Impedanssiristiriitojen välttämiseksi kannattaa aina käyttää koko verkossa samaa kaapelityyppiä. Käytä aina suojattua moottorikaapelia kytkiessäsi moottoria taajuusmuuttajaan.

|   |
|---|
| Kaapeli: Punossuojattu kierretty pari (STP)               |
| Impedanssi: 120Ω  |
| Kaapelin pituus: Maks. 1200 m (pistelinjat mukaan lukien) |
| Maks. 500 m asemasta toiseen                              |

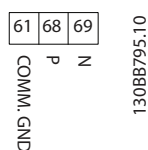
### 8.1.1 Verkkokytkentä

**Kytke taajuusmuuttaja RS485-verkkoon seuraavasti (ks. myös kaavio):**

1. Kytke signaalijohtimet liittimeen 68 (P+) ja liittimeen 69 (N-) taajuusmuuttajan pääohjauskortissa.
2. Kytke kaapelin suojaus kaapelin vedonpoistimiin.

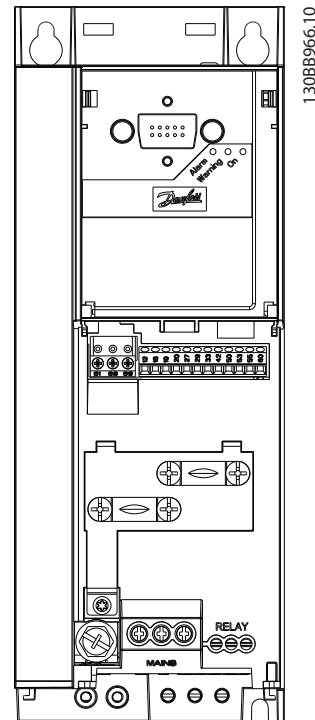
### HUOMAUTUS!

Johdinten välisten häiriöiden vähentämiseksi suositellaan punossuojattuja, kierrettyjä parikaapeleita.



### 8.1.2 Taajuusmuuttaja Laitteistoasetukset

Päätä RS485-väylä käyttämällä taajuusmuuttajan pääohjauskortin liittimen vaihtokytkintä.



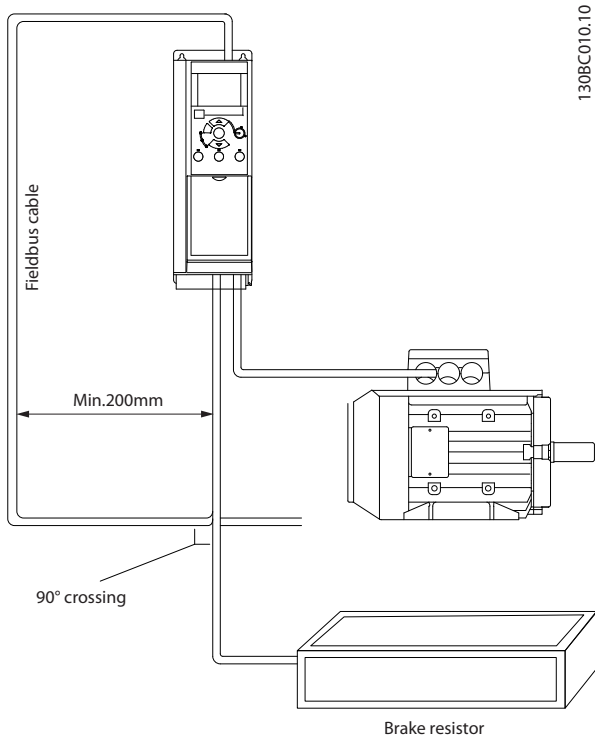
Kuva 8.1 Liitinkytkimen tehdasasetus

Vaihtokytkimen tehdasasetus on POIS KÄYTÖSTÄ.

### 8.1.3 EMC-varotoimet

Seuraavia EMC-varotoimia suositellaan RS485-verkon häiriöttömän toiminnan saavuttamiseksi.

Asianmukaisia kansallisia ja paikallisia määräyksiä esimerkiksi suojamaadoitukseen liittyen tulee noudattaa. RS485-tiedonsiirtokaapeli tulee pitää poissa moottorin ja jarruvastuksen kaapeleiden läheltä, jotta suuritaajuuksiset häiriöt eivät siirtyisi kaapelista toiseen. Yleensä 200 mm:n (8 tuuman) etäisyys riittää, mutta yleensä suositellaan mahdollisimman suurta etäisyyttä kaapelien välille, etenkin jos kaapelit kulkevat pitkiä matkoja rinnakkain. Jos kaapelien kulkemista ristikkäin ei voida välttää, RS485-kaapelin on leikattava moottorin ja jarruvastuksen kaapelit 90 asteen kulmassa.



### 8.1.4 Taajuusmuuttajan parametrien asetukset Modbus-tietoliikennettä varten

Seuraavia parametreja sovelletaan RS485-liitäntään (FC-porttiin):

| Parametri                   | Toiminta   |
|-----------------------------|--|
| 8-30 Protocol               | Valitse RS485-liitäntässä suoritettava sovellusprotokolla.   |
| 8-31 Address                | Aseta solmun osoite. Huom: Osoitealue riippuu parametrissa 8-30 Protocol valitusta protokollasta.  |
| 8-32 Baud Rate              | Aseta baudinopeus. Huom: Oletusbaudinopeus riippuu parametrissa 8-30 Protocol valitusta protokollasta.                                     |
| 8-33 Parity / Stop Bits     | Aseta pariteetti ja pysäytysbittien lukumäärä. Huom: Oletusvalinta riippuu parametrissa 8-30 Protocol valitusta protokollasta.             |
| 8-35 Minimum Response Delay | Määritä minimiviive pyynnön vastaanoton ja vastauksen lähettämisen välille. Tätä toimintoa käytetään modeemin paluuviiheiden välttämiseen. |
| 8-36 Maximum Response Delay | Määritä maksimiviive pyynnön lähettämisen ja vastauksen vastaanottamisen välillä.  |

## 8.2 FC-protokollan yleiskuva

FC-protokolla, josta käytetään myös nimityksiä FC-väylä ja vakioväylä, on Danfossin vakiokenttäväylä. Se määrittää isäntä-orja-periaatteen mukaisen käyttötekniikan sarjaväylän kautta tapahtuvaan tiedonsiirtoon. Väylään voidaan kytkeä yksi isäntä ja enintään 126 orjaa. Isäntä valitsee yksittäiset orjat sanoman osoitteessa olevan merkin avulla. Orja ei voi itse koskaan lähettää mitään ennen kuin pyynnön saatuaan, ja suora viestien välittäminen yksittäisten orjien välillä ei ole mahdollista. Tiedonsiirto tapahtuu vuorosuuntaisessa tilassa. Isäntätoimintoa ei voi siirtää toiseen solmuun (yhden isännän järjestelmä).

Fyysinen kerros on RS485, joka siten hyödyntää taajuusmuuttajaan rakennettua RS485-porttia. FC-protokolla tukee erilaisia sanomamuotoja:

- lyhyttä 8-tavuista muotoa prosessitiedoille.
- pitkää 16-tavuista muotoa, johon sisältyy myös parametrikanaava.
- teksteissä käytettävää muotoa.

### 8.2.1 FC ja Modbus RTU

FC-protokollan avulla päästään muokkaamaan taajuusmuuttajan ohjaussanaa ja väylän ohjearvoa.

Ohjaussana antaa Modbus-isännälle mahdollisuuden ohjata useita tärkeitä taajuusmuuttajan toimintoja.

- Käynnistys
- taajuusmuuttajan pysäyttäminen eri tavoilla:
  - Rullaus pysähdyksiin
  - Pikapysäytys
  - Pysäytys tasavirtajarrulla
  - Tavanomainen (ramppi)pysäytys
- Kuittaus vikalaukaisun jälkeen
- Käyttö useilla esiasetetuilla nopeuksilla
- Käy vast. suuntaan
- Aktiivisen asetuksen muutos
- Kahden taajuusmuuttajan sisään rakennetun releen valvonta

Väylän ohjearvoa käytetään usein nopeuden säätelyyn. Sen avulla voidaan myös muokata parametreja, lukea niiden arvoja ja milloin mahdollista kirjoittaa niihin arvoja. Tämä mahdollistaa joukon ohjausoptioita, mukaan lukien taajuusmuuttajan asetuspuiteen säätely käytettäessä sen sisäistä PID-säädintä.

## 8.3 Verkon konfiguraatio

### 8.3.1 Taajuusmuuttaja Asetukset

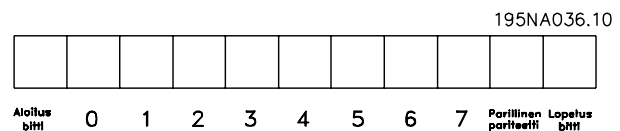
Aseta seuraavat parametrit FC-protokollan ottamiseksi käyttöön taajuusmuuttajassa.

| Parametri               | Asetus  |
|-------------------------|---|
| 8-30 Protocol           | FC  |
| 8-31 Address            | 1 - 126   |
| 8-32 Baud Rate          | 2400 - 115200                                   |
| 8-33 Parity / Stop Bits | Parillinen pariteetti, 1 pysäytysbitti (oletus) |

## 8.4 FC-protokollan viestikehysrakenne

### 8.4.1 Merkin (tavun) sisältö

Kukin lähetettävä merkki alkaa aloitusbitillä. Tämän jälkeen lähetetään kahdeksan databittä, jotka vastaavat tavua. Jokainen merkki varmistetaan pariteettibitillä. Tämän bitin asetukseksi määritetään "1" sen saavuttaessa pariteetin. Pariteetti tarkoittaa sitä, että 8 databitissä ja pariteettibitissä on yhteensä parillinen määrä ykkösiä. Stopbitti päättää merkin, joten merkin kokonaisbittimääräksi tulee 11.



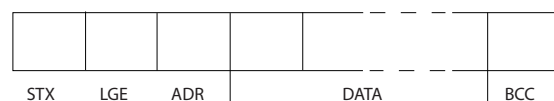
### 8.4.2 Sanoma Rakenne

Jokaisen sanoman rakenne on seuraava:

1. Alkumerkki (STX) = 02 hekso
2. Sanoman pituuden ilmoittava tavu (LGE)
3. taajuusmuuttajan osoitteen ilmoittava tavu (ADR)

Tämän jälkeen seuraa joukko datatavuja (määrä vaihtelee sanoman tyyppin mukaan).

Sanoma päättyy datanohjaukseen.



195NA099.10

### 8.4.3 Sanoma Pituus (LGE)

sanoman pituus on datatavujen määrä + osoitettavu ADR + ohjaustavu BCC.

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Jos siis sanomassa on neljä datatavua, sanoman pituus on | LGE = 4 + 1 + 1 = 6 tavua   |
| Jos siis sanomassa on 12 datatavua, sanoman pituus on    | LGE = 12 + 1 + 1 = 14 tavua |
| Tekstiä sisältävien sanomien pituus on                   | 10 <sup>1)</sup> +n tavua   |

<sup>1)</sup> 10 vastaa kiinteitä merkkejä, kun taas "n" on tekstin pituuden ilmaiseva muuttuja.

### 8.4.4 Taajuusmuuttajan osoite (ADR)

#### Osoitemuoto 1 - 126

Bitti 7 = 1 (osoitemuoto 1 - 126 aktiivinen)

Bitti 0-6 = taajuusmuuttajan osoite 1-126

Bitti 0-6 = 0 Yleislähetys

Orja lähettää osoitetavun muuttamattomana takaisin isännälle lähetettävässä vastaussanomassa.

### 8.4.5 Datanohjaustavu (BCC)

Tarkistussumma lasketaan XOR-toimintona. Ennen sanoman ensimmäisen tavun vastaanottamista laskettu tarkistussumma on 0.

### 8.4.6 Datakenttä

Tietolohkojen rakenne määräytyy sanoman tyyppin mukaan. sanomatyyppiä on kolme, ja tyyppi koskee sekä ohjaussanomaa (isäntä=>orja) että vastaussanomaa (orja=>isäntä).

3 sanomatyyppiä ovat seuraavat:

#### Prosessilohko (PCD)

Prosessilohko koostuu nelitavuisesta (kaksi sanaa) tietolohkosta, ja se sisältää:

- ohjaussanan ja ohjearvon (isännältä orjalle)
- tilasanan ja käytössä olevan lähtötaajuuden (orjalta isännälle)

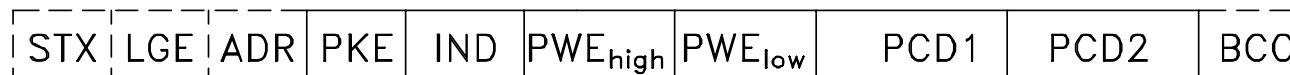


1.30BAZ69.10

#### Parametrilohko

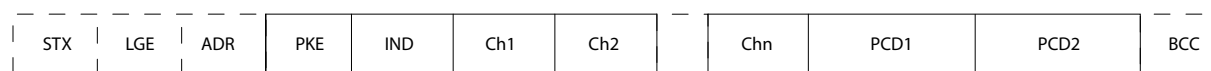
Parametrilohkoa käytetään parametrien siirtämiseen pää- ja orjakäytön välillä. Tietolohko koostuu 12 tavusta (kuudesta sanasta), ja se sisältää myös prosessilohkon.

1.30BAZ/1.10



#### Tekstilohko

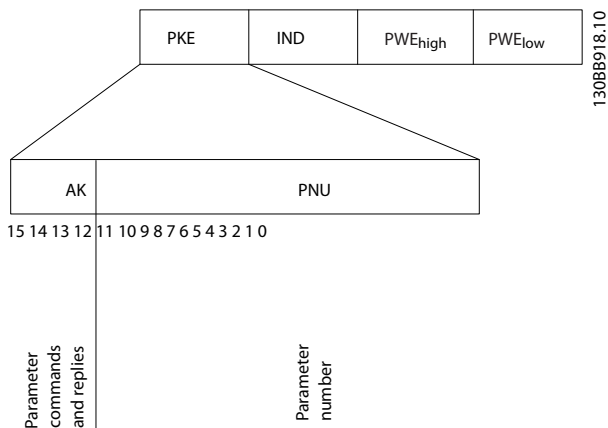
Tekstilohkoa käytetään tekstien kirjoittamiseen tietolohkon kautta



1.30BAZ70.10

## 8.4.7 PKE-lohko

PKE-kenttä sisältää kaksi alakenttää: parametrin komento ja vastaus (AK) sekä parametrin numero (PNU):



Bittien 12-15 avulla siirretään parametrin komentoja isännältä orjalle ja palautetaan orjan käsitellyjä vastauksia isännälle.

| Parametrikomennot isäntä ⇒ orja |    |    |    |  |
|---------------------------------|----|----|----|--|
| Bitti nro                       |    |    |    | Parametrikomento   |
| 15                              | 14 | 13 | 12 |  |
| 0                               | 0  | 0  | 0  | Ei komentoa  |
| 0                               | 0  | 0  | 1  | Lue parametrin arvo  |
| 0                               | 0  | 1  | 0  | Kirjoita parametrin arvo RAM-muistiin (sana)                   |
| 0                               | 0  | 1  | 1  | Kirjoita parametrin arvo RAM-muistiin (kaksoissana)            |
| 1                               | 1  | 0  | 1  | Kirjoita parametrin arvo RAM- ja EEPROM-muistiin (kaksoissana) |
| 1                               | 1  | 1  | 0  | Kirjoita parametrin arvo RAM- ja EEPROM-muistiin (sana)        |
| 1                               | 1  | 1  | 1  | Lue teksti   |

| Vastaus orja ⇒ isäntä |    |    |    |   |
|-----------------------|----|----|----|---|
| Bitti nro             |    |    |    | Vastaus                                 |
| 15                    | 14 | 13 | 12 |   |
| 0                     | 0  | 0  | 0  | Ei vastausta                            |
| 0                     | 0  | 0  | 1  | Parametrin arvo siirretty (sana)        |
| 0                     | 0  | 1  | 0  | Parametrin arvo siirretty (kaksoissana) |
| 0                     | 1  | 1  | 1  | Komentoa ei voi suorittaa               |
| 1                     | 1  | 1  | 1  | teksti siirretty                        |

Jos komentoa ei voi suorittaa, orja lähettää tämän vastauksen:

0111 Komentoa ei voi suorittaa

- ja se antaa seuraavan vikaraportin parametrin arvossa:

| Vikakoodi | FC+-määrittys                      |
|-----------|------------------------------------|
| 0         | Laiton parametrin numero           |
| 1         | Parametria ei voi muuttaa.         |
| 2         | Ylä- ja alaraja ylittyneet         |
| 3         | Alaindeksi viallinen               |
| 4         | Ei matriisia                       |
| 5         | Väärä datatyyppi                   |
| 6         | Ei käytössä                        |
| 7         | Ei käytössä                        |
| 9         | Kuvaselementti ei käytettävissä    |
| 11        | Ei parametrin kirjoitusoikeutta    |
| 15        | Ei tekstiä käytettävissä           |
| 17        | Ei käynnin aikana                  |
| 18        | Muu virhe                          |
| 100       |                                    |
| >100      |                                    |
| 130       | Ei väyläyhteyttä tähän parametriin |
| 131       | Tehdasasetuksiin ei voi kirjoittaa |
| 132       | Ei LCP-paneelin käyttöoikeutta     |
| 252       | Tuntematon tarkastelija            |
| 253       | Kyselyä ei tueta                   |
| 254       | Tuntematon ominaisuus              |
| 255       | Ei virhettä                        |

## 8.4.8 Parametrin numero (PNU)

Biteillä 0 - 11 siirretään parametrin numeroita. Vastaava parametrin toiminto on kuvattu parametrin kuvauksessa Ohjelmointioppaassa.

## 8.4.9 Indeksii (IND)

Indeksiä käytetään yhdessä parametrin numeron kanssa indeksin sisältävien parametrin, esimerkiksi *15-30 Alarm Log: Error Code*, lukemiseen ja kirjoittamiseen. Indeksii sisältää 2 tavua: matalan tavun ja korkean tavun.

Ainoastaan matalaa tavua käytetään indeksinä.

## 8.4.10 Parametriarvo (PWE)

Parametrin arvlohko muodostuu kahdesta sanasta (neljästä tavusta), ja arvo määräytyy määritetyn komennon (AK) mukaan. Isäntä haluaa parametrin arvon, kun PWE-lohko ei sisällä mitään arvoa. Jos haluat muuttaa parametrin arvoa (kirjoittaa), kirjoita uusi arvo PWE-lohkoon ja lähetä se isännältä orjalle.

Jos orja vastaa parametripyyntöön (lukukäsky), nykyinen PWE-lohkon parametriarvo siirretään ja palautetaan isännälle. Jos parametri sisältää useita dataoptioita, esim. *0-01 Language*, valitse data-arvo syöttämällä arvo PWE-lohkoon. Sarjayhteyden kautta voi ainoastaan lukea

parametreja, jotka sisältävät datatyyppin 9 (tekstimerkkijono).

15-40 FC Type - 15-53 Power Card Serial Number sisältävät datatyyppin 9.

Lue esimerkiksi laitteen koko ja verkkojännitealue parametrissa 15-40 FC Type. Kun tekstimerkkijonoa siirretään (luetaan), sanoman pituus muuttuu, sillä tekstit ovat eripituisia. Sanoman pituus määritetään sanoman toisessa tavussa (LGE). Tekstinsiirtoa käytettäessä indeksimerkillä ilmaistaan, onko kyseessä luku- vai kirjoituskomento.

Jotta tekstin voisi lukea PWE-lohkon kautta, parametrikomennon (AK) arvoksi on määritettävä 'F'. Indeksimerkin ylemmän tavun on oltava "4".

### 8.4.11 Taajuusmuuttajan tukemat datatyypit

Etumerkitön tarkoittaa, että sanomaan ei sisälly etumerkkiä.

| Datatyypit | Kuvaus          |
|------------|-----------------|
| 3          | Kokonaisluku 16 |
| 4          | Kokonaisluku 32 |
| 5          | Etumerkitön 8   |
| 6          | Etumerkitön 16  |
| 7          | Etumerkitön 32  |
| 9          | Merkkijono      |

### 8.4.12 Muunnos

Kunkin parametrin eri määritteet näkyvät kohdassa Tehdasasetukset. Parametrien arvot siirretään ainoastaan kokonaislukuina. Siksi desimaalien siirtoon käytetään muunnoskertoimia.

4-12 Motor Speed Low Limit [Hz] muunnoskerroin on 0,1. Jos haluat esiasettaa minimitaajuudeksi 10 Hz, siirrä arvo 100. Muunnoskerroin 0,1 tarkoittaa, että siirrettävä arvo kerrotaan luvulla 0,1. Siten arvo 100 tarkoittaa 10,0.

| Muuntokerroin | Muunnoskerroin |
|---------------|----------------|
| 74            | 0,1            |
| 2             | 100            |
| 1             | 10             |
| 0             | 1              |
| -1            | 0,1            |
| -2            | 0,01           |
| -3            | 0,001          |
| -4            | 0,0001         |
| -5            | 0,00001        |

### 8.4.13 Prosessisanat (PCD)

Prosessisanojen lohko jaetaan kahteen 16 tavun pituiseen lohkokon. Tämä tapahtuu aina määritetyssä järjestyksessä.

| PCD 1                                   | PCD 2                 |
|---|-----------------------|
| Ohjaussanoma (isäntä⇒ orja -ohjaussana) | Ohjearvo              |
| Ohjaussanoma (orja ⇒ isäntä) tilasana   | Nykyinen lähtötaajuus |

## 8.5 Esimerkkejä

### 8.5.1 Parametriarvon kirjoittaminen

Vaihda parametrin 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] arvoksi 100 Hz.

Kirjoita tiedot EEPROM-muistiin.

PKE = E19E Hex - Kirjoita yksittäinen sana kohtaan 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]:

IND = 0000 Hex

PWEHIGH = 0000 Hex

PWELOW = 03E8 Hex

Data-arvo 1000, vastaa taajuutta 100 Hz, katso 8.4.12 Muunnos.

Sanoma näyttää tällaiselta:

|      |   |      |   |                     |   |                    |   |
|------|---|------|---|---------------------|---|--------------------|---|
| E19E | H | 0000 | H | 0000                | H | 03E8               | H |
| PKE  |   | IND  |   | PWE <sub>high</sub> |   | PWE <sub>low</sub> |   |

130BA092.10

Huom: 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] on yksittäinen sana, ja EEPROM-muistiin kirjoitettava parametrikomento on "E". Parametrin numero 4-14 on 19E heksadesimaalimuodossa.

Orjan vastaus isännälle on:

|      |   |      |   |                     |   |                    |   |
|------|---|------|---|---------------------|---|--------------------|---|
| 119E | H | 0000 | H | 0000                | H | 03E8               | H |
| PKE  |   | IND  |   | PWE <sub>high</sub> |   | PWE <sub>low</sub> |   |

130BA093.10

## 8.5.2 Parametriarvon lukeminen

Lue arvo kohdassa 3-41 Ramp 1 Ramp up Time

PKE = 1155 Hex - Lue parametriarvo parametrissa

3-41 Ramp 1 Ramp up Time

IND = 0000 Hex

PWEHIGH = 0000 Hex

PWELOW = 0000 Hex

|      |   |      |   |                     |   |                    |   |
|------|---|------|---|---------------------|---|--------------------|---|
| 1155 | H | 0000 | H | 0000                | H | 0000               | H |
| PKE  |   | IND  |   | PWE <sub>high</sub> |   | PWE <sub>low</sub> |   |

130BA094.10

Jos parametrin 3-41 Ramp 1 Ramp up Time arvo on 10 s, orjan vastaus isännälle on:

|      |   |      |   |                     |   |                    |   |
|------|---|------|---|---------------------|---|--------------------|---|
| 1155 | H | 0000 | H | 0000                | H | 03E8               | H |
| PKE  |   | IND  |   | PWE <sub>high</sub> |   | PWE <sub>low</sub> |   |

130BA267.10

3E8 Heksa vastaa 1000 desimaalia. Parametrin 3-41 Ramp 1 Ramp up Time muunnosindeksi on -2, esim. 0,01.

3-41 Ramp 1 Ramp up Time on tyyppiä *Etumerkitön 32*.

## 8.6 Yleiskuva Modbus RTU:sta

### 8.6.1 Oletukset

Danfoss olettaa, että asennettu ohjain tukee tässä asiakirjassa kuvattuja liitäntöjä ja että kaikkia ohjaimessa ja taajuusmuuttajassa määritettyjä vaatimuksia ja rajoituksia noudatetaan tiukasti.

### 8.6.2 Mitä käyttäjän pitäisi jo tietää

Modbus RTU (etäliitinyksikkö) on suunniteltu siten, että se kommunikoi minkä tahansa ohjaimen kanssa, joka tukee tässä asiakirjassa määritettyjä liitäntöjä. Oletuksena on, että käyttäjä tuntee täysin ohjaimen mahdollisuudet ja rajoitukset.

### 8.6.3 Yleiskuva Modbus RTU:sta

Riippumatta fyysisen viestintäverkon tyyppistä Modbus RTU:n yleiskuvaus selostaa prosessin, jota ohjain käyttää pyytäessään päästä käyttämään toista laitetta. Tähän prosessiin sisältyvät tapa, jolla Modbus RTU vastaa muilta laitteilta saamiinsa pyyntöihin, sekä virheiden tunnistus- ja raportointitapa. Sen lisäksi se määrittää yleisen muodon viestikenttien rakenteelle ja sisällölle.

Modbus RTU -verkon kautta tapahtuvan kommunikoinnin aikana protokolla määrittää:

miten kukin ohjain oppii laitteen osoitteen

tunnistaa sille osoitetun viestin

määrittää, mitkä toimet ovat tarpeen

selvittää viestin sisältämän datan tai muut tiedot

Jos vastausta vaaditaan, ohjain laatii vastausviestin ja lähettää sen.

Ohjaimet kommunikoivat isäntä-orja-tekniikalla, jossa ainoastaan yksi laite (isäntä) voi käynnistää toimia (soitettuja pyyntöjä). Muut laitteet (orjat) vastaavat toimittamalla isännälle pyydetyn datan tai suorittamalla pyydetyn toiminnon.

Isäntä voi osoittaa pyynnön yksittäisille orjille tai lähettää viestin kaikille orjille. Orjat vastaavat (soittavat vastauksen) niille yksilöllisesti lähetettyihin pyyntöihin. Isännän kaikille orjille lähetettäisiin pyyntöihin ei lähetetä vastauksia. Modbus RTU -protokolla määrittää isännän pyynnön muodon asettamalla siihen laitteen (tai lähetyksen) osoitteen, toimintokoodin, jossa määritetään pyydetty toimi, lähetettävä data ja virheentarkistuskoodi. Myös orjan vastausviesti muodostetaan Modbus-protokollan avulla. Se sisältää kenttiä, joissa vahvistetaan suoritettava toimenpide, vastauksena lähetettävä data ja virheentarkistuskenttä. Jos virhettä vastaanotettaessa tapahtuu virhe tai jos orja ei pysty suorittamaan pyydettyä toimenpidettä, orja laatii virheilmoituksen ja lähettää sen vastauksena, tai seuraa aikakatkaisu.

### 8.6.4 Taajuusmuuttaja ja Modbus RTU

taajuusmuuttaja kommunikoi Modbus RTU -muodossa sisäänrakennetun RS485-liitännän välityksellä. Modbus RTU -protokollan avulla voidaan käyttää taajuusmuuttajan ohjaussanaa ja väylän ohjearvoa.

Ohjaussana antaa Modbus-isännälle mahdollisuuden ohjata useita tärkeitä taajuusmuuttajan toimintoja.

- Käynnistys
- taajuusmuuttajan pysäyttäminen eri tavoilla:
  - Rullaus pysähdyksiin
  - Pikapysäytys
  - Pysäytys tasavirtajarrulla
  - Tavanomainen (ramppi)pysäytys
- Kuittaus vikalaukaisun jälkeen
- Käyttö useilla esiasetuilla nopeuksilla
- Käy vast. suuntaan
- Muuta aktiivisia asetuksia
- Ohjaa taajuusmuuttajan sisäänrakennettua relettä

Väylän ohjearvoa käytetään usein nopeuden säätelyyn. Sen avulla voidaan myös muokata parametreja, lukea niiden arvoja ja milloin mahdollista kirjoittaa niihin arvoja. Tämä mahdollistaa joukon ohjausoptioita, mukaan lukien

taajuusmuuttajan asetuspisteen säätely käytettäessä sen sisäistä PID-säädintä.

## 8.7 Verkon konfiguraatio

Ota Modbus RTU käyttöön taajuusmuuttajassa määritämällä seuraavat parametrit:

| Parametri               | Asetus  |
|-------------------------|---|
| 8-30 Protocol           | Modbus RTU                                      |
| 8-31 Address            | 1 - 247   |
| 8-32 Baud Rate          | 2400 - 115200                                   |
| 8-33 Parity / Stop Bits | Parillinen pariteetti, 1 pysäytysbitti (oletus) |

## 8.8 Modbus RTU:n viestin kehysrakenne

### 8.8.1 Taajuusmuuttaja ja Modbus RTU

Ohjainten asetukset on määritetty niin, että ne kommunikoivat Modbus-verkossa käyttäen RTU-tilaa (Remote Terminal Unit, etäliitinyksikkö), jossa jokainen tavu on viestissä, joka sisältää kaksi 4-bittistä heksadesimaalimerkkiä. Kunkin tavun muoto näkyy parametrissa *Taulukko 8.1*.

| Käynnistysbitti | Datavavu | Pysäytys/pariteetti | Pysäytys |
|-----------------|----------|---------------------|----------|
|                 |          |                     |          |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Koodausjärjestelmä    | 8-bittinen binaarinen, heksadesimaali 0-9, A-F. Kaksi heksadesimaalimerkkiä jokaisessa viestin 8-bittisessä kentässä  |
| Bittitavua kohden     | 1 käynnistysbitti<br>8 databittit, vähiten tärkeä bitti lähetetään ensin<br>1 bitti parillista/paritonta pariteettia kohden; ei bittitä jos ei pariteettia<br>1 pysäytysbitti jos pariteettia käytetään, 2 bittitä jos ei pariteettia |
| Virheetarkistuskenttä | Jaksottaisen redundanssin tarkistus (CRC)   |

### 8.8.2 Modbus RTU:n viestin rakenne

Lähetettävä laite asettaa Modbus RTU -viestin kehukseen, jossa on tunnettu aloitus- ja päättymiskohta. Tällöin vastaanottavat laitteet voivat aloittaa viestin alusta, lukea osoiteosan, määrittää, mille laitteelle viesti on tarkoitettu, (tai kaikille laitteille, jos kyseessä on yleinen viesti) ja tunnistaa viestin päättymiskohdan. Osittaiset viestit tunnistetaan ja tulokseksi määritetään virheitä. Lähetettävien

merkkien on oltava jokaisessa kentässä heksadesimaalimuodossa 00 - FF. taajuusmuuttaja tarkkailee jatkuvasti verkon väylää, myös 'hiljaisten' välien aikana. Kun ensimmäinen kenttä (osoitekenttä) on vastaanotettu, jokainen taajuusmuuttaja tai laite dekodaa sen määrittääkseen, mille laitteelle se on osoitettu. Nollalle osoitetut Modbus RTU -viestit ovat yleisiä lähetyksiä. Yleisiin lähetyksiin ei voi vastata. Parametrissa *Taulukko 8.1* näkyy tyypillinen viestin kehys.

| Käynnistys  | Osoite   | Toiminta | Data         | CRC-tarkistus | Loppu       |
|-------------|----------|----------|--------------|---------------|-------------|
| T1-T2-T3-T4 | 8 bittit | 8 bittit | N x 8 bittit | 16 bittit     | T1-T2-T3-T4 |

**Taulukko 8.1** Tyypillinen Modbus RTU -viestin rakenne

### 8.8.3 Käynnistys-/pysäytyskenttä

Viestit alkavat vähintään 3,5 merkkivälin hiljaisella jaksolla. Tämä toteutetaan merkkivälien kerrannaisena valitulla verkon baudinopeudella (näkyvä käynnistyskenttä T1-T2-T3-T4). Ensimmäinen lähetettävä kenttä on laitteen osoite. Viimeisenä lähetetyn merkin jälkeen samanlainen vähintään 3,5 merkkivälin jakso ilmoittaa viestin päättymisestä. Uusi viesti voi alkaa tämän jakson jälkeen. Viestin koko kehys on lähetettävä jatkuvana virtana. Jos ennen kehysten päättymistä seuraa pidempi kuin 1,5 merkkivälin tauko, vastaanottava laite täyttää keskeneräisen viestin ja olettaa, että seuraava tavu on uuden viestin osoitekenttä. Samoin jos uusi viesti alkaa ennen 3,5 merkkivälin taukoa edellisen viestin jälkeen, vastaanottava laite katsoo sen edellisen viestin jatkoksi. Tämä aiheuttaa aikakatkaisun (ei vastausta orjalta), koska viimeisen CRC-kentän arvo ei sovellu yhdistettyihin viesteihin.

### 8.8.4 Osoitekenttä

Viestin osoitekenttä sisältää 8 bittit. Kelvolliset orjalaitteen osoitteet ovat 0 ja 247 desimaalin välillä. Yksittäisille orjalaitteille annetaan osoitteet alueelta 1 - 247. (0 on varattu yleisille lähetyksille, jotka kaikki orjat tunnistavat.) Isäntä lähettää viestin orjalle sijoittamalla orjan osoitteen viestin osoitekenttään. Kun orja lähettää vastauksensa, se asettaa oman osoitteensa tähän osoitekenttään ilmoittaakseen isännälle, mikä orja vastaa.

### 8.8.5 Toimintokenttä

Viestin kehysten toimintokenttä sisältää 8 bittit. Kelvolliset koodit ovat alueella 1-FF. Toimintokenttien avulla lähetetään viestejä isännän ja orjan välillä. Kun viesti lähetetään isännältä orjalaitteelle, toimintokoodikenttä kertoo orjalle, millaisiin toimiin sen on ryhdyttävä. Kun orja vastaa isännälle, se käyttää toimintokoodikenttää merkiksi joko normaalista (virheettömästä) vastauksesta tai siitä, että on tapahtunut jonkinlainen virhe (jolloin kyseessä on



poikkeuksellinen vastaus). Normaalisissa vastauksissa orja yksinkertaisesti palauttaa alkuperäisen toimintokoodin. Poikkeuksellisissa vastauksissa orja palauttaa koodin, joka on samanlainen kuin alkuperäinen toimintokoodi, jossa sen tärkein bitti on looginen 1. Lisäksi orja asettaa vastausviestin datakenttään yksilöllisen koodin. Tämä kertoo isännälle, millainen virhe on tapahtunut, tai poikkeuksen syyn. Katso myös jaksoja 8.8.10 Modbus RTU -protokollan tukemat toimintokoodit ja 8.8.11 Modbus-väylän poikkeuskoodit.

### 8.8.6 Datakenttä

Datakenttä on rakennettu käyttämällä kahden heksadesimaaliluvun sarjoja väliltä 00 - FF heksadesimaali. Ne koostuvat yhdestä RTU-merkistä. Isännältä orjalaitteelle lähetettyjen viestien datakenttä sisältää lisätietoja, joita orjan on käytettävä ryhtyäksään toimintokoodilla määritettyihin toimiin. Tämä voi sisältää mm. käämien tai hakemistojen osoitteita, käsiteltävien kohtien määrän sekä kentän todellisten datatavujen määrän.

### 8.8.7 CRC-tarkistus kenttä

Viestit sisältävät virheentarkistuskentän, joka toimii jaksotaisen redundanssitarkestusmenetelmän (CRC) pohjalta. CRC-kenttä tarkistaa koko viestin sisällön. Sitä sovelletaan riippumatta viestin yksittäisiin merkkeihin käytettävästä pariteettitarkistusmenetelmästä. CRC-arvon laskee lähettävä laite, joka liittää CRC:n viestin viimeiseksi kentäksi. Vastaanottava laite laskee CRC:n uudelleen viestin vastaanoton aikana ja vertaa laskettua arvoa CRC-kentässä vastaanotettuun todelliseen arvoon. Jos nämä kaksi arvoa ovat erilaiset, seurauksena on väylän aikakatkaistu. Virheentarkistuskenttä sisältää 16-bittisen binääriarvon, joka on toteutettu kahtena 8-bittisenä tavuna. Kun tämä tehdään, kentän alempi tavu lisätään ensin ja sen jälkeen ylempi tavu. CRC:n ylempi tavu on viestissä lähetetty viimeinen tavu.

### 8.8.8 Käämirekistereiden osoitteet

Modbus-protokollassa kaikki data on järjestetty käämeihin ja rekistereihin. Käämit sisältävät yhden bitin, kun taas rekistereissä on 2-tavuinen sana (ts. 16 bittiä). Kaikki Modbus-viestien dataosoitteet viittaavat nollaan. Dataarvon ensimmäiseen esiintymiseen viitataan kohteen numerolla nolla. Esimerkki: Käämi, josta käytetään nimeä 'käämi 1' ohjelmoitavassa ohjaimessa, on nimeltään käämi 0000 Modbus-viestin dataosoitekentässä. Käämistä 127 desimaali käytetään nimitystä 007EHEX (126 desimaali). Rekisteriä 40001 kutsutaan viestin dataosoitekentässä rekisteriksi 0000. Toimintokoodikenttä määrittää jo 'rekisterin pito' -toiminnon. Siksi viittaus '4XXXX' on luontainen. Rekisteriin 40108 viitataan rekisterinä 006BHEX (107 desimaali).

| Käämin numero | Kuvaus  | Signaalin suunta  |
|---------------|---|-------------------|
| 1-16          | Taajuusmuuttajan ohjaussana (katso Taulukko 8.2)  | Isännältä orjalle |
| 17-32         | Taajuusmuuttajan nopeus tai asetuspisteen ohjearvoalue 0x0 - 0xFFFF (-200 % ... ~200 %)                               | Isännältä orjalle |
| 33-48         | Taajuusmuuttajan tilasana (katso Taulukko 8.2)  | Orjalta isännälle |
| 49-64         | Avoimen piirin tila: Taajuusmuuttaja lähtötaajuus<br>Suljetun piirin tila: Taajuusmuuttaja takaisinkytkennän signaali | Orjalta isännälle |
| 65            | Parametrin kirjoituksen ohjaus (isännältä orjalle)  | Isännältä orjalle |
|               | 0 = Parametrimuutokset kirjoitetaan taajuusmuuttajan RAM-muistiin   |                   |
|               | 1 = Parametrimuutokset kirjoitetaan taajuusmuuttajan RAM- ja EEPROM-muistiin.   |                   |
| 66-65536      | Varattu   |                   |

| Käämi | 0                       | 1                         |
|-------|-------------------------|---------------------------|
| 01    | Esivalittu ohjearvo LSB |                           |
| 02    | Esivalittu ohjearvo MSB |                           |
| 03    | DC-jarru                | Ei DC-jarrua              |
| 04    | Rullaus pysähdyksiin    | Ei rullausta pysähdyksiin |
| 05    | Pikapysäytys            | Ei pikapysäytystä         |
| 06    | Lukitse lähtötaaj.      | Ei lähtöt. lukitusta      |
| 07    | Hidastuspysäytys        | Käynnistys                |
| 08    | Ei nollausta            | Kuittaus                  |
| 09    | Ei ryömintää            | Ryömintä                  |
| 10    | Ramppi 1                | Ramppi 2                  |
| 11    | Tiedot eivät kelpaa     | Tiedot kelpaavat          |
| 12    | Rele 1 pois             | Rele 1 päälle             |
| 13    | Rele 2 pois             | Rele 2 päälle             |
| 14    | Asetukset LSB           |                           |
| 15    |                         |                           |
| 16    | Ei suunnanvaihtoa       | Suunnanvaihto             |

Taulukko 8.2 Taajuusmuuttaja Ohjaussana (FC-profiili)

| Käämi | 0                          | 1                      |
|-------|----------------------------|------------------------|
| 33    | Ohjaus ei valmis           | Ohjaus valmis          |
| 34    | Taajuusmuuttaja ei valmis  | Taajuusmuuttaja valmis |
| 35    | Vapaa rullaus pysähdyksiin | Turvalukitus           |
| 36    | Ei hälytystä               | Hälytys                |
| 37    | Ei käytössä                | Ei käytössä            |
| 38    | Ei käytössä                | Ei käytössä            |
| 39    | Ei käytössä                | Ei käytössä            |
| 40    | Ei varoitusta              | Varoitus               |
| 41    | Ei ohjearvossa             | Ohjearvossa            |
| 42    | Käsi käyttötila            | Automaattinen tila     |
| 43    | Ei taaj.alueella           | Taajuusalueella        |
| 44    | Pysäytetty                 | Käy                    |
| 45    | Ei käytössä                | Ei käytössä            |
| 46    | Ei jännitevaroitusta       | Jännitevaroitus        |
| 47    | Ei virtarajalla            | Virtaraja              |
| 48    | Ei lämpövaroitusta         | Lämpövaroitus          |

Taulukko 8.3 Taajuusmuuttajan tilasana (FC-profiili)

| Väylän osoite | Väyläre-kisteri <sup>1</sup> | PLC-rekisteri | Sisältö                 | Käyttö                      | Kuvaus   |
|---------------|------------------------------|---------------|-------------------------|-----------------------------|--|
| 0             | 1                            | 40001         | Varattu                 |                             | Varattu Legacy Drive -malleille VLT 5000 ja VLT 2800   |
| 1             | 2                            | 40002         | Varattu                 |                             | Varattu Legacy Drive -malleille VLT 5000 ja VLT 2800   |
| 2             | 3                            | 40003         | Varattu                 |                             | Varattu Legacy Drive -malleille VLT 5000 ja VLT 2800   |
| 3             | 4                            | 40004         | Vapaa                   |                             |  |
| 4             | 5                            | 40005         | Vapaa                   |                             |  |
| 5             | 6                            | 40006         | Modbus-konf.            | Luku/kirjoitus              | Vain TCP. Varattu Modbus TCP:lle (s. 12-28 ja 12-29 -tallenna Eepromiin jne.)  |
| 6             | 7                            | 40007         | Viimeinen vikakoodi     | Vain luku                   | Parametritietokannasta vastaanotettu vikakoodi, katso lisätietoja kohdasta WHAT 38295                                |
| 7             | 8                            | 40008         | Viimeinen vikarekisteri | Vain luku                   | Rekisterin osoite, jossa viimeinen virhe tapahtui, katso lisätietoja kohdasta WHAT 38296                             |
| 8             | 9                            | 40009         | Indeksiosoitin          | Luku/kirjoitus              | Käytettävän parametrin alaindeksi. Katso lisätietoja kohdasta WHAT 38297   |
| 9             | 10                           | 40010         | FC-par. 0-01            | Riippuu parametrin käytöstä | Parametri 0-01 (Modbus-rekisteri = 10 parametrin numero<br>20 tavua tilaa varattuna parametria kohden Modbus Mapissa |
| 19            | 20                           | 40020         | FC-par. 0-02            | Riippuu parametrin käytöstä | Parametri 0-02<br>20 tavua tilaa varattuna parametria kohden Modbus Mapissa  |
| 29            | 30                           | 40030         | FC-par. xx-xx           | Riippuu parametrin käytöstä | Parametri 0-03<br>20 tavua tilaa varattuna parametria kohden Modbus Mapissa  |

<sup>1</sup> Modbus RTU -sanomaan kirjoitetun arvon on oltava yksi tai pienempi kuin rekisterinumero. Esim. lue Modbus-rekisteri 1 kirjoittamalla sanomaan arvo 0.

\* Käytetään indeksoituja parametreja käytettäessä käytettävän indeksinumeron määrittämiseen.

### 8.8.9 Taajuusmuuttajan ohjaaminen

Tässä jaksossa kuvataan koodeja, joita voidaan käyttää Modbus RTU -viestin toiminto- ja datakentässä.

### 8.8.10 Modbus RTU -protokollan tukemat toimintokoodit

Modbus RTU tukee seuraavien toimintokoodien käyttöä viestin toimintokentässä:

| Toiminta                     | Toimintokoodi |
|------------------------------|---------------|
| Lukukäämit                   | 1 hex         |
| Lue rekistereitä             | 3 hex         |
| Kirjoita yksi käämi          | 5 hex         |
| Kirjoita yksi rekisteri      | 6 hex         |
| Kirjoita useita käämejä      | F hex         |
| Kirjoita useita rekistereitä | 10 hex        |
| Nouda yht. tapahtumalaskuri  | B hex         |
| Ilmoita orjan ID             | 11 hex        |

| Toiminta      | Toimintokoodi | Alatoiminnon koodi | Alatoiminto                                  |
|---------------|---------------|--------------------|--|
| Diagnostiikka | 8             | 1                  | Käynnistä tiedonsiirto uudelleen             |
|               |               | 2                  | Palauta diagnostiikan rekisteri              |
|               |               | 10                 | Tyhjennä laskurit ja diagnostiikan rekisteri |
|               |               | 11                 | Palauta väylän viestimäärä                   |
|               |               | 12                 | Palauta väylän tiedonsiirtovirheiden määrä   |
|               |               | 13                 | Palauta väylän poikkeusvirheiden määrä       |
|               |               | 14                 | Palauta orjan viestimäärä                    |

### 8.8.11 Modbus-väylän poikkeuskoodit

Katso poikkeuksellisen koodin sisältävän vastauksen rakenteen täydellinen kuvaus kohdasta 8.8.5 Toimintokenttä.

| Modbus-väylän poikkeuskoodit |                    |  |
|------------------------------|--------------------|--|
| Koodi                        | Nimi               | Merkitys   |
| 1                            | Laiton toiminto    | Kyselyssä vastaanotettu toimintokoodi ei ole palvelimelle (tai orjalle) sallittu toiminto. Tämä voi johtua siitä, että toimintokoodia voi käyttää vain uudemmissa laitteissa eikä se sisälly valittuun laitteeseen. Se voi olla myös merkki siitä, että palvelin (tai orja) on väärässä tilassa tämän tyyppisen kyselyn käsittelyä varten, esimerkiksi koska sitä ei ole konfiguroitu ja sitä pyydetään palauttamaan rekisteriarvoja.      |
| 2                            | Laiton dataosoite  | Kyselyssä vastaanotettu dataosoite ei ole palvelimelle (tai orjalle) sallittu osoite. Toisin sanoen viitenumeron ja siirron pituuden yhdistelmä ei kelpaa. Ohjaimelle 100 rekisterillä kysely, jossa tasauksena on 96 ja pituutena 4, onnistuisi, mutta kysely, jossa tasauksena on 96 ja pituutena 5, antaisi tulokseksi poikkeuksen 02.  |
| 3                            | Laiton data-arvo   | Kyselyn datakentässä oleva arvo ei ole palvelimelle (tai orjalle) sallittu arvo. Tämä kertoo viasta monimutkaisen kyselyn jäljellä olevan osan rakenteesta, esimerkiksi virheestä ilmoitetussa pituudessa. Se ei siis tarkoita, että rekisteriin tallennettavaksi lähetetyn datakohteen arvo on sovellusohjelman odotusalueen ulkopuolella, koska Modbus-protokollassa ei ole tietoa minkään tietyn rekisterin tietyn arvon merkityksestä. |
| 4                            | Orjalaitteen virhe | Tapahtui peruuttamaton virhe palvelimen (tai orjan) yrittäessä suorittaa pyydettyä toimintoa.  |

## 8.9 Parametrien muokkaaminen

### 8.9.1 Parametrien käsittely

PNU (parametrinumero) käännetään rekisteriosoitteesta, joka on Modbus-protokollan luku- tai kirjoitusviestissä. Parametrinumero käännetään Modbus-protokollaan (10 x parametrinumero) DESIMAALIKSI.

### 8.9.2 Datan tallennus

Käämin 65 desimaali ratkaisee, tallennetaanko taajuusmuuttajaan kirjoitettu data EEPROM- ja RAM-muistiin (käämi 65 = 1) vai ainoastaan RAM-muistiin (käämi 65 = 0).

### 8.9.3 IND

Ryhmäindeksi määritetään rekisterissä 9, ja sitä käytetään muokattaessa ryhmäparametreja.

## 8.9.4 Tekstilohkot

Tekstijonoina tallennettuja parametreja muokataan samoin kuin muita parametreja. Tekstilohkon maksimikoko on 20 merkkiä. Jos parametrin lukupyynnö koskee useampaa merkkiä kuin parametri tallentaa, vastaus keskeytyy. Jos parametrin lukupyynnö koskee pienempää merkkimäärää kuin parametri tallentaa, vastaukseen lisätään välilyöntejä.

## 8.9.5 Muunnoskerroin

Kunkin parametrin määreet nähdään jaksosta Tehdasasetukset. Koska parametrin arvo voidaan siirtää vain kokonaislukuna, desimaalilukujen siirrossa pitää käyttää muunnoskerrointa. Katso kohtaa 7.4 Pika-asetusvalikon parametrin.

## 8.9.6 Parametriarvot

### Vakiodatatyypit

Vakiodatatyypit ovat int16, int32, uint8, uint16 ja uint32. Ne tallennetaan 4x-rekistereinä (40001 - 4FFFF). Parametrit luetaan toiminnolla 03HEX "Lue rekistereitä". Parametrit kirjoitetaan käyttäen toimintoa 6HEX "Esiasetettu yksittäisrekisteri" 1 rekisterille (16 bittiä) ja toimintoa 10HEX "Esiaseta useita rekistereitä" 2 rekisterille (32 bittiä). Luettavat koot vaihtelevat 1 rekisteristä (16 bittiä) 10 rekisteriin (20 merkkiä).

### Muut kuin vakiodatatyypit

Muut kuin vakiodatatyypit ovat tekstijonoja, ja ne on tallennettu 4x-rekistereinä (40001 - 4FFFF). Parametrit luetaan käyttäen toimintoa 03HEX "Lue rekistereitä" ja kirjoitetaan käyttäen toimintoa 10HEX "Esiaseta useita rekistereitä". Luettavat koot vaihtelevat 1 rekisteristä (2 merkkiä) 10 rekisteriin (20 merkkiä).

## 8.10 Esimerkkejä

Seuraavissa esimerkeissä kuvataan Modbus RTU -protokollan eri komentoja. Jos ilmenee vika, katso jaksoa 8.8.11 Modbus-väylän poikkeuskoodit.

### 8.10.1 Lukukäämin tila (01HEX)

#### Kuvaus

Tämä toiminto lukee taajuusmuuttajan erillisten lähtöjen (käämien) PÄÄLLÄ/POIS-tilan. Luettaessa ei koskaan tueta yleisiä lähetystä.

#### Kysely

Kyselyviestissä määritetään aloituskäämi ja luettavien käämien määrä. Käämien osoitteet alkavat nolasta, esim. käämistä 33 käytetään osoitetta 32.

Esimerkki pyynnöstä lukea käämit 33-48 (tilasana) orjalaitteelta 01.

| Kentän nimi            | Esimerkki (HEX)              |
|------------------------|------------------------------|
| Orjan osoite           | 01 (taajuusmuuttajan osoite) |
| Toiminta               | 01 (lue käämit)              |
| Aloituseroite HI       | 00                           |
| Aloituseroite LO       | 20 (32 desimaalia) Käämi 33  |
| Pisteiden määrä HI     | 00                           |
| Pisteiden määrä LO     | 10 (16 desimaalia)           |
| Virheentarkistus (CRC) | -                            |

### Vastaus

Käämin tila vastausviestissä on pakattu yhteen käämiin datakentän bittien kohden. Tila ilmaistaan seuraavasti: 1 = PÄÄLLÄ; 0 = POIS. Ensimmäisen datatavun LSB sisältää käämin, jota kysely koskee. Tämän jälkeen seuraavat tämän tavun muut käämit kohti vasenta ja 'oikealta vasemmalle' peräkkäisissä tavuissa.

Jos ilmoitettu käämien määrä ei ole kahdeksan kerrannainen, viimeisen datatavun jäljellä olevat bitit täytetään nolilla (kohti tavun ylemmää päätä). Tavumäärä-kenttä ilmaisee kokonaisten datatavujen määrän.

| Kentän nimi            | Esimerkki (HEX)              |
|------------------------|------------------------------|
| Orjan osoite           | 01 (taajuusmuuttajan osoite) |
| Toiminta               | 01 (lue käämit)              |
| Tavumäärä              | 02 (2 tavua dataa)           |
| Data (käämit 40-33)    | 07                           |
| Data (käämit 48-41)    | 06 (STW=0607hex)             |
| Virheentarkistus (CRC) | -                            |

## HUOMAUTUS!

**Käämeihin ja rekistereihin viitataan Modbusissa tarkasti offset-asetuksella -1.**

**Esim. käämiin 33 viitataan kääminä 32.**

### 8.10.2 Pakota/kirjoita yksittäinen käämi (05 HEX)

#### Kuvaus

Tämä toiminto pakottaa käämin joko PÄÄLLÄ- tai POIS-asetukselle. Kun kyseessä on yleinen lähetys, toiminto pakottaa samat käämin ohjearvot kaikkiin kytkettyihin orjiin.

#### Kysely

Kyselyviesti määrittää käämin 65 (parametrin kirjoituksen ohjaus) pakotettavaksi. Käämien osoitteet alkavat nolasta, t.s. käämin 65 osoite on 64. Pakotusdata = 00 00HEX (OFF) tai FF 00HEX (ON).

| Kentän nimi            | Esimerkki (HEX)                 |
|------------------------|---------------------------------|
| Orjan osoite           | 01 (taajuusmuuttajan osoite)    |
| Toiminta               | 05 (kirjoita yksittäinen käämi) |
| Käämin osoite HI       | 00                              |
| Käämin osoite LO       | 40 (64 desimaalia) Käämi 65     |
| Pakotusdata HI         | FF                              |
| Pakotusdata LO         | 00 (FF 00 = ON)                 |
| Virheentarkistus (CRC) | -                               |

**Vastaus**

Normaali vastaus on kyselyn kaiku, joka palautetaan, kun käämi on pakotettu haluttuun tilaan.

| Kentän nimi            | Esimerkki (HEX) |
|------------------------|-----------------|
| Orjan osoite           | 01              |
| Toiminta               | 05              |
| Pakotusdata HI         | FF              |
| Pakotusdata LO         | 00              |
| Käämien määrä HI       | 00              |
| Käämien määrä LO       | 01              |
| Virheentarkistus (CRC) | -               |

**8.10.3 Pakota/kirjoita useita käämejä (0F HEX)**

Tämä toiminto pakottaa jokaisen käämisarjan käämin joko PÄÄLLE tai POIS. Kun kyseessä on yleinen lähetys, toiminto pakottaa samat käämin ohjeavot kaikkiin kytkettyihin orjiin.

**Kysely**-viesti määrittää pakotettaviksi käämit 17 - 32 (nopeuden asetuspiste).

**HUOMAUTUS!**

**Käämien osoitteet alkavat nollassa, t.s. käämin 17 osoite on 16.**

| Kentän nimi                  | Esimerkki (HEX)              |
|------------------------------|------------------------------|
| Orjan osoite                 | 01 (taajuusmuuttajan osoite) |
| Toiminta                     | 0F (kirjoita useita käämejä) |
| Käämin osoite HI             | 00                           |
| Käämin osoite LO             | 10 (käämin osoite 17)        |
| Käämien määrä HI             | 00                           |
| Käämien määrä LO             | 10 (16 käämiä)               |
| Tavumäärä                    | 02                           |
| Pakotusdata HI (käämit 8-1)  | 20                           |
| Pakotusdata LO (käämit 10-9) | 00 (ohj. = 2000hex)          |
| Virheentarkistus (CRC)       | -                            |

**Vastaus**

Normaali vastaus sisältää orjan osoitteen, toimintokoodin, aloitusosoitteen ja pakotettavien käämien määrän.

| Kentän nimi            | Esimerkki (HEX)              |
|------------------------|------------------------------|
| Orjan osoite           | 01 (taajuusmuuttajan osoite) |
| Toiminta               | 0F (kirjoita useita käämejä) |
| Käämin osoite HI       | 00                           |
| Käämin osoite LO       | 10 (käämin osoite 17)        |
| Käämien määrä HI       | 00                           |
| Käämien määrä LO       | 10 (16 käämiä)               |
| Virheentarkistus (CRC) | -                            |

**8.10.4 Lue rekistereitä (03 HEX)****Kuvaus**

Tämä toiminto lukee rekisterien sisällön orjalaitteessa.

**Kysely**

Kyselyviesti määrittää aloitusrekisterin ja luettavien rekisterien määrän. Rekisterien osoitteet alkavat nollassa, t.s. rekisterien 1-4 osoitteet ovat 0-3.

Esimerkki: Lue 3-03 *Maximum Reference*, rekisteriin 03030.

| Kentän nimi            | Esimerkki (HEX)   |
|------------------------|---|
| Orjan osoite           | 01  |
| Toiminta               | 03 (lue rekisterit)   |
| Aloitusosoite HI       | 0B (Rekisterin osoite 3029)   |
| Aloitusosoite LO       | 05 (Rekisterin osoite 3029)   |
| Pisteiden määrä HI     | 00  |
| Pisteiden määrä LO     | 02 - (3-03 <i>Maximum Reference</i> on 32 bitin pituinen, esim. 2 rekisteriä) |
| Virheentarkistus (CRC) | -   |

**Vastaus**

Vastausviestin rekisterin tiedot pakataan kahteen tavuun rekisterissä, ja binäärisisältö sovitetaan oikein kunkin tavun sisällä. Jokaisessa rekisterissä ensimmäinen tavu sisältää vasemmanpuoleiset ja toinen oikeanpuoleiset bitit.

Esimerkki: Hex 000088B8 = 35,000 = 15 Hz.

| Kentän nimi              | Esimerkki (HEX) |
|--------------------------|-----------------|
| Orjan osoite             | 01              |
| Toiminta                 | 03              |
| Tavumäärä                | 04              |
| Data HI (Rekisteri 3030) | 00              |
| Data LO (Rekisteri 3030) | 16              |
| Data HI (Rekisteri 3031) | E3              |
| Data LO (Rekisteri 3031) | 60              |
| Virheentarkistus (CRC)   | -               |

### 8.10.5 Esiasetettu yksitt. rekisteri (06 HEX)

#### Kuvaus

Tällä toiminnolla esiasetetaan arvo yksittäiseen rekisteriin.

#### Kysely

Kyselyviestissä määritetään esiasetettava rekisterin ohjearvo. Rekisterien osoitteet alkavat nolasta, t.s. rekisterin 1 osoite on 0.

Esimerkki: Kirjoita kohteeseen *1-00 Configuration Mode*, rekisteri 1000.

| Kentän nimi            | Esimerkki (HEX)            |
|------------------------|----------------------------|
| Orjan osoite           | 01                         |
| Toiminta               | 06                         |
| Rekisterin osoite HI   | 03 (Rekisterin osoite 999) |
| Rekisterin osoite LO   | E7 (Rekisterin osoite 999) |
| Esiasetettu data HI    | 00                         |
| Esiasetettu data LO    | 01                         |
| Virheentarkistus (CRC) | -                          |

#### Vastaus

Normaali vastaus on kyselyn kaiku, joka lähetetään, kun rekisterin sisältö on ohitettu.

| Kentän nimi            | Esimerkki (HEX) |
|------------------------|-----------------|
| Orjan osoite           | 01              |
| Toiminta               | 06              |
| Rekisterin osoite HI   | 03              |
| Rekisterin osoite LO   | E7              |
| Esiasetettu data HI    | 00              |
| Esiasetettu data LO    | 01              |
| Virheentarkistus (CRC) | -               |

### 8.10.6 Esiaseta useita rekistereitä (10 HEX)

#### Kuvaus

Tämä toiminto esiasettaa arvot rekisterien sarjaksi.

#### Kysely

Kyselyviestissä määritetään esiasetettavat rekisterin ohjearvot. Rekisterien osoitteet alkavat nolasta, t.s. rekisterin 1 osoite on 0. Esimerkki pyynnöstä esiasettaa kaksi rekisteriä (aset = 738 (7,38 A)):

| Kentän nimi                          | Esimerkki (HEX) |
|--------------------------------------|-----------------|
| Orjan osoite                         | 01              |
| Toiminta                             | 10              |
| Aloituseroite HI                     | 04              |
| Aloituseroite LO                     | 19              |
| Rekisterien määrä HI                 | 00              |
| Rekisterien määrä LO                 | 02              |
| Tavumäärä                            | 04              |
| Kirjoita data HI (Rekisteri 4: 1049) | 00              |
| Kirjoita data LO (Rekisteri 4: 1049) | 00              |
| Kirjoita data HI (Rekisteri 4: 1050) | 02              |
| Kirjoita data LO (Rekisteri 4: 1050) | E2              |
| Virheentarkistus (CRC)               | -               |

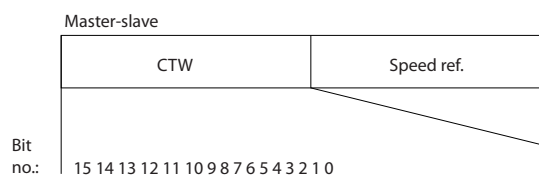
#### Vastaus

Normaali vastaus sisältää orjan osoitteen, toimintokoodin, aloituseroitteen ja esiasetettujen rekisterien määrän.

| Kentän nimi            | Esimerkki (HEX) |
|------------------------|-----------------|
| Orjan osoite           | 01              |
| Toiminta               | 10              |
| Aloituseroite HI       | 04              |
| Aloituseroite LO       | 19              |
| Rekisterien määrä HI   | 00              |
| Rekisterien määrä LO   | 02              |
| Virheentarkistus (CRC) | -               |

### 8.11 Danfoss FC:n ohjausprofiili

#### 8.11.1 Ohjaussana FC-profiilin mukaan (8-30 Protocol = FC-profiili)



130BA274.10

| Bitti | Bitin arvo = 0        | Bitin arvo = 1         |
|-------|-----------------------|------------------------|
| 00    | Ohjearvo              | ulkoinen valinta lsb   |
| 01    | Ohjearvo              | ulkoinen valinta msb   |
| 02    | Tasavirtajarru        | Kiihdytys tai hidastus |
| 03    | Vapaa rullaus         | Ei vapaata rullausta   |
| 04    | Pikapysäytys          | Kiihdytys tai hidastus |
| 05    | Pitolähtötaajuus      | käytä ramppia          |
| 06    | Hidastuspysäytys      | Käynnistys             |
| 07    | Ei toimintoa          | Kuittaus               |
| 08    | Ei toimintoa          | Ryömintä               |
| 09    | Ramppi 1              | Ramppi 2               |
| 10    | Data ei kelpaa        | Tiedot kelpaavat       |
| 11    | Rele 01 auki          | Rele 01 aktiivinen     |
| 12    | Rele 02 auki          | Rele 02 aktiivinen     |
| 13    | Parametrien asetukset | valinta lsb            |
| 15    | Ei toimintoa          | Suunnanvaihto          |

### Ohjausbittien selitys

#### Bitit 00/01

Bittejä 00 ja 01 käytetään neljästä parametrissa 3-10 *Preset Reference* esiohjelmoidusta ohjearvosta valitsemiseen, katso Taulukko 8.4:

| Ohjelmoitu ohjearvo | Parametri                        | Bitti 01 | Bitti 00 |
|---------------------|----------------------------------|----------|----------|
| 1                   | 3-10 <i>Preset Reference</i> [0] | 0        | 0        |
| 2                   | 3-10 <i>Preset Reference</i> [1] | 0        | 1        |
| 3                   | 3-10 <i>Preset Reference</i> [2] | 1        | 0        |
| 4                   | 3-10 <i>Preset Reference</i> [3] | 1        | 1        |

## HUOMAUTUS!

Tee valinta parametrissa 8-56 *Preset Reference Select* sen määrittämiseksi, kuinka bitti 00/01 ohjaa vastaavan toiminnon digitaalituloihin.

#### Bitti 02, DC-jarru

Bitti 02 = '0' aiheuttaa tasavirtajarrutuksen ja pysäytyksen. Jarrutusvirta ja jarrutuksen kesto asetetaan parametreilla 2-01 *DC Brake Current* ja 2-02 *DC Braking Time*. Bitti 02 = '1' aiheuttaa ramppitoiminnon.

#### Bitti 03, Rullaus

Bitti 03 = '0': taajuusmuuttaja irrottaa moottorin heti (lähtötransistorit sammutetaan), jolloin moottori rullaa pysähdyksiin. Bitti 03 = '1': taajuusmuuttaja käynnistää moottorin, jos muut käynnistysehdot toteutuvat.

Tee valinta parametrissa 8-50 *Coasting Select* sen määrittämiseksi, kuinka bitti 03 ohjaa vastaavan toiminnon digitaalituloihin.

#### Bitti 04, Pikapysäytys

Bitti 04 = '0': Saa moottorin nopeuden hidastumaan pysähtymiseen asti (asetetaan parametrissa 3-81 *Quick Stop Ramp Time*).

#### Bitti 05, Lähtötaajuuden pito

Bitti 05 = '0': Nykyinen lähtötaajuus (hertseinä) jäädytetään. Muuta lukittua lähtötaajuutta nyt ainoastaan ohjelmoimalla *nopeuden noston ja hidastuksen* digitaalitulojen (5-10 *Terminal 18 Digital Input* - 5-13 *Terminal 29 Digital Input*) kautta.

## HUOMAUTUS!

Jos Lähdon lukitus on käytössä, taajuusmuuttajan voi pysäyttää vain seuraavasti:

- Bitti 03 Vapaa rullaus pysähdyksiin
- Bitti 02 Tasavirtajarrutus
- *Tasavirtajarrutukseen, Vapaaseen rullaukseen pysähdyksiin tai Kuittaukseen ja Vapaaseen rullaukseen pysähdyksiin* ohjelmoitu digitaalitulo (5-10 *Terminal 18 Digital Input* - 5-13 *Terminal 29 Digital Input*).

#### Bitti 06, Hidastuspysäytys/kiihdytyskäynnistys

Bitti 06 = '0': Aiheuttaa pysäytyksen ja saa moottorin nopeuden hidastumaan pysähdyksiin valitun hidastusparametrin kautta. Bitti 06 = '1': Mahdollistaa sen, että taajuusmuuttaja käynnistää moottorin, jos muut käynnistysehdot täytyvät.

Tee valinta parametrissa 8-53 *Start Select* sen määrittämiseksi, kuinka bitti 06 Hidastuspysäytys/kiihdytyskäynnistys ohjaa vastaavan toiminnon digitaalituloihin.

#### Bitti 07, Kuittaus

Bitti 07 = '0': Ei nollausta. Bitti 07 = '1': Kuittaa laukaisun. Sanoman alku aktivoi kuittauksen, esimerkiksi vaihdettaessa arvosta looginen '0' arvoon looginen '1'.

#### Bitti 08, Ryömintä

Bitti 08 = '1': Lähtötaajuus määritetään parametrissa 3-11 *Jog Speed [Hz]*.

#### Bitti 09, Rampin 1/2 valinta

Bitti 09 = "0": Ramppi 1 on aktiivinen (3-41 *Ramp 1 Ramp up Time* - 3-42 *Ramp 1 Ramp Down Time*). Bitti 09 = "1": Ramppi 2 (3-51 *Ramp 2 Ramp up Time* - 3-52 *Ramp 2 Ramp down Time*) on aktiivinen.

### Bitti 10, Data ei kelpaa / kelpaa

Ilmoita taajuusmuuttajalle, käytetäänkö ohjaussanaa vai ohitetaan se. Bitti 10 = '0': Ohjaussana ohitetaan. Bitti 10 = '1': Ohjaussanaa käytetään. Tämä toiminto on olennainen, koska sanoma sisältää aina ohjaussanan sanoman tyypistä riippumatta. Siten voit poistaa ohjaussanan käytöstä, jos et halua käyttää sitä päivittäessäsi tai lukiessasi parametreja.

### Bitti 11 = Rele 01

Bitti 11 = "0": Rele ei ole aktivoitu. Bitti 11 = "1": Rele 01 on aktivoitu edellyttäen, että *Ohjaussanan bitti 11* on valittu parametrilla *5-40 Function Relay*.

### Bitti 12, rele 02

Bitti 12 = "0": Rele 02 ei ole aktiivinen. Bitti 12 = "1": Rele 02 on aktivoitu edellyttäen, että *Ohjaussanan bitti 12* on valittu parametrilla *5-40 Function Relay*.

### Bitti 13, Asetusten valinta

Käytä bittejä 13 halutun asetuksen valintaan kahdesta valikkoasetuksesta seuraavan taulukon mukaisesti.

| Asetukset | Bitti 13 |
|-----------|----------|
| 1         | 0        |
| 2         | 1        |

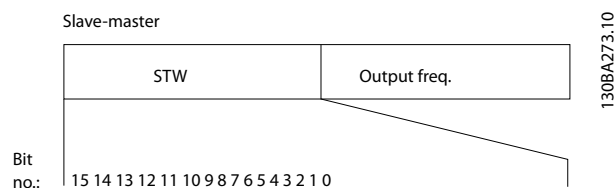
Toiminto on mahdollinen vain, kun *Moniasetukset* on valittuna parametrissa *0-10 Active Set-up*.

Tee valinta parametrissa *8-55 Set-up Select* sen määrittämiseksi, kuinka bitti 13 ohjaa vastaavan toiminnon digitaalituloihin.

### Bitti 15 Suunnanvaihto

Bitti 15 = '0': Ei suunnanvaihtoa. Bitti 15 = '1': Suunnanvaihto. Oletusasetuksissa suunnanvaihdon arvoksi on asetettu digitaalinen parametrissa *8-54 Reversing Select*. Bitti 15 muuttaa suunnan vain, jos joko Sarjaliikenne, Looginen tai Looginen Ja on valittu.

## 8.11.2 Tilasana FC-profiilin mukaan (STW) (8-10 Protocol = FC-profiili)



| Bitti | Bitti = 0                   | Bitti =1                     |
|-------|-----------------------------|------------------------------|
| 00    | Ohjaus ei valmis            | Ohjaus valmis                |
| 01    | Taaj.m. ei valm             | Taaj.muut. valmis            |
| 02    | Vapaa rullaus               | Käytössä                     |
| 03    | Ei virhettä                 | Laukaisu                     |
| 04    | Ei virhettä                 | Virhe (ei lauk.)             |
| 05    | Varattu                     | -                            |
| 06    | Ei virhettä                 | Lauk. lukitus                |
| 07    | Ei varoitusta               | Varoitus                     |
| 08    | Nopeus ≠ ohjearvo           | Nopeus = ohjearvo            |
| 09    | Paikallisojhaus             | Väylän ohjaus                |
| 10    | Taajuusrajojen ulkopuolella | Taajuusraja OK               |
| 11    | Ei toimintoa                | Toiminnassa                  |
| 12    | Taaj.muutt. OK              | Pysäytetty, autom.käynnistys |
| 13    | Jännite OK                  | Jännite ylittynyt            |
| 14    | Momentti OK                 | Momentti ylitetty            |
| 15    | Ajastin OK                  | Ajastus ylitetty             |

### Tilabittien selitys

#### Bitti 00, Ohjaus ei valmis/valmis

Bitti 00 = '0': taajuusmuuttaja laukaisee. Bitti 00 = '1': taajuusmuuttajan ohjaimet ovat valmiina, mutta teho-osaan ei ehkä tule virtaa (jos ohjaimiin on ulkoinen 24 V:n tehonsyöttö).

#### Bitti 01, taajuusmuuttaja valmis

Bitti 01 = '1': taajuusmuuttaja on käyttövalmis, mutta digitaalituloissa tai sarjaliikenteessä on aktiivinen rullauskäsky.

#### Bitti 02, Vapaa rullaus pysähdyksiin

Bitti 02 = '0': taajuusmuuttaja vapauttaa moottorin. Bitti 02 = '1': taajuusmuuttaja käynnistää moottorin käynnistyskennolla.

#### Bitti 03, Ei vikaa/laukaisu

Bitti 03 = '0': taajuusmuuttaja ei ole vikatilassa. Bitti 03 = '1': taajuusmuuttaja laukaisee. Palauta toiminta suoritettamalla [Kuitaus].

#### Bitti 04, Ei vikaa/vika (ei laukaisua)

Bitti 04 = '0': taajuusmuuttaja ei ole vikatilassa. Bitti 04 = "1": taajuusmuuttaja ilmoittaa viasta mutta ei laukaise.

#### Bitti 05, Ei käytössä

Bittiä 05 ei käytetä tilasana.

#### Bitti 06, Ei vikaa /laukaisun lukitus

Bitti 06 = '0': taajuusmuuttaja ei ole vikatilassa. Bitti 06 = "1": taajuusmuuttaja laukaistaan ja lukitaan.



Bitti 07, Ei varoitusta/varoitus

Bitti 07 = '0': Varoituksia ei ole. Bitti 07 = '1': Varoitus on annettu.

Bitti 08, Nopeus≠ ohjearvo/nopeus = ohjearvo

Bitti 08 = '0': Moottori käy, mutta tämänhetkinen nopeus ei ole sama kuin esivalittu nopeuden ohjearvo. Tämä saattaa aiheuttaa esimerkiksi siitä, että nopeutta ajetaan ylös tai alas käynnistyksen tai pysäytyksen aikana. Bitti 08 = '1': Moottorin nopeus vastaa asetettua nopeuden ohjearvoa.

Bitti 09, Paikallisojtaus/väylän valvonta

Bitti 09 = '0': [STOP/RESET] on aktivoitu ohjausyksikössä, tai *Paikallisojtaus* on valittuna parametrissa *F-02 Operation Method*. Taajuusmuuttajaa ei voi ohjata sarjaliikenteen avulla. Bitti 09 = '1' taajuusmuuttajaa voi ohjata kenttäväylän/sarjaliikenteen kautta.

Bitti 10, Taajuusalueen rajojen ulkopuolella

Bitti 10 = '0': Lähtötaajuus on saavuttanut parametrissa *4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]* tai *4-14 Motor Speed High Limit [Hz]* määritetyn arvon. Bitti 10 = "1": Lähtötaajuus on mainittujen rajojen sisällä.

Bitti 11, Ei toimintoa / toiminnassa

Bitti 11 = '0': Moottori ei käy. Bitti 11 = '1': taajuusmuuttaja on ottanut vastaan käynnistysviestin tai lähtötaajuus on suurempi kuin 0 Hz.

Bitti 12, VLT OK/seisoo, autom. käynnistys:

Bitti 12 = '0': Vaihtosuuntaajassa ei ole tilapäistä yllämpöä. Bitti 12 = '1': Vaihtosuuntaaja pysähtyy ylikuumentumisen johdosta, mutta laite ei laukaise ja jatkaa toimintaa, kun yllämpö on poistunut.

Bitti 13, Jännite OK/raja ylittynyt

Bitti 13 = '0': Jännitevaroituksia ei ole. Bitti 13 = '1': Tasajännite taajuusmuuttajan välipiirissä on liian pieni tai liian suuri.

Bitti 14, Momentti OK/raja ylittynyt

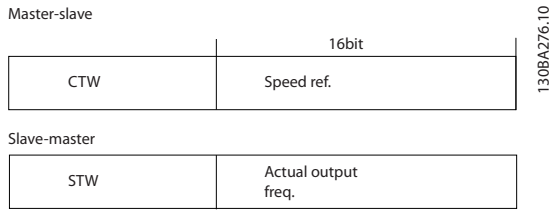
Bitti 14 = '0': Moottorin virta on alhaisempi kuin parametrissa *4-18 Current Limit* valittu momenttiraja. Bitti 14 = '1': Kohdassa *4-18 Current Limit* asetettu momenttiraja on ylittynyt.

Bitti 15, Ajastin OK/raja ylittynyt

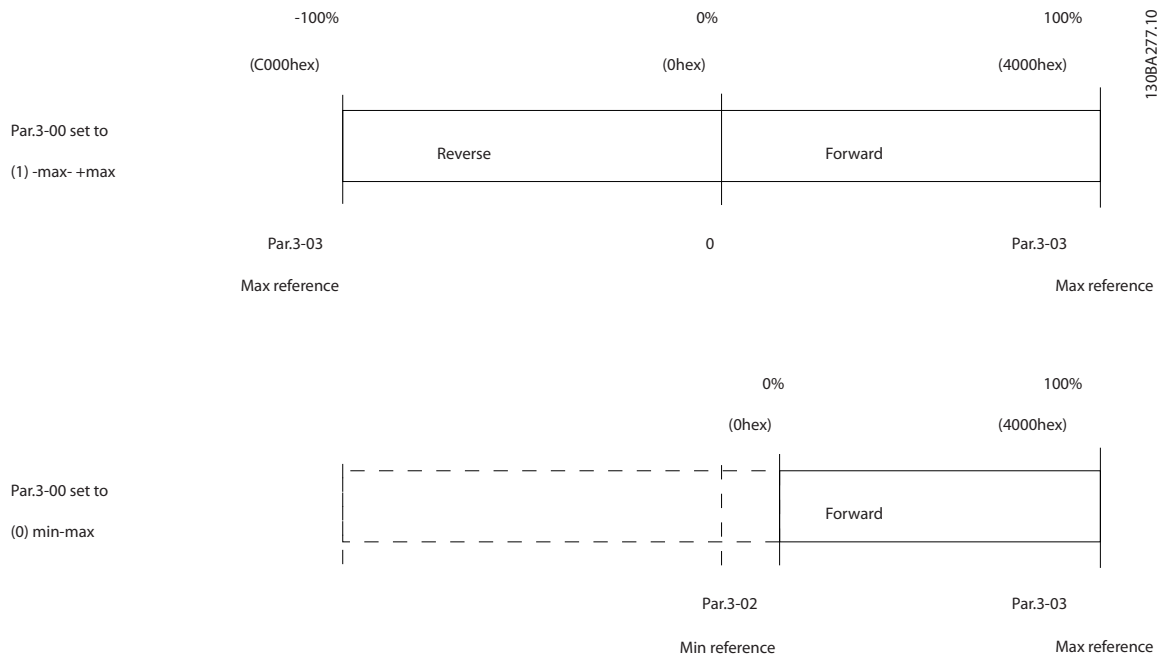
Bitti 15 = '0': Moottorin lämpösuojauksen ja lämpösuojauksen ajastimia ei ole ylitetty 100 %. Bitti 15 = '1': Jokin ajastimista on ylittänyt 100 %.

### 8.11.3 Väylän nopeuden ohjeusarvo

Nopeuden ohjearvo lähetetään taajuusmuuttajalle suhteellisena prosenttiarvona. Arvo lähetetään 16-bittisenä sanana. Kokonaislukuina (0-32767) arvo 16384 (4000 Hex) vastaa 100 %. Negatiiviset luvut muodostetaan 2:n komplementtien avulla. Todellinen lähtötaajuus (MAV) luokitellaan samoin kuin väylän ohjearvo.



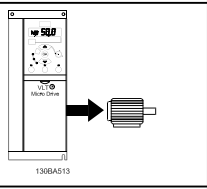
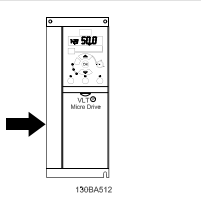
Ohjearvo ja MAV luokitellaan seuraavasti:



## 9 Tekniset tiedot

### 9.1 Tekniset tiedot

#### 9.1.1 Verkköjännite 1 x 200 - 240 V AC

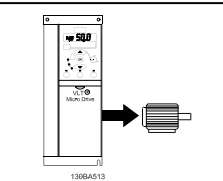
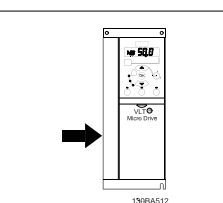
| <b>Normaali ylikuormitus 150 % 1 minuutin ajan</b>                                 |   |                               |               |               |               |               |
|--|---|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Taajuusmuuttaja  | PK18  | PK37                          | PK75          | P1K5          | P2K2          |               |
| Tyypillinen akseliteho [kW]  | <b>0.18</b>   | <b>0.37</b>                   | <b>0.75</b>   | <b>1.5</b>    | <b>2.2</b>    |               |
| Tyypillinen akseliteho [hv]  | 0,25  | 0,5                           | 1             | 2             | 3             |               |
| IP 20  | Runko M1  | Runko M1                      | Runko M1      | Runko M2      | Runko M3      |               |
| <b>Lähtövirta</b>  |   |                               |               |               |               |               |
|   | Jatkuva (3 x 200-240 V ) [A]  | 1,2                           | 2,2           | 4,2           | 6,8           | 9,6           |
|  | Jaksoittainen (3 x 200-240 V ) [A]  | 1,8                           | 3,3           | 6,3           | 10,2          | 14,4          |
|  | Kaapelin enimmäiskoko:<br>(verkkovirta, moottori) [mm <sup>2</sup> / AWG] | 4/10                          |               |               |               |               |
|  |   |                               |               |               |               |               |
| <b>Suurin syöttövirta</b>  |   |                               |               |               |               |               |
|  | Jatkuva (1 x 200-240 V ) [A]  | 3,3                           | 6,1           | 11,6          | 18,7          | 26,4          |
|  | Jaksoittainen (1 x 200-240 V ) [A]  | 4,5                           | 8,3           | 15,6          | 26,4          | 37,0          |
|  | Verkköjännitteen sulakkeet enintään [A]                                   | Katso jaksoa <i>Sulakkeet</i> |               |               |               |               |
|  | Ympäristö   |                               |               |               |               |               |
|  | Arvioitu tehohäviö [W], parhaassa tapauksessa/tyypillinen <sup>1)</sup>   | 12,5/<br>15,5                 | 20,0/<br>25,0 | 36,5/<br>44,0 | 61,0/<br>67,0 | 81,0/<br>85,1 |
|  | IP20-koteloinnin paino [kg]   | 1,1                           | 1,1           | 1,1           | 1,6           | 3,0           |
| Hyötykerroin [%], parhaassa tapauksessa / tyypillinen <sup>1)</sup>                | 95,6/<br>94,5   | 96,5/<br>95,6                 | 96,6/<br>96,0 | 97,0/<br>96,7 | 96,9/<br>97,1 |               |

9

Taulukko 9.1 Verkköjännite 1 x 200 - 240 V AC

1. Nimelliskuormituksella.

## 9.1.2 Verkköjännite 3 x 200 - 240 V AC

| Normaali ylikuormitus 150 % 1 minuutin ajan                                       |   |                               |               |               |               |               |                 |
|---|---|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| Taajuusmuuttaja   |   | PK25                          | PK37          | PK75          | P1K5          | P2K2          | P3K7            |
| Tyypillinen akseliteho [kW]   |   | 0,25                          | 0,37          | 0,75          | 1,5           | 2,2           | 3,7             |
| Tyypillinen akseliteho [hv]   |   | 0,33                          | 0,5           | 1             | 2             | 3             | 5               |
| IP 20   |   | Runko M1                      | Runko M1      | Runko M1      | Runko M2      | Runko M3      | Runko M3        |
| <b>Lähtövirta</b>   |   |                               |               |               |               |               |                 |
|  | Jatkuva (3 x 200-240 V) [A]   | 1,5                           | 2,2           | 4,2           | 6,8           | 9,6           | 15,2            |
|   | Jaksoittainen (3 x 200-240 V) [A]                                       | 2,3                           | 3,3           | 6,3           | 10,2          | 14,4          | 22,8            |
|   | Kaapelin enimmäiskoko:  |                               |               |               |               |               |                 |
|   | (verkkovirta, moottori) [mm <sup>2</sup> / AWG]                         | 4/10                          |               |               |               |               |                 |
| <b>Suurin syöttövirta</b>   |   |                               |               |               |               |               |                 |
|  | Jatkuva (3 x 200-240 V) [A]   | 2,4                           | 3,5           | 6,7           | 10,9          | 15,4          | 24,3            |
|   | Jaksoittainen (3 x 200-240 V) [A]                                       | 3,2                           | 4,6           | 8,3           | 14,4          | 23,4          | 35,3            |
|   | Verkkovirtasulakkeiden maksimi [A]                                      | Katso jaksoa <i>Sulakkeet</i> |               |               |               |               |                 |
|   | Ympäristö   |                               |               |               |               |               |                 |
|   | Arvioitu tehohäviö [W], parhaassa tapauksessa/tyypillinen <sup>1)</sup> | 14,0/<br>20,0                 | 19,0/<br>24,0 | 31,5/<br>39,5 | 51,0/<br>57,0 | 72,0/<br>77,1 | 115,0/<br>122,8 |
|   | IP20-koteloinnin paino [kg]   | 1,1                           | 1,1           | 1,1           | 1,6           | 3,0           | 3,0             |
| Hyötykerroin [%], parhaassa tapauksessa / tyypillinen <sup>1)</sup>               | 96,4/<br>94,9   | 96,7/<br>95,8                 | 97,1/<br>96,3 | 97,4/<br>97,2 | 97,2/<br>97,4 | 97,3/<br>97,4 |                 |

Taulukko 9.2 Verkköjännite 3 x 200 - 240 V AC

1. Nimelliskuormituksella.

## 9.1.3 Verkköjännite 3 x 380 - 480 V AC

| Normaali ylikuormitus 150 % 1 minuutin ajan                         |   |                               |               |               |               |                |                |  |
|---|---|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|--|
| Taajuusmuuttaja   |   | <b>PK37</b>                   | <b>PK75</b>   | <b>P1K5</b>   | <b>P2K2</b>   | <b>P3K0</b>    | <b>P4K0</b>    |  |
| Tyypillinen akseliteho [kW]   |   | <b>0.37</b>                   | <b>0.75</b>   | <b>1.5</b>    | <b>2.2</b>    | <b>3.0</b>     | <b>4.0</b>     |  |
| Tyypillinen akseliteho [hv]   |   | 0,5                           | 1             | 2             | 3             | 4              | 5              |  |
| IP 20   |   | Kehys M1                      | Kehys M1      | Kehys M2      | Kehys M2      | Kehys M3       | Kehys M3       |  |
| Lähtövirta  |   |                               |               |               |               |                |                |  |
|   | Jatkuva (3 x 380-440 V) [A]   | 1,2                           | 2,2           | 3,7           | 5,3           | 7,2            | 9,0            |  |
|   | Jaksoittainen (3 x 380-440 V) [A]   | 1,8                           | 3,3           | 5,6           | 8,0           | 10,8           | 13,7           |  |
|   | Jatkuva (3 x 440-480 V) [A]   | 1,1                           | 2,1           | 3,4           | 4,8           | 6,3            | 8,2            |  |
|   | Jaksoittainen (3 x 440-480 V) [A]   | 1,7                           | 3,2           | 5,1           | 7,2           | 9,5            | 12,3           |  |
|   | Kaapelin enimmäiskoko:<br>(verkkovirta, moottori) [mm <sup>2</sup> / AWG] | 4/10                          |               |               |               |                |                |  |
| Suurin syöttövirta  |   |                               |               |               |               |                |                |  |
|   | Jatkuva (3 x 380-440 V) [A]   | 1,9                           | 3,5           | 5,9           | 8,5           | 11,5           | 14,4           |  |
|   | Jaksoittainen (3 x 380-440 V) [A]   | 2,6                           | 4,7           | 8,7           | 12,6          | 16,8           | 20,2           |  |
|   | Jatkuva (3 x 440-480 V) [A]   | 1,7                           | 3,0           | 5,1           | 7,3           | 9,9            | 12,4           |  |
|   | Jaksoittainen (3 x 440-480 V) [A]   | 2,3                           | 4,0           | 7,5           | 10,8          | 14,4           | 17,5           |  |
|   | Verkköjännitteen sulakkeet enintään [A]                                   | Katso jaksoa <i>Sulakkeet</i> |               |               |               |                |                |  |
|   | Ympäristö   |                               |               |               |               |                |                |  |
|   | Arvioitu tehohäviö [W], parhaassa tapauksessa / tyypillinen <sup>1)</sup> | 18.5/<br>25.5                 | 28.5/<br>43.5 | 41.5/<br>56.5 | 57.5/<br>81.5 | 75.0/<br>101.6 | 98.5/<br>133.5 |  |
| IP20-koteloinnin paino [kg]   | 1,1   | 1,1                           | 1,6           | 1,6           | 3,0           | 3,0            |                |  |
| Hyötykerroin [%], parhaassa tapauksessa / tyypillinen <sup>1)</sup> | 96.8/<br>95.5   | 97.4/<br>96.0                 | 98.0/<br>97.2 | 97.9/<br>97.1 | 98.0/<br>97.2 | 98.0/<br>97.3  |                |  |

Taulukko 9.3 Verkköjännite 3 x 380 - 480 V AC

1. Nimelliskuormituksella.

| Normaali ylikuormitus 150 % 1 minuutin ajan                         |   |                               |                 |                 |                 |                 |                 |  |
|---|---|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| Taajuusmuuttaja   |   | <b>P5K5</b>                   | <b>P7K5</b>     | <b>P11K</b>     | <b>P15K</b>     | <b>P18K</b>     | <b>P22K</b>     |  |
| Tyypillinen akseliteho [kW]   |   | <b>5.5</b>                    | <b>7.5</b>      | <b>11</b>       | <b>15</b>       | <b>18.5</b>     | <b>22</b>       |  |
| Tyypillinen akseliteho [hv]   |   | 7,5                           | 10              | 15              | 20              | 25              | 30              |  |
| IP 20   |   | Kehys M3                      | Kehys M3        | Kehys M4        | Kehys M4        | Kehys M5        | Kehys M5        |  |
| Lähtövirta  |   |                               |                 |                 |                 |                 |                 |  |
|   | Jatkuva (3 x 380-440 V) [A]   | 12,0                          | 15,5            | 23,0            | 31,0            | 37,0            | 42,0            |  |
|   | Jaksoittainen (3 x 380-440 V) [A]   | 18,0                          | 23,5            | 34,5            | 46,5            | 55,5            | 63,0            |  |
|   | Jatkuva (3 x 440-480 V) [A]   | 11,0                          | 14,0            | 21,0            | 27,0            | 34,0            | 40,0            |  |
|   | Jaksoittainen (3 x 440-480 V) [A]   | 16,5                          | 21,3            | 31,5            | 40,5            | 51,0            | 60,0            |  |
|   | Kaapelin enimmäiskoko:<br>(verkkovirta, moottori) [mm <sup>2</sup> / AWG] | 4/10                          |                 | 16/6            |                 |                 |                 |  |
| Suurin syöttövirta  |   |                               |                 |                 |                 |                 |                 |  |
|   | Jatkuva (3 x 380-440 V) [A]   | 19,2                          | 24,8            | 33,0            | 42,0            | 34,7            | 41,2            |  |
|   | Jaksoittainen (3 x 380-440 V) [A]   | 27,4                          | 36,3            | 47,5            | 60,0            | 49,0            | 57,6            |  |
|   | Jatkuva (3 x 440-480 V) [A]   | 16,6                          | 21,4            | 29,0            | 36,0            | 31,5            | 37,5            |  |
|   | Jaksoittainen (3 x 440-480 V) [A]   | 23,6                          | 30,1            | 41,0            | 52,0            | 44,0            | 53,0            |  |
|   | Verkköjännitteen sulakkeet enintään [A]                                   | Katso jaksoa <i>Sulakkeet</i> |                 |                 |                 |                 |                 |  |
|   | Ympäristö   |                               |                 |                 |                 |                 |                 |  |
|   | Arvioitu tehohäviö [W], parhaassa tapauksessa / tyypillinen <sup>1)</sup> | 131.0/<br>166.8               | 175.0/<br>217.5 | 290.0/<br>342.0 | 387.0/<br>454.0 | 395.0/<br>428.0 | 467.0/<br>520.0 |  |
| IP20-koteloinnin paino [kg]   | 3,0   | 3,0                           |                 |                 |                 |                 |                 |  |
| Hyötykerroin [%], parhaassa tapauksessa / tyypillinen <sup>1)</sup> | 98.0/<br>97.5   | 98.0/<br>97.5                 | 97.8/<br>97.4   | 97.7/<br>97.4   | 98.1/<br>98.0   | 98.1/<br>97.9   |                 |  |

Taulukko 9.4 Verkköjännite 3 x 380 - 480 V AC

1. Nimelliskuormituksella.

## Suojaus ja ominaisuudet

- Elektroninen moottorin lämpösuojaus ylikuormitukselta.
- Jäähdytysrivan lämpötilan valvonta varmistaa, että taajuusmuuttaja laukeaa, jos lämpötila nousee liian korkeaksi.
- taajuusmuuttaja on suojattu liittimien U, V, W oikosulkuja vastaan.
- Jos moottorista puuttuu vaihe, taajuusmuuttaja laukaisee ja antaa hälytyksen.
- Jos syöttövaihe puuttuu, taajuusmuuttaja laukaisee tai antaa varoituksen (riippuen kuormituksesta).
- Välipiirin jännitteen tarkkailu varmistaa, että taajuusmuuttaja laukaisee, jos välipiirin jännite on liian pieni tai suuri.
- taajuusmuuttaja on suojattu maadoitusvirheiltä moottoriliittimissä U, V, W.

## Verkkajännite (L1/L, L2, L3/N)

|  |  |
|--|--|
| Syöttöjännite  | 200-240 V $\pm$ 10 %                           |
| Syöttöjännite  | 380-480 V $\pm$ 10 %                           |
| Syöttöverkon taajuus                                   | <b>50/60 Hz</b>                                |
| Syöttövaiheiden välinen tilapäinen maksimiepätasapaino | 3,0 % nimellisverkkojännitteestä               |
| Todellinen tehokerroin ( $\cos\phi$ )                  | $\geq$ 0,4 nimellisestä nimelliskuormituksella |
| Perusaallon tehokerroin ( $\cos\phi$ ) lähellä yhtä    | (> 0,98)                                       |
| KytKentä tulosityötöllä L1/L, L2, L3/N (käynnistyksiä) | enintään 2 kertaa/min.                         |
| Standardin EN60664-1 mukainen ympäristö                | ylijänniteluokka III/liikaantumistaso 2        |

*Yksikkö soveltuu käytettäväksi piirissä, joka ei pysty tuottamaan enempää kuin 100 000 RMS symmetristä ampeeria, 240/480 V maksimi.*

## Moottorilähtö (U, V, W)

|  |   |
|--|---|
| Lähtöjännite   | 0 - 100 % verkkojännitteestä                            |
| Lähtötaajuus   | 0-200 Hz (VVC+), 0-400 Hz (u/f)                         |
| Lähdön kytKentä  | Rajoittamaton   |
| Ramppiajat   | 0,05-3600 sekuntia.                                     |
| Ohjauskaapeli pitemmät ja poikkileikkaukset  |   |
| Moottorikaapelin enimmäispituus, suojattu kaapeli (EMC-vaatimusten mukainen asennus) | 15 m  |
| Moottorikaapelin enimmäispituus, suojaamaton kaapeli                                 | 50 m  |
| Enimmäispoikkileikkaus moottoriin, verkkovirtaan*                                    |   |
| Liitäntä kuorman jakoon / jarruun (M1, M2, M3)                                       | 6,3 mm eristetyt Faston Plug -pistokkeet                |
| Enimmäispoikkileikkaus kuorman jakoon / jarruun (M4, M5)                             | 16 mm <sup>2</sup> /6 AWG                               |
| Ohjausliitinten suurin poikkileikkaus, jäykkä johdin                                 | 1,5 mm <sup>2</sup> /16 AWG (2 x 0,75 mm <sup>2</sup> ) |
| Ohjausliitinten suurin poikkileikkaus, taipuisa kaapeli                              | 1 mm <sup>2</sup> /18 AWG                               |
| Ohjausliitinten suurin poikkileikkaus, sisävaipalla varustettu kaapeli               | 0,5 mm <sup>2</sup> /20 AWG                             |
| Ohjausliitinten pienin poikkileikkaus  | 0,25 mm <sup>2</sup>                                    |

\* Katso lisätietoja verkkojännitettä koskevista taulukoista!

## Digitaalitulot (pulssi-/pulssianturisisäntulot)

|  |                       |
|--|-----------------------|
| Ohjelmoitavat digitaalitulot (pulssi/pulssianturi) | 5 (1)                 |
| Liittimet  | 18, 19, 27, 29, 33,   |
| Logiikka   | PNP tai NPN           |
| Jännitetaso  | 0 - 24 V DC           |
| Jännitetaso, looginen '0' PNP                      | < 5 V DC              |
| Jännitetaso, looginen '1' PNP                      | > 10 V DC             |
| Jännitetaso, looginen '0' NPN                      | > 19 V DC             |
| Jännitetaso, looginen '1' NPN                      | < 14 V DC             |
| Suurin jännite tulossa                             | 28 V DC               |
| Tuloresistanssi, R <sub>i</sub>                    | noin 4 k              |
| Suurin pulssitaajuus liittimessä 33                | 5000 Hz               |
| Pienin pulssitaajuus liittimessä 33                | 20 Hz                 |
| Analogiatulot                                      |                       |
| Analogisia tuloja                                  | 2                     |
| Liittimet  | 53, 60                |
| Jännitetilä (liitin 53)                            | Katkaisin S200=OFF(U) |

|                                |                           |
|--------------------------------|---------------------------|
| Virtatila (liittimet 53 ja 60) | Katkaisin S200=ON(I)      |
| Jännitetaso                    | 0 - 10 V                  |
| Tuloresistanssi, $R_i$         | noin 10 k $\Omega$        |
| Suurin jännite                 | 20 V                      |
| Virta-alue                     | 0/4 - 20 mA (skaalattava) |
| Tuloresistanssi, $R_i$         | noin 200 $\Omega$         |
| Maksimivirta                   | 30 mA                     |

**Analogialähtö**

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| Ohjelmoitavia analogialähtöjä          | 1                                    |
| Liittimet                              | 42                                   |
| Analogialähdön virta-alue              | 0/4 - 20 mA                          |
| Suurin kuorma runkoon analogialähdössä | 500 $\Omega$                         |
| Suurin jännite analogialähdössä        | 17 V                                 |
| Analogialähdön tarkkuus                | Suurin virhe: 0,8 % koko näyttämästä |
| Pyyhkäisyväli                          | 4 ms                                 |
| Analogialähdön resoluutio              | 8 bittiä                             |

**Ohjauskortti, RS-485-sarjaliikenne**

|                                     |                                 |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| Liittimet                           | 68 (TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-) |
| Liitin 61                           | Yhteinen liittimille 68 ja 69   |
| Ohjauskortti, 24 V:n tasavirtalähtö |                                 |
| Liittimet                           | 12                              |
| Maksimikuormitus (M1 ja M2)         | 160 mA                          |
| Maksimikuormitus (M3)               | 30 mA                           |
| Maksimikuormitus (M4 ja M5)         | 200 mA                          |

**Relelähtö**

|  |  |
|--|--|
| Ohjelmoitava relelähtö   | 1                                      |
| Rele 01 Liittimen numero   | 01-03 (auki), 01-02 (kiinni)           |
| Suurin liitinkuorma (AC-1) <sup>1)</sup> liittimissä 01-02 (NO) (vastuskuorma)                           | 250 V AC, 2 A                          |
| Suurin liitinkuorma (AC-15) <sup>1)</sup> liittimissä 01-02 (NO) (induktiivinen kuorma @ $\cos\phi$ 0,4) | 250 V AC, 0,2 A                        |
| Suurin liitinkuorma (DC-1) <sup>1)</sup> liittimissä 01-02 (NO) (vastuskuorma)                           | 30 V DC, 2 A                           |
| Suurin liitinkuorma (DC-13) <sup>1)</sup> liittimissä 01-02 (NO) (induktiivinen kuorma)                  | 24 V DC, 0,1 A                         |
| Suurin liitinkuorma (AC-1) <sup>1)</sup> liittimissä 01-03 (NC) (vastuskuorma)                           | 250 V AC, 2 A                          |
| Suurin liitinkuorma (AC-15) <sup>1)</sup> liittimissä 01-03 (NC) (induktiivinen kuorma @ $\cos\phi$ 0,4) | 250 V AC, 0,2 A                        |
| Suurin liitinkuorma (DC-1) <sup>1)</sup> liittimissä 01-03 (NC) (vastuskuorma)                           | 30 V DC, 2 A                           |
| Pienin liitinkuorma liittimissä 01-03 (NC), 01-02 (NO)   | 24 V DC 10 mA, 24 V AC 20 mA           |
| Standardin EN 60664-1 mukainen ympäristö   | ylijänniteluokka III/likaantumisaste 2 |

1) IEC 60947 osat 4 ja 5

**Ohjauskortti, 10 V DC -lähtö**

|               |                    |
|---------------|--------------------|
| Liittimet     | 50                 |
| Lähtöjännite  | 10,5 V $\pm$ 0,5 V |
| Suurin kuorma | 25 mA              |

**HUOMAUTUS!**

Kaikki tulot, lähdöt, piirit, DC-tulot ja relekontaktit on erotettu galvaanisesti syöttöjännitteestä (PELV) ja muista korkeajännitelaitteista.

## Käyttöympäristöt

|   |   |
|---|---|
| Kotelointi  | IP 20   |
| Kotelointisarja saatavana   | IP 21, TYPE 1   |
| Tärinätesti   | 1,0 g   |
| Suurin suhteellinen kosteus                                       | 5 % - 95 % (IEC 60721-3-3; Luokka 3K3 (kondensoitumaton) käytön aikana) |
| Syövyttävä ympäristö (IEC 60721-3-3), lakattu                     | luokka 3C3  |
| Standardin IEC 60068-2-43 H2S mukainen testimenetelmä (10 päivää) |   |
| Ympäristön lämpötila  | Maks. 40 °C   |

*Redusointi ympäristön korkean lämpötilan johdosta, katso 4.2.2 Redusointi ympäristön lämpötilaa varten*

|   |                 |
|---|-----------------|
| Pienin ympäristön lämpötila, täysi toiminta                 | 0 °C            |
| Pienin ympäristön lämpötila, rajoitettu teho                | - 10 °C         |
| Lämpötila varastoinnin/kuljetuksen aikana                   | -25 - +65/70 °C |
| Enimmäiskorkeus merenpinnan yläpuolella ilman redusointia   | 1000 m          |
| Enimmäiskorkeus merenpinnan yläpuolella redusoinnin jälkeen | 3000 m          |

*Redusointi suuren korkeuden vuoksi, katso erityisolosuhteita käsittelevä jakso*

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Turvallisuusstandardit         | EN/IEC 61800-5-1, UL 508C  |
| EMC-standardit, emissio        | EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011, IEC 61800-3<br>EN 61800-3, EN 61000-6-1/2, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3,<br>EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6 |
| Käytetyt EMC-standardit, sieto |  |

*Katso 4.2 Erityisehto*



## Hakemisto

|  |               |   |    |
|--|---------------|---|----|
| :  |               | F   |    |
| :n Avulla  | LCP 11..... 2 | FC Jah Modbus RTU.....                                  | 67 |
| A  |               | FC-profiiliin Mukaan.....                               | 4  |
| Aktiiviset Asetukset.....                                  | 59            | G   |    |
| Alumiinjohdot.....   | 47            | Galvaaninen Erotus.....                                 | 23 |
| Alustus Kahdella Sormella.....                             | 64            | H   |    |
| AMT  |               | Häiriönsietovaatimukset.....                            | 23 |
| Epäonnistui.....   | 55            | Harmoniset Päästövaatimukset.....                       | 23 |
| Onnistui.....  | 55            | Hävittämisohje.....                                     | 10 |
| Analogiatuloon.....  | 7             | Huomautus.....  | 10 |
| Analogiatulot.....   | 8, 86         | I   |    |
| Analogiset Tulot.....                                      | 86            | Ilmankosteus.....                                       | 12 |
| Arvon.....   | 59            | Indeksi (IND).....                                      | 69 |
| Asennus Korkeille Paikoille.....                           | 10            | Indeksoitujen Parametrien Lukeminen Ja Ohjelmointi..... | 64 |
| Aseta Nopeusraja Ja Ramppiaika.....                        | 55            | IP21/TYPER 1 -koteloitajarja.....                       | 30 |
| Asetuksen Numero.....                                      | 59            | Irrutusmomentti.....                                    | 7  |
| Asetusohjelmisto.....                                      | 59            | J   |    |
| Asetusten Muokkaukset.....                                 | 59            | Jännitetaso.....  | 86 |
| Automaattinen Moottorin Sovitus (AMT).....                 | 55, 62        | K   |    |
| Automaattiset Muutokset Suorituskyvyn Varmistamiseksi..... | 39            | Kaapeleiden Suojaaminen.....                            | 47 |
| C  |               | Kaapelin Pituus Ja Poikkileikkaus.....                  | 47 |
| CE-vaatimusten mukaisuus Ja -merkintä.....                 | 11            | Kaapelin pitimellä.....                                 | 51 |
| D  |               | Käyttöympäristöt.....                                   | 88 |
| DC-jarru.....  | 79            | Kiinteistön hallintajärjestelmänä (BMS).....            | 14 |
| Digit. Tulot.....  | 86            | Kitkamomentti.....                                      | 24 |
| Digitaalitulot (pulssi-/pulssianturisisääntulot).....      | 86            | Konedirektiivi (98/37/ETY).....                         | 11 |
| E  |               | Konfiguraatiotila.....                                  | 62 |
| EMC-direktiivi (89/336/ETY).....                           | 11            | Kytkenät Lähdössä.....                                  | 24 |
| EMC-direktiivin  |               | Kytkenätäajuus.....                                     | 47 |
| 89/336/ETY.....  | 12            | Kytkimet.....   | 54 |
| Mukainen Sähköasennus.....                                 | 47            | L   |    |
| Mukaiset Kaapelit.....                                     | 49            | Lähdön Lukitus.....                                     | 7  |
| EMC-testitulokset (emissio).....                           | 23            | Lähtötaajuuden Pito.....                                | 79 |
| EMC-varotoimet.....  | 66            | Lähtöteho (U, V, W).....                                | 86 |
| Energiansäästö.....  | 13, 15        | Lataa Taajuusmuuttajan Asetukset.....                   | 57 |
| Energiansäästöjen Vertailu.....                            | 14            | LCP   |    |
| Erotus.....  | 30            | LCP.....  | 8  |
| Esimerkki Energiansäästöstä.....                           | 13            | 12.....   | 2  |
| Esivalittu Ohjearvo.....                                   | 62            | LCP-kopiointi.....                                      | 64 |
| ETR.....   | 56            |   |    |

|   |        |  |            |
|---|--------|--|------------|
| <b>Liitin</b>   |        | <b>Ohjauskaapelien</b>   |            |
| 60 Alivirta.....  | 62     | Ohjauskaapelien.....   | 53         |
| 60 Pieni Takaisinkytkentäarvo.....                          | 63     | Pituudet Ja Poikkileikkaukset.....                               | 86         |
| 60 Suodatinaikavakio.....                                   | 63     | <b>Ohjauskaapelit</b> .....                                      | 53         |
| 60 Suuri Takaisinkytkentäarvo.....                          | 63     | <b>Ohjauskortti, 24 V DC-lähtö</b> .....                         | 87         |
| <b>Liitn 60 Ylivirta</b> .....                              | 62     | <b>Ohjausliittimiin</b> .....                                    | 54         |
| <b>Lopullinen Asetusten Määrittäminen Ja Testaus</b> .....  | 54     | <b>Ohjaussana</b> .....  | 4          |
| <b>Lue Rekistereitä (03 HEX)</b> .....                      | 77     | <b>Ohjearvon Käsittely</b> .....                                 | 20         |
| <b>Lukematilassa</b> .....                                  | 60     | <b>Ohjelmistokäynnistintä</b> .....                              | 15         |
| <b>Lyhenteet</b> .....                                      | 6      | <b>Ohjelmistoversio</b> .....                                    | 5          |
| <b>M</b>  |        | <b>Ohjelmoitavalla Logiikkaohjaimella</b> .....                  | 51         |
| <b>Maadoitus</b> .....                                      | 51     | <b>Oikosulku (moottorin Vaihe - Vaihe)</b> .....                 | 24         |
| <b>Määrittelyt</b> .....                                    | 7      | <b>Optiot Ja Lisävarusteet</b> .....                             | 26         |
| <b>Maavuotovirta</b> .....                                  | 58     | <b>P</b>   |            |
| <b>Maksimiohjearvo</b> .....                                | 62     | <b>Päästövaatimukset</b> .....                                   | 22         |
| <b>MCT-10-asetusohjelmisto</b> .....                        | 2      | <b>Päävalikko</b> .....  | 27, 60, 63 |
| <b>Merkkivalot</b> .....                                    | 60     | <b>Päävirtapiiri - Yleiskuva</b> .....                           | 52         |
| <b>Minimiohjearvo</b> .....                                 | 62     | <b>Paikallisohjaus (Hand On) Ja Kauko-ohjaus (Auto On)</b> ..... | 18         |
| <b>Mitä</b>   |        | <b>Parametriarvot</b> .....                                      | 76         |
| Kuuluu Direktiivin Alaisuuteen.....                         | 11     | <b>Parametrit</b>  |            |
| Tarkoittaa CE-vaatimustenmukaisuus Ja -merkintä?.....       | 11     | Asetusten Nopea Siirto Eri Taajuusmuuttajien Välillä.....        | 64         |
| <b>Modbus RTU -protokollan Tukemat Toimintokoodit</b> ..... | 75     | Numero.....  | 59         |
| <b>Modbus-tietoliikennettä Varten</b> .....                 | 66     | Numero (PNU).....  | 69         |
| <b>Modbus-väylän Poikkeuskoodit</b> .....                   | 75     | <b>Parempi Ohjaus</b> .....                                      | 15         |
| <b>Moottorien Rinnankytkentä</b> .....                      | 56     | <b>PC:n Yhdistäminen Taajuusmuuttajaan</b> .....                 | 57         |
| <b>Moottorikaapelit</b> .....                               | 47     | <b>PC-ohjelmistotyökalut</b> .....                               | 57         |
| <b>Moottorilähtö (U, V, W)</b> .....                        | 86     | <b>PELV - Erittäin Pieni Suojajännite</b> .....                  | 23         |
| <b>Moottorin</b>  |        | <b>Pienjännitedirektiivi (73/23/ETY)</b> .....                   | 11         |
| Jännite.....  | 61     | <b>Pika-asetukset</b> .....                                      | 61         |
| Kehittämä Ylijännite.....                                   | 24     | <b>Pika-asetusvalikko</b> .....                                  | 27, 60     |
| KytKentä.....   | 46     | <b>Pika-asetusvalikon Parametrit</b> .....                       | 61         |
| Lämpösuojauksen.....  | 81     | <b>Poikkeukselliset Käyttöolosuhteet</b> .....                   | 24         |
| Lämpösuojaus.....   | 86, 25 | <b>Prosessi SP Takaisinkytkennän Resurssi</b> .....              | 63         |
| Nimellisaika.....   | 7, 62  | <b>Prosessin</b>   |            |
| Nopeuden Alaraja.....                                       | 62     | Eteensyöttökäyttäjä.....   | 63         |
| Nopeuden Yläraja.....                                       | 62     | PI Antiwindup.....   | 63         |
| Suojauksena.....  | 56     | PI Käynn.nopeus.....   | 63         |
| Suunta.....   | 60     | PI Normaali/käänteinen.....                                      | 63         |
| Taajuus.....  | 61     | PI Suhteellinen Vahvistus.....                                   | 63         |
| Teho.....   | 61     | PI:n Integrointi-aika.....                                       | 63         |
| Tyypikilpi.....   | 54     | <b>Protokollan Yleiskuva</b> .....                               | 67         |
| Virta.....  | 61     | <b>PURKAUTUMISAIKA</b> .....                                     | 10         |
| <b>Muunneltavan Virtauksen Ja Paineen Ohjauksen</b> .....   | 15     | <b>R</b>   |            |
| <b>N</b>  |        | <b>Rampin</b>  |            |
| <b>Navigointinäppäimet</b> .....                            | 27, 60 | 1 Nousuaika.....   | 62         |
| <b>Näyttö</b> .....   | 59     | 1 Seisonta-aika.....   | 62         |
| <b>O</b>  |        | <b>RCD</b> .....   | 8, 24      |
| <b>Ohjauksen Rakenteet, Avoin Piiri</b> .....               | 18     | <b>Redusointi Matalan Ilmanpaineen Johdosta</b> .....            | 39         |

|   |           |   |        |
|---|-----------|---|--------|
| Relelähtö.....  | 87        | Tilan.....  | 43     |
| RS485 Asennus Ja Asetukset.....                                   | 65        | Tilasana.....                                       | 80     |
| RS485-väyläliitäntä.....  | 57        | Tilavalikko.....                                    | 60     |
| Rullaus.....  | 7, 80, 79 | Toimintonäppäimet.....                              | 27, 60 |
| Ryömintä.....   | 7, 79     | Turvallisuusmääräykset.....                         | 10     |
| <b>S</b>  |           | Turvallisuuteen Liittyvä Huomautus.....             | 10     |
| S200 Kytkimet 1-4.....  | 54        | Turvamaadoitus.....                                 | 58     |
| Sähköasennus.....   | 47, 53    | Tuuletinten Ja Pumppujen Ohjaukseen.....            | 13     |
| Sanoma Pituus (LGE).....  | 68        | Tyyppi 1 (NEMA).....                                | 30     |
| Sarjaliikenteen.....  | 60        | <b>Tyypikilven</b>                                  |        |
| Sarjaliikenteeseen.....   | 51        | Tiedoista.....                                      | 54     |
| Sarjaliitäntäporttiin.....  | 7         | Tiedot.....   | 54     |
| Suhteellisuuslait.....  | 13        | Tyypikoodin Merkkijonon.....                        | 40     |
| Suljetun Piirin Ohjauksen Rakenne.....                            | 19        | <b>U</b>  |        |
| Suojaa.....   | 23        | UL-ehdon Mukainen.....                              | 45     |
| Suojattuja.....   | 53        | <b>V</b>  |        |
| Suojattujen Ohjauskaapelien Maadoitus.....                        | 51        | VAARALLINEN JÄNNITE.....                            | 10     |
| Suojaukseen.....  | 24        | Vaiheessa.....                                      | 24     |
| Suojauksen.....   | 12        | Välipiirissä.....                                   | 24     |
| <b>Suojaus</b>  |           | Väylän Päättäminen.....                             | 54     |
| Suojaus.....  | 45        | <b>Verkköjännite</b>                                |        |
| Ja Ominaisuudet.....  | 86        | Verkköjännite.....                                  | 83, 84 |
| <b>Suosittelava Alustaminen</b> .....                             | 64        | (L1/L, L2, L3/N).....                               | 86     |
| <b>Suurjännitetesti</b> .....                                     | 58        | 1 X 200 - 240 V AC.....                             | 83     |
| <b>Symbolit</b> .....   | 6         | 3 X 200 - 240 V AC.....                             | 84     |
| <b>Syövyttävät Ympäristöt</b> .....                               | 12        | 3 X 380 - 480 V AC.....                             | 85     |
| <b>T</b>  |           | Verkköjännitetä.....                                | 9      |
| <b>Taajuusmuuttaja</b>  |           | Verkkokatkos.....                                   | 25     |
| Asetukset.....  | 67        | Verkkokytkentä.....                                 | 65     |
| Ja Modbus RTU.....  | 71        | Verkon Konfiguraatio.....                           | 72     |
| Laitteistoasetukset.....  | 65        | Vikavirtarele.....                                  | 24, 51 |
| <b>Taajuusmuuttajan</b>   |           | Virtauksen Vaihtelusta 1 Vuoden Aikana.....         | 15     |
| Käyttö Säästää Rahaa.....   | 16        | Voit Alustaa Taajuusmuuttaja.....                   | 64     |
| Konfiguroija.....   | 40        | Vuotovirta.....                                     | 24     |
| Ohjaaminen.....   | 75        | <b>WVC</b> .....                                    | 9      |
| Tukemat Datatyyppit.....  | 70        | <b>Y</b>  |        |
| <b>TAHATON KÄYNNISTYS</b> .....                                   | 10        | Yksikkö.....  | 60     |
| <b>Tähti/kolmio-käynnistintä</b> .....                            | 15        | Yleiseen Sähköverkkoon.....                         | 23     |
| <b>Takaisinmaksuaika</b> .....                                    | 15        | Yleiskuva Modbus RTU:sta.....                       | 71     |
| <b>Tallenna Taajuusmuuttajan Asetukset</b> .....                  | 57        | Yleistä Sähkömagneettisesta Yhteensopivuudesta..... | 21     |
| <b>Tärinä Ja Iskut</b> .....                                      | 12        | Ylivirtasuojaus.....                                | 45     |
| <b>Tasauskaapeli</b> .....  | 51        | Ympäristön Lämpötila.....                           | 88     |
| <b>Tehokerroin</b> .....  | 9         |   |        |
| <b>Tekijänoikeus, Vastuun Rajoitus Ja Muokkaus-oikeudet</b> ..... | 5         |   |        |
| <b>Termistori</b> .....   | 8         |   |        |
| <b>Tila</b> .....   | 27        |   |        |
| <b>Tilaaminen</b> .....   | 40        |   |        |