

## Sisällysluettelo

<b>1. Tämän Suunnitteluoppaan lukeminen</b>	3
Tekijänoikeus, vastuun rajoitus ja muokkausoikeudet	3
Hyväksynät	4
Symbolit	4
Lyhenteet	5
Määritelmät	5
<b>2. VLT AQUA -taajuusmuuttajan esittely</b>	11
Hävittämisohje	12
CE-merkintä	13
Ilmankosteus	14
Syövyttävät ympäristöt	15
Tärinä ja iskut	15
VLT AQUA -taajuusmuuttajan ohjaus	19
PID	22
Yleistä sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta	31
Galvaaninen erotus (PELV)	33
Vuotovirta	34
Ohjaus jarrutustoiminnolla	35
Mekaanisen jarrun ohjaus	36
Poikkeukselliset käyttöolosuhteet	36
Turvallinen pysäytystoiminto	38
<b>3. VLT AQUA -valikoima</b>	41
Yleiset tekniset tiedot	41
Verkkojännite 3 x 200 - 240 VAC	41
Verkkojännite 3 x 380 - 480 VAC	45
Hyötysuhde	53
Erikoisolosuhteet	57
Redusoinnin tarkoitus	57
Automaattiset muutokset suorituskyvyn varmistamiseksi	60
Mekaaninen mitta	61
Optiot ja lisävarusteet	62
Analoginen I/O-optio MCB 109	68
<b>4. Tilaaminen</b>	75
Tilauslomake	75
Tyyppikoodin teksti	76
Tilausnumerot	77

<b>5. Asentaminen</b>	81
Mekaaninen asennus	81
Varustelaukku	81
Sähköasennus	83
Ylimääräisille kaapeleille tehtyjen talttausten poistaminen	83
Ohjausliitinten käyttö	90
Sähköasennus, Ohjausliittimet	91
Lopullinen asetusten määrittäminen ja testaus	94
Lopullinen asetusten määrittäminen ja testaus	94
Turvapysäytyksen asentaminen	96
Turvapysäytyksen käyttöönottotesti	97
Lisäliitännät	97
Muiden liitännöiden asennus	100
Turvallisuus	103
EMC-direktiivin mukainen asennus	103
Vikavirtarele	108
<b>6. Sovellusesimerkkejä</b>	109
<b>7. RS-485-asennus ja asetukset</b>	119
RS-485-asennus ja asetukset	119
FC-protokollan yleiskuva	122
Verkon konfiguraatio	123
FC-protokollan viestikehysrakenteet	123
Esimerkkejä	128
Yleiskuva Modbus RTU:sta	129
VLT AQUA, jossa Modbus RTU	129
Modbus RTU:n viestintäkehysrakenteet	130
Parametrien muokkaaminen	134
Esimerkkejä	135
Danfoss FC:n ohjausprofiili	140
<b>8. Vianmäärittäminen</b>	147
<b>Hakemisto</b>	154

# 1. Tämän Suunnitteluoppaan lukeminen

# 1

## 1.1.1. Tekijänoikeus, vastuun rajoitus ja muokkausoikeudet

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

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

Vaikka Danfoss A/S on testannut ja tarkastanut tämän käyttöohjeen sisältämät asiakirjat, Danfoss A/S ei takaa tai väitä suoraan eikä välillisesti tämän dokumentaation laatua, toimivuutta tai sopivuutta tiettyyn käyttötarkoitukseen.

Missään tilanteessa Danfoss A/S 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 A/S ei vastaa mistään kuluista, mukaan lukien menetetyistä tuotosta tai voitosta, laitteiden menettämisestä tai vaurioitumisesta, tietokoneohjelmien menettämisestä, tietojen häviämisestä tai niiden korvaamisesta aiheutuvat kulut tai kolmansien osapuolten esittämät vaatimukset mutta niihin rajoittumatta.

Danfoss A/S 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.

Tämä Suunnitteluopas esittelee kaikki VLT AQUA Drive -taajuusmuuttajasi näkökohdat.

### Saatavilla olevaa kirjallisuutta VLT AQUA -taajuusmuuttajasta

- Käyttöohjeet MG.20.MX.YY sisältävät tarvittavat tiedot taajuusmuuttajan saamiseksi käyttökuntoon.
- Taajuusmuuttajan Suunnitteluopas MG.20.NX.YY sisältää kaikki taajuusmuuttajan tekniset tiedot sekä asiakkaan suunnittelua ja sovelluksia.
- Ohjelmointiopas MG.20.OX.YY sisältää tietoa ohjelmoinnista ja täydelliset parametrien kuvaukset.

X = uuden laitoksen numero

YY = kielikoodi

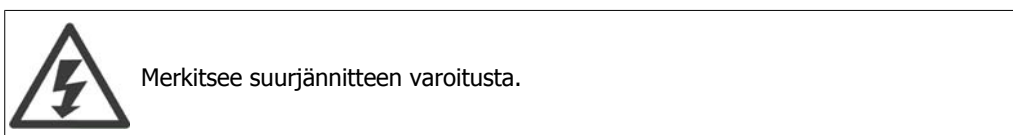
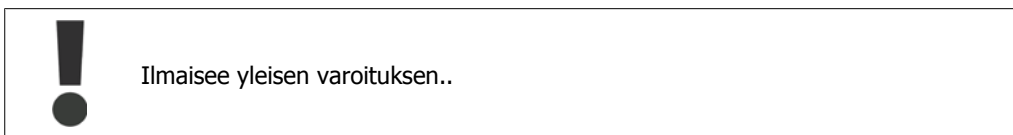
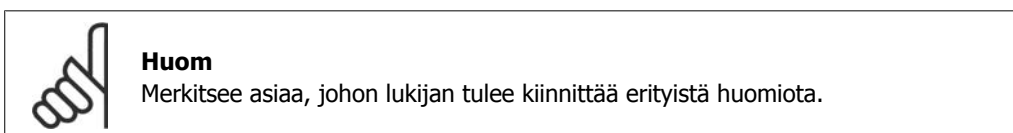
Danfoss Drivesin tekninen kirjallisuus on saatavana myös verkosta osoitteesta [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation).

### 1.1.2. Hyväksynät



### 1.1.3. Symbolit

Tässä oppaassa käytetyt symbolit.



### 1.1.4. Lyhenteet

Vaihtovirta	AC
American Wire Gauge	AWG
Ampeeri/AMP	A
Automaattinen moottorin sovitus	AMA
Virtaraja	I <sub>LIM</sub>
Celsius-astetta	°C
Tasavirta	DC
Riippuu taajuusmuuttajasta	D-TYPE
Sähkömagneettinen yhteensopivuus	EMC
Sähköinen lämpörele	ETR
taajuusmuuttaja	FC
Gramma	g
Hertsi	Hz
Kilohertsi	kHz
Paikallisojohduspaneeli	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>
Parametri	par.
Erittäin pieni suojajännite	PELV
Painettu piirilevy	PCB
Vaihtosuuntaajan nimellinen lähtövirta	I <sub>INV</sub>
kierrosta minuutissa	r/min
Sekunti	s
Momenttiraja	T <sub>LIM</sub>
Voltia	V

### 1.1.5. Määritelmät

#### Taajuusmuuttaja:

$I_{VLT,MAX}$

Suurin lähtövirta.

$I_{VLT,N}$

Taajuusmuuttajan syöttämä nimellislähtövirta.

$U_{VLT,MAX}$

Suurin lähtöjännite.

#### Tulo:

##### Ohjaukäsäky

Voit käynnistää ja pysäyttää kytketyn moottorin paikallisojohduspaneelin ja digitaalitulojen avulla. Toiminnot on jaettu kahteen ryhmään.

Ryhmän 1 toiminnot ovat etusijalla ryhmän 2 toimintoihin nähden.

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).

**1** $f_M$ 

Moottorin taajuus.

 $f_{MAX}$ 

Moottorin maksimitaajuus.

 $f_{MIN}$ 

Moottorin minimitaajuus.

 $f_{M,N}$ 

Moottorin nimellistaajuus (tyypikilven tiedot).

 $I_M$ 

Moottorin virta.

 $I_{M,N}$ 

Moottorin nimellisvirta (tyypikilven tiedot).

 $n_{M,N}$ 

Moottorin nimellisaika (tyypikilven tiedot).

 $P_{M,N}$ 

Moottorin nimellisteho (tyypikilven tiedot).

 $T_{M,N}$ 

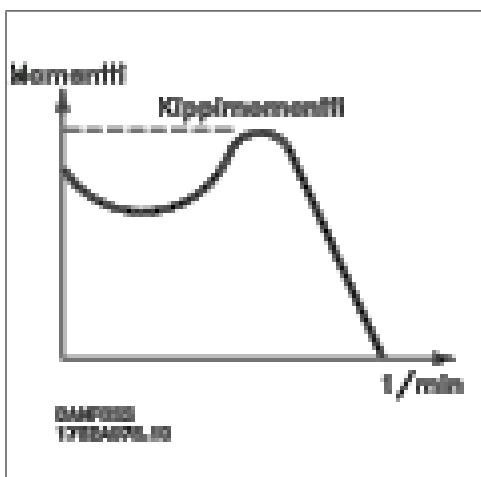
Moottorin nimellismomentti.

 $U_M$ 

Moottorin hetkellisyännite.

 $U_{M,N}$ 

Moottorin nimellisyännite (tyypikilven tiedot).

 $\eta_{VLT}$ 

Taajuudenmuuttajan hyötysuhde määritetään tehölähdön ja tehosyötön välisenä suhteena.

Käynnistyksenestokäsä

Ryhmän 1 pysäytyskäsä - katso kyseinen ryhmä.

Pysäytyskäsky  
Katso Ohjauskäskyt.

#### **Ohjearvot:**

Analoginen ohjearvo  
Analogiatuloihin 53 tai 54 lähetetty signaali voi olla jännite tai virta.

Väyläohjearvo  
Sarjaliitännäporttiin (FC-porttiin) lähetetty signaali.

Esiasetettu ohjearvo  
Määritetty esivalittu ohjearvo on määritettävä väliltä 1-100 % - +100 % ohjearvoalueesta. Kahdeksan esiasetetun ohjearvon valinta digitaali liittimien kautta.

Pulssiohjearvo  
Digitaalituloihin (liitin 29 tai 33) lähetetty pulssitaajuussignaali.

Ref<sub>MAX</sub>  
Määrittää ohjearvotulon ja näin saatavan ohjearvon välisen suhteen 100 % koko asteikon arvolla (tyypillisesti 10 V, 20 mA). Suurin par. 3-03 määritetty ohjearvo.

Ref<sub>MIN</sub>  
Määrittää ohjearvotulon ja näin saatavan ohjearvon suhteen 0 % arvolla (tyypillisesti 0 V, 0 mA, 4 mA). Parametrissa 3-02 määritetty pienin ohjearvo.

#### **Muut:**

Analogiatulot  
Analogiatuloilla ohjataan taajuusmuuttajan eri 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 sovitin (Automatic Motor Adaptation, AMA)  
AMA-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  
Vakiomomenttikäyttäytymistä käytetään pumppujen ja puhaltimien kanssa.

Digit. tulot  
Digitaalituloilla voidaan ohjata taajuusmuuttajan eri toimintoja.

Digit. lähdöt

Taajuusmuuttajassa on kaksi vakaan tilan lähtöä, jotka tuottavat 24 V:n (maks. 40 mA) tasavirtasignaalin.

DSP

Digitaalinen signaaliprosessori.

Relelähdöt:

Taajuusmuuttajassa on kaksi ohjelmoitavaa relelähtöä.

ETR

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

GLCP:

graafinen paikallishjauspaneeli (LCP102)

Alustaminen

Jos alustaminen suoritetaan (par. 14-22), taajuusmuuttajan ohjelmoitavat parametrit palaavat oletusasetuksiinsa.

Keskeytyvä käyttöjakso

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

LCP

Paikallishjauspaneeli (LCP) muodostaa täydellisen taajuusmuuttajan ohjaus- ja ohjelmointiliittymän. Ohjauspaneelin voi irrottaa, ja sen voi asentaa enintään 3 metrin päähän taajuusmuuttajasta, esim sähkökaapin oveen mukana toimitetulla asennussarjalla.

Paikallishjauspaneelista on saatavana kahta versiota:

- Numeerinen LCP101 (NLCP)
- Graafinen LCP102 (GLCP)

lsb

Vähiten merkitsevä bitti.

MCM

Lyhenne termistä Mille Circular Mil, joka on amerikkalainen kaapelin poikkileikkauksen mittayksikkö. 1 MCM  $\equiv$  0,5067 mm<sup>2</sup>.

msb

Eniten merkitsevä bitti.

NLCP

Numeerinen paikallishjauspaneeli LCP101

On-line/off-line-parametrit

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

PID-säädin

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



### RCD

Vikavirtarele.

### Asetukset

Voit tallentaa parametriasetukset neljään eri asetukseen. Muutos neljän parametriasetuksen välillä ja yhden asetuksen muokkaus, kun toinen asetus on aktiivinen.

### SFAVM

KytKentäkuvio nimeltä Stator Flux oriented Asynchronous Vector Modulation (par. 14-00).

### 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).

### Laukaisu

Tila, johon siirrytään vikatilanteissa, esim. jos taajuusmuuttaja ylikuumenee tai jos se suojelee moottoria, prosessia tai mekanisme. Uudelleenkäynnistys ei ole mahdollista, ennen kuin vian syy on poistettu ja laukaisutilasta poistuttu aktivoimalla uudelleenkäynnistys 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 puutumista, esim. jos se 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.

### VVCplus

Tavanomaiseen jännite/taajuus- ohjaukseen verrattuna jännitteen vektoriohjaus (VVC<sup>plus</sup>) tarjoaa paremman dynamiikan ja vakavuuden sekä nopeuden ohjearvon että kuormitusmomentin muutuksessa.

### 60° AVM

KytKentätapa, jonka nimi on 60°Asynchronous Vector Modulation (par. 14-00).

### 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:

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

Tehokerroin ilmaisee, missä määrin taajuusmuuttaja kuormittaa verkkovirran syöttöä. Mitä alhaisempi tehokerroin, sitä korkeampi tulovirta ( $I_{RMS}$ ) samaa kW-tehoa kohti.

$$I_{RMS} = \sqrt{I_1^2 + I_3^2 + I_5^2 + \dots + I_n^2}$$

Suuri tehokerroin viittaa myös harmonisten virtojen pienuuteen.

Taajuusmuuttajan sisäänrakennetut tasavirtakäämit tuottavat suuren tehokertoimen, mikä minimoi verkkovirran syöttöön kohdistuvan kuormituksen.

## 2. VLT AQUA -taajuusmuuttajan esittely

2

### 2.1. Turvallisuus

#### 2.1.1. Turvallisuuteen liittyvä huomautus



Taajuusmuuttajassa esiintyy vaarallisia jännitteitä, kun se on kytkettynä verkkoon. Moottorin, taajuusmuuttajan tai kenttäväylän virheellinen asennus saattaa johtaa laite- ja henkilövahinkoihin, jopa kuolemaan. Noudata sen vuoksi tämän Käyttöop-  
paan ohjeita sekä kansallisia ja paikallisia turvallisuusmääräyksiä.

##### Turvaohjeet

1. Virransyöttö taajuusmuuttajaan tulee olla katkaistuna, kun suoritetaan korjaustöitä. Varmista, että verkkovirta on katkaistu ja riittävä aika on kulunut ennen moottorin ja verkkovirran pistokkeiden irrotusta.
2. [STOP/RESET]-painike taajuusmuuttajan ohjauspaneelissa ei katkaise virransyöttöä laitteelle, eikä sitä siksi saa käyttää turvakytkimenä.
3. Laite pitää yhdistää oikein maahan. Käyttäjä pitää suojata verkkojännitteeltä ja moottori pitää suojata ylikuormituksesta voimassaolevien kansallisten ja paikallisten määräysten mukaan.
4. Vuotovirta maahan ylittää 3,5 mA.
5. Moottorin ylikuormitussuojaus asetetaan parametrissa 1-90 *Moottorin lämpösuojaus*. Jos tämä toiminto halutaan, aseta parametrin 1-90 data-arvoksi [ETR-laukaisu] (oletusarvo) tai data-arvo [ETR-varoitus]. Huom: Toiminto alustetaan 1,16 -kertaisella moottorin virralla ja moottorin nimellistaajuudella. Pohjois-Amerikan markkinoita varten: ETR-toiminto antaa NEC:n mukaisen luokan 20 moottorin ylikuormitussuojan.
6. Älä irrota moottorin ja verkkovirran pistokkeita, kun taajuusmuuttaja on kytketty sähköverkkoon. Varmista, että verkkovirta on katkaistu ja riittävä aika on kulunut ennen moottorin ja verkkovirran pistokkeiden irrotusta.
7. Huomaa, että taajuusmuuttajassa on L1:n, L2:n ja L3:n lisäksi muitakin jännitetuloja, kun kuormituksenjako on käytössä (DC-välipiirit on kytketty yhteen) ja ulkoinen 24 V DC on asennettu. Varmista, että kaikki jännitetulot on kytketty irti ja riittävä aika kulunut ennen korjaustöiden aloittamista.

##### Asennus korkeille paikoille



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

##### Varoitus ei-toivotusta käynnistyksestä

1. Moottori voidaan saada seis-tilaan digitaalikäskyillä, väyläkäskyillä, ohjearvoilla tai paikallispy-  
säytyksellä, vaikka taajuusmuuttaja on koko ajan liitettynä syöttöverkkoon. Jos henkilöturvallisuus  
vaatii ennalta arvaamattoman käynnistykseen estämisen, nämä pysäytystoiminnot eivät ole riittä-  
viä. 2. Moottori saattaa käynnistyä parametrien käsittelyn yhteydessä. Aktivoi siksi aina pysäytys-  
painike [STOP/RESET]. Sen jälkeen voidaan tehdä datamuutoksia. 3. Pysähtynyt moottori saattaa  
käynnistyä, jos taajuusmuuttajan elektroniikka vioittuu tai jos tilapäinen ylikuormitustilanne, syöt-  
töverkossa oleva vika tai moottoriliitännässä oleva vika poistuu.



##### Varoitus:

Sähköisten osien koskettaminen voi olla hengenvaarallista myös laitteen virransyöt-  
tön katkaisun jälkeen.

Varmista myös, että muut jännitelähteet, esimerkiksi ulkoinen 24 V DC, kuormituksenjako (välipiirin tasajännitteen linkitys), on kytketty irti kuten myös moottorin liitäntä kineettiseen varmistukseen.

Katso lisää turvallisuusohjeita **VLT® AQUA Drive -taajuusmuuttajan käyttöohjeista MG.20.MX.YY.**

2

### 2.1.2. Huomautus



Taajuusmuuttajan DC-välipiirin kondensaattorit jäävät ladatuiksi, vaikka virta on katkaistu. Sähköiskuvaaran välttämiseksi taajuusmuuttaja on irrotettava sähköverkosta ennen huollon suorittamista. Odota vähintään seuraava aika ennen taajuusmuuttajan huoltamista:

Jännite	Min. Odotusaika	
	4 min.	15 min.
200 - 240 V	1,1 - 3,7 kW	5,5 - 45 kW
380 - 480 V	1,1 - 7,5 kW	11 - 90 kW

Huomaa, että DC-välipiirissä voi olla suuri jännite silloinkin, kun LED-merkkivalot eivät pala.

### 2.1.3. Hävittämisohe



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

## 2.2. Ohjelmistoversio

**VLT AQUA -taajuusmuuttaja**  
**Suunnitteluopas**  
**Ohjelmistoversio: 1.00**



Tämä suunnitteluopas koskee kaikkia VLT AQUA - sarjan taajuusmuuttajia, joiden ohjelmistoversio on 1.00.

Ohjelmistoversion numero käy ilmi parametrissa 15-43.

## 2.3. CE-merkintä

### 2.3.1. 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. Taajuusmuuttajia 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 on toimitettu koneessa käytettäväksi, toimitamme taajuusmuuttajan turvalliseen käyttöön liittyviä tietoja. 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 AC- ja 75 - 1 500 V 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.

### 2.3.2. Mitä kuuluu direktiivin alaisuuteen

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

1. Taajuusmuuttaja myydään suoraan loppukäyttäjälle. Taajuusmuuttaja myydään esimerkiksi rautakaupassa. Loppukäyttäjä ei ole ammattilainen. Hän asentaa taajuusmuuttajan itse, esimerkiksi sähkötyökalun tai kotitalouskoneen ohjaukseen. Tässä tapauksessa taajuusmuuttaja pitää varustaa EMC-direktiivin mukaisella CE-merkillä.
2. Taajuusmuuttaja on tarkoitettu osaksi suurempaa laitteistoa. Tehtaan asentajat ovat alan ammattilaisia. Tällainen voi olla esimerkiksi täydellinen tuotanto- tai lämmitys-/ilmastointilaitteisto. Asennuksen suunnittelee ja suorittaa ammattimainen asennusliike. Tällaista taajuusmuuttajaa ja 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.

### 2.3.3. Danfossin VLT-taajuusmuuttaja ja CE-merkintä

CE-merkintä on myönteinen asia, kun sitä käytetään alkuperäiseen tarkoitukseensa, kaupan helppottamiseen EU:n ja EFTAn 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 taajuudenmuuttaja 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 mielellään, jotta saavuttaisit parhaan mahdollisen EMC-tuloksen.

### 2.3.4. EMC-direktiivin 89/336/ETY vaatimusten mukaisuus

Kuten edellä mainittiin, taajuusmuuttajaa käyttävät 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 testausasojen vaatimukset täytetään noudattamalla EMC-direktiivin mukaisia asennusohjeita, katso *Sähköasennus*.

## 2.4. Ilmankosteus

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

## 2.5. Syövyttävät ympäristöt

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



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

Nesteet 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. Ylimääräiseksi suojaksi voidaan tilata optiona pinnoitettuja painettuja piirikortteja.

Pölyhiukkasten kaltaiset leijuvat hiukkaset voivat aiheuttaa mekaanisia, sähköisiä tai lämpövikoja taajuusmuuttajassa. Tyypillisesti liiallinen ilman hiukkaspitoisuus ilmenee pölykertymänä taajuusmuuttajan tuulettimen läheisyydessä. Erittäin pölyisissä olosuhteissa kannattaa käyttää IP 54 -koteloa tai IP 00-/IP 20-/tyyppi 1 -laitteiden kotelointia.

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

Tällöin kemialliset reaktiot vaurioittavat elektronisia komponentteja nopeasti. Tällaisissa ympäristöissä kannattaa käyttää raitisilmatuuletettua koteloa, joka estää syövyttävien kaasujen pääsyn taajuusmuuttajaan.

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



### Huom

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 ilmaisevat, 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 kaapelipäiden mustumisena.

## 2.6. 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:  
IEC/EN 60068-2-64:Tärinä (sinimuotoinen) - 1970  
Sattumanvarainen laajakaistavärähtely

## 2

## 2.7. Edut

### 2.7.1. Miksi käyttää taajuusmuuttajaa tuuletinten ja pumppujen ohjaukseen?

Taajuusmuuttaja hyödyntää sitä, että keskipakotuulettimet ja -pumput nudattavat tällaisten tuuletinten ja puhallinten suhteellisuuslakeja. Katso lisätietoja tekstistä *Suhteellisuuslait*.

### 2.7.2. 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.

### 2.7.3. Esimerkki energiansäästöstä

Kuten kuvasta (suhteellisuuslait) käy ilmi, virtausta säädellään kierrosnopeutta 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

Kuva 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

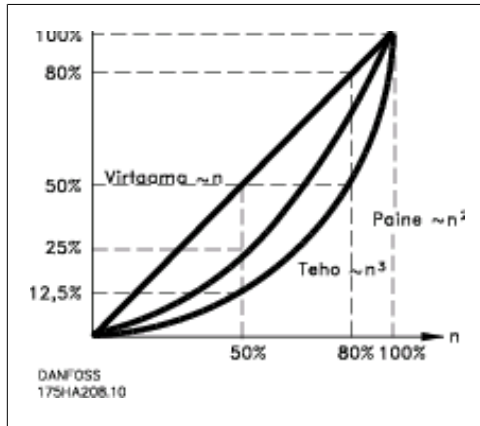
H<sub>1</sub> = nimellispaine

n<sub>1</sub> = nimellinopeus

H<sub>2</sub> = alentunut paine

n<sub>2</sub> = alentunut nopeus





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

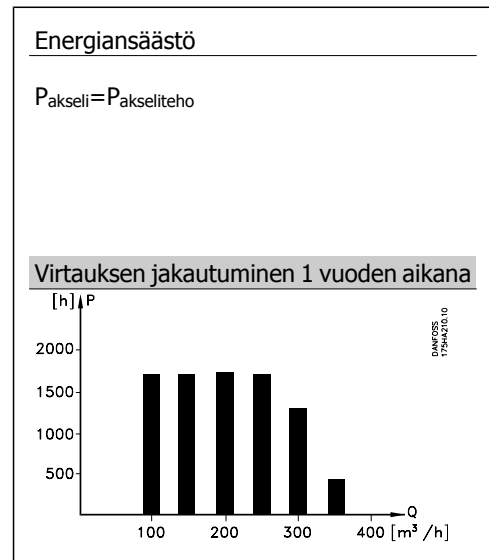
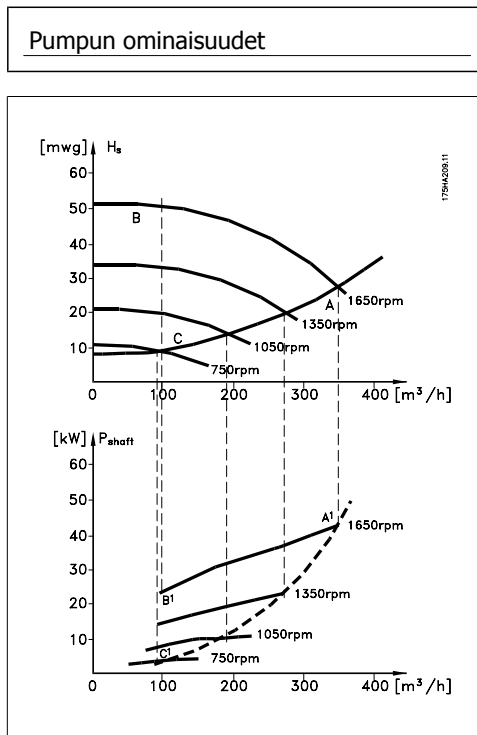
$$\text{Paine} : \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

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

### 2.7.4. 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. Takaisinmaksujakso riippuu kWh-hinnasta ja taajuusmuuttajan hinnasta. Tässä esimerkissä se on alle vuosi verrattuna venttiileihin ja vakionopeuteen.



m <sup>3</sup> /h	Jakautuminen		Venttiiliohjaus		Ohjaus taajuusmuuttajalla	
	%	Tun- tia	teho	Kulutus	teho	Kulutus
			A <sub>1</sub> - B <sub>1</sub>	kWh	A <sub>1</sub> - C <sub>1</sub>	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>	100	8760		275.064		26.801

### 2.7.5. 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 tuulettimen tai pumpun nopeuden järjestelmän uusiin virtaus- tai paineolosuhteisiin.

Yksinkertainen prosessinohjaus (virtaus, taso tai paine) sisäänrakennetulla PID-ohjauksella.

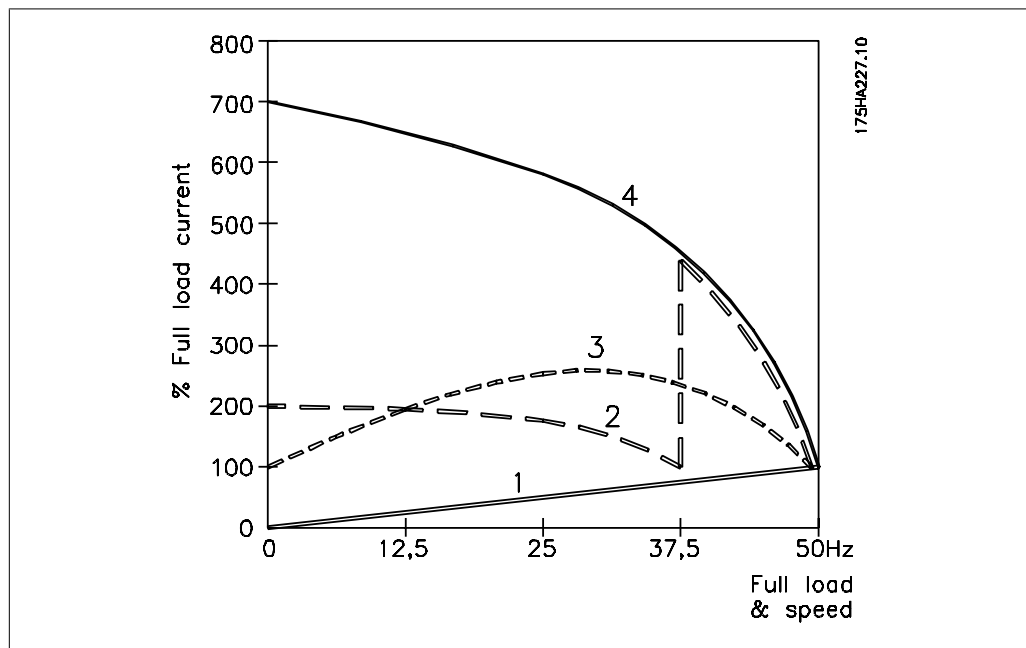
### 2.7.6. Cos φ -kompensointi

Yleisesti ottaen taajuusmuuttaja, jonka cos φ on 1, korjaa tehokertoimen korjauksen moottorin cos φ -tekijälle, mikä tarkoittaa, että moottorin cos φ -tekijää ei tarvitse huomioida tehokertoimen korjausyksikköä mitoitettaessa.

## 2.7.7. 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 moottorikäynnistimiä ei tarvita, jos käytössä on taajuusmuuttaja.

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



- 1 = VLT AQUA Drive -taajuusmuuttaja
- 2 = Tähti/kolmio-käynnistin
- 3 = Ohjelmistokäynnistin
- 4 = Käynnistä suoraan verkkovirralla

## 2.8. VLT AQUA -taajuusmuuttajan ohjaus

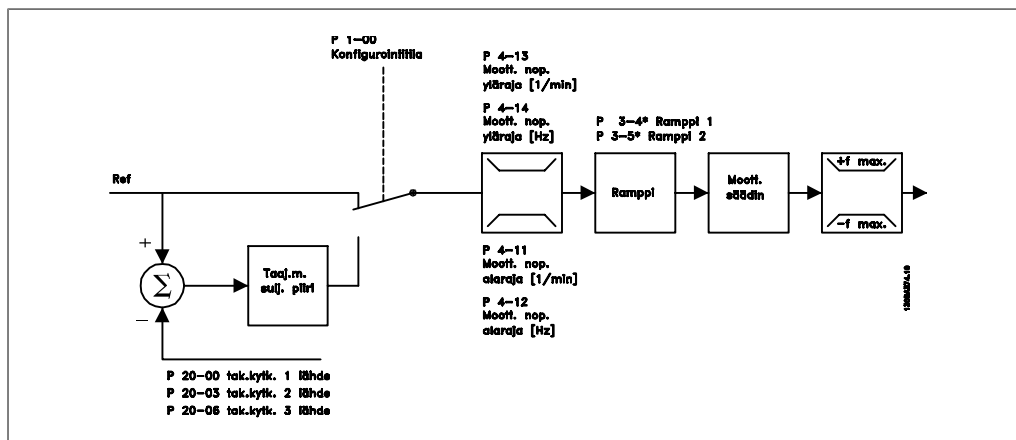
### 2.8.1. Ohjausperiaate

Taajuusmuuttaja tasasuuntaa vaihtojännitteen tasajännitteeksi ja muuttaa sen jälkeen tasajännitteen vaihtojännitteeksi, jonka amplitudia ja taajuutta voidaan säätää.

Moottorin syöttöjännitteen/-virran ja -taajuuden säädettävyyden tekee mahdolliseksi säätää portaattomasti vakio kolmivaiheisen vaihtovirtamoottorin pyörimisnopeutta.

## 2.8.2. Ohjauksen rakenne

Ohjauksen rakenne avoimen piirin ja suljetun piirin kokoonpanoina:



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

Valitse *Suljettu piiri* [3] parametrissa 1-00, jos haluat käyttää PID-säädintä esim. ohjattavan sovelluksen virtauksen, tason tai paineen ohjaukseen suljetun piirin avulla. PID-säätimet kuuluvat par.ryhmään 20-\*\*.

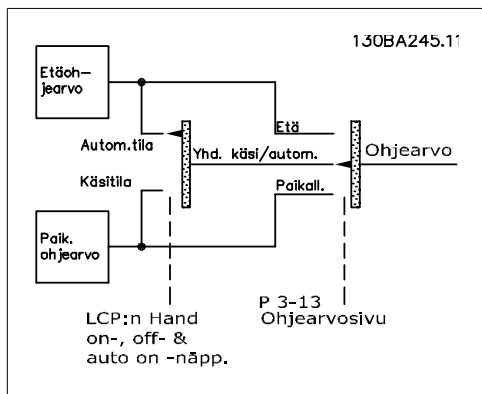
## 2.8.3. Paikallishaus (Hand On) ja kauko-ohjaus (Auto On)

Taajuusmuuttajaa voi ohjata käsin paikallishauspaneelin avulla (LCP) tai kauko-ohjauksella analogisten ja digitaalisten tulojen ja sarjaväylän avulla.

Jos tämä on sallittu parametreissa 0-40, 0-41, 0-42 ja 0-43, taajuusmuuttajan voi käynnistää ja sammuttaa paikallishauspaneelilla [Hand ON]- ja [Off]-näppäimillä. Hälytykset voi kuitata [RE-SET]-näppäimellä. Kun olet painanut [Hand On] -näppäintä, taajuusmuuttaja siirtyy käsikäyttötilaan ja noudattaa (oletuksena) paikallista ohjearvoa, joka on määritetty paikallishauspaneelin nuolinäppäimillä.

Kun olet painanut [Auto On] -näppäintä, taajuusmuuttaja siirtyy automaattitilaan ja noudattaa (oletuksena) etäkäytön ohjearvoa. Tässä tilassa taajuusmuuttajaa voi ohjata digitaalisten tulojen ja erilaisten sarjaliäntöjen avulla (RS-485, USB tai optiona saatava kenttäväylä). Katso lisätietoja käynnistyksestä, pysäytyksestä, ramppien vaihtamisesta ja parametriasetuksista par.ryhmästä 5-1\* (digitaali-tulot) tai par.ryhmästä 8-5\* (sarjaliikenne).





**Aktiivinen ohjearvo ja konfigurointitila**

Aktiivinen ohjearvo voi olla joko paikallinen ohjearvo tai etäkäytön ohjearvo.

Parametrissa 3-13 *Ohjearvon paikka* paikallisen ohjearvon voi valita pysyvästi valitsemalla vaihtoehdon *Paikallinen* [2].

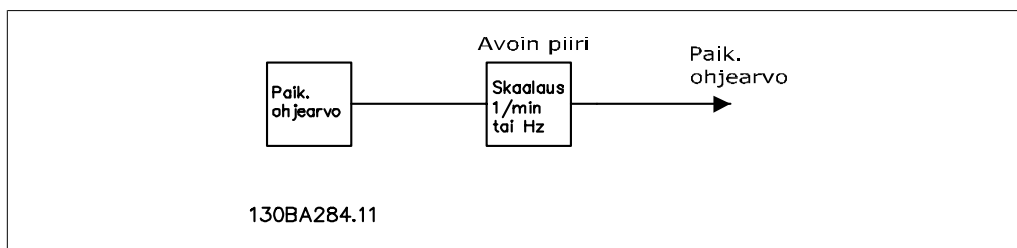
Jos haluat valita pysyvästi etäohjearvon, valitse *Etä* [1]. Kun valitset *Yht. käsi/aut.käytt.* [0] (oletus), ohjearvon paikka riippuu siitä, mikä tila on aktiivinen. (Käsi käyttö- tai auto maattitila).

Käsi. pois Autom LCP-näppäimet	Ohjearvon paikka Par. 3-13	Aktiivinen ohjearvo
Käsi	Yhteys käsi-/autom.käyttöön	Paikallinen
Käsi -> Seis	Yhteys käsi-/autom.käyttöön	Paikallinen
Autom	Yhteys käsi-/autom.käyttöön	Etä
Autom. -> Seis	Yhteys käsi-/autom.käyttöön	Etä
Kaikki näppäimet	Paikallinen	Paikallinen
Kaikki näppäimet	Etä	Etä

Taulukosta näkyy, millä ehdoilla joko paikallinen ohjearvo tai etäohjearvo on aktiivinen. Toinen niistä on aina aktiivinen, mutta molemmat eivät voi olla aktiivisia samaan aikaan.

Par. 1-00 *Konfiguraatiotila* ratkaisee, millaista sovelluksen ohjausperiaatetta (esim. avoin piiri tai suljettu piiri) käytetään, kun etäohjearvo on aktiivinen (katso ehdot yllä olevasta taulukosta).

**Ohjearvojen käsittely - Paikallisohjearvo**

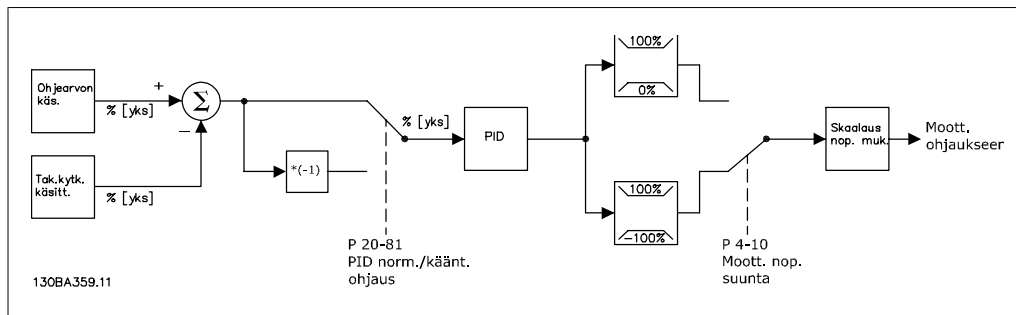


## 2.9. PID

### 2.9.1. Suljetun piirin (PID) säädin

Taajuusmuuttajan suljetun piirin säätimen ansiosta taajuusmuuttajasta on mahdollista tehdä ohjatun järjestelmän kiinteä osa. Taajuusmuuttaja saa takaisinkytkentäsignaalin järjestelmässä olevalta anturilta. Sen jälkeen se vertaa tätä takaisinkytkentää asetuspisteen ohjearvoon ja määrittää näiden kahden signaalin välisen mahdollisen virheen. Sen jälkeen 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 taajuusmuuttajaan 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 suurentaakseen pumpun synnyttämää painetta.



#### Huom

Vaikka taajuusmuuttajan suljetun piirin säätimen oletusarvoilla saavutetaan usein tyydyttäviä tuloksia, järjestelmän ohjaus voidaan usein optimoida säätämällä joitakin suljetun piirin säätimen parametreja. On myös mahdollista säätää PI-vakioita automaattisesti.

Kuva on lohkokkaavio taajuusmuuttajan suljetun piirin säätimestä. Ohjearvon käsittelylohkon ja takaisinkytkennän käsittelylohkon tiedot selostetaan omissa jaksoissaan alempana.

Seuraavat parametrit ovat olennaisia yksinkertaisessa PID-säätösovelluksessa:

Parametri	Toiminnon kuvaus
Takaisinkytkentä 1 par. 20-00 Lähde	Valitse lähde takaisinkytkennälle 1. Tämä on yleisimmin analoginen tulo, mutta muitakin lähteitä on käytettävissä. Käytä tämän tulon skaalausta saadaksesi asianmukaiset arvot tälle signaalille. Oletusasetuksena analoginen tulo 54 on takaisinkytkennän 1 oletuslähde.
Ohjearvo/ tak.kytk.yks par 20-12	Valitse asetuspisteen ohjearvon yksikkö ja taajuusmuuttajan suljetun piirin säätimen takaisinkytkentä. Huom: Koska muunnosta voidaan soveltaa takaisinkytkentäsignaaliin ennen kuin suljetun piirin säädin käyttää sitä, ohjearvo/takaisinkytkentäsignaali (par. 20-12) ei välttämättä ole sama kuin takaisinkytkennän lähteen yksikkö (par. 20-02, 20-05 ja 20-08).
PID:n normaali/ käänteinen ohjaus par. 20-81	Valitse <i>Normaali</i> [0], jos moottorin nopeutta tulisi vähentää, kun takaisinkytkentä on suurempi kuin asetuspisteen ohjearvo. Valitse <i>Käänteinen</i> [1], jos moottorin nopeutta tulisi lisätä, kun takaisinkytkentä on suurempi kuin asetuspisteen ohjearvo.
PID:n suhteellinen vahvistus par. 20-93	Tämä parametri säätää taajuusmuuttajan suljetun piirin tehoa, jota säädetään takaisinkytkennän ja asetuspisteen ohjearvon erotuksen perusteella. Nopea säätimen vastaus saadaan, kun tämä arvo on suuri. Jos kuitenkin käytetään liian suurta arvoa, taajuusmuuttajan lähtötaajuus voi muuttua epävakaaksi.
PID:n integrointiai- ka par. 20-94	Integraattori lisää (integroi) aikaan takaisinkytkennän ja asetuspisteen ohjearvon välisen virheen. Tämä on tarpeen sen varmistamiseksi, että virhe olisi lähellä nollaa. Nopea säätimen vastaus saadaan, kun tämä arvo on pieni. Jos kuitenkin käytetään liian pientä arvoa, taajuusmuuttajan lähtötaajuus voi muuttua epävakaaksi. Jos asetuksena on 10 000 s, integraattoria ei voi enää käyttää.

Tässä taulukossa on yhteenveto parametreista, joita tarvitaan taajuusmuuttajan suljetun piirin säätimen asetusten määrittämiseen, jos yksittäistä takaisinkytkentäsignaalia ilman muunnosta verrataan yksittäiseen asetuspisteeseen. Tämä on yleisin suljetun piirin säätimen tyyppi.

## 2.9.2. Suljetun piirin ohjauksen kannalta olennaiset parametrit

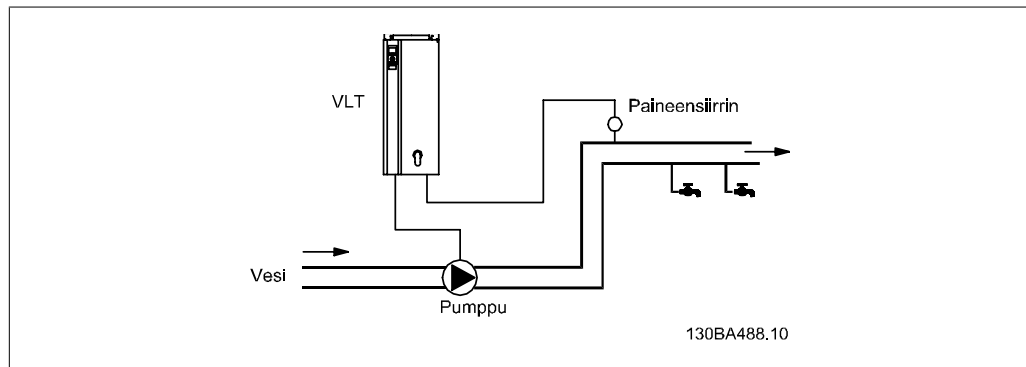
Taajuusmuuttajan suljetun piirin säädin pystyy käsittelemään monimutkaisempia sovelluksia, kuten tilanteita, joissa muunnoskerrointa sovelletaan takaisinkytkentäsignaaliin tai käytetään useita takaisinkytkentäsignaaleja ja/tai asetuspisteen ohjearvoja. Alla olevassa taulukossa on yhteenvedot lisäparametreista, joista voi olla hyötyä tällaisissa sovelluksissa.

Parametri	Par. no	Toiminnon kuvaus
Takaisinkytkentä 2 Lähde	20-03	Valitse mahdollinen lähde takaisinkytkennälle 2 tai 3. Tämä on useimmiten taajuusmuuttajan analoginen tulo, mutta muitakin lähteitä on käytettävissä. Par. 20-20 määrittää, miten taajuusmuuttajan suljetun piirin säädin käsittelee useita takaisinkytkentäsignaaleja. Oletusarvoisesti asetuksena on <i>Ei toimintoa</i> [0].
Takaisinkytkentä 3 Lähde	20-06	
Takaisinkytkennän 1 muuttaminen	20-01	Näitä käytetään takaisinkytkentäsignaalin muuttamiseen yhdestä tyyppistä toiseksi, esimerkiksi paineesta virtaukseksi. <b>Virtaus = <math>\sqrt{\text{Paine}}</math></b>
Takaisinkytkennän 2 muuttaminen	20-04	
Takaisinkytkennän 3 muuttaminen	20-07	
Ohjearvo tak.kytk.	20-12	Asetuspisteen ohjearvossa ja takaisinkytkennässä käytettävän yksikön asettamiseen.
Takaisinkytkennän toiminto	20-20	Kun käytetään useita takaisinkytkentöjä tai asetuspisteitä, tämä ratkaisee, miten taajuusmuuttajan suljetun piirin säädin käsittelee niitä.
Asetuspiste 1	20-21	Näiden asetuspisteiden avulla voidaan hankkia asetuspisteen ohjearvo taajuusmuuttajan suljetun piirin säätimeen. Par. 20-20 ratkaisee, miten useita asetuspisteen ohjearvoja käsitellään. Muut parametrieriymässä 3-1** aktivoitavat ohjearvot lisätään näihin arvoihin. Par. 20-29 avulla voidaan pienentää asetuspistettä virtauksen ollessa pieni, jolloin hyödytään putken pienemmästä vastuksesta pienemmällä virtauksella.
Asetuspiste 2	20-22	
Asetuspiste 3	20-23	
Asetuspisteen säätökerroin	20-29	
PID:n käynnistysnopeus [r/min]	20-82	Näkyvä parametri riippuu parametrin 0-02, Moottorin nopeuden yksikkö, asetuksesta. Joissakin sovelluksissa on tärkeää kiihdyttää moottori nopeasti johonkin ennalta määritettyyn nopeuteen käynnistyskomennon jälkeen ennen taajuusmuuttajan suljetun piirin säätimen käynnistämistä. Tämä parametri määrittää käynnistysnopeuden.
PID:n käynnistysnopeus [Hz]	20-83	
Ohjearvon kaistanleveydellä	20-84	Tämä ratkaisee, miten lähellä asetuspisteen ohjearvoa takaisinkytkennän on oltava, jotta taajuusmuuttaja ilmoittaisi, että takaisinkytkentä on yhtä suuri kuin asetuspiste.
PID:n anti-windup	20-91	<i>Päällä</i> [1] poistaa tehokkaasti käytöstä suljetun piirin säätimen integraalitoiminnon, kun taajuusmuuttajan lähtötaajuutta ei voida säätää virheen korjaamiseksi. Näin säädin voi vastata nopeammin, kun se voi jälleen ohjata järjestelmää. <i>Poissa käytöstä</i> [0] poistaa tämän toiminnon käytöstä ja saa integraalitoiminnon pysymään jatkuvasti aktiivisena.
PID:n derivointiaika	20-95	Tämä säätää taajuusmuuttajan suljetun piirin säätimen tehoa takaisinkytkennän muutosnopeuden pohjalta. Vaikka näin voidaan saada nopea vastaus säätimeltä, tällainen vastaus on harvoin tarpeen vesijärjestelmissä. Tämän parametrin oletusarvo on <i>Poissa käytöstä</i> tai 0,00 s.
PID deriv. vahv.raja	20-96	Koska derivoija reagoi takaisinkytkennän muutosnopeuteen, nopea muutos voi aiheuttaa suuren, ei-toivotun muutoksen säätimen tehossa. Tämän avulla rajoitetaan derivoijan enimmäisvaikutusta. Tämä ei ole aktiivinen, kun parametrin 20-95 asetuksena on <i>Ei käytössä</i> .
Virtauksen kompensointi	22-80	Joskus paineanturia ei ole mahdollista sijoittaa etäpisteeseen järjestelmässä ja se on sijoitettava lähelle puhaltimen/pumpun ulostuloa. Virtauksen kompensointi toimii säätämällä asetuspistettä lähtötaajuuden mukaan, joka on lähes verrannollinen virtaukseen ja kompensoi siten suurempia häviöitä suuremmilla virtausnopeuksilla. Näillä parametreilla määritetään virtauksen kompensointi.
Kulma-lineaarikäyrän arviointi	22-81	
Työpistelaskenta	22-82	
Nopeus virtauskatk. [RPM]	22-83	
Nopeus virtauskatk. [Hz]	22-84	
Nopeus suunnitt.pisteessä [RPM]	22-85	
Nopeus suunnitt.pisteessä [Hz]	22-86	
Paine virt.katkosnopeudella	22-87	
Paine nimellisnopeudella	22-88	
Virtaus suunn.pisteessä	22-89	
Virtaus nimellisnop.	22-90	
Alipäästösuodattimen aika:	6-16	Tätä käytetään suuritaajuisten häiriöiden suodattamiseen pois takaisinkytkentäsignaalista. Tässä annettu arvo on alipäästösuodattimen aikavakio. Katkaisutaajuus hertseinä voidaan laskea seuraavasti: $F_{kat} - kaisu = \frac{1}{2\pi T_{alipäästö}}$ Taajuusmuuttajan suljetun piirin säädin käyttää vaihteluja takaisinkytkentäsignaalissa, jonka taajuus on alle $F_{cut-off}$ , kun taas suurempitaajuiset vaihtelut katsotaan häiriöiksi ja vaimennetaan. Alipäästösuodattimen ajan suuret arvot lisäävät suodatusta mutta voivat estää säädintä reagoimasta todellisiin vaihteluihin takaisinkytkentäsignaalissa.
Analoginen tulo 53	6-26	
Analoginen tulo 54	5-54	
Digitaalinen (pulssi) tulo 29	5-59	
Digitaalinen (pulssi) tulo 33	5-59	



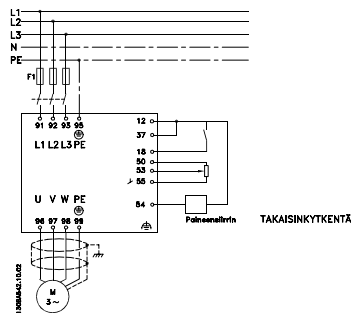
### 2.9.3. Esimerkki suljetun piirin PID-säädöstä

Seuraavassa on esimerkki suljetun piirin ohjauksesta lisäpumppusovelluksessa:



Vedenjakelujärjestelmässä paineen arvo tulee pitää vakiona. Haluttu paine määritetään välille 0-10 bar 0-10 V:n potentiometrilla. Paineanturin toiminta-alue on 0-10 bar, ja se käyttää kaksijohtimista lähetintä 4-20 mA:n signaalin tuottamiseen. Taajuusmuuttajan lähtötaajuusalue on 10 - 50 Hz.

1. Käynnistys/pysäytys liitinten väliin kytketystä kytkimestä 12 (+24 V) ja 18.
2. Paineen ohjearvo potentiometrilla (0-10 bar, 0-10 V), joka on kytketty liittimiin 50 (+10 V), 53 (tulo) ja 55 (yleinen).
3. Paineen takaisinkytkentä lähettimellä (0-10 bar, 4-20 mA), joka on kytketty liittimeen 54. Kytkin S202 paikallisohjauspaneelin takaana kytketty PÄÄLLE (virtatulo).



HUOM. SUOJAUS OHJAUSJOHTIMILLE  
KYTKETTÄVÄ LIITTIMEEN 38 TAI 61

HUOM. KAIKKI SÄÄDÖT PERUSTUVAT TEHDASASETUKSIIN.  
VAIN SEURAAVAT ON VALITTAVAT:

MOOTTORIN TEHO PAR. 103  
MOOTTORIN JÄNNITE PAR. 104  
MOOTTORIN TAAJUUS PAR. 105  
MOOTTORIN VIRTÄ PAR. 107

## 2.9.4. Ohjelmointijärjestys

Toiminto	Parametri nro	Asetus
<b>1) Varmista, että moottori käy oikein. Toimi seuraavasti:</b>		
Aseta taajuusmuuttaja säätämään moottoria taajuusmuuttajan lähtötaajuuden pohjalta.	0-02	Hz [1]
Aseta moottorin parametrit tyyppikilven tietojen avulla.	1-2*	Kuten moottorin tyyppikilvessä
Suorita automaattinen moottorin sovitin.	1-29	Ota täydellinen AMA käyttöön [1] ja suorita sitten AMA-toiminto.
<b>2) Tarkista, että moottori pyörii oikeaan suuntaan.</b>		
Paina paikallisohjauspaneelin "Hand On" -näppäintä ja ^-näppäintä saadaksesi moottorin pyörimään hitaasti. Tarkista, että moottori pyörii oikeaan suuntaan.		Jos moottori pyörii väärään suuntaan, katkaise virta väliaikaisesti ja vaihda keskenään kaksi moottorin vaiheista.
<b>3) Varmista, että taajuusmuuttajan raja-arvot on määritetty turvallisiksi.</b>		
Tarkista, että rampin asetukset ovat taajuusmuuttajan mahdollisuuksien ja soveluksen sallittujen käyttömäärittysten rajoissa.	3-41 3-42	60 sekuntia. 60 sekuntia. Riippuu moottorin/kuorman koosta! Aktiivinen myös käsikäyttötilassa.
Estä moottorin suunnanvaihto (jos tarpeen)	4-10	Myötäpäivään [0]
Aseta hyväksyttävät rajat moottorin nopeudelle.	4-12 4-14 4-19	10 Hz, Moottorin min.nopeus 50 Hz, Moottorin maks.nopeus 50 Hz, Taaj.muut. maks.lähtötaajuus
Vaihda avoimesta piiristä suljettuun piiriin.	1-00	Suljettu piiri [3]
<b>4) Määritä takaisinkytkentä PID-säätimelle.</b>		
Aseta analoginen tulo 54 takaisinkytkentätuloksi.	20-00	Analoginen tulo 54 [2] (oletus)
Valitse sopiva ohjearvo/takaisinkytkennän yksikkö.	20-12	bar [71]
<b>5) Määritä asetuspisteen ohjearvo PID-säätimelle.</b>		
Aseta hyväksyttävät rajat asetuspisteen ohjearvolle.	3-02 3-03	0 bar 10 bar
Aseta analogiatulo 53 Ohjearvon 1 lähteeksi.	3-15	Analogiatulo 53 [1] (oletus)
<b>6) Skaalaa analogiatulot, joita käytetään asetuspisteen ohjearvona ja takaisinkytkentänä.</b>		
Skaalaa analogiatulo 53 potentiometrin painealueelle (0-10 bar, 0-10 V).	6-10 6-11 6-14 6-15	0 V 10 V (oletus) 0 bar 10 bar
Skaalaa analogiatulo 54 paineanturille (0-10 bar, 4-20 mA)	6-22 6-23 6-24 6-25	4 mA 20 mA (oletus) 0 bar 10 bar
<b>7) Viritä PID-säätimen parametrit.</b>		
Säädä tarvittaessa taajuusmuuttajan suljetun piirin säädintä.	20-93 20-94	Katso PID-säätimen optimointi, alla.
<b>8) Valmista!</b>		
Tallenna parametriasetus paikallisohjauspaneeliin varmaan paikkaan.	0-50	Kaikki LCP:hen [1]

## 2.9.5. Taajuusmuuttajan suljetun piirin säätimen virittäminen

Kun taajuusmuuttajan suljetun piirin säädin on määritetty, säätimen toiminta on testattava. Usein sen suorituskyky voi olla hyväksyttävä käytettäessä PID:n suhteellisen vahvistuksen (par. 20-93) ja PID:n integraaliajan (par. 20-94) oletusarvoja. Joissakin tapauksissa voi kuitenkin olla hyödyllistä optimoida nämä parametriarvot nopeamman järjestelmän vastauksen saamiseksi tinkimättä silti nopeuden ylityksestä.

## 2.9.6. Manuaalinen PID-säätö

1. Käynnistä moottori
2. Määritä parametrin 20-93 (PID:n suhteellinen vahvistus) arvoksi 0,3 ja suurena sitä, kunnes takaisinkytkentäsignaali alkaa vaihdella jatkuvasti. Käynnistä ja pysäytä tarvittaessa taajuusmuuttaja ja tee vaiheittaisia muutoksia asetuspisteen ohjearvoon yrittäen aiheuttaa jatkuvaa vaihtelua. Pienennä sitten PID:n suhteellista vahvistusta, kunnes takaisinkytkentäsignaali tasaantuu. Pienennä sitten suhteellista vahvistusta 40-60 %.
3. Määritä parametrin 20-94 (PID-integrointiaika) 20 sekuntiin, ja pienennä sitä, kunnes takaisinkytkentäsignaali alkaa vaihdella jatkuvasti. Käynnistä ja pysäytä tarvittaessa taajuusmuuttaja ja tee vaiheittaisia muutoksia asetuspisteen ohjearvoon yrittäen aiheuttaa jatkuvaa vaihtelua. Suurena sitten PID-integrointiaikaa, kunnes takaisinkytkentäsignaali tasaantuu. Suurena sitten integrointiaikaa 15-50 %.
4. Parametria 20-95 (PID:n derivointiaika) tulee käyttää ainoastaan erittäin nopeasti toimivissa järjestelmissä. Tyypillinen arvo on 25 % PID:n integrointiajasta (par. 20-94). Derivoijaa ei tule käyttää, ellei suhteellisen vahvistuksen ja integrointiajan asetusta ole täysin optimoitu. Varmista, että takaisinkytkentäsignaalin alipäästösuodatin vaimentaa riittävästi takaisinkytkentäsignaalin heilahtelut (par. 6-16, 6-26, 5-54 tai 5-59 tarpeen mukaan).

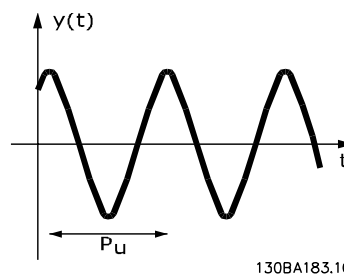
## 2.9.7. Ziegler Nicholsin viritismenetelmä

Yleisesti ottaen edellä kuvattu menetelmä on riittävä vesisovelluksiin. Kehittyneempiäkin menetelmiä voidaan kuitenkin käyttää. Ziegler Nicholsin viritysmenetelmä on tekniikka, joka kehitettiin 1940-luvulla mutta jota käytetään yleisesti edelleen. Sillä päästään yleensä hyväksyttävään ohjaustulokseen yksinkertaisella kokeilulla ja parametrien laskennalla.



### Huom

Tätä menetelmää ei pidä käyttää sovelluksissa, joita marginaalisen vakaiden ohjausasetusten aiheuttamat vaihtelut voivat haitata.



Kuva 2.1: Kuva 1: Marginaalisen vakaa järjestelmä

1. Valitse vain suhteellinen ohjaus. Toisin sanoen PID:n integrointiajaksi (par. 20-94) on asetettu Pois käytöstä (1000 s) ja PID:n derivointiaika (par. 20.95) on myös asetettu pois käytöstä (tässä tapauksessa 0 s).
2. Suurena PID:n suhteellisen vahvistuksen arvoa (par. 20-93), kunnes päästään epävakauteen, mikä käy ilmi takaisinkytkentäsignaalin jatkuvista vaihteluista. PID:n suhteellista vahvistusta, joka aiheuttaa jatkuvaa vaihtelua, kutsutaan kriittiseksi vahvistukseksi,  $K_u$ .
3. Mittaa vaihteluaika,  $P_u$ .

**HUOM:**  $P_u$  tulee mitata, kun heilahtelun amplitudi on suhteellisen pieni. Lähdön ei pidä tyydyttyä (t.s. maksimi- tai minimitakaisinkytkentäsignaalia ei pidä saavuttaa testin aikana).

4. Käytä tarvittavien PID:n ohjausparametrien laskentaan alla olevaa taulukkoa.

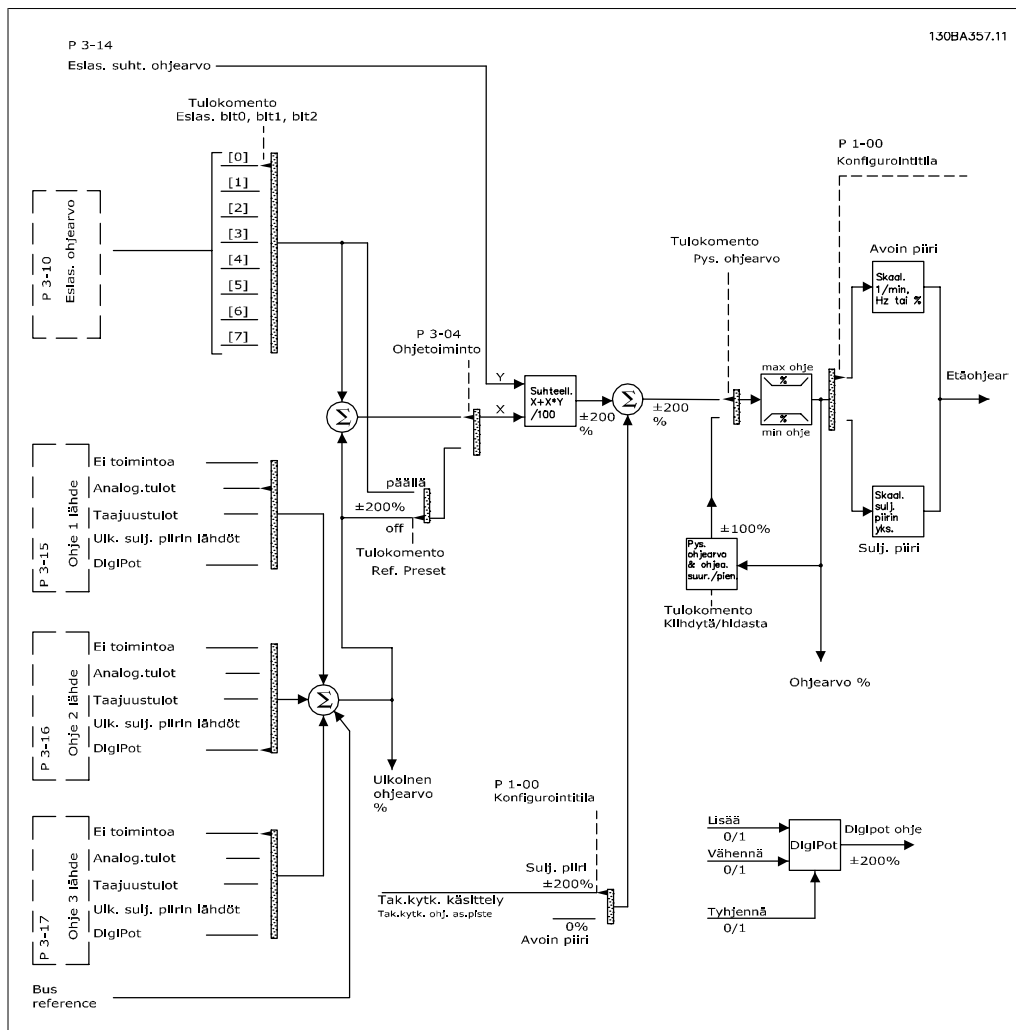
Ohjaustyyppi	Suhteellinen vahvistus	Integrointi-aika	Derivointiaika
PI-ohjaus	$0,45 * K_U$	$0,833 * P_U$	-
PID:n tiivis ohjaus	$0,6 * K_U$	$0,5 * P_U$	$0,125 * P_U$
PID jonkin verran yli-lyöntiä	$0,33 * K_U$	$0,5 * P_U$	$0,33 * P_U$

Ziegler Nicholsin viritys ohjauslaitteelle vakausrajan pohjalta.

Kokemus on näyttänyt, että Ziegler Nicholsin säännön mukainen ohjausasetus tuottaa hyvän suljetun piirin vasteen monissa järjestelmissä. Tarvittaessa käyttäjä voi tehdä ohjauksen lopullisen virituksen toistuvasti muokatakseen ohjauspiirin vastausta.

## 2.9.8. Ohjearvon käsittely

Alla on lohkokaavio siitä, miten taajuusmuuttaja tuottaa etäohjearvon.



Etäohjearvo koostuu:

- esivalituista ohjearvoista.
- ulkoisista ohjearvoista (analogiatuloista, pulssitaajuustuloista, digitaalisten potentiometrien tuloista ja sarjaliikenneväylien ohjearvoista).
- ennalta asetetusta suhteellisesta ohjearvosta.
- Takaisinkytkennän avulla ohjattu asetuspiste.

Taajuusmuuttajaan voidaan ohjelmoida enintään 8 esiasetettua ohjearvoa. Aktiivinen esiasetettu ohjearvo voidaan valita käyttämällä digitaalituloja tai sarjaliikenneväylää. Ohjearvo voidaan tuoda myös ulkopuolelta, tavallisimmin analogiatulosta. Tämä ulkoinen lähde valitaan yhdellä kolmesta ohjearvon lähdeparametrilla (par. 3-15, 3-16 ja 3-17). Digipot on digitaalinen potentiometri. Tätä kutsutaan yleisesti myös nopeudenlisäys-/vähennysohjaukseksi tai kelluvan pisteen ohjaukseksi. Asetusten määrittämiseksi ohjelmoidaan yksi digitaalitulo suurentamaan ohjearvoa, kun taas toinen digitaalitulo ohjelmoidaan pienentämään ohjearvoa. Kolmatta digitaalituloa voidaan käyttää Digipotin ohjearvon nollaamiseen. Kaikki ohjearvoresurssit ja väylän ohjearvo lasketaan yhteen ulkoisen kokonaisohjearvon saamiseksi. Ulkoinen ohjearvo, esiasetettu ohjearvo tai molempien summa voidaan valita aktiiviseksi ohjearvoksi. Lopulta tämä ohjearvo voidaan skaalata esiasetetun suhteellisen ohjearvon (par. 3-14) avulla.

Skaalattu ohjearvo lasketaan seuraavasti:

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

missä X on ulkoinen ohjearvo, esiasetettu ohjearvo tai näiden summa ja Y on esiasetettu suhteellinen ohjearvo (par. 3-14) prosentteina [%].

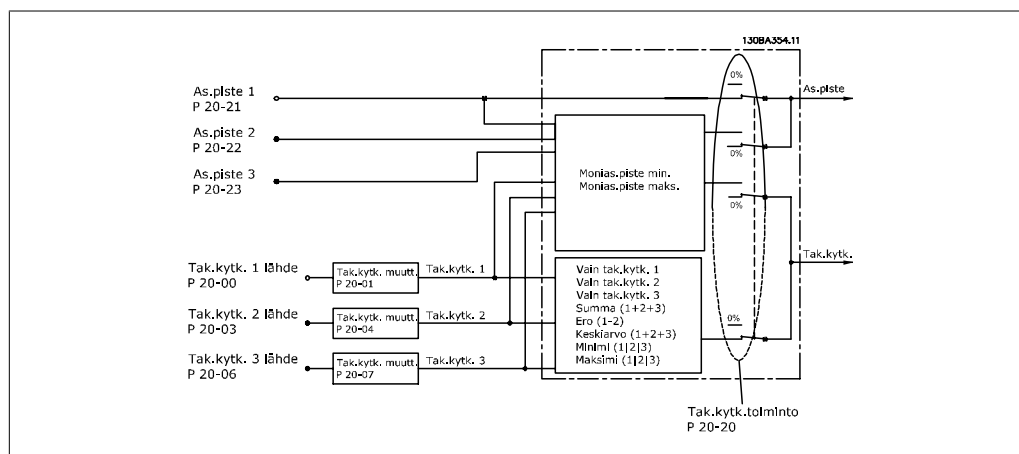


#### Huom

Jos Y eli esiasetettu suhteellinen ohjearvo (par. 3-14) on 0 %, skaalaus ei vaikuta ohjearvoon.

## 2.9.9. Takaisinkytkennän käsittely

Alla on lohkokaavio siitä, miten taajuusmuuttaja käsittelee takaisinkytkentäsignaalia.



Takaisinkytkennän käsittely voidaan konfiguroida toimimaan sovellusten kanssa, jotka edellyttävät kehittyneitä ohjausta, kuten useita asetuspisteitä ja useita takaisinkytkentöjä. On olemassa kolme yleistä ohjaustapaa.

**Yksi vyöhyke, yksi asetuspiste**

Peruskokoonpanossa on yksi vyöhyke ja yksi asetuspiste. Asetuspiste 1 lisätään mihin tahansa muuhun ohjearvoon (jos sellainen on olemassa, ks. Ohjearvon käsittely), ja takaisinkytkentäsignaali valitaan par. 20-20 avulla.

**Monta vyöhykettä, yksi asetuspiste**

Monen vyöhykkeen ja yhden asetuspisteen kokoonpanossa käytetään kahta tai kolmea takaisinkytkentäanturia mutta vain yhtä asetuspistettä. Takaisinkytkentöjä voidaan lisätä, poistaa (vain takaisinkytkennät 1 ja 2) tai laskea niiden keskiarvo. Lisäksi voidaan käyttää maksimi- tai miniarvoa. Asetuspistettä 1 käytetään ainoastaan tässä kokoonpanossa.

**Monta vyöhykettä, monta asetuspistettä**

tässä käytetään jokaiseen takaisinkytkentään yksittäistä asetuspisteen ohjearvoa. Taajuusmuuttajan suljetun piirin ohjain valitsee yhden parin ohjaamaan taajuusmuuttajaa käyttäjän parametrisissa 20-20 tekemän valinnan pohjalta. Jos valittuna on *Monen asetuspisteen maks.* [14], taajuusmuuttajan nopeutta säätelee asetuspiste/takaisinkytkentä-pari, jolla ero on pienin. (Huomaa, että negatiivinen arvo on aina pienempi kuin positiivinen arvo).

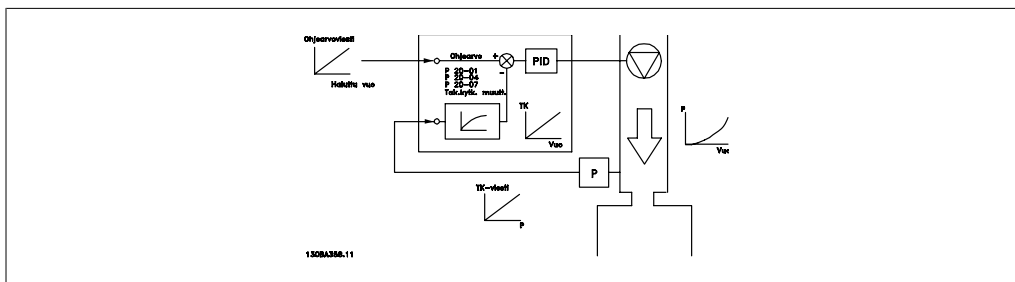
Jos valittuna on *Monen asetuspisteen min.* [13], taajuusmuuttajan nopeutta säätelee asetuspiste/takaisinkytkentä-pari, jolla ero on suurin. *Monen asetuspisteen maksimi* [14] pyrkii pitämään kaikki vyöhykkeet asetuspisteissään tai niiden alapuolella, kun taas *Monen asetuspisteen min.* [13] pyrkii pitämään kaikki vyöhykkeet asetuspisteissään tai niiden yläpuolella.

**Esimerkki:**

Kahden vyöhykkeen ja kahden asetuspisteen sovelluksen vyöhykkeen 1 asetuspiste on 15 bar ja takaisinkytkentä 5,5 bar. Vyöhykkeen 2 asetuspiste on 4,4 bar ja takaisinkytkentä 4,6 bar. Jos valittuna on *Monen asetuspisteen maks.* [14], vyöhykkeen 1 asetuspiste ja takaisinkytkentä lähetetään PID-säätimelle, koska sen ero on pienempi (takaisinkytkentä on suurempi kuin asetuspiste, joten erotus on negatiivinen). Jos valittuna on *Monen asetuspisteen min.* [13], vyöhykkeen 2 asetuspiste ja takaisinkytkentä lähetetään PID-säätimelle, koska tässä erotus on suurempi (takaisinkytkentä on pienempi kuin asetuspiste, jolloin erotus on positiivinen).

**2.9.10. Takaisinkytkennän muunnos**

Joissakin sovelluksissa voi olla hyödyllistä muuntaa takaisinkytkentäsignaali. Eräs esimerkki tästä on painesignaalin käyttö virtauksen takaisinkytkennän saamiseksi. Koska paineen neliöjuuri on suhteessa virtaukseen, painesignaalin neliöjuuri antaa tulokseksi arvon, joka on suhteessa virtaukseen. Tämä näkyy alla.



## 2.10. Yleistä sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta

### 2.10.1. Yleistä EMC-emissiosta

2

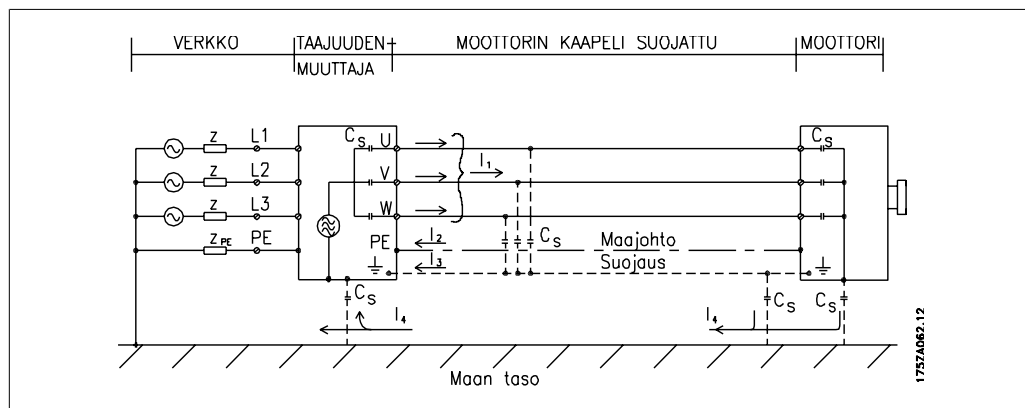
Taajuusalueen 150 kHz - 30 MHz sähköiset häiriöt ovat yleensä johtuneita. Käyttöjärjestelmän aiheuttamat ilmassa kulkeutuvat alueen 30 MHz - 1 GHz häiriöt syntyvät vaihtosuuntaajassa, moottorikaapelissa ja moottorissa.

Kuten alla oleva kuva osoittaa, moottorikaapelin purkauskapasiteetti yhdessä moottorijännitteen suuren  $dV/dt$ -suhteen kanssa aiheuttaa häiriövirtoja.

Suojatun moottorikaapelin käyttö kasvattaa häiriövirtaa ( $I_1$ ) (katso kuva), koska suojattujen kaapelien kapasiteetti maahan on suurempi kuin suojaamattomilla kaapeleilla. Jos häiriövirtaa ei suodateta, se aiheuttaa suuremman häiriön verkkoon alle 5 MHz:n taajuuksilla. Koska häiriövirta ( $I_1$ ) syötetään takaisin laitteisiin suojausten ( $I_3$ ) 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 suojausten päät (siansaparot). Nämä kasvattavat suojausten impedanssia suuremmilla taajuuksilla, mikä heikentää suojausten tehoa ja kasvattaa vuotovirtaa ( $I_4$ ).

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



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



#### Huom

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 ohjauskaapelien vetämistä lähelle moottori- ja jarrukaapeleita. Yli 50 MHz taajuiset radiohäiriöt (säteily-) syntyvät erityisesti ohjauselektronikassa.

## 2.10.2. EMC-testin tulokset emissio, immunitetti)

Alla olevat tulokset on saatu järjestelmällä, johon kuului taajuusmuuttaja (tarvittaessa optioineen), suojattu ohjauskaapeli ja potentimetrillä varustettu ohjausrasia sekä moottori ja suojattu moottorikaapeli					
RFI-suodatintyyppi	Johtuneet emissiot			Säteilleet emissiot	
	Teollinen ympäristö		Asunnot, kauppa ja kevyt teollisuus	Teollinen ympäristö	Asunnot, kauppa ja kevyt teollisuus
Asetukset	EN 55011 luokka A2	EN 55011 luokka A1	EN 55011 luokka B	EN 55011 luokka A1	EN 55011 luokka B
<b>H1</b>					
0,25-45 kW 200-240 V	150 m	150 m 1)	50 m	Kyllä	No
0,25-90 kW 380-480 V	150 m	150 m	50 m	Kyllä	Ei
<b>H2</b>					
0,25-3,7 kW 200-240 V	5 m	No	No	No	No
5,5-45 kW 200-240 V	25 m	No	No	No	No
0,25-7,5 kW 380-480 V	5 m	No	No	No	No
11-90 kW 380-480 V	25 m	No	No	No	No
<b>H3</b>					
0,25-45 kW 200-240 V	75 m	50 m 1)	10 m	Kyllä	Ei
0,25-90 kW 380-480 V	75 m	50 m	10 m	Kyllä	Ei

Taulukko 2.1: EMC-testitulokset (emissio, immunitetti)

- 1) 11 kW 200 V, H1 ja H2 suorituskyky on saatu käytettäessä kotelotyyppiä B1.  
11 kW 200 V, H3 suorituskyky on saatu käytettäessä kotelotyyppiä B2.

## 2.10.3. Vaatimustenmukaisuustasot

Standardi / Ympäristö	Asunnot, kauppa ja kevyt teollisuus		Teollinen ympäristö	
	Johtuneet	Säteilleet	Johtuneet	Säteilleet
IEC 61000-6-3 (yleinen)	Luokka B	Luokka B		
IEC 61000-6-4			Luokka A1	Luokka A1
EN 61800-3 (rajoitettu)	Luokka A1	Luokka A1	Luokka A1	Luokka A1
EN 61800-3 (rajoittamaton)	Luokka B	Luokka B	Luokka A2	Luokka A2

EN 55011: Kynnysarvot ja mittaustavat teollisuuden, tieteellisten ja lääketieteellisten suurtaajuuslaitteiden radiohäiriöitä varten.  
**Luokka A1:** Laitteet, joita käytetään yleisen sähköverkon alueella. Rajoitettu jakelu.  
**Luokka A2:** Laitteet, joita käytetään yleisen sähköverkon alueella.  
**Luokka B1:** Laitteet, joita käytetään yleisen sähköverkon alueella (asunnot, työpajat ja pien-teollisuus). Rajoittamaton jakelu.

## 2.10.4. EMC-sieto

Alla selostetun testin tarkoitus oli selvittää taajuusmuuttajien sietokyky sähköisten ilmiöiden aiheuttamien häiriöiden suhteen. Testissä käytettyyn järjestelmään kuului taajuusmuuttaja (tarvittaessa optioineen), suojattu ohjauskaapeli ja potentimetrillä varustettu ohjausyksikkö, moottorikaapeli ja moottori.

Kokeet on suoritettu seuraavien perustandardien mukaisesti:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2): Staattisen sähköön purkaukset** Ihmisten aiheuttamien staattisen sähköön purkausten simulointi.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3): Tuleva sähkömagneettisten kenttien säteily, amplitudimoduloiva** Tutka- ja radioviestintälaitteiden sekä matkaviestinnän vaikutusten simulointi.



- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4): Nopeat transienttipurskeet** Kontaktorin, releen tai vastaavan laitteen kytkennän aiheuttamien häiriöiden simulointi.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5): Piikkitransientit** Esimerkiksi asennuksen lähellä iskevän salaman aiheuttaman transientin simulointi.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6): RF Yleinen** Liitäntäkaapeleihin kytkettyjen radio-lähetinlaitteiden vaikutuksen simulointi.

Katso seuraavaa EMC-sietolomaketta.

VLT AQUA; 200-240 V, 380-480 V					
Perusstandardi	Purske IEC 61000-4-4	Ylijänniteaalto IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Sähkömagneettisen kentän säteily IEC 61000-4-3	RF yleisen tilan jännite IEC 61000-4-6
Hyväksymiskriteerit	B	B	B	A	A
Linja	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Moottori	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Jarrut	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Kuormituksenjako	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Ohjausjohtimet	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Vakioväylä	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Relejohtimet	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Sovellus- ja kenttäväyläop- tiot	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
LCP:n johto	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Ulkoinen 24 V DC	2 kV CM	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Kotelointi	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

AD: ilmanpurkaus  
CD: kontaktin purkaus  
CM: yhteismuotoinen  
DM: differentiaaltila  
1. Injektio kaapelin suojuksessa.

Taulukko 2.2: Immuneetti

## 2.11. Galvaaninen erotus (PELV)

PELV suojaa antamalla erityisen alhaisen jännitteen. Suojan sähköiskua vastaan katsotaan olevan varmistettu, kun sähkönsyöttö on PELV-tyyppiä ja asennus on tehty PELV-tuotteita koskevien paikallisten/kansallisten ohjeiden mukaan.

Kaikki ohjausliittimet ja releliittimet 01-03/04-06 ovat PELV-vaatimusten mukaisia (Protective Extra Low Voltage) (Ei koske 525-600 V laitteita tai maadoitettua delta-kateettia, jonka jännite on yli 300 V).

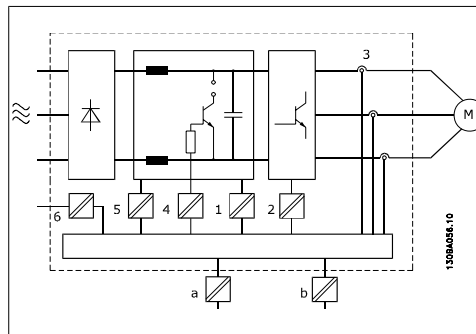
Galvaaninen (varmistettu) eristys saavutetaan täyttämällä parempaa eristystä koskevia vaatimuksia ja huolehtimalla asianmukaisista vuoto/ilmaetäisyyksistä. Nämä vaatimukset selostetaan standardissa EN 61800-5-1.

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 on kuudessa kohdassa (katso piirros):

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

1. Tehonsyöttö (SMPS), mukaanluettuna  $U_{DC}$ -välipiirin jännitettä UDC ilmaisevan viestin erotus.
2. IGBT-tehokuolihteiden hilaohjaimet (liipaisumuuntajat/optoeristimet).
3. Virtamuuntimet.
4. Optinen liitin, jarrumoduuli.
5. Sisäinen syöksyvirta, RFI ja lämpötilan mittausspiirit.
6. Mukautetut releet.



Kuva 2.2: Galvaaninen erotus

Toiminnallinen galvaaninen erotus (piirroksen kohdat a ja b) on 24 V varmistusoptiolle ja RS 485 -vakioväyläliitännälle.



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

## 2.12. Vuotovirta



### Varoitus:

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

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

Odoti vähintään 15 minuuttia, ennen kuin kosket mihinkään sähköisiin osiin.

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



### Vuotovirta

Taajuusmuuttajasta tuleva maavuotovirta on suurempi kuin 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.

### Vikavirtarele

Tämä tuote voi aiheuttaa tasavirtaa suojajohtimeen. Jos vikavirtarelettä (RCD) käytetään ylimääräisenä suojauksena, vain B-tyyppin (aikaviive) vikavirtarelettä saa käyttää tämän tuotteen tulopuolella. Katso myös RCD:n asennushuomautus MN . 90.Gx.yy.

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

## 2.13. Ohjaus jarrutustoiminnolla

### 2.13.1. Jarruvastuksen valinta

Tietyissä sovelluksissa, esimerkiksi sentrifugeissa, on toivottavaa pysäyttää moottori nopeammin kuin on mahdollista rampin laskulla tai vapaalla rullauksella tapahtuvan ohjauksen avulla. Tällaisissa sovelluksissa voidaan hyödyntää dynaamista jarrutusta jarruvastuksen avulla. Jarruvastuksen käytöllä varmistetaan, että energia menee vastukseen eikä taajuusmuuttajaan.

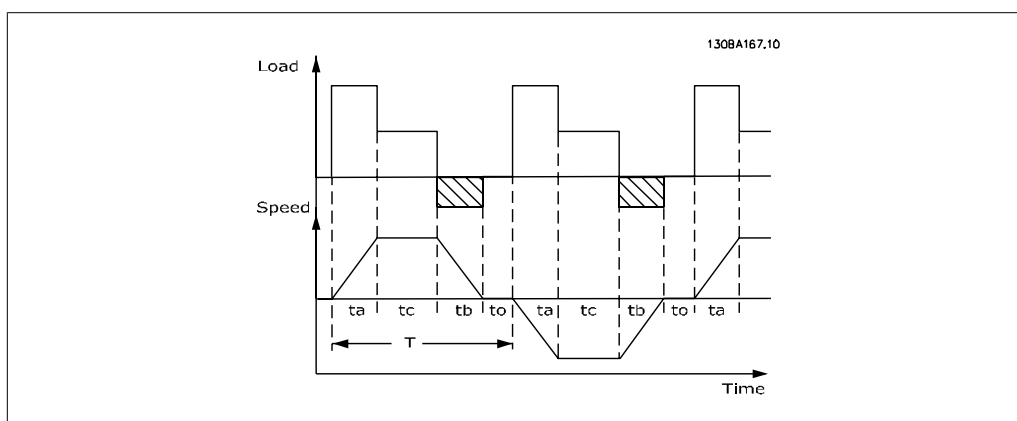
Jos vastukseen kullakin jarrutusjaksolla siirtyvän kineettisen energian määrää ei tiedetä, keskimääräinen teho voidaan laskea jaksoajan ja myös keskeytyväksi käyttöjaksoksi kutsutun jarrutusajan pohjalta. Vastuksen keskeytyvä käyttöjakso ilmaisee käyttöjakson, jonka ajan vastus on aktiivinen. Alla olevassa kuvassa näkyy tyypillinen jarrutusjakso.

Vastuksen keskeytyvä käyttöjakso lasketaan seuraavasti:

$$\text{Käyttöjakso} = t_b/T$$

T = jakson kesto sekunteina

$t_b$  on jarrutusaika sekunteina (osana kokonaisjaksoaika)



Danfoss tarjoaa jarruvastuksia, joiden käyttöjakso on 5 %, 10 % tai 40 % ja jotka sopivat käytettäväksi FC202 AQUA -taajuusmuuttajasarjan yhteydessä. Jos käytetään vastusta, jonka käyttöjakso on 10 %, se voi imeä jarrutustehoa enintään 10 % käyttöjaksosta, jolloin jäljelle jäävät 90 % käytetään vastuksen lämmön hajottamiseen.

Lisää valintaneuvoja saat ottamalla yhteyttä Danfossiin.



#### Huom

Jos jarrutransistorissa tapahtuu oikosulku, tehonhäviö jarruresistorissa voidaan estää vain käyttämällä pääkatkaisinta tai kontaktoria verkkovirran katkaisemiseen taajuusmuuttajalta. (Taajuusmuuttaja voi ohjata kontaktoria).

## 2.13.2. Ohjaus jarrutoiminnolla

Jarrun tulee rajoittaa jännitettä välipiirissä, kun moottori toimii laturina. Näin tapahtuu esim. kuorman pyörittäessä moottoria, jolloin teho kerääntyy DC-välipiiriin. Jarrun muodostaa katkojapiiri, johon on kytketty ulkoinen jarruvastus. Jarruvastuksen sijoittaminen erilleen tarjoaa seuraavat edut:

- Jarruvastus voidaan valita kyseisen sovelluksen mukaan.
- Jarrutusteho voi vapautua ohjauspaneelin ulkopuolella, ts. siellä, missä energian voi hyödyntää.
- Taajuusmuuttajan elektroniikka ei kuumene liikaa, vaikka jarruvastusta ylikuormitettaisiin.

Jarru on suojattu jarruvastuksen oikosululta, ja jarrutransistoria valvotaan sen oikosulun havaitsemisen varmistamiseksi. Käyttämällä rele-/digitaalilähtöä transistorilla voidaan suojata jarruvastus ylikuormitukselta taajuusmuuttajan vikatapauksessa.

Jarrun avulla voidaan lisäksi lukea hetkellinen teho ja viimeisten 120 sekunnin keskimääräinen teho. Jarru voi myös valvoa tehon syöttöä ja varmistaa, ettei se ylitä parametrissa 2-12 valittua rajaa. Valitse parametrissa 2-13 toiminto, joka tulee suorittaa silloin, kun jarruvastukseen syötettävä teho ylittää parametrissa 2-12 asetetun rajan.



### Huom

Jarrutustehon tarkkailu ei ole turvatoiminto; sitä varten tarvitaan lämpökatkaisin. Jarruvastuksen virtapiiriä ei ole suojattu maasululta.

*Ylijännitevalvonta (OVC)* (ilman vastusjarrua) voidaan valita vaihtoehtoiseksi jarrutoiminnoksi parametrissa 2-17. Tämä toiminto toimii kaikissa laitteissa. Toiminto varmistaa, että laukaisu voidaan välttää DC-välipiirin jännitteen noustessa. Tämä tapahtuu siten, että lähtötaajuutta kasvattamalla rajoitetaan DC-välipiirin jännitettä. Toiminto on erittäin hyödyllinen esimerkiksi silloin, kun rampin laskuaika on liian lyhyt, koska näin vältetään taajuusmuuttajan laukaisu. Tässä tilanteesta rampin laskuaika pitenee.

## 2.14. Mekaanisen jarrun ohjaus

### 2.14.1. Kaapelointi

EMC (kierretyt kaapelit/suojaus)

Jarruvastuksen ja taajuusmuuttajan välisissä johtimissa esiintyvän sähköisen kohinan vähentämiseksi johtimet on kierrettävä.

EMC-suorituskyvyn parantamiseksi voidaan käyttää metallisuojusta.

## 2.15. 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. Taajuusmuuttajaa ei voi vahingoittaa 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, ts. energiaa tulee kuormasta päin.
2. Mikäli kitkamomentti on hidastuksen (ramppi alas) aikana suuri, kuorma on pieni ja rampin laskuaika on liian lyhyt, jotta energia voisi johtua pois taajuusmuuttajan, moottorin ja laitteiston häviönä.
3. Virheellinen jättämän kompensointi voi suurentaa DC-välipiirin jännitettä.

Ohjaus voi pyrkiä korjaamaan rampin mikäli mahdollista (par. 2-17 *Ylijänniteohjaus*).

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

Katso par. 2-10 ja par. 2-17 valitaksesi menetelmän, jota käytetään välipiirin jännitetason säätelyyn.

#### **Korkea lämpötila**

Korkea ympäristön lämpötila voi ylikuumentaa taajuusmuuttajan.

#### **Verkkokatkos**

Syöttöjännitteen katketessa taajuusmuuttaja jatkaa toimintaansa, kunnes välipiirin jännite alenee minimipysäytystason alapuolelle. Tämä on tyypillisesti 15 % taajuusmuuttajan alhaisimman nimellissyöttöjännitteen alapuolella.

Syöttöjännitteen arvo ennen katkosta sekä moottorin kuormitus ratkaisevat, miten pitkään vaihtosuuntaajan rullaus pysähdyksiin kestää.

#### **Staattinen ylikuormitus VVC<sup>plus</sup>-tilassa**

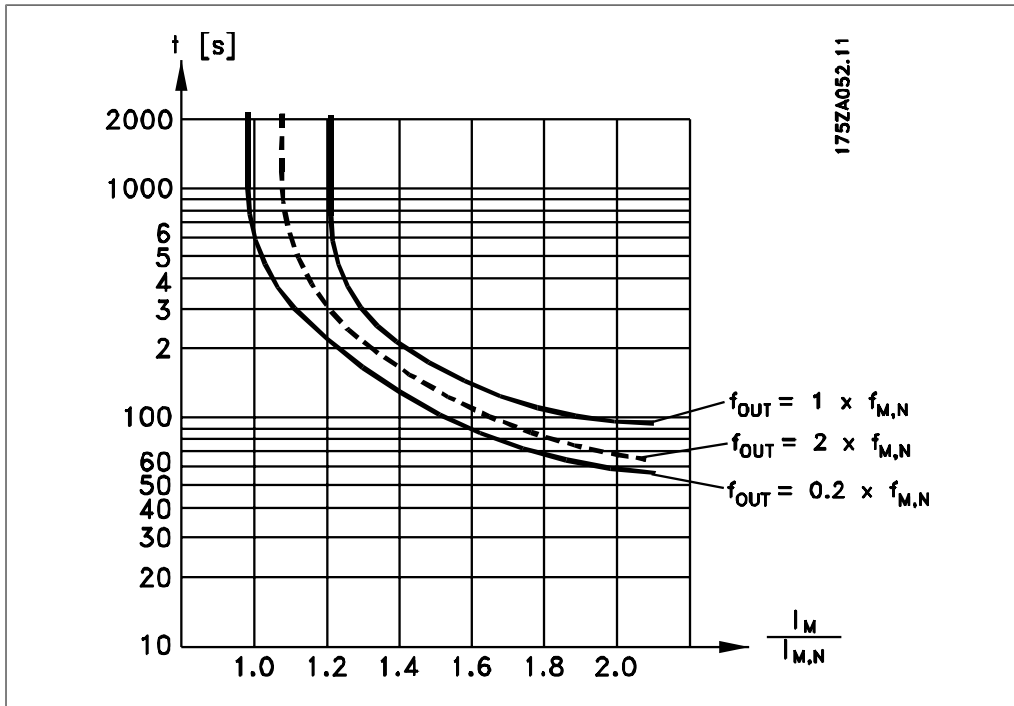
Kun taajuusmuuttaja on ylikuormitettu (parametrilla 4-16/4-17 valittu momenttiraja on saavutettu), säätö alentaa lähtötaajuutta vähentääkseen kuormitusta.

Mikäli ylikuorma on hyvin suuri, virta voi olla niin suuri, että taajuusmuuttaja katkaisee toimintansa noin 5-10 sekunnin kuluttua.

Momenttirajoitusten puitteissa käytön voi rajoittaa ajallisesti (0-60 s) parametrissa 14-25.

### 2.15.1. Moottorin lämpösuojaus

Moottorin lämpötila lasketaan moottorin virran, lähtötaajuuden ja ajan tai termistorin perusteella. Katso par. 1-90 luvussa *Ohjelmointi*.



### 2.15.2. Turvallinen pysäytystoiminto

FC 202 voi suorittaa turvatoiminnon "Ohjaamaton pysäytys virta katkaisemalla" (standardiluonnoksen IEC 61800-5-2 määritelmän mukaan) tai pysäytyskategorian 0 (standardin EN 60204-1 määritelmän mukaan).

Se on suunniteltu ja hyväksytty sopivaksi standardin EN 954-1 turvallisuusluokan 3 vaatimuksiin. Tätä toimintoa kutsutaan turvapysäytykseksi.

Ennen FC 202:n turvapysäytyksen integrointia ja käyttöä kokoonpanossa kokoonpanolle on tehtävä perusteellinen riskianalyysi sen varmistamiseksi, että FC 202:n turvapysäytystoiminto ja turvallisuusluokka ovat asianmukaiset ja riittävät.

Turvapysäytystoiminto aktivoidaan katkaisemalla jännite turvallisen vaihtosuuntaajan liittimestä 37. Kun turvallinen vaihtosuuntaaja kytketään ulkoisiin turvalaitteisiin, joissa on turvarele, saadaan aikaan turvallisen pysäytyskategorian 1 mukainen asennus. FC 202:n turvapysäytystoimintoa voidaan käyttää asynkronisissa ja synkronisissa moottoreissa.



Turvapysäytyksen aktivointi (eli 24 V tasajännitesyötön katkaiseminen liittimestä 37) ei tuo sähköturvallisuutta.

**Huom**

FC 202:n turvapysäytystoimintoa voidaan käyttää asynkronisissa ja synkronisissa moottoreissa. Taajuusmuuttajan tehpuolihohtimessa voi ilmetä kaksi vikaa. Synkronisia moottoreita käytettäessä tämä voi aiheuttaa jälkipyörimistä. Pyörintä voidaan laskea kulmalle  $=360/(\text{napojen määrä})$ . Synkronisia moottoreita käyttävässä sovelluksessa tämä on otettava huomioon ja varmistettava, että tämä ei ole turvallisuuden kannalta ratkaiseva seikka. Tämä tilanne ei ole merkittävä asynkronisissa moottoreissa.

**Huom**

Turvapysäytystoiminnon käyttämiseksi standardin EN-954-1 luokan 3 vaatimusten mukaisesti turvapysäytyksen asennuksen yhteydessä on täytettävä tietyt ehdot. Katso lisätietoja jaksosta *Turvapysäytyksen asentaminen*.

**Huom**

Taajuusmuuttaja ei tarjoa turvalliseen liittyvää suojausta tahattomalta tai ilkeiltä jännitteensyötöltä liittimeen 37 ja sitä seuraavalta nollaukselta. Järjestä tämä suojaus katkaisulaitteella sovelluksen tai organisaation tasolla. Lisätiedot - katso jakso *Turvapysäytyksen asentaminen*.

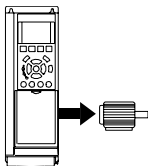
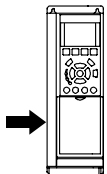




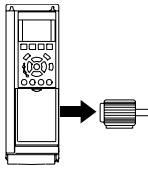
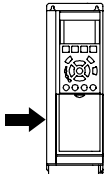
## 3. VLT AQUA -valikoima

### 3.1. Yleiset tekniset tiedot

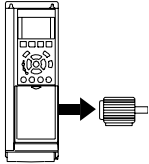
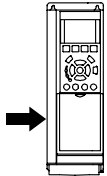
#### 3.1.1. Verkköjännite 3 x 200 - 240 VAC

Normaali ylikuormitus 110 % 1 minuutin ajan					
Verkköjännite 200 - 240 VAC					
Taajuusmuuttaja	PK25	PK37	PK55	PK75	
Tyypillinen akseliteho [kW]	0.25	0.37	0.55	0.75	
Tyypillinen akseliteho [hv] 208 V:n jännitteellä	0.3	0.5	0.75	1.0	
Kotelointi					
IP 20	A2	A2	A2	A2	
IP 55	A5	A5	A5	A5	
IP 66	A5	A5	A5	A5	
Lähtövirta					
	Jatkuva (3 x 200-240 V) [A]	1.8	2.4	3.5	4.6
	Ajoittainen (3 x 200-240 V) [A]	2.9	3.8	5.6	7.4
	Jatkuva kVA (208 V AC) [kVA]	0.65	0.86	1.26	1.66
	Kaapelin enimmäiskoko: (verkkovirta, moottori, jarru) [mm <sup>2</sup> /AWG]	24 - 10 AWG 0,2 - 4 mm <sup>2</sup>			
	Suurin syöttövirta				
	Jatkuva (3 x 200-240 V) [A]	1.6	2.2	3.2	4.1
	Ajoittainen (3 x 200-240 V) [A]	2.6	3.5	5.1	6.6
	Etusulakkeita enintään <sup>1)</sup> [A]	10	10	10	10
	Ympäristö				
	Arvioitu tehohäviö suurimmalla nimelliskuormituk- sella [W] <sup>4)</sup>	21	29	42	54
	IP20-koteloinnin paino [kg]	4.7	4.7	4.8	4.8
	Tehokkuus <sup>4)</sup>	0.94	0.94	0.95	0.95

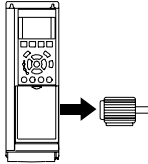
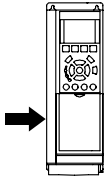
1. Katso sulaketyyppi kohdasta *Sulakkeet*.
2. American Wire Gauge
3. Mitattu käytettäessä 5 metrin suojattuja moottorikaapeleita nimelliskuormituksella ja -taajuudella.
4. Tyypillinen tehohäviö on mitattu normaaleissa kuormitusoloissa, ja sen odotetaan olevan +/- 15 prosentin rajoissa (toleranssi vaihtelee jännitteen ja kaapelin olosuhteiden mukaan).  
Arvot perustuvat tyypilliseen moottorin tehoon (eff2/eff3-rajalla). Pienempitehoiset moottorit kasvattavat taajuusmuuttajan tehohäviötä ja päinvastoin.  
Jos kytkentätaajuutta nostetaan nimellisarvoa suuremmaksi, tehohäviöt voivat kasvaa merkittävästi.  
Tähän sisältyvät paikallishjauspaneeli ja tyypilliset ohjaukskortin tehonkulutukset. Lisäoptiot ja asiakkaan kuormitukset voivat kasvattaa häviöitä jopa 30 watilla. (vaikkakin tyypillisesti vain 4 W ylimääräistä ylikuormitetulta ohjaukskortilta tai paikkaan A tai B liitettyä lisävarusteelta).  
Vaikka mittaukset tehdään tekniikan tasoa vastaavilla laitteilla, tulee huomata, että mittauksissa voi esiintyä hieman epätarkkuutta (+/- 5 %).

<b>Normaali ylikuormitus 110 % 1 minuutin ajan</b>						
<b>Verkkajännite 200 - 240 VAC</b>						
Taajuusmuuttaja	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	
Tyypillinen akseliteho [kW]	1.1	1.5	2.2	3	3.7	
Tyypillinen akseliteho [hv] 208 V:n jännitteellä	1.5	2	3	4	5	
<b>Kotelointi</b>						
IP 20	A2	A2	A2	A3	A3	
IP 55	A5	A5	A5	A5	A5	
IP 66	A5	A5	A5	A5	A5	
<b>Lähtövirta</b>						
	Jatkuva (3 x 200-240 V) [A]	6.6	7.5	10.6	12.5	16.7
	Ajoittainen (3 x 200-240 V) [A]	7.3	8.3	11.7	13.8	18.4
	Jatkuva kVA (208 V AC) [kVA]	2.38	2.70	3.82	4.50	6.00
	Kaapelin enimmäiskoko: (verkkovirta, moottori, jarru)			4/10		
	[mm <sup>2</sup> /AWG]					
<b>Suurin syöttövirta</b>						
	Jatkuva (3 x 200-240 V) [A]	5.9	6.8	9.5	11.3	15.0
	Ajoittainen (3 x 200-240 V) [A]	6.5	7.5	10.5	12.4	16.5
	Etusulakkeita enintään <sup>1)</sup> [A]	20	20	20	32	32
	<b>Ympäristö</b>					
	Arvioitu tehohäviö suurimmalla nimelliskuormituk- sella [W] <sup>4)</sup>	63	82	116	155	185
	IP20-koteloinnin paino [kg]	4.9	4.9	4.9	6.6	6.6
	IP21-koteloinnin paino [kg]	5.5	5.5	5.5	7.5	7.5
	IP55-koteloinnin paino [kg]	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
	IP66-koteloinnin paino [kg]	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
	Tehokkuus <sup>4)</sup>	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96

1. Katso sulaketyyppi kohdasta *Sulakkeet*.
2. American Wire Gauge
3. Mitattu käytettäessä 5 metrin suojattuja moottorikaapeleita nimelliskuormituksella ja -taajuudella.
4. Tyypillinen tehohäviö on mitattu normaaleissa kuormitusoloissa, ja sen odotetaan olevan +/- 15 prosentin rajoissa (toleranssi vaihtelee jännitteen ja kaapelin olosuhteiden mukaan).  
Arvot perustuvat tyypilliseen moottorin tehoon (eff2/eff3-rajalla). Pienempitehoiset moottorit kasvattavat taajuusmuuttajan tehohäviötä ja päinvastoin.  
Jos kytkentätaajuutta nostetaan nimellisarvoa suuremmaksi, tehohäviöt voivat kasvaa merkittävästi.  
Tähän sisältyvät paikallisohjauspaneeli ja tyypilliset ohjaukskortin tehonkulutukset. Lisäoptiot ja asiakkaan kuormitukset voivat kasvattaa häviöitä jopa 30 watilla. (vaikkakin tyypillisesti vain 4 W ylimääräistä ylikuormitetulta ohjaukskortilta tai paikkaan A tai B liitetystä lisävarusteelta).  
Vaikka mittaukset tehdään tekniikan tasoa vastaavilla laitteilla, tulee huomata, että mittauksissa voi esiintyä hieman epätarkkuutta (+/- 5 %).

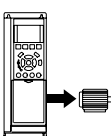
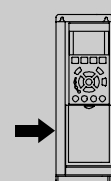
<b>Normaali ylikuormitus 110 % 1 minuutin ajan</b>					
<b>Verkköjännite 200 - 240 VAC</b>					
Taajuusmuuttaja	P5K5	P7K5	P11K	P15K	
Tyypillinen akseliteho [kW]	5.5	7.5	11	15	
Tyypillinen akseliteho [hv] 208 V:n jännitteellä	7.5	10	15	20	
<b>Kotelointi</b>					
IP 21	B1	B1	B2	B2	
IP 55	B1	B1	B2	B2	
IP 66	B1	B1	B2	B2	
<b>Lähtövirta</b>					
	Jatkuva (3 x 200-240 V) [A]	24.2	30.8	46.2	59.4
	Ajoittainen (3 x 200-240 V) [A]	26.6	33.9	50.8	65.3
	Jatkuva kVA (208 V AC) [kVA]	8.7	11.1	16.6	21.4
	Kaapelin enimmäiskoko: (verkkovirta, moottori, jarru)				
	[mm <sup>2</sup> /AWG]		10/7		35/2
	<b>Suurin syöttövirta</b>				
	Jatkuva (3 x 200-240 V) [A]	22.0	28.0	42.0	54.0
	Ajoittainen (3 x 200-240 V) [A]	24.2	30.8	46.2	59.4
	Etusulakkeita enintään <sup>1)</sup> [A]	63	63	63	80
	<b>Ympäristö</b>				
	Arvioitu tehohäviö suurimmalla nimelliskuormituk- sella [W] <sup>4)</sup>	269	310	447	602
	IP20-koteloinnin paino [kg]				
	IP21-koteloinnin paino [kg]	23	23	23	27
	IP55-koteloinnin paino [kg]	23	23	23	27
	IP66-koteloinnin paino [kg]	23	23	23	27
	Tehokkuus <sup>4)</sup>	0.96	0.96	0.96	0.96

1. Katso sulaketyyppi kohdasta *Sulakkeet*.
2. American Wire Gauge
3. Mitattu käytettäessä 5 metrin suojattuja moottorikaapeleita nimelliskuormituksella ja -taajuudella.
4. Tyypillinen tehohäviö on mitattu normaaleissa kuormitusoloissa, ja sen odotetaan olevan +/- 15 prosentin rajoissa (toleranssi vaihtelee jännitteen ja kaapelin olosuhteiden mukaan).  
Arvot perustuvat tyypilliseen moottorin tehoon (eff2/eff3-rajalla). Pienempitehoiset moottorit kasvattavat taajuusmuuttajan tehohäviötä ja päinvastoin.  
Jos kytkentätaajuutta nostetaan nimellisarvoa suuremmaksi, tehohäviöt voivat kasvaa merkittävästi.  
Tähän sisältyvät paikallishjauspaneeli ja tyypilliset ohjauskortin tehonkulutukset. Lisäoptiot ja asiakkaan kuormitukset voivat kasvattaa häviötä jopa 30 watilla. (vaikkakin tyypillisesti vain 4 W ylimääräistä ylikuormitetulta ohjauskortilta tai paikkaan A tai B liitettyä lisävarusteelta).  
Vaikka mittaukset tehdään teknikan tasoa vastaavilla laitteilla, tulee huomata, että mittauksissa voi esiintyä hieman epätarkkuutta (+/- 5 %).

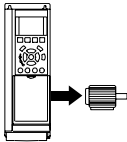
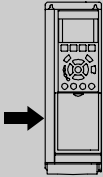
<b>Normaali ylikuormitus 110 % 1 minuutin ajan</b>						
<b>Verkköjännite 200 - 240 VAC</b>						
Taajuusmuuttaja	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	
Tyypillinen akseliteho [kW]	18,5	22	30	37	45	
Tyypillinen akseliteho [hv] 208 V:n jännitteellä	25	30	40	50	60	
<b>Kotelointi</b>						
IP 21	C1	C1	C2	C2	C2	
IP 55	C1	C1	C2	C2	C2	
IP 66	C1	C1	C2	C2	C2	
<b>Lähtövirta</b>						
	Jatkuva (3 x 200-240 V) [A]	74.8	88.0	115	143	170
	Ajoittainen (3 x 200-240 V) [A]	82.3	96.8	127	157	187
	Jatkuva kVA (208 V AC) [kVA]	26.9	31.7	41.4	51.5	61.2
	Kaapelin enimmäiskoko: (verkkovirta, moottori, jarru) [mm <sup>2</sup> /AWG]	50/1/0		95/4/0		120/25 0 MCM
	<b>Suurin syöttövirta</b>					
		Jatkuva (3 x 200-240 V) [A]	68.0	80.0	104.0	130.0
Ajoittainen (3 x 200-240 V) [A]		74.8	88.0	114.0	143.0	169.0
Etusulakkeita enintään <sup>1)</sup> [A]		125	125	160	200	250
<b>Ympäristö</b>						
Arvioitu tehohäviö suurimmalla nimelliskuormituk- sella [W] <sup>4)</sup>		737	845	1140	1353	1636
IP20-koteloinnin paino [kg]						
IP21-koteloinnin paino [kg]		45	45	65	65	65
IP55-koteloinnin paino [kg]		45	45	65	65	65
IP66-koteloinnin paino [kg]	45	45	65	65	65	
Tehokkuus <sup>4)</sup>	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	

1. Katso sulaketyyppi kohdasta *Sulakkeet*.
2. American Wire Gauge
3. Mitattu käytettäessä 5 metrin suojattuja moottorikaapeleita nimelliskuormituksella ja -taajuudella.
4. Tyypillinen tehohäviö on mitattu normaaleissa kuormitusoloissa, ja sen odotetaan olevan +/- 15 prosentin rajoissa (toleranssi vaihtelee jännitteen ja kaapelin olosuhteiden mukaan).  
Arvot perustuvat tyypilliseen moottorin tehoon (eff2/eff3-rajalla). Pienempitehoiset moottorit kasvattavat taajuusmuuttajan tehohäviötä ja päinvastoin.  
Jos kytkentätaajuutta nostetaan nimellisarvoa suuremmaksi, tehohäviöt voivat kasvaa merkittävästi.  
Tähän sisältyvät paikallisohjauspaneeli ja tyypilliset ohjauskortin tehonkulutukset. Lisäoptiot ja asiakkaan kuormitukset voivat kasvattaa häviötä jopa 30 watilla. (vaikkakin tyypillisesti vain 4 W ylimääräistä ylikuormitetulta ohjauskortilta tai paikkaan A tai B liitettyltä lisävarusteelta).  
Vaikka mittaukset tehdään tekniikan tasoa vastaavilla laitteilla, tulee huomata, että mittauksissa voi esiintyä hieman epätarkkuutta (+/- 5 %).

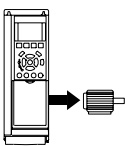
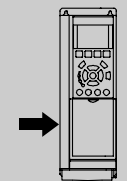
### 3.1.2. Verkkojännite 3 x 380 - 480 VAC

Normaali ylikuormitus 110 % 1 minuutin ajan							
Verkkojännite 3 x 380 - 480 VAC							
Taajuusmuuttaja	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5		
Tyypillinen akseliteho [kW]	0.37	0.55	0.75	1.1	1.5		
Tyypillinen akseliteho [hv] 460 V:n jännitteellä	0.5	0.75	1	1.5	2		
Kotelointi							
IP 20	A2	A2	A2	A2	A2		
IP 21							
IP 55	A5	A5	A5	A5	A5		
IP 66	A5	A5	A5	A5	A5		
Lähtövirta							
	Jatkuva (3 x 380-440 V) [A]	1.3	1.8	2.4	3	4.1	
	Ajoittainen (3 x 380-440 V) [A]	2.1	2.9	3.8	3.3	4.5	
	Jatkuva (3 x 440-480 V) [A]	1.2	1.6	2.1	2.7	3.4	
	Ajoittainen (3 x 440-480 V) [A]	1.9	2.6	3.4	3.0	3.7	
	Jatkuva kVA (400 V AC) [kVA]	0.9	1.3	1.7	2.1	2.8	
	Jatkuva kVA (460 V AC) [kVA]	0.9	1.3	1.7	2.4	2.7	
	Kaapelin enimmäiskoko: (verkkovirta, moottori, jarru) [[mm <sup>2</sup> / AWG]	4/10					
	Suurin syöttövirta						
		Jatkuva (3 x 380-440 V) [A]	1.2	1.6	2.2	2.7	3.7
		Ajoittainen (3 x 380-440 V) [A]	1.9	2.6	3.5	3.0	4.1
		Jatkuva (3 x 440-480 V) [A]	1.0	1.4	1.9	2.7	3.1
		Ajoittainen (3 x 440-480 V) [A]	1.6	2.2	3.0	3.0	3.4
Etusulakkeita enintään <sup>1)</sup> [A]		10	10	10	10	10	
Ympäristö							
Arvioitu tehohäviö suurimmalla nimelliskuormituksel- la [W] <sup>4)</sup>		35	42	46	58	62	
IP20-koteloinnin paino [kg]		4.7	4.7	4.8	4.8	4.9	
IP55-koteloinnin paino [kg]		13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	
Tehokkuus <sup>4)</sup>		0.93	0.95	0.96	0.96	0.97	

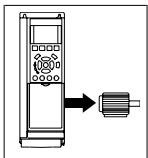
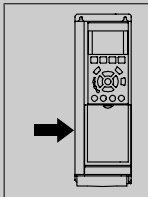
1. Katso sulaketyyppi kohdasta *Sulakkeet*.
2. American Wire Gauge
3. Mitattu käytettäessä 5 metrin suojattuja moottorikaapeleita nimelliskuormituksella ja -taajuudella.
4. Tyypillinen tehohäviö on mitattu normaaleissa kuormitusoloissa, ja sen odotetaan olevan +/- 15 prosentin rajoissa (toleranssi vaihtelee jännitteen ja kaapelin olosuhteiden mukaan).  
Arvot perustuvat tyypilliseen moottorin tehoon (eff2/eff3-rajalla). Pienempitehoiset moottorit kasvattavat taajuusmuuttajan tehohäviötä ja päinvastoin.  
Jos kytkentätaajuutta nostetaan nimellisarvoa suuremmaksi, tehohäviöt voivat kasvaa merkittävästi.  
Tähän sisältyvät paikallishjauspaneeli ja tyypilliset ohjauskortin tehonkulutukset. Lisäoptiot ja asiakkaan kuormitukset voivat kasvattaa häviöitä jopa 30 watilla. (vaikkakin tyypillisesti vain 4 W ylimääräistä ylikuormitetulta ohjauskortilta tai paikkaan A tai B liitettyiltä lisävarusteelta).  
Vaikka mittaukset tehdään teknikan tasoa vastaavilla laitteilla, tulee huomata, että mitauksissa voi esiintyä hieman epätarkkuutta (+/- 5 %).

<b>Normaali ylikuormitus 110 % 1 minuutin ajan</b>							
<b>Verkköjännite 3 x 380 - 480 VAC</b>							
Taajuusmuuttaja	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5		
Tyypillinen akseliteho [kW]	2.2	3	4	5.5	7.5		
Tyypillinen akseliteho [hv] 460 V:n jännitteellä	3	4	5	7	10		
<b>Kotelointi</b>							
IP 20	A2	A2	A2	A3	A3		
IP 21							
IP 55	A5	A5	A5	A5	A5		
IP 66	A5	A5	A5	A5	A5		
<b>Lähtövirta</b>							
	Jatkuva (3 x 380-440 V) [A]	5.6	7.2	10	13	16	
	Ajoittainen (3 x 380-440 V) [A]	6.2	7.9	11	14.3	17.6	
	Jatkuva (3 x 440-480 V) [A]	4.8	6.3	8.2	11	14.5	
	Ajoittainen (3 x 440-480 V) [A]	5.3	6.9	9.0	12.1	15.4	
	Jatkuva kVA (400 V AC) [kVA]	3.9	5.0	6.9	9.0	11.0	
	Jatkuva kVA (460 V AC) [kVA]	3.8	5.0	6.5	8.8	11.6	
	Kaapelin enimmäiskoko: (verkkovirta, moottori, jarru) [[mm <sup>2</sup> /AWG]						
	<b>Suurin syöttövirta</b>						
		Jatkuva (3 x 380-440 V) [A]	5.0	6.5	9.0	11.7	14.4
		Ajoittainen (3 x 380-440 V) [A]	5.5	7.2	9.9	12.9	15.8
Jatkuva (3 x 440-480 V) [A]		4.3	5.7	7.4	9.9	13.0	
Ajoittainen (3 x 440-480 V) [A]		4.7	6.3	8.1	10.9	14.3	
Etusulakkeita enintään <sup>1)</sup> [A]		20	20	20	32	32	
Ympäristö							
Arvioitu tehohäviö suurimmalla nimelliskuormituksella		88	116	124	187	255	
[W] <sup>4)</sup>							
IP20-koteloinnin paino [kg]		4.9	4.9	4.9	6.6	6.6	
IP21-koteloinnin paino [kg]							
IP55-koteloinnin paino [kg]	13.5	13.5	13.5	14.2	14.2		
IP66-koteloinnin paino [kg]	13.5	13.5	13.5	14.2	14.2		
Tehokkuus <sup>4)</sup>	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97		

1. Katso sulaketyyppi kohdasta *Sulakkeet*.
2. American Wire Gauge
3. Mitattu käytettäessä 5 metrin suojattuja moottorikaapeleita nimelliskuormituksella ja -taajuudella.
4. Tyypillinen tehohäviö on mitattu normaaleissa kuormitusoloissa, ja sen odotetaan olevan +/- 15 prosentin rajoissa (toleranssi vaihtelee jännitteen ja kaapelin olosuhteiden mukaan).  
Arvot perustuvat tyypilliseen moottorin tehoon (eff2/eff3-rajalla). Pienempitehoiset moottorit kasvattavat taajuusmuuttajan tehohäviötä ja päinvastoin.  
Jos kytkentätaajuutta nostetaan nimellisarvoa suuremmaksi, tehohäviöt voivat kasvaa merkittävästi.  
Tähän sisältyvät paikallishjauspaneeli ja tyypilliset ohjauskortin tehonkulutukset. Lisäoptiot ja asiakkaan kuormitukset voivat kasvattaa häviöitä jopa 30 watilla. (vaikkakin tyypillisesti vain 4 W ylimääräistä ylikuormitetulta ohjauskortilta tai paikkaan A tai B liitettyltä lisävarusteelta).  
Vaikka mittaukset tehdään teknikan tasoa vastaavilla laitteilla, tulee huomata, että mitauksissa voi esiintyä hieman epätarkkuutta (+/- 5 %).

<b>Normaali ylikuormitus 110 % 1 minuutin ajan</b>							
<b>Verkköjännite 3 x 380 - 480 VAC</b>							
Taajuusmuuttaja	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K		
Tyypillinen akseliteho [kW]	11	15	18.5	22	30		
Tyypillinen akseliteho [hv] 460 V:n jännitteellä	15	20	25	30	40		
<b>Kotelointi</b>							
IP 20							
IP 21	B1	B1	B1	B2	B2		
IP 55	B1	B1	B1	B2	B2		
IP 66	B1	B1	B1	B2	B2		
<b>Lähtövirta</b>							
	Jatkuva (3 x 380-440 V) [A]	24	32	37.5	44	61	
	Ajoittainen (3 x 380-440 V) [A]	26.4	35.2	41.3	48.4	67.1	
	Jatkuva (3 x 440-480 V) [A]	21	27	34	40	52	
	Ajoittainen (3 x 440-480 V) [A]	23.1	29.7	37.4	44	61.6	
	Jatkuva kVA (400 V AC) [kVA]	16.6	22.2	26	30.5	42.3	
	Jatkuva kVA (460 V AC) [kVA]	16.7	21.5	27.1	31.9	41.4	
	Kaapelin enimmäiskoko:						
	(verkkovirta, moottori, jarru)		10/7		35/2		
	[[mm <sup>2</sup> / AWG]						
	<b>Suurin syöttövirta</b>						
		Jatkuva (3 x 380-440 V) [A]	22	29	34	40	55
		Ajoittainen (3 x 380-440 V) [A]	24.2	31.9	37.4	44	60.5
Jatkuva (3 x 440-480 V) [A]		19	25	31	36	47	
Ajoittainen (3 x 440-480 V) [A]		20.9	27.5	34.1	39.6	51.7	
Etusulakkeita enintään <sup>1)</sup> [A]		63	63	63	63	80	
Ympäristö							
Arvioitu tehohäviö suurimmalla nimelliskuormituksella [W] <sup>4)</sup>		278	392	465	525	739	
IP20-koteloinnin paino [kg]							
IP21-koteloinnin paino [kg]		23	23	23	27	27	
IP55-koteloinnin paino [kg]		23	23	23	27	27	
IP66-koteloinnin paino [kg]		23	23	23	27	27	
Tehokkuus <sup>4)</sup>		0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	

1. Katso sulaketyyppi kohdasta *Sulakkeet*.
2. American Wire Gauge
3. Mitattu käytettäessä 5 metrin suojattuja moottorikaapeleita nimelliskuormituksella ja -taajuudella.
4. Tyypillinen tehohäviö on mitattu normaaleissa kuormitusoloissa, ja sen odotetaan olevan +/- 15 prosentin rajoissa (toleranssi vaihtelee jännitteen ja kaapelin olosuhteiden mukaan).  
Arvot perustuvat tyypilliseen moottorin tehoon (eff2/eff3-rajalla). Pienempitehoiset moottorit kasvattavat taajuusmuuttajan tehohäviötä ja päinvastoin.  
Jos kytkentätaajuutta nostetaan nimellisarvoa suuremmaksi, tehohäviöt voivat kasvaa merkittävästi.  
Tähän sisältyvät paikallishjouspaneeli ja tyypilliset ohjaukskortin tehonkulutukset. Lisäoptiot ja asiakkaan kuormitukset voivat kasvattaa häviöitä jopa 30 watilla. (vaikkakin tyypillisesti vain 4 W ylimääräistä ylikuormitetulta ohjaukskortilta tai paikkaan A tai B liitettyä lisävarusteelta).  
Vaikka mittaukset tehdään teknikan tasoa vastaavilla laitteilla, tulee huomata, että mitauksissa voi esiintyä hieman epätarkkuutta (+/- 5 %).

<b>Normaali ylikuormitus 110 % 1 minuutin ajan</b>							
<b>Verkköjännite 3 x 380 - 480 VAC</b>							
Taajuusmuuttaja	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K		
Tyypillinen akseliteho [kW]	37	45	55	75	90		
Tyypillinen akseliteho [hv] 460 V:n jännitteellä	50	60	75	100	125		
<b>Kotelointi</b>							
IP 20							
IP 21	C1	C1	C1	C2	C2		
IP 55	C1	C1	C1	C2	C2		
IP 66	C1	C1	C1	C2	C2		
<b>Lähtövirta</b>							
	Jatkuva (3 x 380-440 V) [A]	73	90	106	147	177	
	Ajoittainen (3 x 380-440 V) [A]	80.3	99	117	162	195	
	Jatkuva (3 x 440-480 V) [A]	65	80	105	130	160	
	Ajoittainen (3 x 440-480 V) [A]	71.5	88	116	143	176	
	Jatkuva kVA (400 V AC) [kVA]	50.6	62.4	73.4	102	123	
	Jatkuva kVA (460 V AC) [kVA]	51.8	63.7	83.7	104	128	
	Kaapelin enimmäiskoko: (verkkovirta, moottori, jarru) [[mm <sup>2</sup> /AWG]		50/1/0		104	128	
	<b>Suurin syöttövirta</b>						
		Jatkuva (3 x 380-440 V) [A]	66	82	96	133	161
		Ajoittainen (3 x 380-440 V) [A]	72.6	90.2	106	146	177
		Jatkuva (3 x 440-480 V) [A]	59	73	95	118	145
		Ajoittainen (3 x 440-480 V) [A]	64.9	80.3	105	130	160
Etusulakkeita enintään <sup>1)</sup> [A]		100	125	160	250	250	
Ympäristö Arvioitu tehohäviö suurimmalla nimelliskuormituksella [W] <sup>4)</sup>		698	843	1083	1384	1474	
IP20-koteloinnin paino [kg]							
IP21-koteloinnin paino [kg]		45	45	45	65	65	
IP55-koteloinnin paino [kg]		45	45	45	65	65	
IP66-koteloinnin paino [kg]		45	45	45	-	-	
Tehokkuus <sup>4)</sup>		0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	

1. Katso sulaketyyppi kohdasta *Sulakkeet*.
2. American Wire Gauge
3. Mitattu käytettäessä 5 metrin suojattuja moottorikaapeleita nimelliskuormituksella ja -taajuudella.
4. Tyypillinen tehohäviö on mitattu normaaleissa kuormitusoloissa, ja sen odotetaan olevan +/- 15 prosentin rajoissa (toleranssi vaihtelee jännitteen ja kaapelin olosuhteiden mukaan).  
Arvot perustuvat tyypilliseen moottorin tehoon (eff2/eff3-rajalla). Pienempitehoiset moottorit kasvattavat taajuusmuuttajan tehohäviötä ja päinvastoin.  
Jos kytkentätaajuutta nostetaan nimellisarvoa suuremmaksi, tehohäviöt voivat kasvaa merkittävästi.  
Tähän sisältyvät paikallisohjauspaneeli ja tyypilliset ohjaukskortin tehonkulutukset. Lisäoptiot ja asiakkaan kuormitukset voivat kasvattaa häviöitä jopa 30 watilla. (vaikkakin tyypillisesti vain 4 W ylimääräistä ylikuormitetulta ohjaukskortilta tai paikkaan A tai B liitettyä lisävarusteelta).  
Vaikka mittaukset tehdään teknikan tasoa vastaavilla laitteilla, tulee huomata, että mitauksissa voi esiintyä hieman epätarkkuutta (+/- 5 %).



Suojaus ja ominaisuudet:

- Sähköinen moottorin lämpösuojaus ylikuormittumista vastaan.
- Jäähdytysrivan lämpötilan valvonta varmistaa, että taajuusmuuttaja laukeaa, jos lämpötila nousee arvoon  $95\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ . Ylikuormituslämpötilaa ei voi nollata, ennen kuin jäähdytysrivan lämpötila on alle  $70\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  (ohje - nämä lämpötilat voivat vaihdella tehon, koteloinnin jne. mukaan). VLT AQUA Drive -taajuusmuuttajassa on automaattinen redusointitoiminto, jotta jäähdytysrivan lämpötila ei nousisi  $95\text{ °C}$ :een.
- Taajuusmuuttaja on suojattu liittimien U, V, W oikosulkua vastaan.
- Jos verkkovirrasta puuttuu vaihe, taajuusmuuttaja laukaisee tai antaa varoituksen (riip-puen kuormituksesta).
- Välipiirin jännitteen valvonta varmistaa, että taajuusmuuttaja laukaisee, jos välipiirin jännite on liian suuri tai liian pieni.
- Taajuusmuuttaja on suojattu moottorin liittimien U, V, W maasulkuja vastaan.

Verkkajännite (L1, L2, L3):

Syöttöjännite	200-240 V $\pm 10\%$
Syöttöjännite	380-480 V $\pm 10\%$
Syöttöjännite	525-600 V $\pm 10\%$
Syöttöjännitetaajuus	50/60 Hz
Päävaiheiden välinen tilapäinen maksimiepätasapaino	3,0 % nimellisverkkojännitteestä
Todellisen tehon kerroin ( $\lambda$ )	$\geq 0,90$ nimellisestä nimelliskuormituksella
Perusaallon tehokerroin ( $\cos\phi$ ) lähellä yhtä	( $> 0,98$ )
KytKentä tulosyötöllä L1, L2, L3 (käynnistyksiä) E kotelointityyppi A	enintään 2 kertaa/min.
KytKentä tulosyötöllä L1, L2, L3 (käynnistyksiä) $\geq$ kotelointityyppi B, C	enintään 1 kerta/min.
Standardin EN60664-1 mukainen ympäristö	ylijänniteluokka III/liikaantumisaste 2

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

Moottorin teho (U, V, W):

Lähtöjännite	0 - 100 % verkkojännitteestä
Lähtötaajuus	0 - 1000 Hz
KytKentä lähtöön	Rajoittamaton
Kiihdytys- ja hidastusajat	1 - 3600 sekuntia

Momenttikäyttäytyminen:

Käynnistysmomentti (vakiomomentti)	enintään 110 % 1 min:n ajan*
Käynnistysmomentti	enintään 135 % 0,5 sekunnin ajan*
Ylikuormitusmomentti (vakiomomentti)	enintään 110 % 1 min:n ajan*

*\*Prosenttimäärä riippuu VLAT AQUA Drive -taajuusmuuttajan nimellismomentista.*

Kaapelien pituudet ja poikkipinta-alat:

Moottorikaapelin enimmäispituus, suojattu kaapeli	VLT AQUA -taajuusmuuttaja: 150 m
Moottorikaapelin enimmäispituus, suojaamaton kaapeli	VLT AQUA -taajuusmuuttaja: 300 m
Enimmäispoikkipinta moottoriin, verkkovirtaan, kuormituksenjakoon ja jarruun*	
Ohjausliitinten suurin poikkipinta-ala, jäykkä johdin	1,5 mm <sup>2</sup> /16 AWG (2 x 0,75 mm <sup>2</sup> )
Ohjausliitinten suurin poikkipinta-ala, taipuisa johdin	1 mm <sup>2</sup> /18 AWG
Ohjausliitinten suurin poikkipinta-ala, sisävaipalla varustettu johdin	0,5 mm <sup>2</sup> /20 AWG
Ohjausliitinten pienin poikkipinta-ala	0,25 mm <sup>2</sup>

*\* Katso lisätietoja verkkojännitetä koskevista taulukoista!*

## Ohjaukortti, RS 485 -sarjaliikenne:

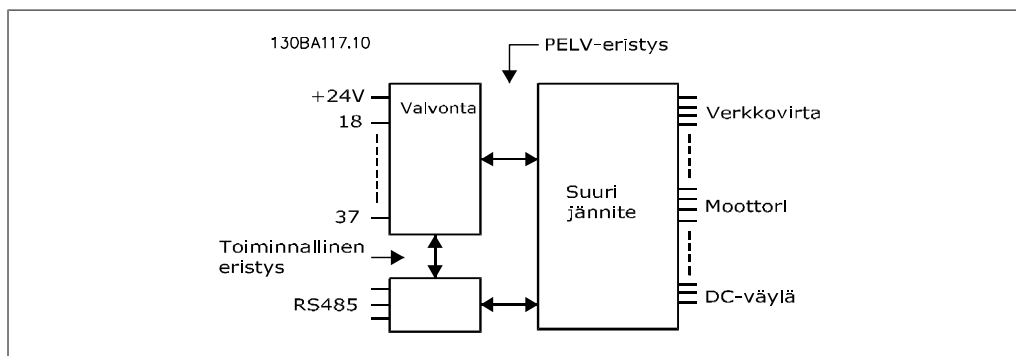
Liittimet	68 (TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
Liitin 61	Yhteinen liittimille 68 ja 69

RS 485 -sarjaliikennepiiri on erotettu toiminnallisesti muista keskeisistä piireistä ja eristetty galvaanisesti syöttöjännitteestä (PELV).

## Analogiatulot:

Analogisia tuloja	2
Liittimet	53, 54
Tiloja	Jännite tai virta
Tilan valinta	Kytkin S201 tai kytkin S202
Jännitetila	Kytkin S201/kytkin S202 = OFF (U)
Jännitetaso	: 0 - +10 V (skaalattava)
Tuloresistanssi, $R_i$	noin 10 k $\Omega$
Suurin jännite	$\pm 20$ V
Virtatila	Kytkin S201/kytkin S202 = ON (I)
Virta-alue	0/4 mA (skaalattava)
Tuloresistanssi, $R_i$	noin 200 $\Omega$
Maksimivirta	30 mA
Analogiatulon resoluutio	10 bittiä (+ signaali)
Analogiatulojen tarkkuus	Suurin virhe 0,5 % täydestä näyttämästä
Kaistanleveys	: 200 Hz

Analogiatulot on erotettu galvaanisesti syöttöjännitteestä (PELV) ja muista suurjänniteliittimistä.



## Analogialähtö:

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

Analogialähtö on erotettu galvaanisesti syöttöjännitteestä (PELV) ja muista suurjänniteliittimistä.

## Digitaalitulot:

Ohjelmoitavat digitaalitulot	4 (6)
Liittimet	18, 19, 27 <sup>1)</sup> , 29, 32, 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,  $R_i$  noin 4 k $\Omega$ *Kaikki digitaalitulot on erotettu galvaanisesti syöttöjännitteestä (PELV) ja muista suurjänniteliittimistä.**1) Liittimet 27 ja 29 voidaan myös ohjelmoida lähdeksi.***Digitaalilähtö:**

Ohjelmoitavat digitaaliset/pulssilähdöt	2
Liittimet	27, 29 <sup>1)</sup>
Digitaal-/taajuuslähden virta-alue	0 - 24 V
Suurin lähtövirta (ripa tai lähde)	40 mA
Maksimikuormitus taajuuslähdessä	1 k $\Omega$
Suurin kapasitiivinen kuormitus taajuuslähdessä	10 nF
Pienin lähtötaajuus taajuuslähdessä	0 Hz
Suurin lähtötaajuus taajuuslähdessä	32 kHz
Taajuuslähden tarkkuus	Suurin virhe: 0,1 % koko näyttämästä
Lähtötaajuuksien resoluutio	12 bittia

*1) Liittimet 27 ja 29 voidaan myös ohjelmoida tuloksi.**Digitaalilähtö on erotettu galvaanisesti syöttöjännitteestä (PELV) ja muista suurjänniteliittimistä.***Pulssitulot:**

Ohjelmoitavat pulssitulot	2
Liitin numero pulssi	29, 33
Maks. taajuus liittimessä, 29, 33	110 kHz (Push-pull -käyttöinen)
Maks. taajuus liittimessä, 29, 33	5 kHz (avoin kollektori)
Min. taajuus liittimessä, 29, 33	4 Hz
Jännitetaso	Katso digitaalituloista kertovaa jaksoa
Suurin jännite tulossa	28 V DC
Tuloresistanssi, $R_i$	n. 4 k $\Omega$
Pulssin tulotarkkuus (0,1 - 1 kHz)	Suurin virhe: 0,1 % koko näyttämästä

**Ohjauskortti, 24 V DC -lähtö:**

Liittimet	12, 13
Suurin kuorma	: 200 mA

*24 V DC jännitelähde on erotettu galvaanisesti verkkojännitteestä (PELV), mutta sillä on sama potentiaali kuin analogia- ja digitaalituloilla ja -lähdöillä.***Relelähdt:**

Ohjelmoitavat relelähdt	2
<b>Rele 01 Liittimen numero</b>	1-3 (auki), 1 - 2 (kiinni)
Suurin liitinkuorma (AC-1) <sup>1)</sup> liittimissä 1-3 (NC), 1-2 (NO) (vastuskuorma)	240 V AC, 2 A
Suurin liitinkuorma (AC-15) <sup>1)</sup> (induktiivinen kuorma @ cos $\phi$ 0.4)	240 V AC, 0,2 A
Suurin liitinkuorma (DC-1) <sup>1)</sup> liittimissä 1-2 (NO), 1-3 (NC) (vastuskuorma)	60 V DC, 1 A
Suurin liitinkuorma (DC-13) <sup>1)</sup> (Induktiivinen kuorma)	24 V DC, 0,1 A
<b>Rele 02 Liittimen numero</b>	4-6 (auki), 4 - 5 (kiinni)
Suurin liitinkuorma (AC-1) <sup>1)</sup> liittimissä 4-5 (NO) (vastuskuorma)	240 V AC, 2 A
Suurin liitinkuorma (AC-15) <sup>1)</sup> liittimissä 4-5 (NO) (induktiivinen kuorma @ cos $\phi$ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Suurin liitinkuorma (DC-1) <sup>1)</sup> liittimissä 4-5 (NC) (vastuskuorma)	80 V DC, 2 A
Suurin liitinkuorma (DC-13) <sup>1)</sup> liittimissä 4-5 (NO) (Induktiivinen kuorma)	24 V DC, 0,1 A
Suurin liitinkuorma (AC-1) <sup>1)</sup> liittimissä 4-6 (NC) (vastuskuorma)	240 V AC, 2 A
Suurin liitinkuorma (AC-15) <sup>1)</sup> liittimissä 4-6 (NC) (induktiivinen kuorma @ cos $\phi$ 0,4)	240 V AC, 0,2 A

Suurin liitinkuorma (DC-1) <sup>1)</sup> liittimissä 4-6 (NC) (vastuskuorma)	50 V DC, 2 A
Suurin liitinkuorma (DC-13) <sup>1)</sup> liittimissä 4-6 (NC) (induktiivinen kuorma)	24 V DC, 0,1 A
Pienin kuorma liittimissä 1-3 (NC), 1-2 (NO), 4-6 (NC), 4-5 (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

Releliitännät on eristetty galvaanisesti muusta piiristä vahvistetulla eristyksellä (PELV).

Ohjaukortti, 10 V DC -lähtö:

Liittimet	50
Lähtöjännite	10,5 V ±0,5 V
Suurin kuorma	25 mA

10 V DC jännitelähde on erotettu galvaanisesti syöttöjännitteestä (PELV) ja muista suurjännite-liittimistä.

Ohjausominaisuudet:

Lähtötaajuuden resoluutio alueella 0 - 1000 Hz	: +/- 0,003 Hz
Järjestelmän vasteaika (liittimet 18, 19, 27, 29, 32, 33)	: ≤ 2 ms
Nopeus, ohjausalue (avoin piiri)	1:100 synkroninopeudesta
Nopeus, tarkkuus (avoin piiri)	30-4000 1/min: Maksimivirhe ±8 r/min.

*Kaikki ohjausominaisuudet 4-napaisella epätahtimoottorilla*

Käyttöympäristöt:

Kotelointi £ kotelointityyppi A	IP 20, IP 55, IP 66
Kotelointi ≥ kotelointityyppi B	IP 21, IP 55, IP 66
Kotelointisarja saatavilla ≤ kotelointityyppi A	IP21/TYPE 1/IP 4X top
Tärinätesti	1,0 g
	5% - 95 % (IEC 721-3-3; Luokka 3K3 (kondensoitumaton) käytön aikana
Suurin suhteellinen kosteus	luokka 3C2
Aggressiivinen ympäristö (IEC 721-3-3), päällystämätön	luokka 3C3
Aggressiivinen ympäristö (IEC 721-3-3), päällystetty	
Standardin IEC 60068-2-43 H2S mukainen testimenetelmä (10 päivää)	
Ympäristön lämpötila	Maks. 50 °C

*Redusointi ilman korkean lämpötilan vuoksi, katso erikoisolosuhteita käsittelevä jakso*

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 erikoisolosuhteita käsittelevä jakso*

Käytetyt EMC-standardit, emissio	EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011, IEC 61800-3
	EN 61800-3, EN 61000-6-1/2,
	EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN
Käytetyt EMC-standardit, sieto	61000-4-6

*Katso erikoisolosuhteita käsittelevä jakso*

Ohjaukortin toiminta:

Pyyhkäisyväli	: 5 ms
---------------	--------

Ohjaukortti, USB-sarjaliitäntä:

USB-standardi	1,1 (täysi nopeus)
USB-liitin	USB B-tyyppin "laite"-liitin



Kytkeä PC:hen tehdään isännän ja laitteen välisellä USB-standardikaapelilla. USB-liitäntä on eristetty galvaanisesti syöttöjännitteestä (PELV) ja muista suurjännitelähteistä.

USB-liitäntää ei ole eristetty galvaanisesti suojaadoituksesta. Käytä ainoastaan eristettyä kannettavaa/pöytätietokonetta yhteytenä VLT AQUA Drive -taajuusmuuttajan USB-liitäntään tai eristettyyn USB-kaapeliin/-liitäntään.

## 3.2. Hyötysuhde

### VLT AQUA:n hyötysuhde ( $\eta_{VLT}$ )

Taajuusmuuttajan kuormituksella ei ole suurta vaikutusta sen hyötysuhteeseen. Yleensä hyötysuhde on moottorin nimellistaajuudella  $f_{M,N}$  sama moottorin antaessa 100 %:n akselimomentin kuin moottorin toimiessa 75 %:n kuormituksella, esimerkiksi osakuormalla.

Tämä tarkoittaa myös, että taajuusmuuttajan hyötysuhde ei muutu, vaikka sille valittaisiinkin toinen U/f-ominaisuus.

U/f-käyrä vaikuttaa kuitenkin moottorin hyötysuhteeseen.

Hyötysuhde heikkenee, kun kytkentätaajuudeksi määritetään yli 5 kHz oleva arvo. Hyötysuhde alenee myös hieman, jos verkko jännite on 480 V tai jos moottorikaapelin pituus ylittää 30 m.

### Moottorin hyötysuhde ( $\eta_{MOTOR}$ )

Taajuusmuuttajaan liitetyn moottorin hyötysuhde riippuu magnetointitasosta. Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että hyötysuhde on yhtä hyvä kuin moottorin ollessa suoraan verkkoon kytkettynä. Moottorin hyötysuhde riippuu moottorityypistä.

Alueella 75-100% nimellismomentista moottorin hyötysuhde on likimain vakio niin taajuusmuuttajaan liitettynä kuin suorassa verkkokäytössäkin.

Pienien moottorien hyötysuhteeseen U/f-ominaiskäyrällä on varsin rajallinen vaikutus. Moottoreilla 11 kW:sta ylöspäin edut ovat kuitenkin merkittävät.

Yleensä kytkentätaajuus ei vaikuta pienten moottoreiden hyötysuhteeseen. Yli 11 kW moottorien hyötysuhde paranee 1-2%. Hyötysuhde paranee, koska moottorivirran sinimuotoisuus on lähes täydellinen korkealla kytkentätaajuudella.

### Järjestelmän hyötysuhde ( $\eta_{SYSTEM}$ )

Järjestelmän hyötysuhteen laskemiseksi kerrotaan VLT AQUA -laitteen ( $\eta_{VLT}$ ) hyötysuhde moottorin hyötysuhteella ( $\eta_{MOTOR}$ ):

$$\eta_{SYSTEM} = \eta_{VLT} \times \eta_{MOTOR}$$

Laske järjestelmän hyötysuhde eri kuormituksilla yllä olevan kaavion mukaan.

## 3.3. Akustiset häiriöt

Taajuusmuuttajan akustiset häiriöt ovat peräisin kolmesta lähteestä:

1. DC-välipiirin käämeistä.
2. sisäisestä puhaltimesta.
3. RFI-suodattimen kuristimesta.

Tyypilliset arvot, jotka on mitattu 1 m:n etäisyydellä laitteesta:

Kotelointi	Pienennetyllä puhaltimen nopeudella (50 %)	Puhaltimen täysi nopeus
	[dBA]	[dBA]
A2	51	60
A3	51	60
A5	-	54
B1	61	67
B2	58	70
C1	52	62
C2	55	65

### 3.4. Moottorin huippujännite

Vaihtosuuntaajassa olevan transistorin kytkeytyessä moottoriin syötetty jännite nousee suhteessa  $dV/dt$ , mikä riippuu:

- moottorikaapelista (tyyppi, poikkipinta, pituus, suojattu tai suojaamaton)
- induktanssista

Luonnollinen induktio aiheuttaa ylityksen  $U_{PEAK}$  moottorin jännitteessä, ennen kuin se vakiintuu tasolle, joka riippuu välipiirin jännitteestä. Kiihdytysaika ja moottorin huippujännite  $U_{PEAK}$  vaikuttavat moottorin kestoikään. Liian suuri huippujännite vaikuttaa etupäässä moottoreihin, joissa ei ole vaihekäämityksen eristystä. Jos moottorikaapeli on lyhyt (muutamia metrejä), rampin nousuaika ja huippujännite ovat suhteellisen pieniä.

Jos moottorikaapeli on pitkä (100 m), kiihdytysaika ja huippujännite suurenevät.

Moottoreissa, joissa ei ole vaihe-eristyspaperia tai muuta eristyksen vahvistusta, joka sopisi käyttöön jännitesyötön (kuten taajuusmuuttajan) kanssa, kannattaa asentaa siniaaltosuodatin FC 300:n lähtöön.

Muiden kuin jäljempänä mainittujen kaapelin pituuksien ja jännitteiden likiarvot saadaan seuraavilla nyrkkisäännöillä:

1. Nousuaika kasvaa/pienenee suhteessa kaapelin pituuteen.

2.  $U_{PEAK} = DC\text{-välipiirin jännite} \times 1,9$   
(DC-välipiirin jännite = verkkojännite  $\times 1,35$ ).

3. 
$$dU \Big| dt = \frac{0.8 \times U_{PEAK}}{\text{Kiihdytysaika}}$$

Tiedot mitataan IEC 60034-17 -standardin mukaisesti.  
Kaapeliin pituudet ilmoitetaan metreinä/jalkoina.

**FC 202, P11KT5**

Kaapelin pituus [m]	Verkko- jännite	Kiihdytysaika [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μsec]
10	400 V	0.22	0.470	1.573
150	400 V	0.52	0.512	0.846
10	480 V	0.34	0.580	1.394
150	480 V	0.36	0.598	1.328

**FC 202, P18KT5**

Kaapelin pituus [m]	Verkko- jännite	Kiihdytysaika [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μsec]
25	400 V	0.276	1.040	2.717
50	400 V	0.236	1.070	2.775
150	400 V	0.284	1.020	2.025
25	480 V	0.316	1.220	2.880
50	480 V	0.328	1.260	2.591
150	480 V	0.28	1.210	2.304

**FC 202, P7K5T2**

Kaapelin pituus [m]	Verkko- jännite	Kiihdytysaika [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μsec]
5	230 V	0.13	0.510	3.090
50	230 V	0.23	0.590	2.034
100	230 V	0.54	0.580	0.865
150	230 V	0.66	0.560	0.674

**FC 202, P11KT2**

Kaapelin pituus [m]	Verkko- jännite	Kiihdytysaika [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μsec]
36	240 V	0.264	0.624	1.890
136	240 V	0.536	0.596	0.889
150	240 V	0.568	0.568	0.800

**FC 202, P11KT2**

Kaapelin pituus [m]	Verkko- jännite	Kiihdytysaika [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μsec]
36	240 V	0.15	0.624	1.664
136	240 V	0.168	0.596	1.419
150	240 V	0.156	0.568	1.456

**FC 202, P22KT5**

Kaapelin pituus [m]	Verkko- jännite	Kiihdytysaika [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μsec]
25	400 V	0.320	0.930	2.547
150	400 V	0.330	1.000	2.121
25	480 V	0.312	1.150	2.965
150	480 V	0.550	1.250	1.582

**FC 202, P30KT5**

Kaapelin pituus [m]	Verkko- jännite	Kiihdytysaika [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μsec]
25	400 V	0.216	1.000	3.773
150	400 V	0.250	1.000	2.000
25	480 V	0.264	1.150	3.788
150	480 V	0.400	1.225	1.750

**FC 202, P30KT5**

Kaapelin pituus [m]	Verkko- jännite	Kiihdytysaika [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μsec]
25	400 V	0.216	1.000	3.773
150	400 V	0.250	1.000	2.000
25	480 V	0.264	1.150	3.788
150	480 V	0.400	1.225	1.750

**FC 202, P15KT2**

Kaapelin pituus [m]	Verkko- jännite	Kiihdytysaika [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μsec]
36	240 V	0.296	0.574	1.551
136	240 V	0.696	0.580	0.666
150	240 V	0.832	0.576	0.553

**FC 202, P15KT2**

Kaapelin pituus [m]	Verkko- jännite	Kiihdytysaika [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μsec]
36	240 V	0.188	0.574	1.221
136	240 V	0.256	0.580	0.906
150	240 V	0.26	0.576	0.886

**FC 202, P37KT5**

Kaapelin pituus [m]	Verkko- jännite	Kiihdytysaika [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μsec]
5	400 V	0.376	1.090	2.380
50	400 V	0.576	1.040	1.450
100	400 V	0.544	1.020	1.471
150	400 V	0.832	1.010	0.962
5	480 V	0.368	1.270	2.853
50	480 V	0.536	1.290	1.978
100	480 V	0.680	1.240	1.426
150	480 V	0.712	1.200	1.334



**FC 202, P55KT5**

Kaapelin pituus [m]	Verkko- jännite	Kiihdytysaika [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μsec]
15	400 V	0.232	1.000	3.362
50	400 V	0.384	1.000	2.096
100	400 V	0.496	1.000	1.612
150	400 V	0.752	0.980	1.070
15	480 V	0.256	1.230	3.847
50	480 V	0.328	1.200	2.957
100	480 V	0.456	1.200	2.127
150	480 V	0.960	1.150	1.052

**FC 202, P30KT2**

Kaapelin pituus [m]	Verkko- jännite	Kiihdytysaika [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μsec]
15	240 V	0.194	0.626	2.581
50	240 V	0.252	0.574	1.822
150	240 V	0.488	0.538	0.882

**FC 202, P30KT2**

Kaapelin pituus [m]	Verkko- jännite	Kiihdytysaika [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μsec]
15	240 V	0.117	0.626	2.410
50	240 V	0.150	0.574	1.531
150	240 V	0.184	0.538	1.170

**FC 202, P90KT5**

Kaapelin pituus [m]	Verkko- jännite	Kiihdytysaika [μsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/μsec]
5	400 V	0.240	1.030	1.683
5	480 V	0.184	1.170	2.652

## 3.5. Erikoisolosuhteet

### 3.5.1. 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.

### 3.5.2. Redusointi ympäristön lämpötilan vuoksi

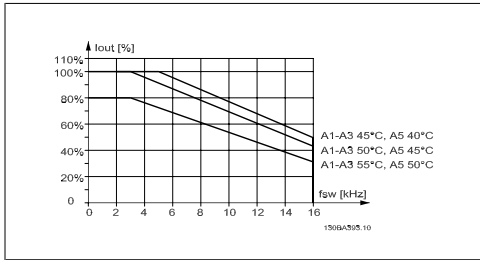
24 tunnin aikana mitatun keskilämpötilan ( $T_{AMB,AVG}$ ) tulee olla vähintään 5 °C alhaisempi kuin suurin sallittu ympäristön lämpötila ( $T_{AMB,MAX}$ ).

Jos taajuusmuuttajaa käytetään korkeissa ympäristön lämpötiloissa, jatkuvaa lähtövirtaa on redusoitava.

Redusointi riippuu kytkentätavasta, jonka asetukseksi voidaan määrittää 60 PWM tai SFAVM parametrissa 14-00.

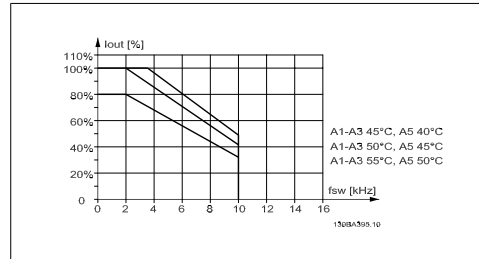
**A-kotelot**

**60 PWM - Pulse Width Modulation**



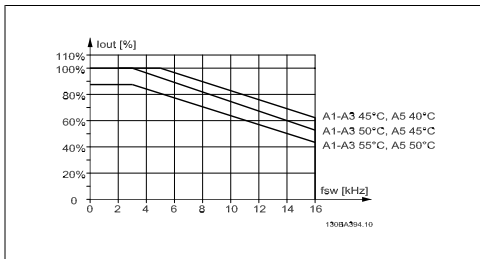
Kuva 3.1: Lähtövirran  $I_{out}$  redusointi erilaisten ympäristön maksimilämpötilojen  $T_{AMB, MAX}$  vuoksi koteloinnille A, käytössä 60 PWM

**SFAVM - Stator Frequency Asyncon Vector Modulation**

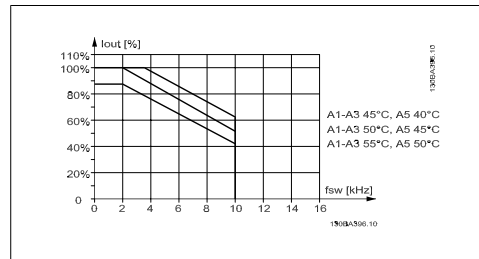


Kuva 3.2: Lähtövirran  $I_{out}$  redusointi erilaisten ympäristön maksimilämpötilojen  $T_{AMB, MAX}$  vuoksi koteloinnille A, käytössä SFAVM

A-kotelointia käytettäessä moottorikaapelin pituudella on suhteellisen suuri vaikutus suositeltavaan redusointiin. Siksi kuvassa näkyy myös suositeltava redusointi silloin, kun sovelluksessa käytetään enintään 10-metristä moottorikaapelia.



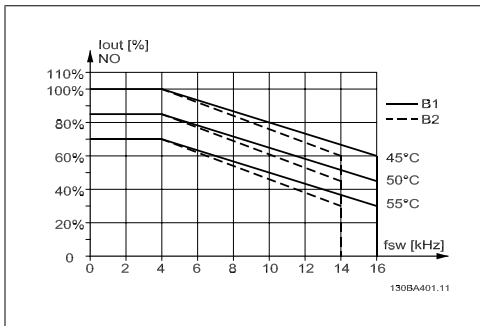
Kuva 3.3: Lähtövirran  $I_{out}$  redusointi erilaisten ympäristön maksimilämpötilojen  $T_{AMB, MAX}$  vuoksi koteloinnille A, käytössä 60 PWM ja enintään 10-metrinen moottorikaapeli



Kuva 3.4: Lähtövirran  $I_{out}$  redusointi erilaisten ympäristön maksimilämpötilojen  $T_{AMB, MAX}$  vuoksi koteloinnille A, käytössä SFAVM ja enintään 10-metrinen moottorikaapeli

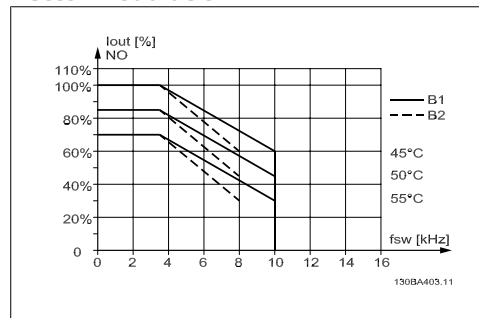
**B-kotelointi**

**60 PWM - Pulse Width Modulation**



Kuva 3.5: Lähtövirran  $I_{out}$  redusointi erilaisten ympäristön maksimilämpötilojen  $T_{AMB, MAX}$  vuoksi koteloinnille B, käytössä 60 PWM normaalin vääntömomentin tilassa (ylimomentti 110 %)

**SFAVM - Stator Frequency Asyncon Vector Modulation**

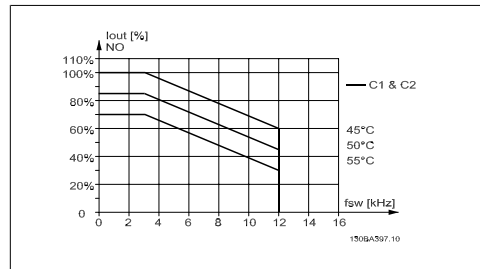


Kuva 3.6: Lähtövirran  $I_{out}$  redusointi erilaisten ympäristön maksimilämpötilojen  $T_{AMB, MAX}$  vuoksi koteloinnille B, käytössä SFAVM normaalin vääntömomentin tilassa (ylimomentti 110 %)

3

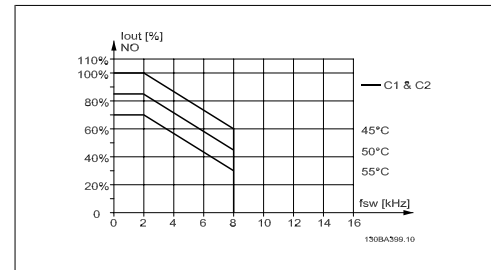
### C-koteloinnit

#### 60 PWM - Pulse Width Modulation



Kuva 3.7: Lähtövirran  $I_{out}$  redusointi erilaisten ympäristön maksimilämpötilojen  $T_{AMB, MAX}$  vuoksi koteloinnille C, käytössä 60 PWM normaalin vääntömomentin tilassa (ylimomentti 110 %)

#### SFAVM - Stator Frequency Asyncon Vector Modulation



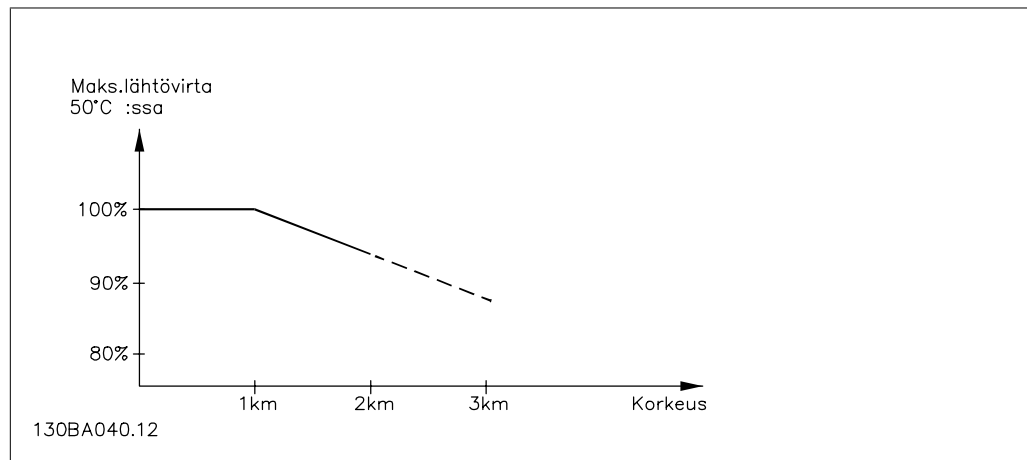
Kuva 3.8: Lähtövirran  $I_{out}$  redusointi erilaisten ympäristön maksimilämpötilojen  $T_{AMB, MAX}$  vuoksi koteloinnille C, käytössä SFAVM normaalin vääntömomentin tilassa (ylimomentti 110 %)

### 3.5.3. Redusointi matalan ilmanpaineen johdosta

Alhainen ilmanpaine heikentää ilman jäähdystyskykyä.

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

Alle 1000 metrin korkeudessa ympäristön lämpötilaa ei tarvitse alentaa, mutta 100 metrin yläpuolella ympäristön lämpötilaa ( $T_{AMB}$ ) tai maksimilähtövirtaa ( $I_{out}$ ) on alennettava alla olevan kaavion mukaisesti:



Kuva 3.9: Lähtövirran redusointi korkeuden mukaan, kun lämpötila on  $T_{AMB}$ ; Kun korkeus on yli 2 km, ota yhteyttä Danfoss Drivesiin keskustellaksesi PELV-jännitteestä.

Toinen vaihtoehto on laskea ympäristön lämpötilaa korkeilla paikoilla ja siten varmistaa 100 % lähtövirta korkealla oltaessa.

### 3.5.4. Redusointi pienillä käyntinopeuksilla

Kun moottori on kytketty taajuusmuuttajaan, on syytä tarkistaa, että moottorin jäähditys toimii asianmukaisesti.

Ongelmia voi esiintyä pienillä kierrosluvuilla sovelluksissa, joissa momentti on tasainen. Moottorin tuuletin ei välttämättä tuota riittävästi jäähdytysilmaa, mikä rajoittaa tuettavaa momenttia. 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.

**3**

### **3.5.5. Redusointi pitkien tai poikki-pinta-alaltaan suurempien moottorikaapelien asennusta varten**

Tämän taajuusmuuttajan maksimikaapelipituus on 300 m suojaamatonta ja 150 m suojattua kaapelia.

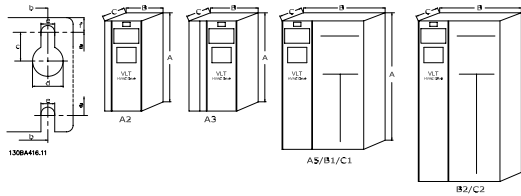
Taajuusmuuttaja on suunniteltu käytettäväksi poikki-pinta-alaltaan määritetyn moottorikaapelien kanssa. Jos halutaan käyttää kaapelia, jonka poikki-pinta-ala on tätä suurempi, pienennä lähtövirtaa 5 % kutakin poikki-pinta-alan luokan suurennusta varten.

(Kaapelien suurempi poikki-pinta-ala aiheuttaa suuremman maadoituskapasiteetin ja siten suuremman maavuotovirran).

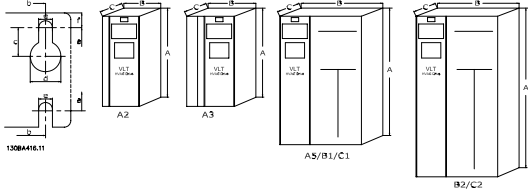
### **3.5.6. Automaattiset muutokset suorituskyvyn varmistamiseksi**

Taajuusmuuttaja suorittaa jatkuvasti sisälämpötilan, kuormitusvirran, välipiirin jännitteen ylärajan ja pienten moottorin nopeuksien tarkistuksia. Reaktiona kriittiseen tasoon taajuusmuuttaja voi säätää kytkentätaajuutta ja/tai muuttaa kytkentätapaa varmistaakseen taajuusmuuttajan suorituskyvyn. Kyky pienentää lähtövirtaa automaattisesti laajentaa hyväksyttäviä käyttöolosuhteita vielä enemmän.

### 3.6. Mekaaninen mitta



Mekaaniset mitat						
Runkokoko	A2		A3		A5	
	0,25-3 kW (200-240 V) 0,37-4,0 kW (380-480 V)		3,7 kW (200-240 V) 5,5-7,5 kW (380-480 V)		0,25-3,7 kW (200-240 V) 0,37-7,5 kW (380-480 V)	
IP	20	21	20	21	55/66	
NEMA	Runko	Tyyppi 1	Runko	Tyyppi 1	Tyyppi 12	
<b>Korkeus</b>						
Taustalevy	A	267,5 mm	370 mm	267,5 mm	370 mm	420 mm
Erotinlevyn kanssa	A	373.79	-	373.79	-	-
Asennusreikien etäisyys	a	257 mm	350 mm	257 mm	350 mm	402 mm
<b>Leveys</b>						
Taustalevy	B	90 mm	90 mm	130 mm	130 mm	242 mm
Taustalevy yhdellä C-optiolla	B	130 mm	130 mm	170 mm	170 mm	242 mm
Taustalevy kahdella C-optiolla	B	150 mm	150 mm	190 mm	190 mm	242 mm
Asennusreikien etäisyys	b	70 mm	70 mm	110 mm	110 mm	215 mm
<b>Syvyys</b>						
Ilman optiota A/B	C	205 mm	205 mm	205 mm	205 mm	200 mm
Optiolla A/B	C	219 mm	220 mm	219 mm	219 mm	200 mm
Ilman optiota A/B	D		207 mm		207 mm	-
Optiolla A/B	D		222 mm		222 mm	-
<b>Ruvinreiät</b>						
	c	8,0 mm	8,0 mm	8,0 mm	8,0 mm	8,25 mm
	d	ø 11 mm	ø 11 mm	ø 11 mm	ø 11 mm	ø 12 mm
	e	ø 5,5 mm	ø 5,5 mm	ø 5,5 mm	ø 5,5 mm	ø 6,5 mm
	f	9 mm	9 mm	9 mm	9 mm	9 mm
<b>Maksimipaino</b>		4,9 kg	5,3 kg	6,6 kg	7,0 kg	13,5/14,2 kg



Mekaaniset mitat					
Runkokokoo		B1	B2	C1	C2
		<b>5,5-7,5 kW (200-240 V) 11-18,5 kW (380-480 V)</b>	<b>11-15 kW (200-240 V) 22-30 kW (380-480 V)</b>	<b>18,5-22 kW (200-240 V) 37-55 kW (380-480 V)</b>	<b>30-45 kW (200-240 V) 75-90 kW (380-480 V)</b>
IP		21/ 55/66	21/55/66	21/55/66	21/55/66
NEMA		Tyyppi 1/ Tyyppi 12	Tyyppi 1/ Tyyppi 12	Tyyppi 1/ Tyyppi 12	Tyyppi 1/ Tyyppi 12
<b>Korkeus</b>					
Taustalevy	A	480,8 mm	650 mm	680 mm	770 mm
Erotinlevyn kanssa	A	-	-		
Asennusreikien etäisyys	a	454 mm	624 mm	648 mm	739 mm
<b>Leveys</b>					
Taustalevy	B	242 mm	242 mm	308 mm	370 mm
Taustalevy yhdellä C-optiolla	B	242 mm	242 mm	308 mm	370 mm
Taustalevy kahdella C-optiolla	B	242 mm	242 mm	308 mm	370 mm
Asennusreikien etäisyys	b	210 mm	210 mm	272 mm	334 mm
<b>Syvyys</b>					
Ilman optiota A/B	C	260,5 mm	260,5 mm	310 mm	335 mm
Optiolla A/B	C	260,5 mm	260,5 mm	310 mm	335 mm
Ilman optiota A/B	D	-	-	-	-
Optiolla A/B	D	-	-	-	-
<b>Ruuvireiät</b>					
	c	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm
	d	ø 19 mm	ø 19 mm	ø 19 mm	ø 19 mm
	e	ø 9 mm	ø 9 mm	ø 9,8 mm	ø 9,8 mm
	f	9 mm	9 mm	17,6 mm	18 mm
<b>Maksimipaino</b>		23 kg	27 kg	43 kg	61 kg

## 3.7. Optiot ja lisävarusteet

Danfossilla on laaja valikoima optioita ja lisävarusteita VLT-taajuusmuuttajiin.

### 3.7.1. Optiomoduulien asentaminen paikkaan B

Taajuusmuuttajasta on katkaistava virta.

A2- ja A3-koteloinnit:

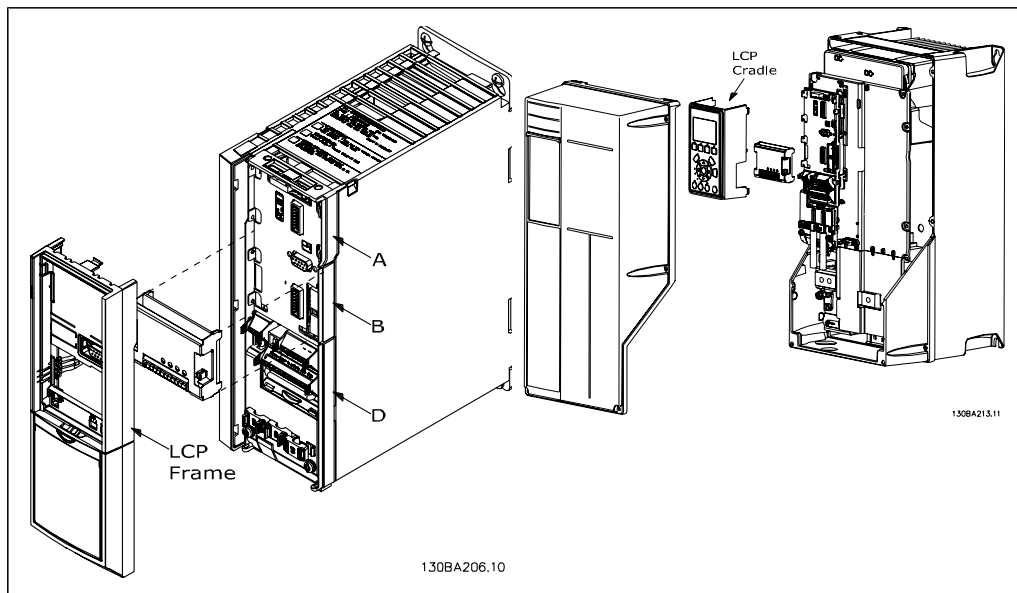
- Irrota LCP (paikallishjauspaneeli), liittimen suojus ja LCP:n kehys taajuusmuuttajasta.
- Aseta MCB10x-optiokortti paikkaan B.
- Kytke ohjauskaapelit ja vapauta kaapeli mukana tulleilla kaapelinauhoilla. Irrota optiosarjan mukana toimitettu laajennetun LCP:n kehysten ejektorit, niin että optio sopii laajennetun LCP:n kehysten alle.
- Kiinnitä laajennettu LCP:n kehys ja liitinsuoja paikoilleen.
- Kiinnitä LCP tai valesuojus laajennettuun LCP:n kehukseen.
- Kytke taajuusmuuttajaan virta.

- Määritä tulo-/lähtötoiminnot vastaavissa parametreissa jakson *Yleiset tekniset tiedot* ohjeiden mukaan.

B1-, B2-, C1- ja C2-koteloinnit:

- Irrota paikallisohjauspaneeli ja sen teline.
- Kiinnitä MCB 10x -optiokortti paikkaan B.

- Kytke ohjauskaapelit ja vapauta kaapeli mukana tulleilla kaapelinauhoilla.
- Kiinnitä teline
- Kiinnitä paikallisohjauspaneeli



A2- ja A3-koteloinnit

A5-, B1-, B2-, C1- ja C2-koteloinnit

### 3.7.2. Yleiskäyttöön tarkoitettu tulo- ja lähtömoduuli MCB 101

MCB 101:tä käytetään VLT AQUA Drive -taajuusmuuttajan digitaalisten ja analogisten tulojen ja lähtöjen määrän lisäämiseen.

Sisällysluettelo: MCB 101 on asetettava VLT AQUA Drive -taajuusmuuttajan paikkaan B.

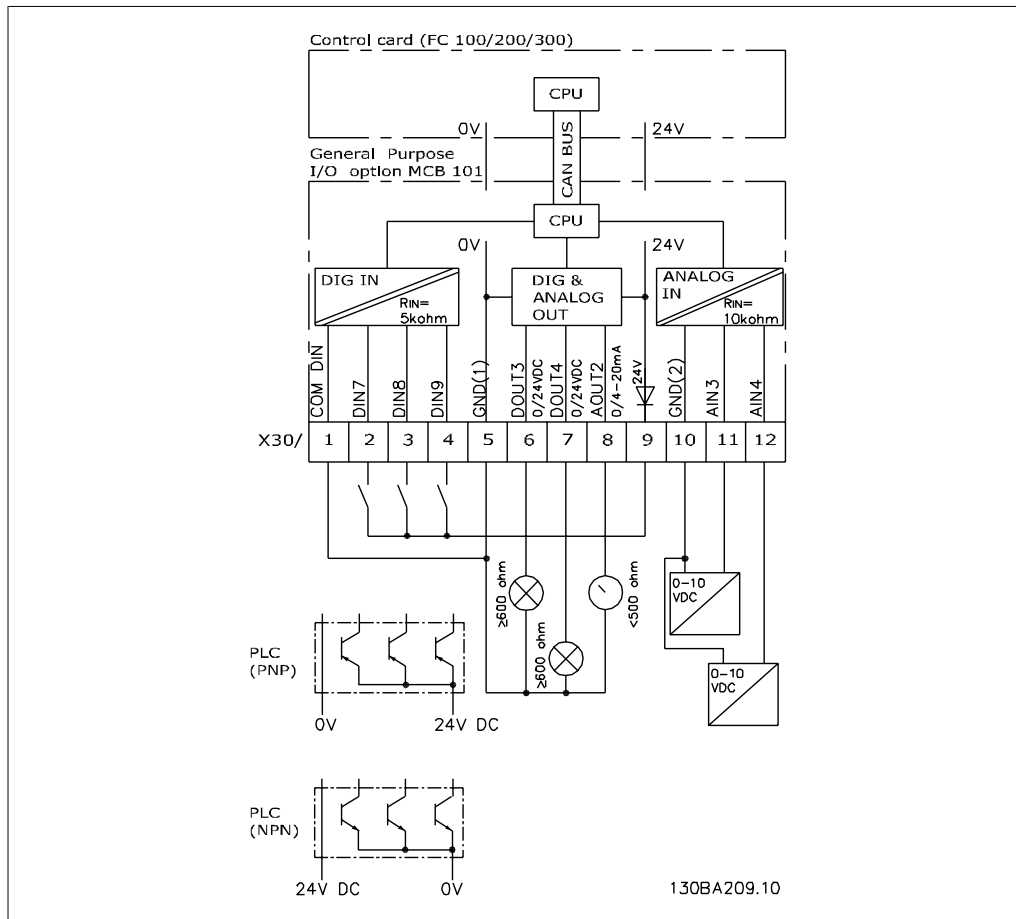
- MCB 101 -optimoduuli
- Laajennettu LCP-kehys
- Liittimien suojakansi

#### Galvaaninen erotus MCB 101:ssä

Digitaaliset/analogiset tulot on erotettu galvaanisesti muista MCB 101:n ja taajuusmuuttajan ohjauksortin tuloista/lähdöistä. MCB 101:n digitaaliset/analogiset lähdöt on erotettu galvaanisesti muista MCB 101:n tuloista/lähdöistä mutta ei taajuusmuuttajan ohjauksortin tuloista/lähdöistä.

Jos digitaalitulot 7, 8 ja 9 aiotaan kytkeä käyttämällä sisäistä 24 V:n virtalähdettä (liitin 9), on luotava kuvassa näkyvä yhteys liittinten 1 ja 5 välille.

MCB 101 General Purpose I/O		FC Series B slot	
SW. ver. XX.XX		Code No. 130BXXXX	
COM DIN	DIN7	DIN8	DIN9
		GND(1)	DOUT3
		DOUT4	ACUT2
		24V	GND(2)
			AIN3
			AIN4
X30/	1	2	3
	4	5	6
	7	8	9
	10	11	12



Kuva 3.10: Periaatekaavio

### 3.7.3. Digitaalitulot - liitin X30/1-4

Parametrit kokoonpanossa: 5-16, 5-17 ja 5-18				
Digitaalitulojen määrä	Jännitetaso	Jännitetasot	Tuloimpedanssi	Suurin kuorma
3	0-24 V DC	PNP-tyyppi: Yleinen = 0 V Looginen '0': Tulo < 5 V DC Looginen '1': Tulo > 10 V DC NPN-tyyppi: Yleinen = 24 V Looginen '0': Tulo > 19 V DC Looginen '1': Tulo < 14 V DC	Noin. 5 k ohm	± 28 V jatkuva ± 37 V vähintään 10 sekunnissa

### 3.7.4. Analogiset jännitetulot - liitin X30/10-12

Parametrit kokoonpanossa: 6-3*, 6-4* ja 16-76				
Analogisia jännitetuloja	Standardoitu tulosignaali	Tuloimpedanssi	Resoluutio	Suurin kuorma
2	0-10 V DC	Noin. 5 k ohm	10 bittiä	± 20 V jatkuvasti



### 3.7.5. Digitaalilähdöt - liitin X30/5-7

<b>Parametrit kokoonpanossa: 5-32 ja 5-33</b>			
Digitaalisia lähtöjä	Lähtötaso	Toleranssi	Suurin kuorma
2	0 tai 24 V DC	± 4 V	≥ 600 ohmia

### 3.7.6. Analogialähdöt - liitin X30/5+8

<b>Parametrit kokoonpanossa: 6-6* ja 16-77</b>			
Analogialähtöjä	Lähtösignaalin taso	Toleranssi	Suurin kuorma
1	0/4 - 20 mA	± 0,1 mA	< 500 ohm

### 3.7.7. Releoptio MCB 105

Option MCB 105 kuuluu 3 SPDT-kosketinta, jotka sopivat varustepaikkaan B.

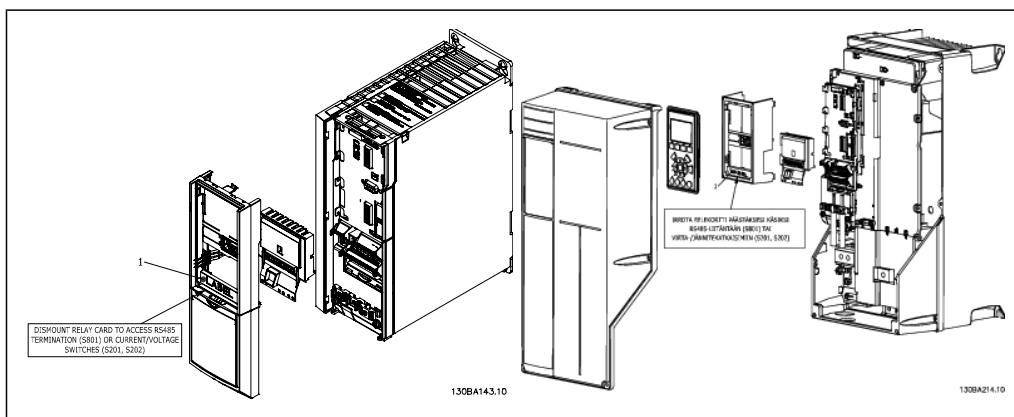
Sähkötiedot:

Suurin liitinkuorma (AC-1) <sup>1)</sup> (vastuskuorma)	240 V AC 2A
Suurin liitinkuorma (AC-15) <sup>1)</sup> (induktiivinen kuorma @ cosφ 0.4)	240 V AC 0,2 A
Suurin liitinkuorma (DC-1) <sup>1)</sup> (vastuskuorma)	24 V DC 1 A
Suurin liitinkuorma (DC-13) <sup>1)</sup> (induktiivinen kuorma)	24 V DC 0,1 A
Liitinten pienin kuormitus (DC)	5 V 10 mA
Suurin kytkentänopeus nimellis-/pienimmällä kuormituksella	6 min <sup>-1</sup> /20 s <sup>-1</sup>

1) IEC 947 osat 4 ja 5

Kun releoptiosarja tilataan erikseen, pakkaukseen sisältyvät:

- Relemoduuli MCB 105
- Laajennettu LCP-kehys ja laajennettu liitinsuojus
- Tarra, jolla peitetään kytkimet S201, S202 ja S801
- Kaapelinauhat, joilla kaapelit kiinnitetään relemoduuliin



A2-A3

A5-C2

**TÄRKEÄÄ** 1. Tarra TÄYTYY kiinnittää paikallishjauspaneelin runkoon kuten kuvassa (UL-hyväksyty).

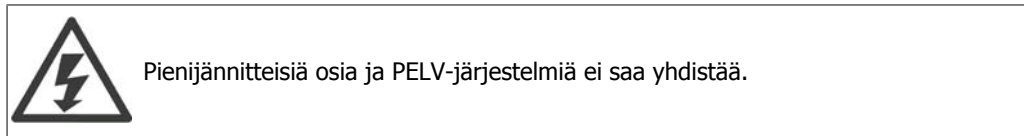
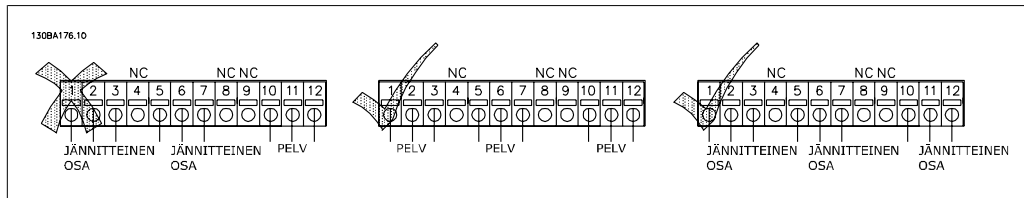
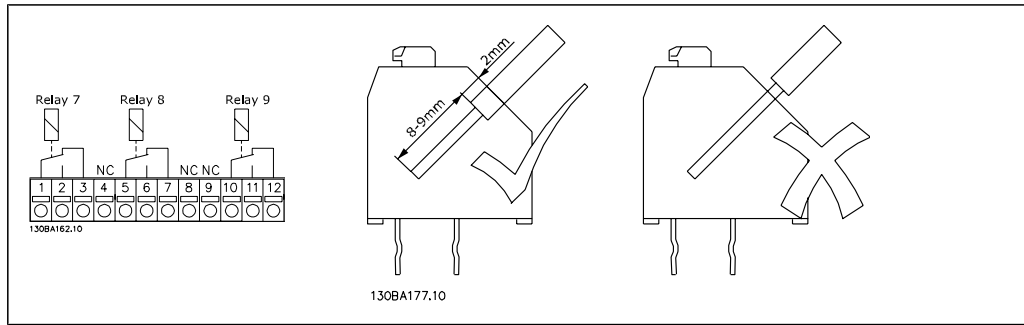


Varoitus kaksinkertaisesta syötöstä

MCB 105 -option lisääminen:

- Katso asennusohjeet jakson *Optiot ja lisävarusteet* alusta.
- Virransyöttö releliitinten jännitteisiin liitäntöihin on katkaistava.
- Älä sekoita jännitteisiä osia (suuri jännite) ohjaussignaaleihin (PELV).
- Valitse reletoiminnot par. 5-40 (6-8), 5-41 (6-8) ja 5-42 [6-8].

NB (indeksi [6] on rele 7, indeksi [7] on rele 8 ja indeksi [8] on rele 9)



### 3.7.8. 24 V varmistusvaihtoehto MCB 107 (optio D)

Ulkoisen 24 V jännitelähde

Ulkoista 24 V:n tasajännitelähdettä voidaan käyttää ohjauskortin ja muiden mahdollisten lisävarustekorttien pienjännitelähteenä. Tämä mahdollistaa LCP:n täyden käytön, myös parametrien asettamisen, ilman verkkovirran syöttöä teho-osaan.

Ulkoisen 24 V jännitelähteen ominaisuudet:

Syöttöjännitealue	24 V DC ±15 % (maks. 37 V 10 sekunnissa)
Suurin syöttövirta	2,2 A
Taajuusmuuttajan keskimääräinen tulovirta	0,9 A
Suurin kaapelin pituus	75 m
Tulokapasitanssikuormitus	< 10 µF
Käynnistysviive	< 0,6 s
Tuloliitännät on suojattu.	

**Liittimet:**

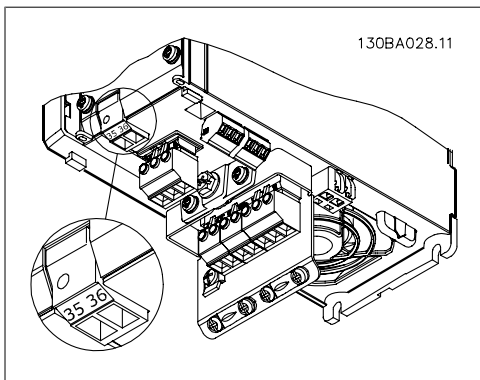
Liitin 35: - ulkoinen 24 V DC jännitelähde.

Liitin 36: + ulkoinen 24 V tasavirtalähde.

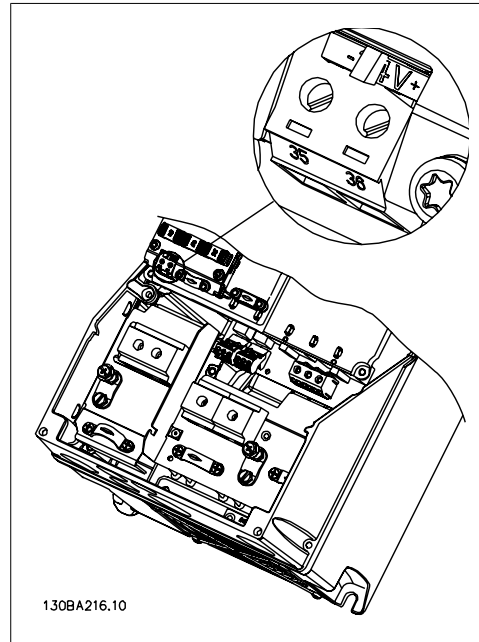
**Toimi näin:**

1. Irrota LCP tai peitekansi
2. Irrota liittimen suojus
3. Irrota kaapelin erotuslevy ja sen alla oleva muovinen suojus
4. Aseta 24 voltin ulkoinen tasavirtajännitelisävaruste lisävarustepaikkaan
5. Aseta kaapelin erotinlevy paikalleen
6. Kiinnitä liittimen suojus ja LCP tai peitekansi.

Kun käytössä on MCB 107, 24 V:n varmistusoptio syötä ohjauspiiriin virtaa, sisäinen 24 V:n virtalähde kytketään automaattisesti pois käytöstä.



Kuva 3.11: Liitäntä 24 V varmistussyöttöön (A2-A3).

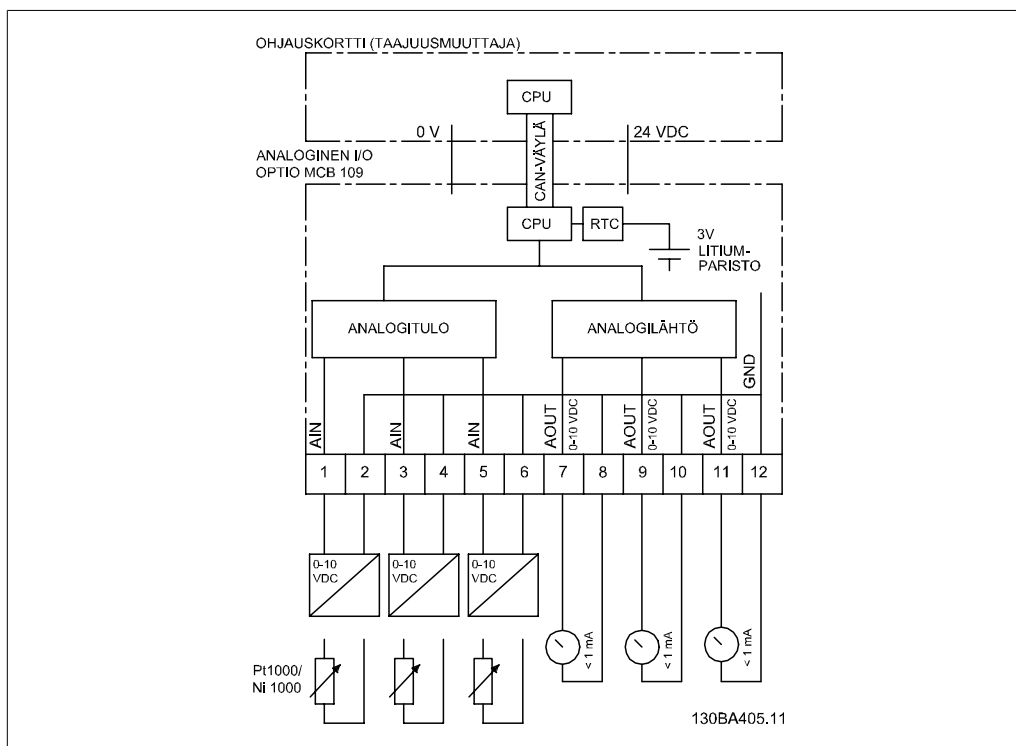


Kuva 3.12: Liitäntä 24 V varmistussyöttöön (A5-C2).

### 3.7.9. Analoginen I/O-optio MCB 109

Analogista I/O-korttia otaksutaan käytettävän esim. seuraavissa tapauksissa:

- Kellotoiminnon varapariston takaaminen ohjauskortilla
- Analogisen I/O-valinnan yleinen laajennus ohjauskortilla, esim. usean vyöhykkeen ohjaukseen kolmella paineensiirtimellä
- Taajuusmuuttajan muuttaminen hajautetuksi I/O-lohkoksi, joka tukee rakennuksen hallintajärjestelmää, jossa on tuloliitännät antureille ja lähtöliitännät vaimenninten ja venttiilitoimilaitteiden käyttöön
- Tuki laajennetuille PID-säätimille, joissa on I/O-liitännät asetuspistetuille, lähetin-/anaturitulot ja lähdöt toimilaitteille.



Kuva 3.13: Periaatekaavio taajuusmuuttajaan asennetulle analogiselle I/O-liitännälle.

### Analoginen I/O-konfiguraatio

3 x analogiatulo, pystyvät käsittelemään:

- 0 - 10 V DC

TAI

- 0-20 mA (jännitetulo 0-10V) asentamalla 510  $\Omega$ :n vastus liitinten välille (katso Huom.!).
- 4-20 mA (jännitetulo 2-10 V) asentamalla 510  $\Omega$ :n vastus liitinten välille (katso Huom.!).
- 1000  $\Omega$ :n Ni1000-lämpötila-anturi 0 °C:n lämpötilassa. Tekniset tiedot standardin DIN43760 mukaan
- 1000  $\Omega$ :n Pt1000-lämpötila-anturi 0 °C:n lämpötilassa. Tekniset tiedot standardin IEC 60751 mukaan

3 x analoginen lähtö, kunkin jännite 0-10 V DC.



#### Huom

Huomaa käytettävissä olevat arvot erilaisten vakiovastusryhmien välillä:  
E12: Lähin vakioarvo on 470  $\Omega$ , joka luo 449,9  $\Omega$ :n ja 8,997 V:n tulon.  
E24: Lähin vakioarvo on 510  $\Omega$ , joka luo 486,4  $\Omega$ :n ja 9,728 V:n tulon.  
E48: Lähin vakioarvo on 511  $\Omega$ , joka luo 487,3  $\Omega$ :n ja 9,746 V:n tulon.  
E96: Lähin vakioarvo on 523  $\Omega$ , joka luo 498,2  $\Omega$ :n ja 9,964 V:n tulon.

### Analogitulot - liitin X42/1-6

Lukemien parametriryhmä: 18-3\* Katso myös VLT® AQUA -taajuusmuuttajan ohjelmointi-  
opas, MG200XY

Asetusten parametriryhmät: 26-0\*, 26-1\*, 26-2\* ja 26-3\* Katso myös VLT® AQUA -taajuus-  
muuttajan ohjelmointiopas, MG200XY

3 x analogiatulo	Käyttöalue	Resoluutio	Tarkkuus	Näytteenotto	Suurin kuorma	Impedanssi
Käytetään lämpötilanturin tulona	-50 - +150 °C	11 bittiä	-50 °C ±1 Kelvin +150 °C ±2 Kelvin	3 Hz	-	-
Käytetään jännitetulona	0 - 10 V DC	10 bittiä	0,2 % täydestä näyttämästä kal. lämpötilassa	2,4 Hz	+/- 20 V jatkuvasti	Noin 5 kΩ

Kun analogiatuloja käytetään jännitteelle, ne ovat skaalattavissa jokaisen tulon parametrien mukaan.

Kun analogiatuloja käytetään lämpötilanturille, niiden skaalaus säädetään etukäteen tarvittavalle signaalitasolle määritetyille lämpötilavälille.

Kun analogiatuloja käytetään lämpötilantureille, takaisinkytkentäarvo voidaan lukea sekä °C-että °F-muodossa.

Kun käytetään lämpötilantureita, suurin kaapelin pituus antureihin kytkemiseen on 80 m suojaamatonta/kiertämätöntä johdinta.

#### Analogialähdöt - liitin X42/7-12

Luku- ja kirjoitusparametriyhmä: 18-3\* Katso myös VLT® AQUA -taajuusmuuttajan ohjelmointiopas, MG200XY

Asetusten parametriyhmät: 26-4\*, 26-5\* ja 26-6\* Katso myös VLT® AQUA -taajuusmuuttajan ohjelmointiopas, MG200XY

3 x analogialähtö	Lähtösignaalin taso	Resoluutio	Lineaarisuus	Suurin kuorma
voltia	0-10 V DC	11 bittiä	1 % koko näyttämästä	1 mA

Analogialähdöt voidaan skaalata kunkin lähdön parametrien mukaan.

Määritetty toiminto voidaan valita parametrin avulla, ja sillä voi olla samat optiot kuin ohjauskortin analogialähdöillä.

Katso tarkempi parametrien kuvaus VLT® AQUA -taajuusmuuttajan ohjelmointioppaasta MG200XY

#### Reaaliaikakello (RTC) varmistuksella

RTC:n datamuoto sisältää vuoden, kuukauden, päivän, tunnit, minuutit sekä viikonpäivän.

Kellon tarkkuus on parempi kuin ± 20 ppm 25 °C:n lämpötilassa.

Sisäänrakennettu litiumvarapari kestää keskimäärin vähintään 10 vuotta, kun taajuusmuuttaja toimii 40 °C:n ympäristön lämpötilassa. Jos paristopakkaus varmistus pettää, analoginen I/O-optio on vaihdettava.

### 3.7.10. Jarruvastukset

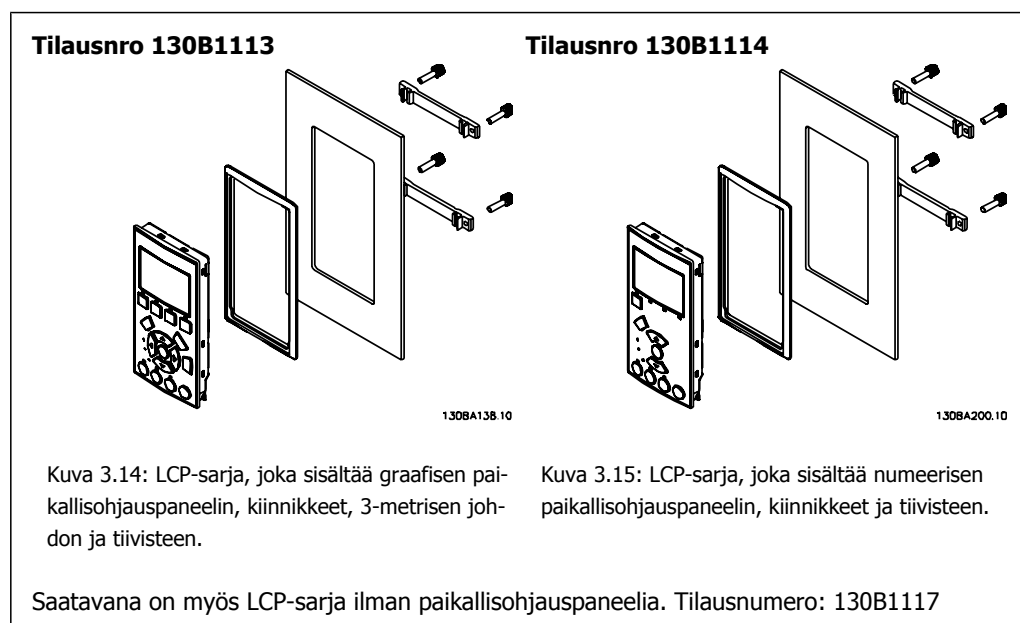
Sovelluksissa, joissa moottoria käytetään jarruna, moottorissa syntyy energiaa, joka siirtyy takaisin taajuusmuuttajaan. Jos energiaa ei voida siirtää takaisin moottoriin, se kasvaa jännitettä muuntimen DC-linjassa. Sovelluksissa, joissa jarruja käytetään usein ja/tai hitauskuormitukset ovat suuria, tämä lisäys voi aiheuttaa ylijännitteestä johtuvan laukaisun taajuusmuuttajassa ja lopulta sulkemisen. Jarruvastuksia käytetään hyötyjarrutuksesta syntyvän ylimääräisen energian hajottamiseen. Vastus valitaan sen ohmiarvon, tehonhajotusnopeuden ja fyysisen koon perusteella. Danfossilla on suuri valikoima erilaisia vastuksia, jotka on suunniteltu erityisesti taajuusmuuttajiemme koodinumeroihin mukaan ja löytyvät jaksosta *Tilaaminen*.

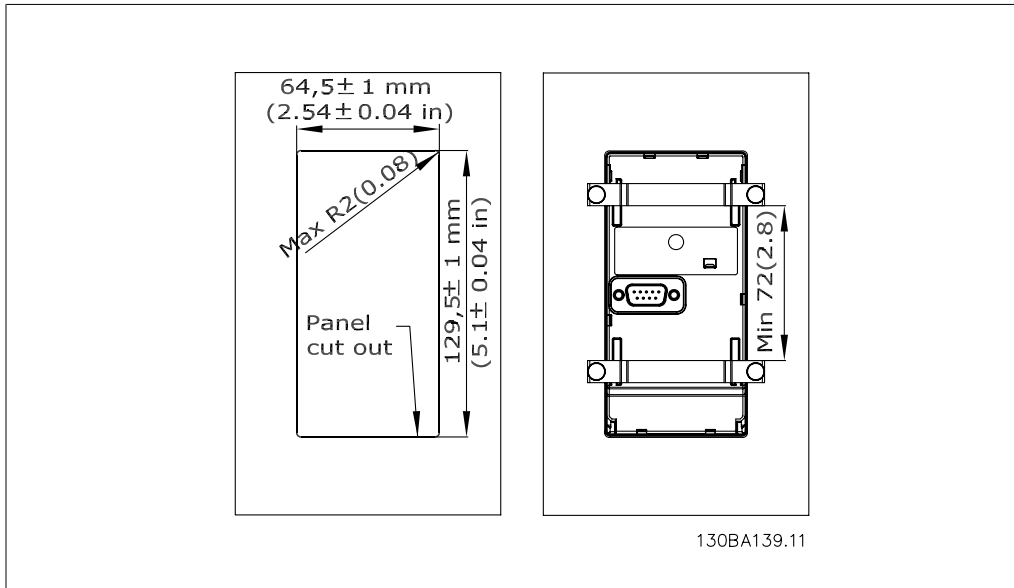
### 3.7.11. Etäasennussarja paikallishjauspaneelille

Paikallishjauspaneeli voidaan sirtää kaapin eteen käyttämällä etäasennussarjaa. Kotelo on IP 65. Kiinnitysruuvit on kiristettävä enintään 1 Nm:n momentilla.

#### Tekniset tiedot

Kotelointi:	IP 65 -etuosa
VLT:n ja yksikön välisen kaapelin maks. pituus:	3 m
Tiedonsiirtostandardi:	RS 485



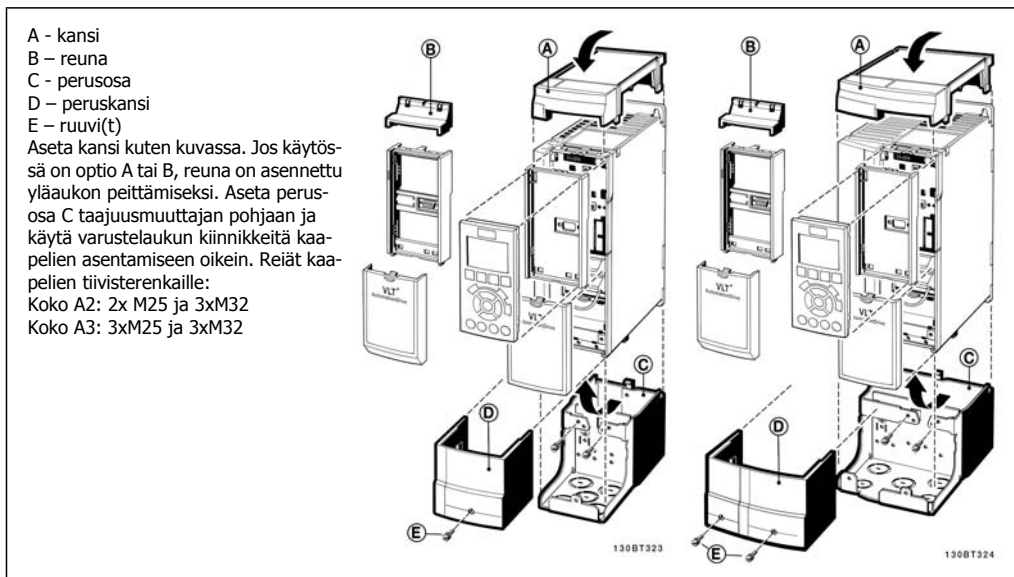


### 3.7.12. IP 21/IP 4X/ TYPE 1 -kotelointisarja

IP 20/IP 4x top/TYPE 1 on IP 20 -compact-laitteiden valinnaiskotelo, kotelon koko A2-A3.  
Jos kotelointisarja on käytössä, IP 20 -laite täyttää IP 4x -kotelointivaatimukset.

IP 4x top sopii kaikkiin IP 20 VLT AQUA -vakioversioihin.

### 3.7.13. IP 21/ Type 1 -kotelointisarja





### 3.7.14. Lähtösuodattimet

Taajuusmuuttajan suurnopeuskytkentä tuottaa joitakin toissijaisia vaikutuksia, jotka vaikuttavat moottoriin ja ympäristöön. Näitä sivuvaikutuksia pyritään ehkäisemään kahdella eri suodatintyy-  
pillä: du/dt- ja siniaaltosuodattimella.

#### **du/dt-suodattimet**

Moottorin eristyksen jännitteet aiheutuvat usein nopean jännitteen ja virran kasvun yhdistelmästä. Nopeat energiamuutokset voivat myös heijastua takaisin DC-linjaan vaihtosuuntaajassa ja aiheut-  
taa sen sammumisen. du/dt-suodatin on suunniteltu lyhentämään jännitteen nousuaikaa /  
nopeaa energiamuutosta moottorissa ja siten ehkäisemään enneaikasta ikääntymistä ja ylilyön-  
tiä moottorin eristyksessä. du/dt-suodattimet vaikuttavat myönteisesti magneettisen kohinan  
säteilyyn kaapelissa, joka yhdistää taajuusmuuttajan moottoriin. Jänniteaallon muoto on edelleen  
pulssin muotoinen, mutta du/dt-suhde pienenee suhteessa kokoonpanoon ilman suodatinta.

#### **Siniaaltosuodattimet**

Siniaaltosuodattimet on suunniteltu päästämään läpi vain alhaisia taajuuksia. Korkeat taajuudet  
suodatetaan jatkuvasti pois, mikä aiheuttaa sinimuotoisen vaiheen vaihejännitteen aallonmuotoon  
sekä sinimuotoisia virtalaineita.

Sinimuotoisten aaltojen johdosta ei enää tarvitse käyttää erityistaajuusmuuttajalla varustettuja  
moottoreita, joiden eristys on vahvistettu. Myös moottorin akustiset häiriöt vaimenevat aaltotilan  
seurauksena.

du/dt--suodatinominaisuuksien lisäksi siniaaltosuodatin myös pienentää eristyksen rasittumista  
moottorissa ja pidentää siten moottorin käyttöikää ja huoltovälejä. Siniaaltosuodatinten ansiosta  
voidaan käyttää pidempiä moottorikaapeleita sovelluksissa, joissa moottori asennetaan kauas  
taajuusmuuttajasta. Pituus on valitettavasti rajallinen, koska suodatin ei pienennä kaapelien vuo-  
tovirtoja.



## 4. Tilaaminen

### 4.1. Tilauslomake

#### 4.1.1. Taajuusmuuttajan konfiguroija

VLT AQUA -taajuusmuuttaja voidaan suunnitella sovelluksen vaatimusten mukaan tilausnumerojärjestelmän avulla.

VLT AQUA -taajuusmuuttajaan voit tilata vakiotajuusmuuttajia sekä integroiduilla optioilla varustettuja taajuusmuuttajia lähettämällä tuotetta kuvaavaan tyyppikoodin Danfossin myyntikonttoriin, esim.:

FC-202P18KT4E21H1XGCXXXSXXXAGBKXXXXDX

Koodin merkkien merkityksen voit tarkistaa tilausnumerot sisältäviltä sivuilta kappaleesta *Taajuusmuuttajan valinta*. Yllä olevassa esimerkissä taajuusmuuttajaan sisältyy Profibus LON works -optio ja yleiskäyttöön tarkoitettu I/O-optio.

Tilausnumerot VLT AQUA Drive -taajuusmuuttajien vakioversioille voit tarkistaa myös luvusta *Taajuusmuuttajan valinta*.

Internet-pohjaisesta taajuusmuuttajan konfiguroijasta voit määrittää oikean taajuusmuuttajan oikeaan sovellukseen ja luoda tyyppikoodin. Taajuusmuuttajan konfiguroija luo automaattisen kahdeksannumeron myyntinumeron, joka toimitetaan paikalliseen myyntikonttoriin. Lisäksi voit luoda useita tuotteita sisältävän hankeluettelon ja lähettää sen Danfossin myyntiedustajalle.

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

## 4.1.2. Tyypikoodin teksti

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	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
FC-	2	0	2	P						T													X	X	S	X	X	X	X	A		B		C					D

130BA484.10

Kuvaus	Kohta	Mahdollinen vaihtoehto
Tuoteryhmä & VLT-sarja	1-6	FC 202
Tehoalue	8-10	0,25 - 90 kW
Vaiheiden määrä	11	Kolme vaihetta (T)
Verkköjännite	11-12	T 2: 200-240 V AC T 4: 380-480 V AC
Kotelointi	13-15	E20: IP20 E21: IP 21/NEMA tyyppi 1 E55: IP 55/NEMA tyyppi 12 E66: IP66 P21: IP21/NEMA tyyppi 1 taustalevyllä P55: IP55/NEMA tyyppi 12 taustalevyllä
RFI-suodatin	16-17	H1: RFI-suodatin luokka A1/B H2: Luokka A2 H3:RFI-suodatin A1/B (lyhyempi kaapeli)
Jarrut	18	X: Ei sisällä jarruhakkuria B: Sisältää jarruhakkurin T: Turvallinen pysäytys U: Turvallinen + jarru
Näyttö	19	G: Graafinen paikallisohjauspaneeli (GLCP) N: Numeerinen paikallisohjauspaneeli (NLCP) X: Ei paikallisohjauspaneelia
Pinnoite PCB	20	X: Ei päällystettyä PCB:tä C: Päällystetty PCB
Verkkovirtaoptio	21	X: Ei virtakatkaisinta 1: Sisältää virtakatkaisimen (vain IP55)
Sovitus	22	Varattu
Sovitus	23	Varattu
Ohjelmistoversio	24-27	Nykyinen ohjelmisto
Ohjelmiston kieli	28	
A-vaihtoehdot	29-30	AX: Ei vaihtoehtoja A0: MCA 101 Profibus DP V1 A4: MCA 104 DeviceNet AG: MCA 108 LON works
B-vaihtoehdot	31-32	BX: Ei optiota BK: MCB-101 Yleiskäyttöön tarkoitettu I/O-optio BP: MCB 105 Releoptio BY: MCO 101 laajennettu kaskadiohjaus
C0-vaihtoehdot MCO	33-34	CX: Ei vaihtoehtoja
C1-vaihtoehdot	35	X: Ei vaihtoehtoja
C-vaihtoehto, ohjelmisto	36-37	XX: Vakio-ohjelmisto
D-vaihtoehdot	38-39	DX: Ei optiota D0: DC-varmistus

Taulukko 4.1: Tyypikoodin kuvaus.

Eri optiot kuvataan tarkemmin **VLT AQUA Drive -taajuusmuuttajan suunnitteluoppaassa**.

## 4.2. Tilausnumerot

### 4.2.1. Tilausnumerot: Optiot ja lisävarusteet

Tyyppi	Kuvaus	Tilausno.	
<b>Muut laitteet</b>			
DC-välipiirin liitin	DC-välipiirin kytkennän riviliitin kehyskoko A2/A3	130B1064	
IP 21/4X top/TYPE 1 -sarja	Kotelointi, kehyskoko A2: IP21/IP 4X Top/TYPE 1	130B1122	
IP 21/4X top/TYPE 1 -sarja	Kotelointi, kehyskoko A3: IP21/IP 4X Top/TYPE 1	130B1123	
Profibus D-Sub 9	IP20-liitinsarja	130B1112	
Profibus-väylän ylimmän merkinnän sarja	Profibus-liitännän ylimmän merkinnän sarja - vain A-kotelot	130B0524 <sup>1)</sup>	
Riviliittimet	Ruuvattavat riviliittimet jousitettujen liitinten vaihtamiseen 1 pc 10-nastaiset 1 pc 6-nastaiset ja 1 pc 3-nastaiset liittimet	130B1116	
<b>LCP</b>			
LCP 101	Numeerinen paikallisojhauspaneeli (NLCP)	130B1124	
LCP 102	Graafinen paikallisojhauspaneeli (GLCP)	130B1107	
LCP:n johto	Erillinen LCP-johto, 3 m	175Z0929	
LCP-sarja	Paneelin asennussarja, joka sisältää graafisen paikallisojhauspaneelin, kiinnikkeet, 3-metrinen johdon ja tiivisteet.	130B1113	
LCP-sarja	Paneelin asennussarja, joka sisältää numeerisen paikallisojhauspaneelin, kiinnikkeet ja tiivisteet.	130B1114	
LCP-sarja	Paneelin asennussarja kaikille paikallisojhauspaneelille, sisältää kiinnikkeet, 3-metrinen johdon ja tiivisteet	130B1117	
<b>Vaihtoehdot paikalle A päällystämätön/päällystetty</b>		<b>Päällystämätön</b>	<b>Päällystetty</b>
MCA 101	Profibus-optio DP V0/V1	130B1100	130B1200
MCA 104	DeviceNet-optio	130B1102	130B1202
MCA 108	LON works	130B1106	130B1206
<b>Vaihtoehdot paikalle B</b>			
MCB 101	Yleiskäyttöön tarkoitettu tulo-/lähtöoptio	130B1125	
MCB 105	Releoptio	130B1110	
MCB 109	Analoginen I/O-optio	130B1143	130B1243
MCO 101	Laajennettu kaskadiojhaus	130B1118	130B1218
<b>Optio paikalle C</b>			
MCO 102	Edistynyt moniasteojhaus	130B1154	130B1254
<b>Vaihtoehto paikalle D</b>			
MCB 107	24 V DC varmistus	130B1108	130B1208
<b>Ulkoiset optiot</b>			
Ethernet IP	Ethernet-isäntä	175N2584	
<b>Varaosat</b>			
VLT AQUA Drive -taajuusmuuttajan ohjauskortti	Turvapysäytystoiminnolla	130B1150	
VLT AQUA Drive -taajuusmuuttajan ohjauskortti	Ilman turvapysäytystoimintoa	130B1151	
Puhallin A2	Puhallin, kehyskoko A2	130B1009	
Puhallin A3	Puhallin, kehyskoko A3	130B1010	
Puhallin A5	Puhallin, kehyskoko A3	130B1017	
Puhallin B1	Ulkoisen puhallin, kehyskoko B1	130B1013	
Puhallin B2	Ulkoisen puhallin, kehyskoko B2	130B1015	
Puhallin C1	Ulkoisen puhallin, kehyskoko C1	130B3865	
Puhallin C2	Ulkoisen puhallin, kehyskoko C2	130B3867	
Varustelaukku A2	Varustelaukku, kehyskoko A2	130B0509	
Varustelaukku A3	Varustelaukku, kehyskoko A3	130B0510	
Varustelaukku A5	Varustelaukku, kehyskoko A5	130B1023	
Varustelaukku B1	Varustelaukku, kehyskoko B1	130B2060	
Varustelaukku B2	Varustelaukku, kehyskoko B2	130B2061	
Varustelaukku C1	Varustelaukku, kehyskoko C1	130B0046	
Varustelaukku C2	Varustelaukku, kehyskoko C2	130B0047	
1) Vain IP21 / > 11 kW			

Sovellukset voi tilata tehtaalla valmiiksi asennettuina. Saat lisätietoja tilausohjeista.

Saat lisätietoja kenttäväylä- ja sovellusoptioiden yhteensopivuudesta vanhempien ohjelmistoversioiden kanssa Danfoss-jälleenmyyjältäsi.

## 4.2.2. Tilausnumerot: Harmonisten suodattimet

Harmonisten suodattimia käytetään verkkojännitteen harmonisten häiriöiden vaimentamiseen.

- AHF 010: 10 % virran vääristymä
- AHF 005: 5 % virran vääristymä

<b>380-415 V, 50 Hz</b>				
I <sub>AHF,N</sub>	Tyypillisesti käytössä oleva moottori [kW]	Danfossin tilausnumero		Taajuusmuuttajan koko
		AHF 005	AHF 010	
10 A	4, 5.5	175G6600	175G6622	P4K0, P5K5
19 A	7.5	175G6601	175G6623	P5K5 - P7K5
26 A	11	175G6602	175G6624	P11K
35 A	15, 18.5	175G6603	175G6625	P15K, P18K
43 A	22	175G6604	175G6626	P22K
72 A	30, 37	175G6605	175G6627	P30K - P37K
101A	45, 55	175G6606	175G6628	P45K - P55K
144A	75	175G6607	175G6629	P75K
180A	90	175G6608	175G6630	P90K

<b>440-480 V, 60 Hz</b>				
I <sub>AHF,N</sub>	Tyypillisesti käytössä oleva moottori [hv]	Danfossin tilausnumero		Taajuusmuuttajan koko
		AHF 005	AHF 010	
19 A	10, 15	175G6612	175G6634	P7K5
26 A	20	175G6613	175G6635	P15K
35 A	25, 30	175G6614	175G6636	P18K, P22K
43 A	40	175G6615	175G6637	P30K
72A	50, 60	175G6616	175G6638	P30K - P37K
101A	75	175G6617	175G6639	P45K - P55K
144A	100, 125	175G6618	175G6640	P75K - P90K

Taajuusmuuttajan ja suodattimen vastaavuudet on laskettu 400 V / 480 V:n perusteella ja käytäen oletuksena tyypillisen moottorin (nelinapainen) kuormitusta ja 110 %:n vääntömomenttia.

### 4.2.3. Tilausnumerot: Siniaaltosuodatinmoduulit, 200-500 VAC

Verkköjännite 3 x 200 - 500 V							
Taajuusmuuttajan koko			Vähimmäiskytkentätaajuus	Enimmäislähtötaajuus	Osa nro IP20	Osa nro IP00	Suodattimen nimellisvirta 50 Hz:n taajuudella
200-240 V	380-440 V	440-500 V					
PK25	PK37	PK37	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2,5 A
PK37	PK55	PK55	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2,5 A
	PK75	PK75	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2,5 A
PK55	P1K1	P1K1	5 kHz	120 Hz	130B2441	130B2406	4,5 A
	P1K5	P1K5	5 kHz	120 Hz	130B2441	130B2406	4,5 A
PK75	P2K2	P2K2	5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
P1K1	P3K0	P3K0	5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
P1K5			5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
	P4K0	P4K0	5 kHz	120 Hz	130B2444	130B2409	10 A
P2K2	P5K5	P5K5	5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P3K0	P7K5	P7K5	5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P4K0			5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P5K5	P11K	P11K	4 kHz	60 Hz	130B2447	130B2412	24 A
P7K5	P15K	P15K	4 kHz	60 Hz	130B2448	130B2413	38 A
	P18K	P18K	4 kHz	60 Hz	130B2448	130B2413	38 A
P11K	P22K	P22K	4 kHz	60 Hz	130B2307	130B2281	48 A
P15K	P30K	P30K	3 kHz	60 Hz	130B2308	130B2282	62 A
P18K	P37K	P37K	3 kHz	60 Hz	130B2309	130B2283	75 A
P22K	P45K	P55K	3 kHz	60 Hz	130B2310	130B2284	115 A
P30K	P55K	P75K	3 kHz	60 Hz	130B2310	130B2284	115 A
P37K	P75K	P90K	3 kHz	60 Hz	130B2311	130B2285	180 A
P45K	P90K	P110	3 kHz	60 Hz	130B2311	130B2285	180 A
	P110	P132	3 kHz	60 Hz	130B2312	130B2286	260 A
	P132	P160	3 kHz	60 Hz	130B2312	130B2286	260 A
	P160	P200	3 kHz	60 Hz	130B2313	130B2287	410 A
	P200	P250	3 kHz	60 Hz	130B2313	130B2287	410 A
	P250	P315	3 kHz	60 Hz	130B2314	130B2288	480 A
	P315	P355	kHz	60 Hz	130B2315	130B2289	660 A
	P355	P400	kHz	60 Hz	130B2315	130B2289	660 A
	P400	P450	kHz	60 Hz	130B2316	130B2290	750 A
	P450	P500	kHz	60 Hz	130B2317	130B2291	880 A
	P500	P560	kHz	60 Hz	130B2317	130B2291	880 A
	P560	P630	kHz	60 Hz	130B2318	130B2292	1200 A
	P630	P710	kHz	60 Hz	130B2318	130B2292	1200 A



#### Huom

Kun käytetään siniaaltosuodattimia, kytkentätaajuuden on oltava *parametrin 14-01 Kytkentätaajuus* suodatinvaatimusten mukainen.

#### 4.2.4. Tilausnumerot:du/dt-suodattimet

##### Verkköjännite 3 x 380 - 3 x 500 V

Taajuusmuuttajan koko		Vähimmäis- kytkentätaa- juus	Enimmäis- lähtötaajuus	Osa nro IP20	Osa nro IP00	Suodatti- men nimel- lisvirta 50 Hz:n taa- juudella
380-440V	441-500V					
11 kW	11 kW	4 kHz	60 Hz	130B2396	130B2385	24 A
15 kW	15 kW	4 kHz	60 Hz	130B2397	130B2386	45 A
18,5 kW	18,5 kW	4 kHz	60 Hz	130B2397	130B2386	45 A
22 kW	22 kW	4 kHz	60 Hz	130B2397	130B2386	45 A
30 kW	30 kW	3 kHz	60 Hz	130B2398	130B2387	75 A
37 kW	37 kW	3 kHz	60 Hz	130B2398	130B2387	75 A
45 kW	55 kW	3 kHz	60 Hz	130B2399	130B2388	110 A
55 kW	75 kW	3 kHz	60 Hz	130B2399	130B2388	110 A
75 kW	90 kW	3 kHz	60 Hz	130B2400	130B2389	182 A
90 kW	110 kW	3 kHz	60 Hz	130B2400	130B2389	182 A
110 kW	132 kW	3 kHz	60 Hz	130B2401	130B2390	280 A
132 kW	160 kW	3 kHz	60 Hz	130B2401	130B2390	280 A
160 kW	200 kW	3 kHz	60 Hz	130B2402	130B2391	400 A
200 kW	250 kW	3 kHz	60 Hz	130B2402	130B2391	400 A
250 kW	315 kW	3 kHz	60 Hz	130B2277	130B2275	500 A
315 kW	355 kW	kHz	60 Hz	130B2278	130B2276	750 A
355 kW	400 kW	kHz	60 Hz	130B2278	130B2276	750 A
400 kW	450 kW	kHz	60 Hz	130B2278	130B2276	750 A
450 kW	500 kW	kHz	60 Hz	130B2405	130B2393	910 A
500 kW	560 kW	kHz	60 Hz	130B2405	130B2393	910 A
560 kW	630 kW	kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
630 kW	710 kW	kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
710 kW	800 kW	kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
800 kW	1000 kW	kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
1000 kW	1100 kW	kHz	60 Hz	130B2410	130B2395	2300 A

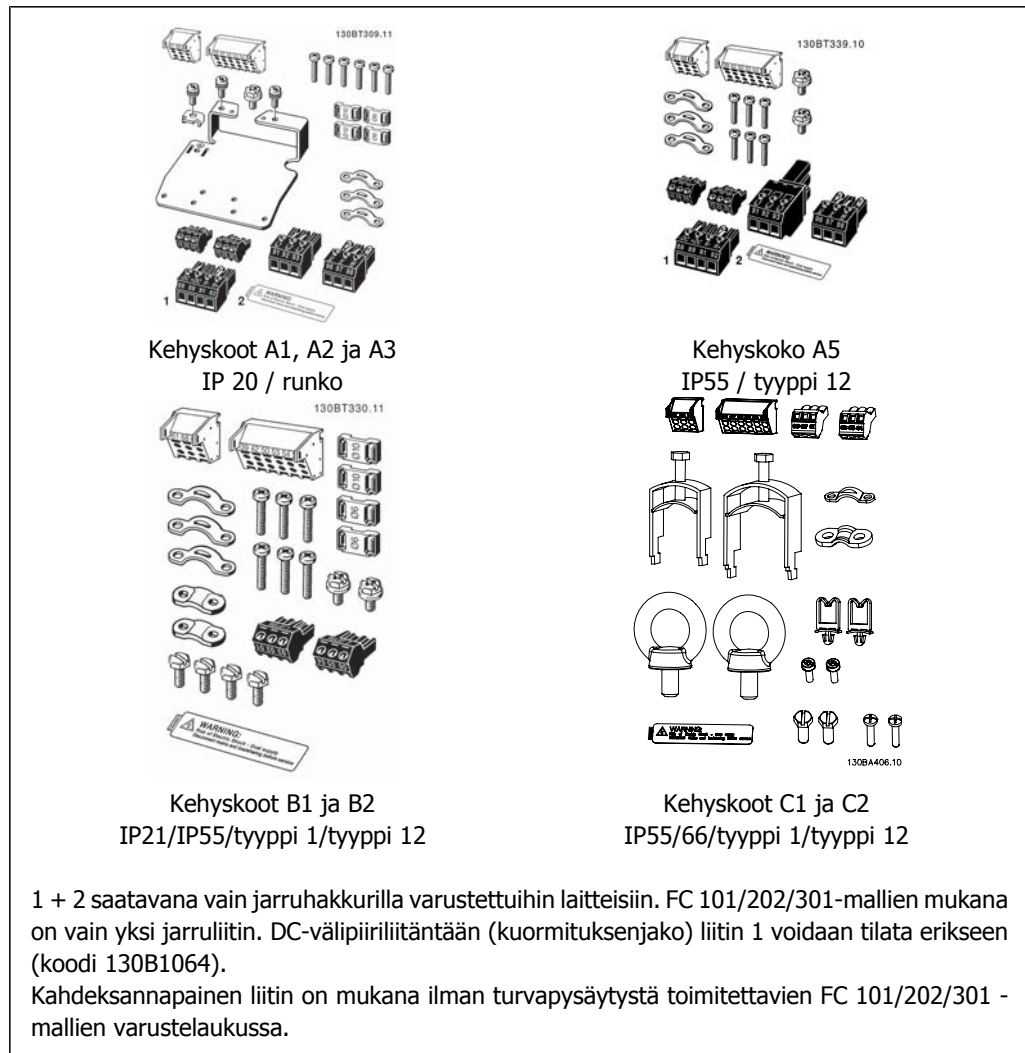


## 5. Asentaminen

### 5.1. Mekaaninen asennus

#### 5.1.1. Varustelaukku

FC 100/200/300:n varustelaukkuun sisältyvät seuraavat osat.

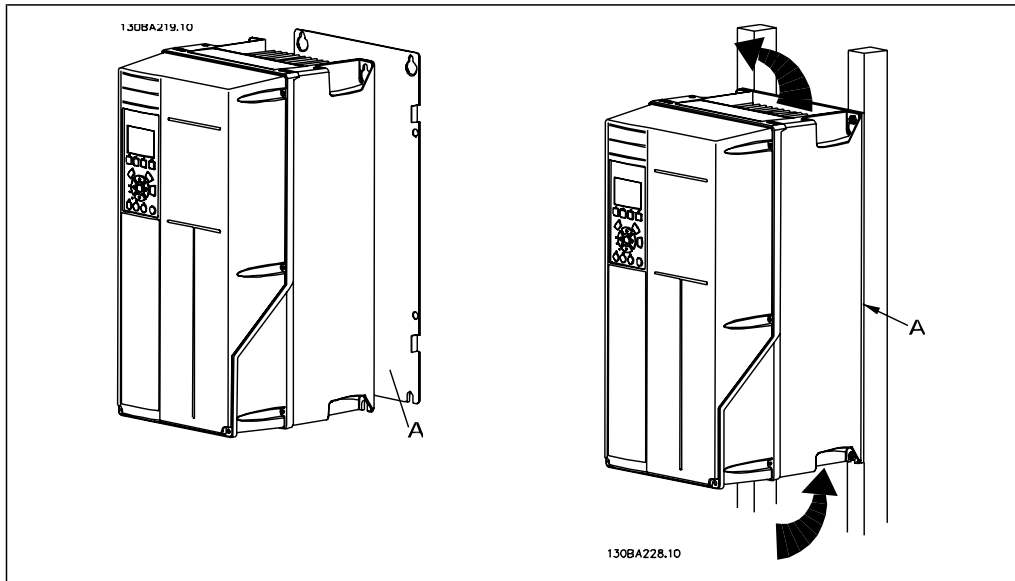


#### 5.1.2. Mekaaninen asennus

1. Annettujen mittojen mukaiset poranreiät.
2. Tarvitset ruuvit, joka sopivat sille pinnalle, jolle haluat asentaa taajuusmuuttajan. Kiristä kaikki neljä ruuvia uudelleen.

Taajuusmuuttaja mahdollistaa asennuksen vierekkäin. Jäähdytystarpeen vuoksi taajuusmuuttajan ylä- ja alapuolella täytyy olla vähintään 100 mm vapaata tilaa ilman kulkua varten.

Takaseinän on aina oltava kiinteä.



### 5.1.3. Mekaanisia asennuksia koskevat turvamääräykset



Kiinnitä huomiota asentamista ja pinta-asennusta koskeviin määräyksiin. Luettelon tiedot on otettava huomioon vakavien vahinkojen tai loukkaantumisten välttämiseksi erityisesti suurten laitteiden asennuksen yhteydessä.

Taajuusmuuttajan jäähtytys tapahtuu ilmankierrolla.

Laitteen suojaamiseksi ylikuumentumiselta on varmistettava, *ettei ympäristön lämpötila ylitä taajuusmuuttajalle ilmoitettua suurinta lämpötilaa* ja *ettei suurinta vuorokauden keskilämpötilaa ylitetä*. Etsi suurin sallittu lämpötila ja vuorokauden keskilämpötila jaksosta *Redusointi ilman lämpötilan vuoksi*.

Jos ympäristön lämpötila on 45 °C - 55 °C, taajuusmuuttajaa on redusoitava, katso *Redusointi ilman lämpötilan vuoksi*.

Taajuusmuuttajan käyttöikä lyhenee, jos ympäristön lämpötilan edellyttämää redusointia ei tehdä.

### 5.1.4. Kaukoasennus

Kaukoasennukseen suositellaan IP 21/IP 4X top/TYPE 1 -sarjoja tai IP 54/55 -yksiköitä (suunniteltu).

## 5.2. Sähköasennus

### 5.2.1. Yleistä kaapeleista



#### Huom

Yleistä kaapeleista

Noudata kaapelin poikkipinta-alaa koskevia kansallisia ja paikallisia määräyksiä.

#### Tarkempia tietoja liitinten kiristysmomenteista

Kotelointi	Teho (kW)		Momentti (Nm)					
	200-240 V	380-480 V	Linja	Moottori	Tasajänniteliitäntä	Jarrut	Maa	Rele
A2	0.25 - 3.0	0.37 - 4.0	1.8	1.8	1.8	1.8	3	0.6
A3	3.7	5.5 - 7.5	1.8	1.8	1.8	1.8	3	0.6
A5	0.25 - 3.7	0.37 - 7.5	1.8	1.8	1.8	1.8	3	0.6
B1	5.5 - 7.5	11 - 18	1.8	1.8	1.5	1.5	3	0.6
B2	11 - 15	22 30	2.5 4.5	2.5 4.5	3.7 3.7	3.7 3.7	3 3	0.6 0.6
C1	18 - 22	37 - 55	10	10	10	10	3	0.6
C2	30 - 45	75 90	14 24	14 24	14 14	14 14	3 3	0.6 0.6

Taulukko 5.1: Liitinten kiristäminen.

### 5.2.2. Ylimääräisille kaapeleille tehtyjen talttausten poistaminen

1. Irrota kaapeli taajuusmuuttajasta (vältä vieraiden osien joutumista taajuusmuuttajaan talttauksia poistaessasi)
2. Kaapeli on tuettava poistettavan talttauksen ympärille.
3. Talttaus voidaan nyt poistaa vahvalla tuurnalla ja vasaralla.
4. Poista aukosta pursereunat.
5. Asennuskaapelin aukko taajuusmuuttajassa.

### 5.2.3. Kytkeä verkkovirtaan ja maadoitus



#### Huom

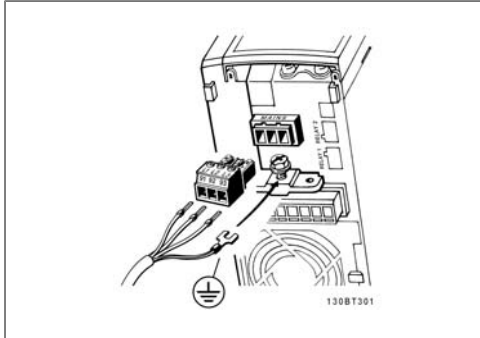
Pistokeliitäntä virtaa varten voidaan poistaa.

1. Varmista, että taajuusmuuttaja maadoitetaan asianmukaisesti. Kytke maadoitettuun liitäntään (liitin 95). Käytä varustelaukusta löytyvää ruuvia.
2. Aseta pistokeliitin 91, 92, 93 varusterasiasta taajuusmuuttajan pohjan liittimiin, joissa on merkintä MAINS.
3. Kytke verkkojohdot verkkopistokeliitäntään.

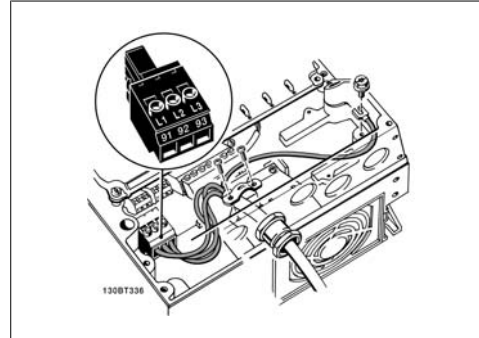


Maaliitänkäapelin poikkileikkauksen on oltava vähintään 10 mm<sup>2</sup> tai on kytkettävä erikseen 2 nimellisverkkojohtoa standardin EN 50178 mukaisesti.

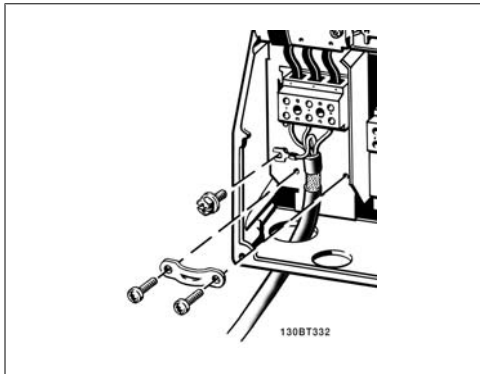
Verkkoliitäntä kuuluu pääkatkaisimeen, jos se sisältyy toimitukseen.



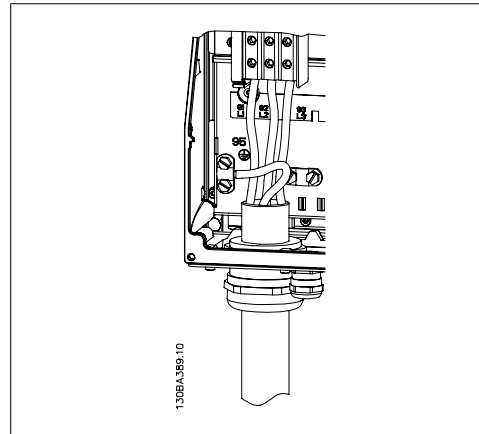
Kuva 5.1: Kytkeminen verkkovirtaan ja maadoitukseen (A2- ja A3-kotelointi).



Kuva 5.2: Kytkeminen verkkovirtaan ja maadoitukseen (A5-kotelointi).



Kuva 5.3: Kytkeminen verkkovirtaan ja maadoitukseen (B1- ja B2-kotelointi).



Kuva 5.4: Kytkeminen verkkovirtaan ja maadoitukseen (C1- ja C2-kotelointi).



#### Huom

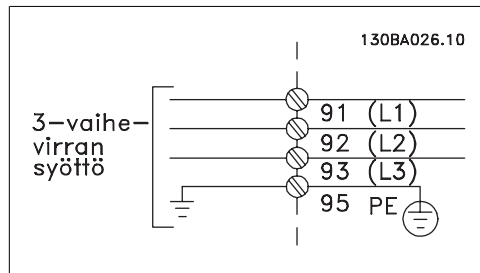
Tarkista, että verkkovirta vastaa taajuusmuuttajan tyyppikilven verkkojännitettä.



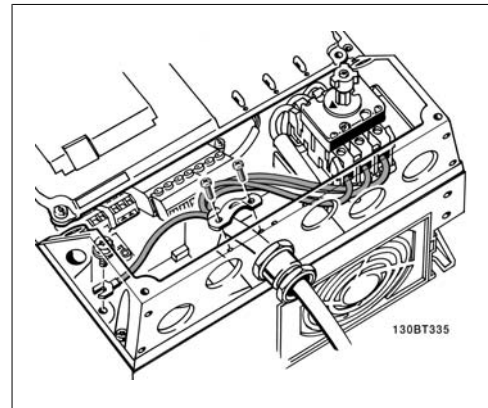
#### Tietoliikenneverkko

Älä kytke RFI-suodattimilla varustettuja 400 V:n taajuusmuuttajia verkkovirtaan siten, että vaiheen ja maan välinen jännite on yli 440 V.

Tietoliikenneverkossa ja kolmiomaadoituksessa (maadoitettu kateetti) verkkojännite vaiheen ja maan välillä voi olla yli 440 voltia.



Kuva 5.5: Verkkovirta- ja maadoitusliittimet.



Kuva 5.6: Kytkeminen verkkovirtaan ja maadoitukseen erottimen avulla (A5-kotelointi).

5

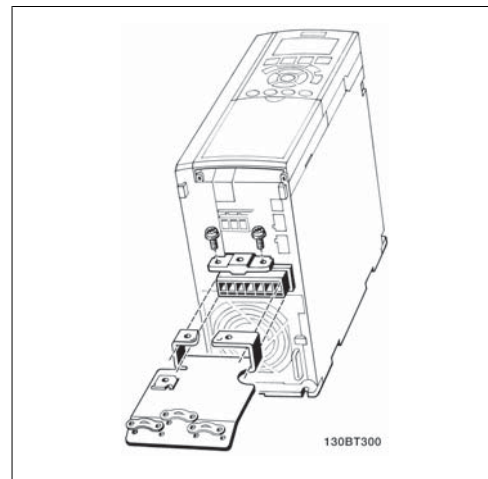
## 5.2.4. Moottorin kytkeminen



### Huom

Moottorin kaapeli on suojattava. Jos käytetään suojaamatonta kaapelia, jotkut EMC-vaatimukset eivät täyty. Katso lisätietoja jaksosta *EMC-vaatimukset*.

1. Kiinnitä erotuslevy taajuusmuuttajan pohjaan varustelaukusta saatavilla ruuveilla ja aluslaatoilla.

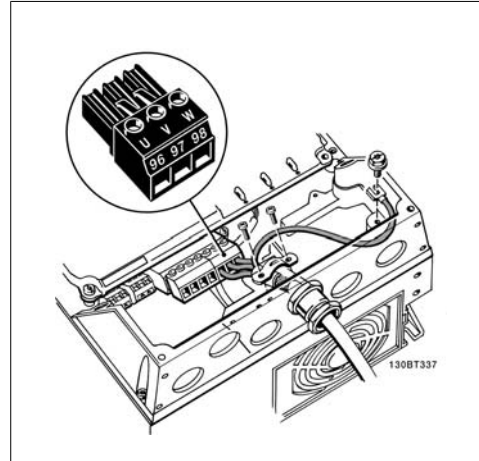


Kuva 5.7: Erotuslevyn kiinnittäminen

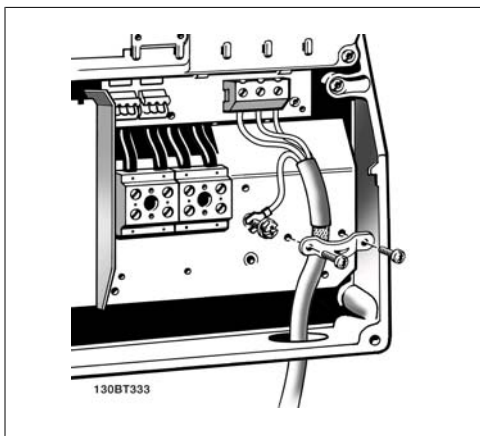
2. Kiinnitä moottorin kaapeli liittimiin 96 (U), 97 (V), 98 (W).
3. Kytke erotuslevyn maaliitännän (liitin 99) varustelaukusta saatavilla ruuveilla.
4. Kytke liittimet 96 (U), 97 (V), 98 (W) ja moottorin kaapeli liittimiin, joissa on merkintä MOTOR.
5. Kiinnitä suojattu kaapeli erotuslevyyden varustelaukusta saatavilla ruuveilla ja aluslaatoilla.



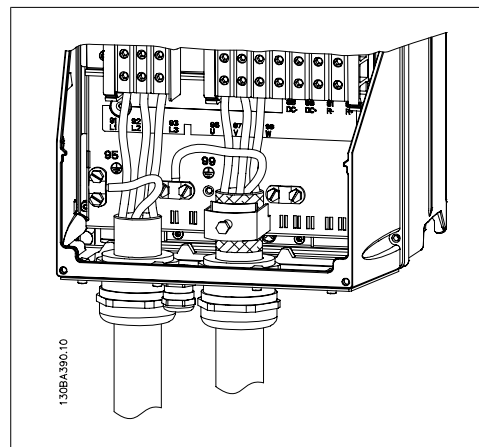
Kuva 5.8: Moottorin kytkentä A2- ja A3-kotelointeihin



Kuva 5.9: Moottorin kytkentä A5-kotelointiin

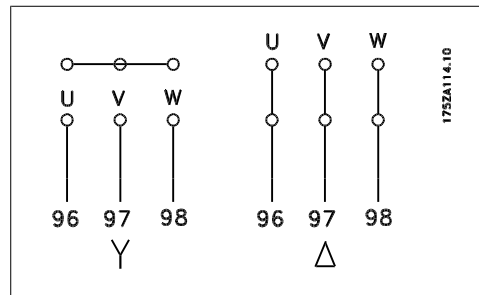


Kuva 5.10: Moottorin kytkentä koteloinneilla B1 ja B2



Kuva 5.11: Moottorin kytkentä koteloinneilla C1 ja C2

Taajuusmuuttajaan voidaan liittää kaikenlaisia kolmivaiheisia vakimoottoreita. Pienemmät moottorit kytketään yleensä tähteen (230/400 V, D/Y). Suuremmat moottorit kytketään kolmioon (400/600 V, D/Y). Katso oikea kytkentätila ja jännite moottorin tyyppikilvestä.



#### Huom

Moottoreissa, joissa ei ole vaihe-eristyspaperia tai muuta eristyksen vahvistusta, joka sopisi käyttöön jännitesyötön (kuten taajuusmuuttajan) kanssa, kannattaa asentaa siniaaltosuodatin taajuusmuuttajan lähtöön.

No.	96	97	98	Moottorin jännite 0-100 % verkkajännitteestä. 3 johdinta moottorista
	U	V	W	
	U1	V1	W1	6 johdinta moottorista, kytketään kolmioon
	W2	U2	V2	
	U1	V1	W1	6 johdinta moottorista, kytketään tähteen U2, V2, W2 kytketään keskenään erikseen (vaihtoehtoinen liitinlohko)
No.	99			Maadoitus
	PE			

### 5.2.5. Moottorikaapelit

Katso kaapelin poikkipinnan ja pituuden oikea mitoitus jaksosta *Yleiset tekniset tiedot*.

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

### 5.2.6. Moottorikaapelien sähköasennus

#### Kaapeleiden suojaaminen

Vältä kierrettyjä suojausvaikutuksen päitä (siansaparot). Ne tuhoavat suojausvaikutuksen suuremmilla taajuuksilla.

Jos suojaus joudutaan katkaisemaan moottorinsuojan tai releiden 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.

#### Kytchentäaajuus

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

#### Alumiinijohtimet

Alumiinijohtimia ei suositella. Alumiinijohtimet voivat sopia liittimiin, mutta johtimen pinnan on oltava puhdas ja hapettumat poistettava ja peitettävä neutraalilla hapottomalla vaseliinilla ennen johtimen kytkemistä.

Lisäksi liittimen ruuvi on kiristettävä uudelleen kahden päivän kuluttua alumiinin pehmeiden vuoksi. On erittäin tärkeää pitää liitos kaasutiiviinä, sillä muuten alumiinipinta hapettuu uudelleen.

## 5.2.7. Sulakkeet

### Haaroituspiirin suojaus:

Kokoonpanon suojaamiseksi sähkövirrasta ja tulesta aiheutuville vaaroille kaikki kokoonpanon haaroituspiirit, asetinlaitteet, koneet jne. on oikosuljettava ja suojattava ylivirralla kansallisten/kansainvälisten määräysten mukaisesti.

### Oikosulku suojaus:

Taajuusmuuttaja on suojattava oikosululta sähköiskun tai tulipalon vaaran välttämiseksi. Danfoss suosittelee taulukoissa 4.3 ja 4.4 mainittujen sulakkeiden käyttöä huoltohenkilökunnan tai muiden laitteiden suojelemiseksi laitteen sisäisestä viasta johtuvilta vaaroilta. Taajuusmuuttaja tarjoaa täyden oikosulkusuojauksen, jos moottorin lähtöön tulee oikosulku.

### Ylivirtasuojaus:

Varmista ylikuormitussuojauksen välttämiseksi kokoonpanon kaapelien ylikuumentumisesta johtuvan tulipalovaaran. Ylivirtasuojaus on aina tehtävä kansallisten määräysten mukaisesti. Taajuusmuuttajassa on sisäinen ylivirtasuojaus, jota voidaan käyttää paluusuunnan ylikuormitussuojaukseen (ei sisällä UL-sovelluksia). Katso par. 4-18. Sulakkeiden on pystyttävä suojaamaan piiri, jonka tuottama virta on enintään 100 000 A<sub>rms</sub> (symmetrinen), enintään 500 V/600 V.

### Ei UL-vaatimusten mukaisuutta

Jos ehto UL/cUL ei ole pakollinen, Danfoss suosittelee taulukossa 4.2 lueteltuja sulakkeita, jotka varmistavat standardin EN50178 vaatimusten täyttymisen:

Suosituksen noudattamatta jättäminen saattaa vahingoittaa taajuusmuuttajaa tarpeettomasti viakatapauksessa.

VLT AQUA	Suurin sulakekoko	Jännite	Tyyppi
<b>200-240 V</b>			
K25-1K1	16A <sup>1</sup>	200-240 V	tyyppi gG
1K5	16A <sup>1</sup>	200-240 V	tyyppi gG
2K2	25A <sup>1</sup>	200-240 V	tyyppi gG
3K0	25A <sup>1</sup>	200-240 V	tyyppi gG
3K7	35A <sup>1</sup>	200-240 V	tyyppi gG
5K5	50A <sup>1</sup>	200-240 V	tyyppi gG
7K5	63A <sup>1</sup>	200-240 V	tyyppi gG
11K	63A <sup>1</sup>	200-240 V	tyyppi gG
15K	80A <sup>1</sup>	200-240 V	tyyppi gG
18K5	125A <sup>1</sup>	200-240 V	tyyppi gG
22K	125A <sup>1</sup>	200-240 V	tyyppi gG
30K	160A <sup>1</sup>	200-240 V	tyyppi gG
37K	200A <sup>1</sup>	200-240 V	tyyppi aR
45K	250A <sup>1</sup>	200-240 V	tyyppi aR
<b>380-500 V</b>			
11K	63A <sup>1</sup>	380-480 V	tyyppi gG
15K	63A <sup>1</sup>	380-480 V	tyyppi gG
18K	63A <sup>1</sup>	380-480 V	tyyppi gG
22K	63A <sup>1</sup>	380-480 V	tyyppi gG
30K	80A <sup>1</sup>	380-480 V	tyyppi gG
37K	100A <sup>1</sup>	380-480 V	tyyppi gG
45K	125A <sup>1</sup>	380-480 V	tyyppi gG
55K	160A <sup>1</sup>	380-480 V	tyyppi gG
75K	250A <sup>1</sup>	380-480 V	tyyppi aR
90K	250A <sup>1</sup>	380-480 V	tyyppi aR

Taulukko 5.2: Muut kuin UL-sulakkeet 200-500 V

1) Suurimmat sulakkeet - katso kansallisten/kansainvälisten määräysten ohjeet oikean sulakekoon valitsemiseen.



**UL-vaatimusten mukaisuus**

VLT AQUA	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	Littel fuse	Ferraz- Shawmut	Ferraz- Shawmut
<b>200-240 V</b>							
kW	Tyyppi RK1	Tyyppi J	Tyyppi T	Tyyppi RK1	Tyyppi RK1	Tyyppi CC	Tyyppi RK1
K25-1K1	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	5017906-010	KLN-R10	ATM-R10	A2K-10R
1K5	KTN-R15	JKS-15	JJN-15	5017906-015	KLN-R15	ATM-R10	A2K-15R
2K2	KTN-R20	JKS-20	JJN-20	5012406-020	KLN-R20	ATM-R20	A2K-20R
3K0	KTN-R25	JKS-25	JJN-25	5012406-025	KLN-R25	ATM-R25	A2K-25R
3K7	KTN-R30	JKS-30	JJN-30	5012406-030	KLN-R30	ATM-R30	A2K-30R
5K5	KTN-R50	JKS-50	JJN-50	5012406-050	KLN-R50	-	A2K-50R
7K5	KTN-R50	JKS-60	JJN-60	5012406-050	KLN-R60	-	A2K-50R
11K	KTN-R60	JKS-60	JJN-60	5014006-063	KLN-R60	-	A2K-60R
15K	KTN-R80	JKS-80	JJN-80	5014006-080	KLN-R80	-	A2K-80R
18K5	KTN-R125	JKS-150	JJN-125	2028220-125	KLN-R125	-	A2K-125R
22K	KTN-R125	JKS-150	JJN-125	2028220-125	KLN-R125	-	A2K-125R
30K	FWX-150	-	-	2028220-150	L25S-150	-	A25X-150
37K	FWX-200	-	-	2028220-200	L25S-200	-	A25X-200
45K	FWX-250	-	-	2028220-250	L25S-250	-	A25X-250

Taulukko 5.3: UL-sulakkeet 200 - 240 V

VLT AQUA	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	Littel fuse	Ferraz- Shawmut	Ferraz- Shawmut
<b>380-500 V, 525-600</b>							
kW	Tyyppi RK1	Tyyppi J	Tyyppi T	Tyyppi RK1	Tyyppi RK1	Tyyppi CC	Tyyppi RK1
11K	KTS-R40	JKS-40	JJS-40	5014006-040	KLS-R40	-	A6K-40R
15K	KTS-R40	JKS-40	JJS-40	5014006-040	KLS-R40	-	A6K-40R
18K	KTS-R50	JKS-50	JJS-50	5014006-050	KLS-R50	-	A6K-50R
22K	KTS-R60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R60	-	A6K-60R
30K	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	2028220-100	KLS-R80	-	A6K-80R
37K	KTS-R100	JKS-100	JJS-100	2028220-125	KLS-R100	-	A6K-100R
45K	KTS-R125	JKS-150	JJS-150	2028220-125	KLS-R125	-	A6K-125R
55K	KTS-R150	JKS-150	JJS-150	2028220-160	KLS-R150	-	A6K-150R
75K	FWH-220	-	-	2028220-200	L50S-225	-	A50-P225
90K	FWH-250	-	-	2028220-250	L50S-250	-	A50-P250

Taulukko 5.4: UL-sulakkeet 380 - 600 V

240 V:n taajuusmuuttajissa voi käyttää KTN-sulakkeiden tilalla Bussmannin KTS-sulakkeita.

240 V:n taajuusmuuttajissa voi käyttää FWX-sulakkeiden tilalla Bussmannin FWH-sulakkeita.

240 V:n taajuusmuuttajissa voi käyttää KLN-sulakkeiden tilalla LITTEL FUSEn KLSR-sulakkeita.

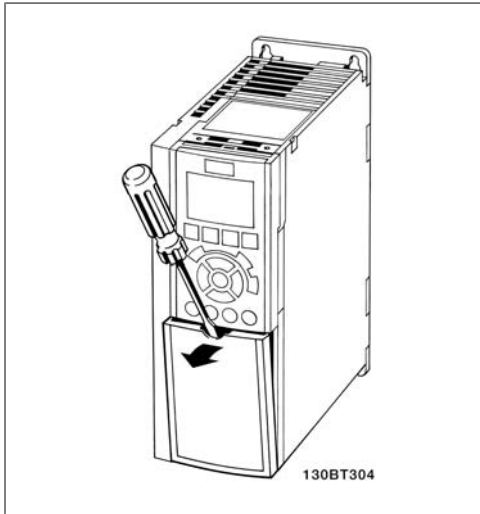
240 V:n taajuusmuuttajissa voi käyttää L50S-sulakkeiden tilalla LITTEL FUSEn L50S-sulakkeita.

240 V:n taajuusmuuttajissa voi käyttää A2KR-sulakkeiden tilalla FERRAZ SHAWMUTin A6KR-sulakkeita.

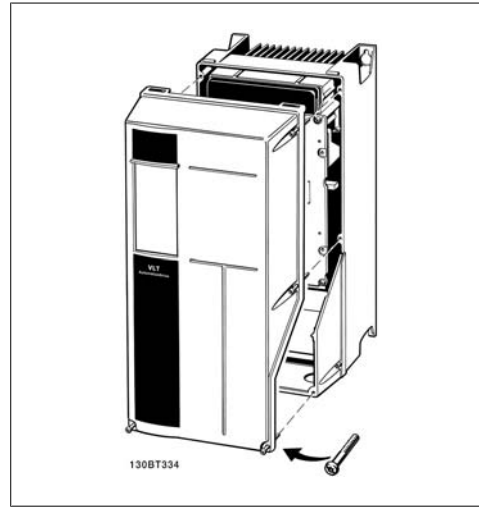
240 V:n taajuusmuuttajissa voi käyttää A25X-sulakkeiden tilalla FERRAZ SHAWMUTin A50X-sulakkeita.

## 5.2.8. Ohjausliitinten käyttö

Kaikki ohjauskaapeliin liittimet sijaitsevat liittinsuojuksen alla taajuusmuuttajan etuosassa. Irrota liittinsuojus ruuviavaimella (katso piirrosta).



Kuva 5.12: A1-, A2- ja A3-koteloinnit

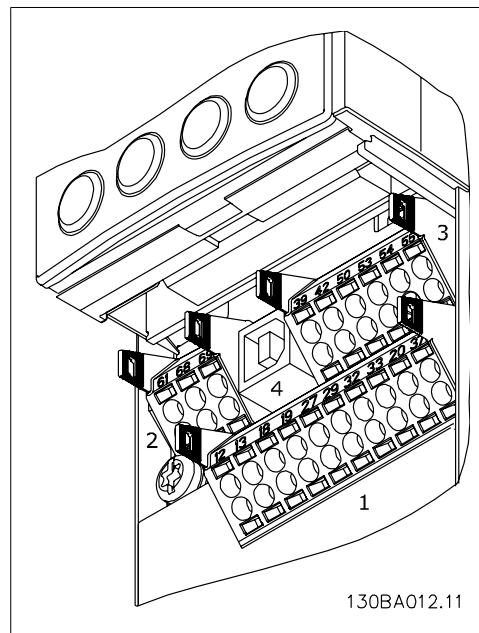


Kuva 5.13: A5-, B1-, B2-, C1- ja C2-koteloinnit

## 5.2.9. Ohjausliittimet

Piirustusten numerot:

1. 10-napainen pistoke digitaalinen I/O.
2. 3-napainen pistoke RS485-väylä.
3. 6-napainen analoginen I/O.
4. USB-liitäntä.



Kuva 5.14: Ohjausliittimet (kaikki koteloinnit)

## 5.2.10. Sähköasennus, Ohjausliittimet

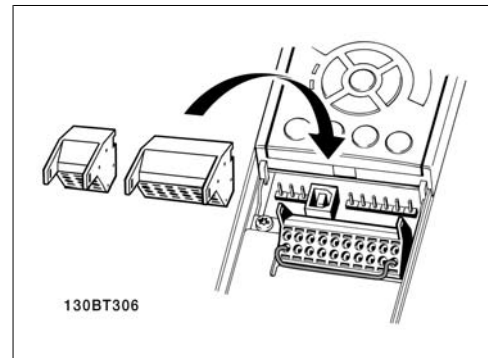
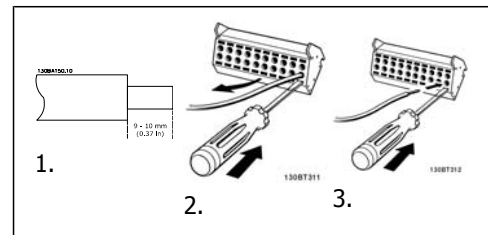
Kiinnitä liittimeen johtava kaapeli:

1. Nauhaeristys 9-10 mm
2. Aseta ruuviavain<sup>1)</sup> nelikulmaiseen reikään.
3. Vie kaapeli viereiseen pyöreään reikään.
4. Irrota ruuviavain. Kaapeli on nyt kiinnitetty liittimeen.

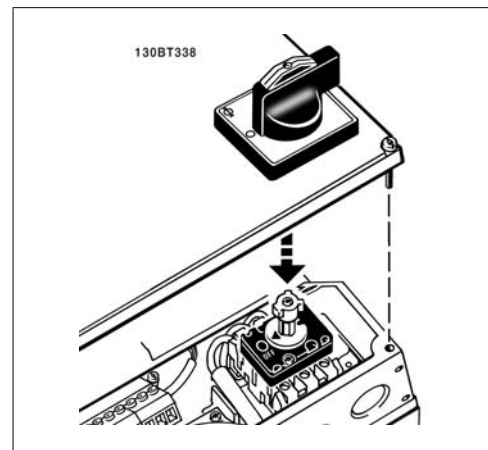
Irrota kaapeli liittimestä:

1. Aseta ruuviavain<sup>1)</sup> nelikulmaiseen reikään.
2. Vedä kaapeli ulos.

<sup>1)</sup> Maks. 0,4 x 2,5 mm



IP55 / NEMA 12 -tyypin kotelon kokoaminen verkkovirtaerottimella



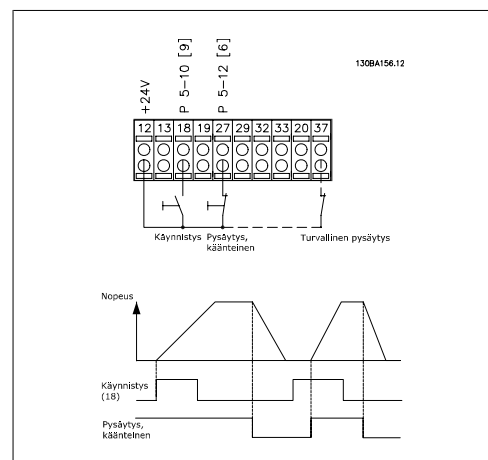
## 5.2.11. Esimerkki peruskytkennästä

1. Kiinnitä liittimet varustelaukusta taajuusmuuttajan etuosaan.
2. Kytke liittimet 18 ja 27 +24 V:iin (liitin 12/13).

Oletusasetukset:

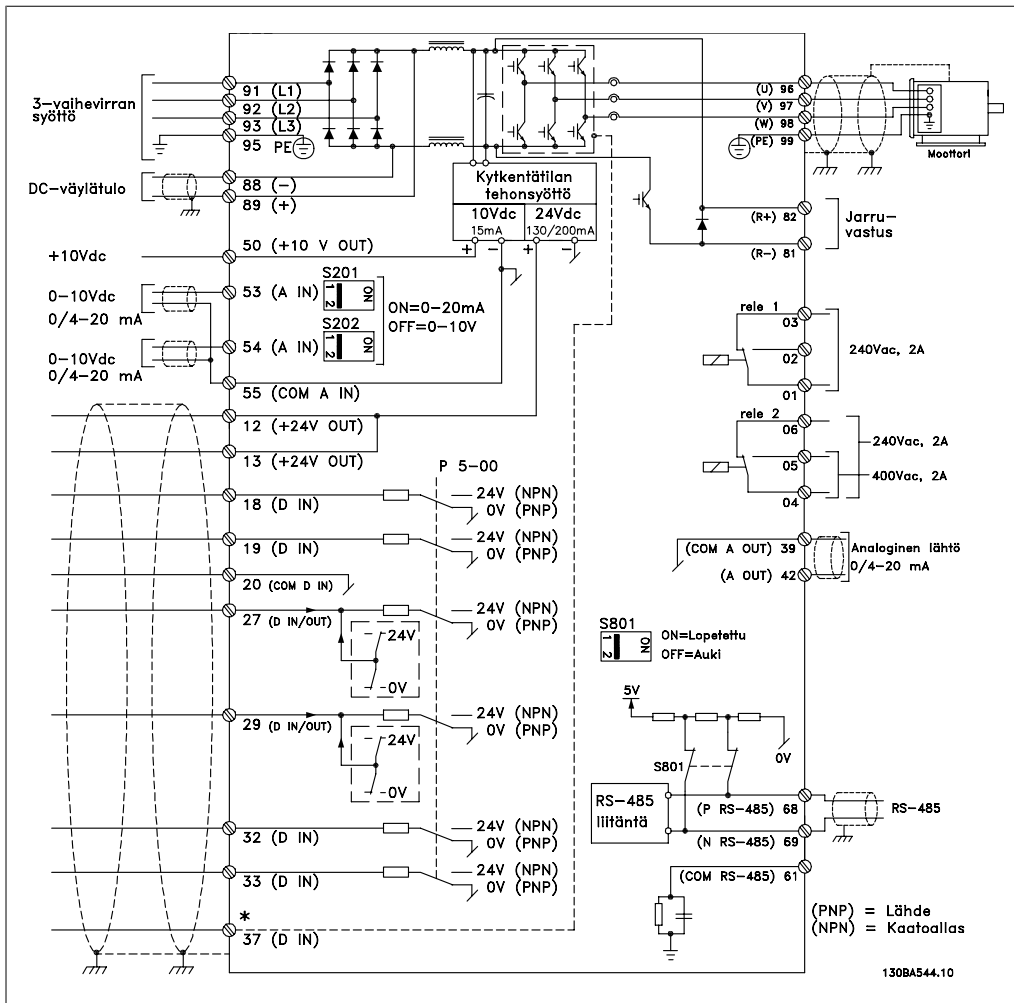
18 = käynnistys

27= pysäytys käänteinen



Kuva 5.15: Liitin 37 on saatavana ainoastaan turvapysäytystoiminnolla!

## 5.2.12. Sähköasennus, Ohjauskaapelit



Kuva 5.16: Liitin 37: Turvallinen pysäytys saatavana vain turvapysäytystoiminnon yhteyteen!

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

Jos näin käy, voit joutua murtamaan suojauksen tai lisäämään 100 nF:n kondensaattorin suojauksen ja rungon väliin.

Digitaaliset ja analogiset tulot ja lähdöt on kytkettävä erikseen VLT AQUA -taajuusmuuttajan tavallisiin tuloihin (liittimet 20, 55, 39), jotta molemmista ryhmistä tulevat maavirrat eivät vaikuttaisi muihin ryhmiin. Esimerkiksi digitaalisen syötön kytkeminen päälle voi häiritä analogista tulosignaalia.

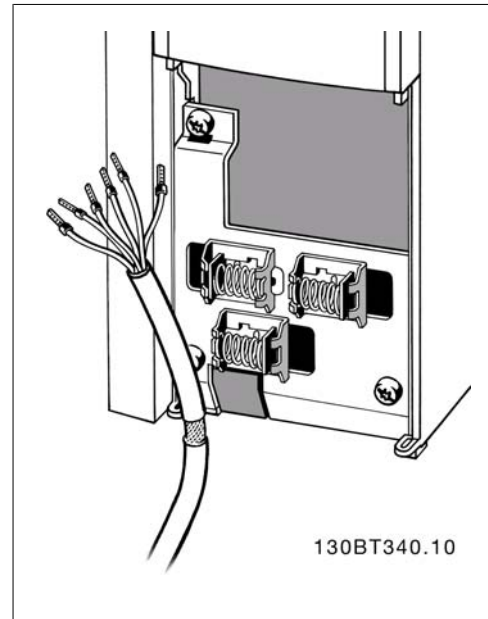


### Huom

Ohjauskaapelit must be suojattu.

1. Käytä varustelaukun puristinta kytkäksesi suojauksen ohjauskaapeleille tarkoitettuun taajuusmuuttajan erotuslevyyn.

Jaksossa *Suojattujen ohjausjohtimien maadoitus* selostetaan ohjausjohtimien oikea päättäminen.



5

### 5.2.13. Kytkimet S201, S202 ja S801

Kytкимиä S201(A53) ja S202 (A54) käytetään analogisten syöttöliitinten 53 ja 54 virran (0-20 mA) tai jännitteen (0 - 10 V) asetusten valitsemiseen tässä järjestyksessä.

Kytkintä S801 (BUS TER.) voidaan käyttää liittämisen käyttöönottoon RS-485-portissa (liittimet 68 ja 69).

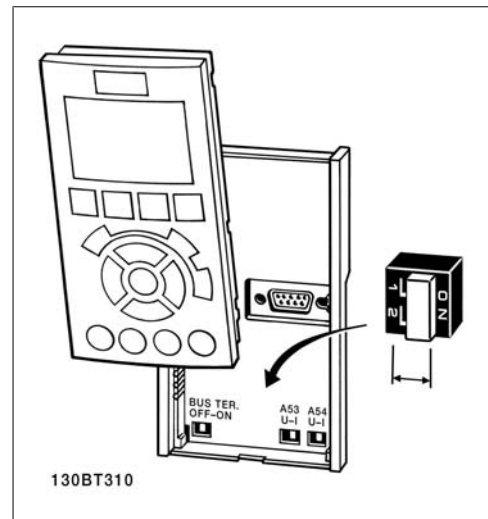
Katso piirustusta *Kaavio, jossa näkyvät kaikki sähköliittimet* jaksossa *Sähköasennus*.

Oletusarvo:

S201 (A53) = OFF (jännitetulo)

S202 (A54) = OFF (jännitetulo)

S801 (väylän päättäminen) = OFF



## 5.3. Lopullinen asetusten määrittäminen ja testaus

### 5.3.1. Lopullinen asetusten määrittäminen ja testaus

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

#### Vaihe 1. Etsimöörin tyyppikilpi.



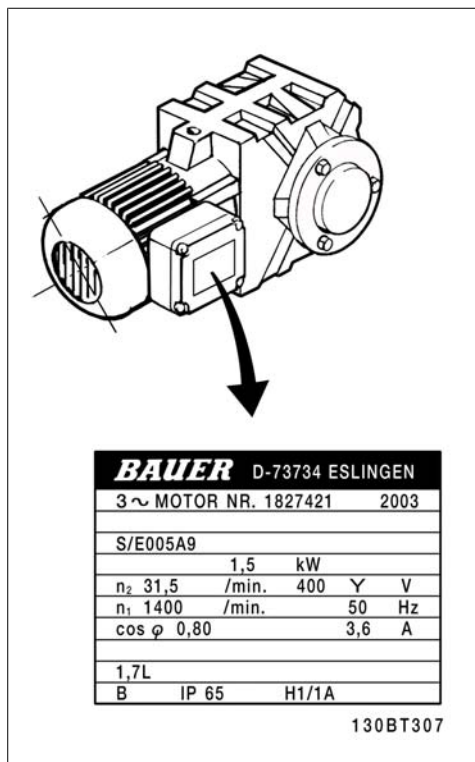
#### Huom

Möörissa on joko tähti- (Y) tai kolmiokytkentä ( $\Delta$ ). Nämä tiedot löytyvät möörin tyyppikilven tiedoista.

#### Vaihe 2. Lisää möörin tyyppikilven tiedot tähän parametriluetteloon.

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

1.	Möörin teho [kW] tai möött. teho [hv]	par. 1-20 par. 1-21
2.	Möörin jännite	par. 1-22
3.	Möörin taajuus	par. 1-23
4.	Möörin virta	par. 1-24
5.	Möörin nimelliso- peus	par. 1-25



#### Vaihe 3. Käynnistä Automaattinen möörin sovitin (AMA)

AMA:n suorittaminen varmistaa ihanteellisen suorituskyvyn. AMA mittaa arvot möörimallia vastaavasta kaaviosta.

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

**Pysäytä AMA käytön ajaksi**

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

**Onnistunut AMA**

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

**Epäonnistunut AMA**

1. Taajuusmuuttaja siirtyy hälytystilaan. Hälytyksen kuvaus on *Vianmäärittys*-jaksossa.
2. [Alarm Log] -hälytyslokien "Raportin arvo" ilmoittaa AMA:n viimeksi suorittaman mittauksen, ennen kuin taajuusmuuttaja siirtyi hälytystilaan. Tämä numero ja hälytyksen kuvaus ovat hyödyksi vianmäärityksessä. Jos otat yhteyttä Danfoss Service -huolto-osastoon, muista mainita numero ja hälytyksen kuvaus.

**Huom**

Epäonnistunut AMA johtuu usein väärin kirjoitetuista moottorin tyyppikilven tiedoista tai liian suuresta erosta moottorin tehon ja VLT AQUA -taajuusmuuttajan tehon välillä.

**Vaihe 4. Aseta nopeusraja ja ramppiaika**

Aseta haluamasi rajat nopeudelle ja ramppiajalle.

Minimiohjearvo	par. 3-02
Maksimiohjearvo	par. 3-03

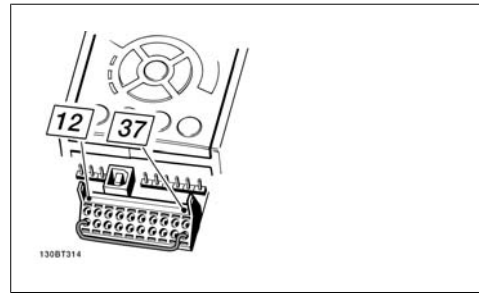
Moottorin nopeuden alaraja	par. 4-11 tai 4-12
Moottorin nopeuden yläraja	par. 4-13 tai 4-14

Rampin nousuaika 1 [s]	par. 3-41
Hidastusaika 1 [s]	par. 3-42

### 5.4.1. Turvapysäytyksen asentaminen

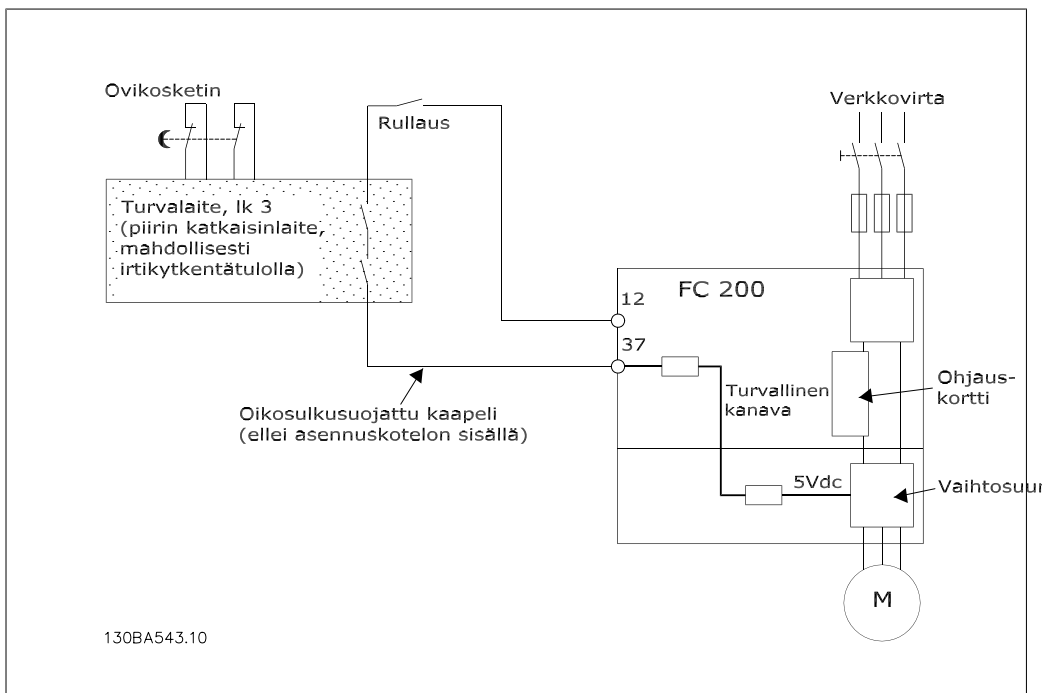
Noudata seuraavia ohjeita asentaaksesi luokan 0 pysäytystoiminnon (EN60204) turvallisuusluokan 3 (EN954-1) mukaisesti:

1. FC 202:n liittimen 37 ja 24 V:n tasavirran välinen silta (hyppyjohdin) on poistettava. Hyppyjohtimen leikkaaminen tai katkaiseminen ei riitä. Poista se kokonaan oikosulkujen välttämiseksi. Katso hyppyjohdinta kuvassa.
2. Kytke liitin 37 24 V:n tasavirtaan oikosulkusuojatulla johtimella. 24 V:n tasavirtajännitteensyötön on oltava keskeytettävissä standardin EN954-1 luokan 3 mukaisella piirin-katkaisulaitteella. Jos katkaisulaite ja taajuusmuuttaja on sijoitettu samaan asennuspaneeliin, voit käyttää suojatun sijasta tavallista kaapelia.



Kuva 5.17: Hyppyjohdin liittimen 37 ja 24 V:n tasavirran välissä.

Alla olevasta kuvasta näkyy pysäytysluokka 0 (EN 60204-1) turvallisuusluokan 3 (EN 954-1) mukaisena. Piirin katkaisun aiheuttaa avautuva ovikosketin. Kuvasta näkyy myös, miten kytketään muuhun kuin turvallisuuteen liittyvä laitteen rullaus.



Kuva 5.18: Kuvasta näkyy pysäytysluokan 0 (EN 60204-1) ja turvallisuusluokan 3 (EN 954-1) mukaisen asennuksen olennaisista seikoista.



## 5.4.2. Turvapysäytyksen käyttöönottesti

Asennuksen jälkeen ja ennen ensimmäistä käyttökertaa on suoritettava käyttöönottesti asennukselle tai sovellukselle, jossa käytetään FC 200:n turvapysäytystä.

Lisäksi on suoritettava testi jokaisen asennuksen tai sovelluksen muutoksen jälkeen, johon FC 200:n turvapysäytys kuuluu osana.

Käyttöönottesti:

- Poista 24 V:n tasajännitesyöttö liittimeen 37 katkaisulaitteella, kun moottoria käyttää FC 202 (eli verkkojännitettä ei katkaista). Testin vaihe hyväksytään, jos moottori reagoi lähemmällä rullaamaan ja mekaaninen jarru (jos kytketty) aktivoituu.
- Lähetä sitten nollaussignaali (väylän, digitaalisen I/O-liitännän tai [Reset]-näppäimen avulla). Testin vaihe hyväksytään, jos moottori pysyy edelleen turvapysäytystilassa ja mekaaninen jarru (jos kytketty) on edelleen aktiivinen.
- Kytke sitten jälleen 24 V:n tasavirta liittimeen 37. Testin vaihe hyväksytään, jos moottori pysyy edelleen rullaustilassa ja mekaaninen jarru (jos kytketty) on edelleen aktiivinen.
- Lähetä sitten nollaussignaali (väylän, digitaalisen I/O-liitännän tai [Reset]-näppäimen avulla). Testin vaihe hyväksytään, jos moottori alkaa jälleen toimia.
- Käyttöönottesti on hyväksytty, jos kaikki neljä testin vaihetta on suoritettu hyväksytysti.

## 5.5. Lisäliitännät

### 5.5.1. Liitäntä tasajännitekiskoon

Tasajänniteväyläliitintä käytetään DC-varmistukseen siten, että välipiiriin syötetään tehoa ulkoisesta lähteestä.

Liittimet: 88, 89

Saat lisätietoja ottamalla yhteyden Danfossiin.

### 5.5.2. Jarrun kytkentäasetus

Jarruvastuksen liitäntäkaapelin on oltava suojattu.

No	81	82	Jarruvastus
	R-	R+	liittimet



#### Huom

Dynaaminen jarru edellyttää lisävarusteita ja -turvatoimia. Jos haluat lisätietoja, ota yhteys Danfossiin.

- Kytke suojaus taajuusmuuttajan metallikaappiin ja jarruvastuksen irtikytkentälevyyn kaapeliliitinten avulla.
- Mitoita jarrukaapelin poikkileikkaus jarruvirran mukaan.



#### Huom

Liitinten välillä voi esiintyä jopa 975 V:n tasavirtajännitteitä (600 V AC).

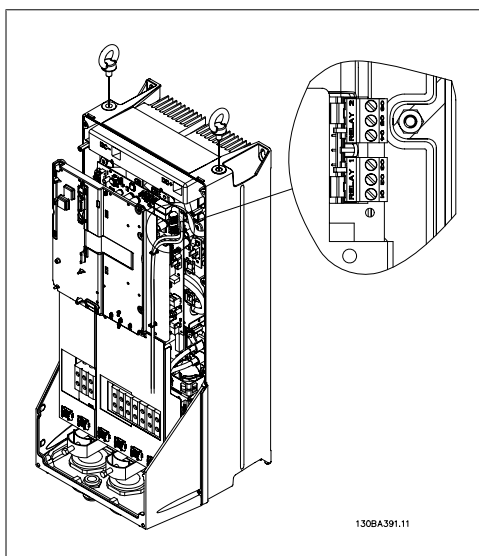
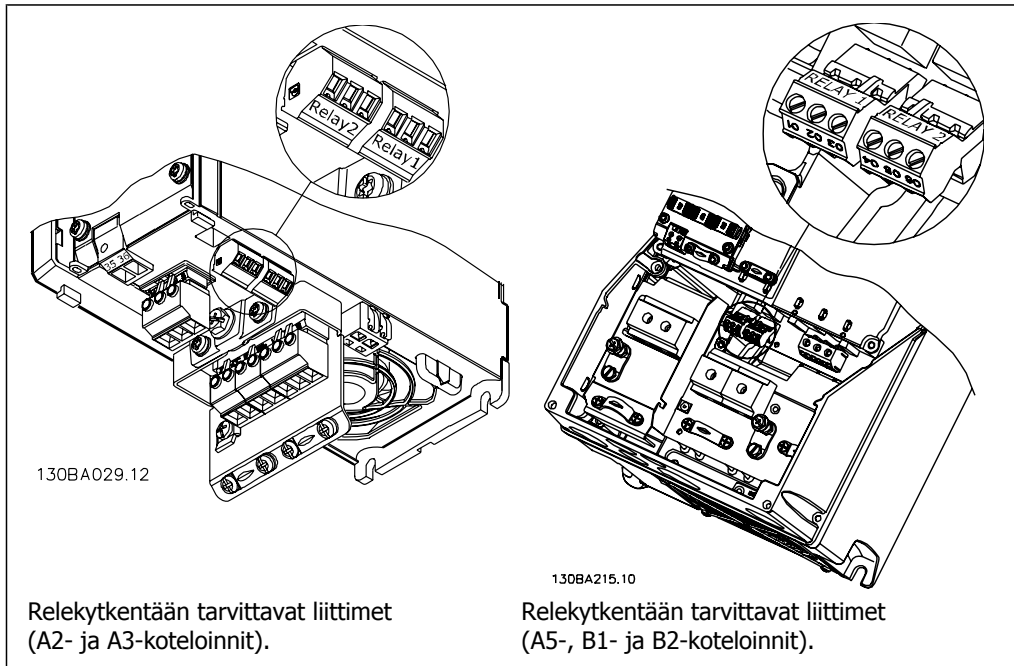
**Huom**

Jos jarrun IGBT:ssä tapahtuu oikosulku, estä virtahäviö jarruvastuksessa katkaisemalla verkkovirran pääsy taajuusmuuttajaan verkkovirtakatkaisimella tai kontaktorilla. Vain taajuusmuuttajan tulee ohjata kontaktoria.

**5.5.3. Releliitos**

Katso ohjeet relelähdön asetuksiin parametri-ryhmästä 5-4\* Releet.

No	01 - 02	Kiinni (normaalisti auki)
	01 - 03	lepo (normaalisti kiinni)
	04 - 05	Kiinni (normaalisti auki)
	04 - 06	lepo (normaalisti kiinni)



(C1- ja C2-koteloinnit).

Kuva 5.19: Relekytkentään tarvittavat liittimet

## 5.5.4. Relelähtö

### Rele 1

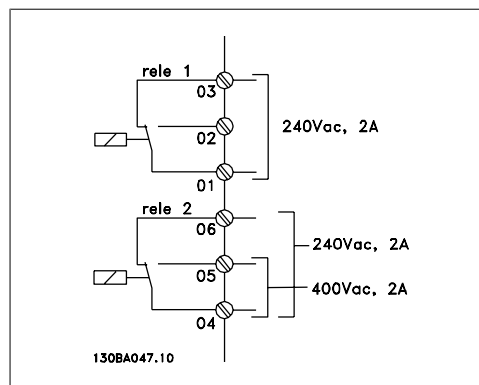
- Liitin 01: yleinen
- Liitin 02: normaalisti auki 240 V AC
- Liitin 03: normaalisti kiinni 240 V AC

### Rele 2

- Liitin 04: yleinen
- Liitin 05: normaalisti auki 400 V AC
- Liitin 06: normaalisti kiinni 240 V AC

Releet 1 ja 2 ohjelmoidaan parametreissa 5-40, 5-41 ja 5-42.

Muita relelähtöjä käyttämällä optiomoduulia MCB 105.



5

## 5.5.5. Moottoreiden rinnankytkentä

Taajuusmuuttajalla voidaan ohjata useita rinnankytkettyjä moottoreita. Moottorien yhteenlaskettu virrankulutus ei saa ylittää taajuusmuuttajan nimellislähtövirtaa  $I_{INV}$ .

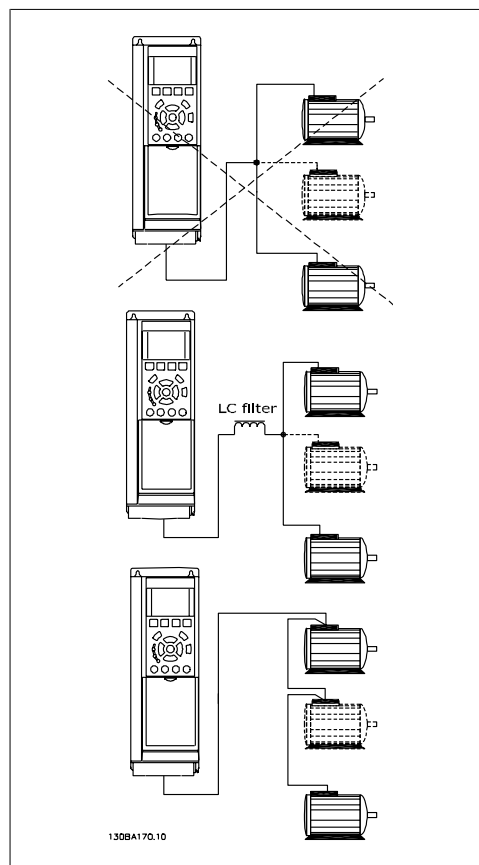


### Huom

Kun moottorit on kytketty rinnan, parametriä 1-02 *Automaattinen moottorin sovitus (AMA)* ei voi käyttää.

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

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

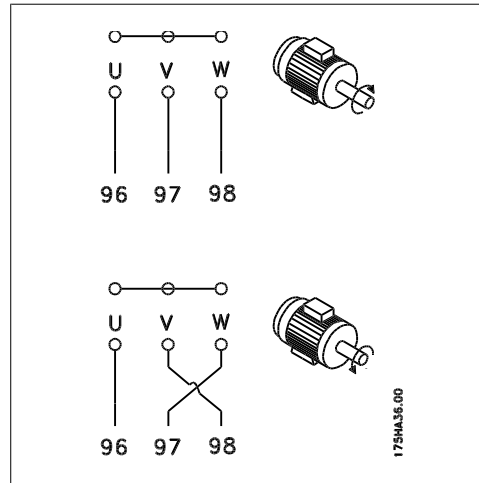


### 5.5.6. Moottorin pyörimisen suunta

Oletusasetuksena on pyöriminen myötäpäivään taajuusmuuttajan lähtö kytkettynä seuraavasti.

Liitin 96 kytketään U-vaiheeseen  
Liitin 97 kytketään V-vaiheeseen  
Liitin 98 kytketään W-vaiheeseen

Moottorin pyörimissuunta vaihdetaan vaihtamalla kaksi moottorin vaihetta.



### 5.5.7. Moottorin lämpösuojaus

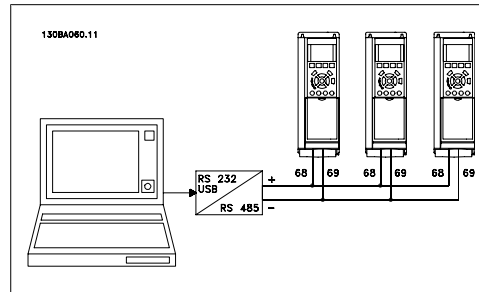
Taajuusmuuttajan elektroninen lämpörele on saanut UL-hyväksynnän yksittäisen moottorin suojauksesta, kun parametrin 1-90 *Moottorin lämpösuojaus* asetuksena on *ETR laukaisu* ja parametrin 1-24 *Moottorin virta, I<sub>M,N</sub>* asetuksena on moottorin nimellisvirta (katso moottorin tyyppikilpeä).

## 5.6. Muiden liitännöiden asennus

### 5.6.1. RS 485 -väyläyhteys

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 taajuusmuuttajia 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 ohjauk kortin kytin S801 "ON"-asentoon.

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



**Huom**  
Tiedonsiirto-protokollan asetukseksi on valittava FC MC par. 8-30.

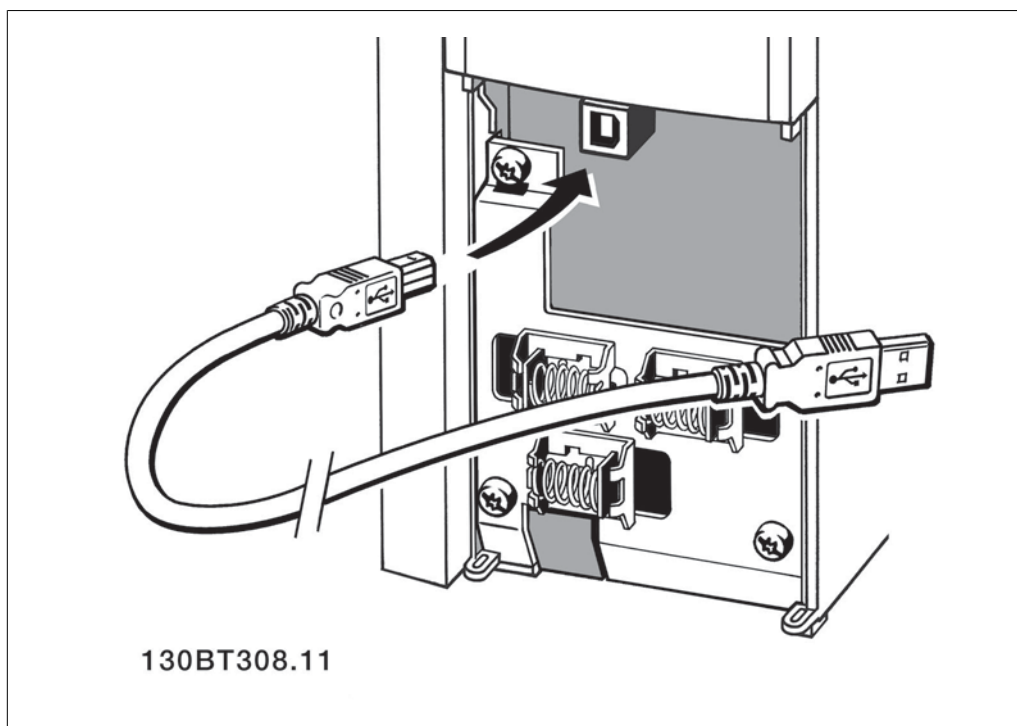
## 5.6.2. Tietokoneen kytkeminen VLT AQUA Drive -taajuusmuuttajaan

Jos haluat ohjata tai ohjelmoida taajuusmuuttajaa PC:n avulla, asenna MCT 10 -asennusohjelma. PC kytketään tavallisella (isäntä/laite) USB-kaapelilla tai RS485-liitännän avulla kuten **VLT AQUA:n Suunnitteluoppaan** luvussa *Asennus > Eri liitännöjen asennus*.



### Huom

USB-liitäntä on eristetty galvaanisesti syöttöjännitteestä (PELV) ja muista suurjänniteliittimistä. USB-liitäntä on kytketty taajuusmuuttajan suojamaadoitukseen. Käytä ainoastaan eristettyä kannettavaa tietokonetta PC-yhteytenä VLT AQUA Drive -taajuusmuuttajan USB-liitäntään.



### PC-ohjelmisto MCT 10

Kaikissa taajuusmuuttajissa on sarjaportti. Valikoimaamme kuuluu tietokoneen ja taajuusmuuttajan väliseen tiedonsiirtoon tarkoitettu ohjelmisto, VLT Motion Control Tool MCT 10 -asetusohjelmisto.

### MCT 10 -asetusohjelmisto

MCT 10 on suunniteltu helppokäyttöiseksi, vuorovaikutteiseksi työkaluksi taajuusmuuttajiemme parametrien määrittämistä varten.

MCT 10 -asetusohjelmisto on hyödyllinen esimerkiksi seuraavissa toiminnoissa:

- Tietoliikenneverkon suunnittelu offline-tilassa. MCT 10 -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

MCT 10 -asetusohjelmiston tuki Profibus DP-V1 Master class 2 -yhteyden kautta. Sen avulla on mahdollista kirjoittaa ja lukea taajuusmuuttajan parametreja online-tilassa Profibus-verkon kautta. Tämä poistaa ylimääräisen tietoliikenneverkon tarpeen.

#### Tallenna taajuusmuuttajan asetukset:

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

Kaikki parametrit on nyt tallennettu tietokoneelle.

#### Lataa taajuusmuuttajan asetukset:


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

Kaikki parametrien asetukset siirretään nyt asemaan.

Saatavana on myös erillinen ohjekirja MCT 10 -määrittäsohjelmistolle.

#### MCT 10 -asetusohjelmiston moduulit

Seuraavat moduulit sisältyvät ohjelmistopakkaukseen:

	<p><b>MCT 10 -asetusohjelmisto</b>          Parametrien määrittäminen          Kopioiminen taajuusmuuttajilta ja taajuusmuuttajille          Parametriasetusten, myös kaavioiden, dokumentointi ja tulostaminen</p>
<p><b>Ulk. Käyttöliittymä</b>          Ehkäisevien huoltojen aikataulu          Kellon asetukset          Ajastusten ohjelmointi          Älykkään logiikan ohjaimen asetukset          Kaskadiohjauksen konfig. työkalu</p>	

#### Tilausnumero:

Tilaa MCT-10-asetusohjelmiston sisältävä CD koodinumerolla 130B1000.

MCT 10 -ohjelman voi ladata myös Danfossin verkkosivuilta. [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com), Business Area (liiketoiminta-alue): Motion Controls (Liikeohjaimet).

**MCT 31**

MCT 31 PC-työkalu harmonisten laskentaan mahdollistaa harmonisen vääristymän arvioinnin helposti erilaisissa sovelluksissa. Harmoninen vääristymä voidaan laskea sekä Danfossin taajuusmuuttajista että muiden valmistajien taajuusmuuttajista, joissa käytetään erilaisia ylimääräisiä harmonisten vähentämislaitteita, kuten Danfossin AHF-suodattimia ja 12-18-pulssitasasuuntaajia.

**Tilausnumero:**

Tilaa MCT 31 PC-työkalun sisältävä CD koodinumerolla 130B1031.

MCT 31 -ohjelman voi ladata myös Danfossin verkkosivuilta. [WWW.DANFOSS.COM](http://WWW.DANFOSS.COM), Business Area (liiketoiminta-alue): Motion Controls (Liikeohjaimet).

## 5.7. Turvallisuus

5

### 5.7.1. 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 yhden sekunnin ajaksi tämän oikosulun ja kotelon välille.

**Huom**

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

### 5.7.2. Turvamaadoitus

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



Taajuusmuuttajan maavuotovirta 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.

## 5.8. EMC-direktiivin mukainen asennus

### 5.8.1. Sähköasennus -

Seuraavassa on taajuusmuuttajien asennuksessa huomioon otettavia ohjeita. Noudata seuraavia ohjeita, jos haluat asennuksen olevan standardin EN 61800-3 *First environment* mukainen. Jos asennuksen on oltava standardin EN 61800-3 *Second environment* mukainen eli teollisuusverkosto tai omalla muuntajallaan varustettu kokoonpano, näistä ohjeista poikkeaminen on sallittua mutta ei suositeltavaa. Katso myös kohdat *CE-merkintä*, *EMC-emission yleiset näkökohdat* ja *EMC-testitulokset*.

**Ohjeita EMC-direktiivin mukaisen sähköasennuksen suorittamiseen:**

- Käytä ainoastaan punossuojattuja/armeerattuja moottorikaapeleita ja punossuojattuja/armeerattuja ohjauskaapeleita. Suojauksen peiton on oltava vähintään 80 %. Suojauksen on oltava metallinen, tyypillisesti kuparia, alumiinia, terästä tai lyijyä, mutta muitakin materiaaleja voi käyttää. Verkkovirtakaapelille ei ole erityisvaatimuksia.

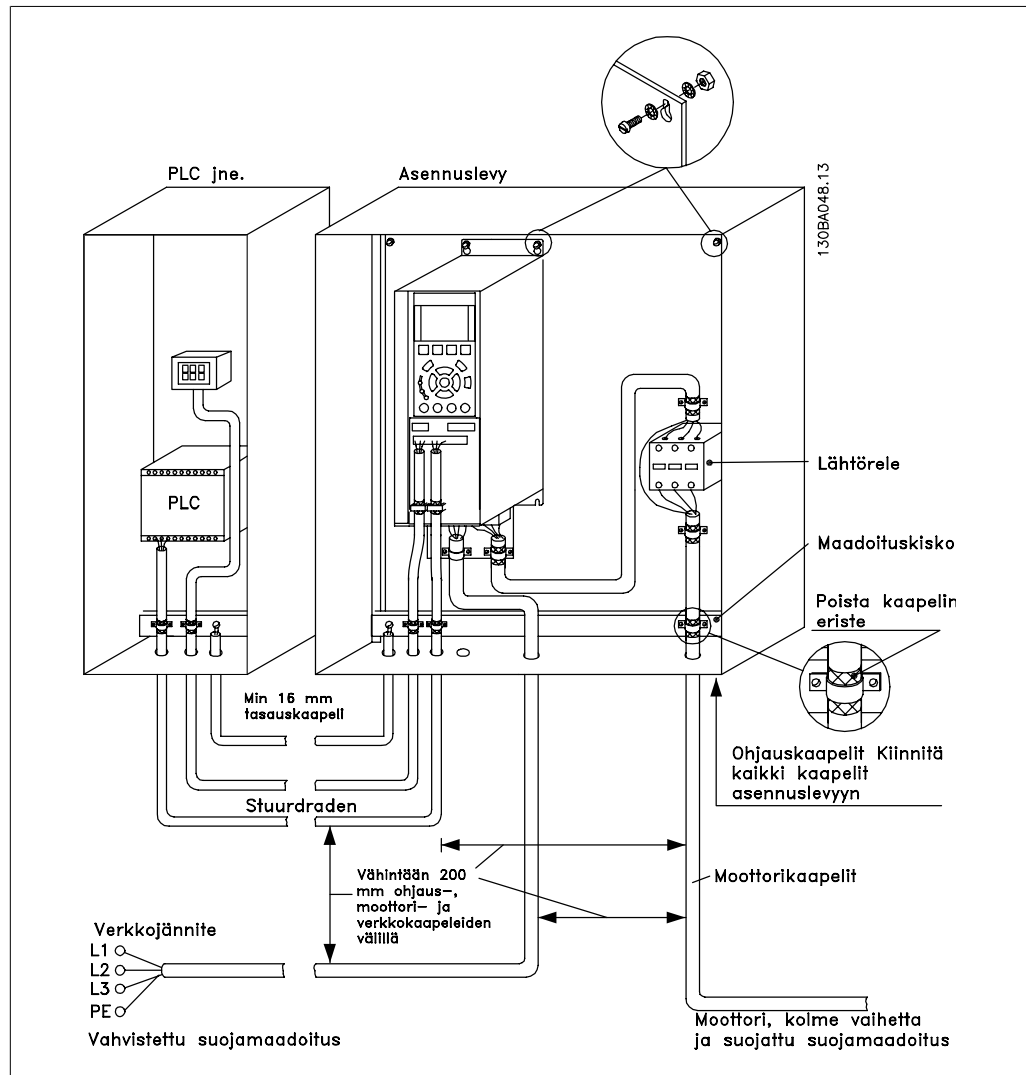
- Jos asennuksessa käytetään jäykkiä metallisia kaapeliputkia, kaapelin ei tarvitse olla suojattu mutta moottorikaapelia ei saa asentaa samaan putkeen ohjaus- ja verkkokaapelin kanssa. Putken on peitettävä kaapeli koko taajuusmuuttajan ja moottorin väliseltä matkalta. Joustavien putkien EMC-suojaus vaihtelee runsaasti, ja niiden käyttäminen edellyttää tietojen hankkimista valmistajalta.
- Kytke sekä moottori- että ohjauskaapelien suoju/putki maahan molemmista päistään. Joissakin tapauksissa suojausta ei voi kytkeä molempiin päihin. Kytke silloin suojaus taajuusmuuttajaan. Katso myös *Punottujen suojattujen ohjausjohtimien maadoitus*.
- Älä pääätä suojausta kierrettyihin päihin (siansapariihin). Nämä liitokset suurentavat suojauksen suurtaajuusimpedanssia, mikä pienentää suojauksen tehoa suurten taajuuksien osalta. Käytä matalaimpedanssisia kaapeliliittimiä tai EMC-standardin mukaisia läpivientejä.
- Vältä suojaamattomien moottori- tai ohjauskaapelien käyttämistä taajuusmuuttajien koteloiden sisällä, jos tämä on mahdollista.

Jätä suojaus mahdollisimman lähelle liittimiä.

Kuva esittää EMC-direktiivin mukaista IP20-taajuusmuuttajan sähköistä asennusta. Taajuusmuuttaja on asennettu asennuskaappiin lähtöliittimen kanssa, ja se on kytketty PLC:hen, joka on asennettu erilliseen kaappiin. Myös muiden asennustapojen EMC-suorituskyky saattaa olla yhtä hyvä, jos edellä mainittuja ohjeita noudatetaan.

Jos asennusta ei suoriteta asennusoppaan ohjeiden mukaisesti ja jos käytetään suojaamattomia kaapeleita tai ohjausjohtoja, jotkin emissiovaatimukset eivät täyty, vaikka sietovaatimukset täyttyvät. Katso kappaletta *EMC-testitulokset*.





Kuva 5.20: EMC-direktiivin mukainen IP20-taajuusmuuttajan sähköasennus.

## 5.8.2. EMC-direktiivin mukaiset kaapelit

Ohjauskaapeli EMC-siedon optimoimiseksi ja moottorikaapeli EMC-päästöjen minimoimiseksi Danfoss suosittelee punospäällysteisten suojattujen kaapeliä 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.

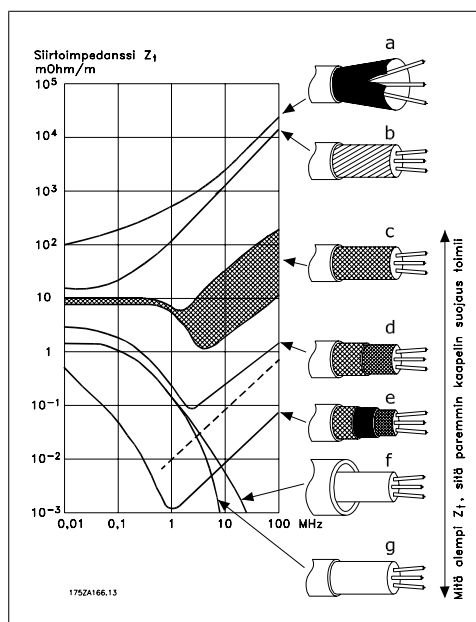
Kaapelinvalmistajat eivät useinkaan ilmoita siirtoimpedanssia ( $Z_T$ ), mutta usein siirtoimpedanssin ( $Z_T$ ) voi arvioida tarkastelemalla kaapelin fyysistä rakennetta.

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

- suojausmateriaalin johtavuus
- yksittäisten suojausjohtimien välinen kosketusvastus

- suojausten peitto, siis suojausten fyysisesti suojaama kaapelin osa, jota usein kutsutaan prosenttiarvoksi
- suojausten tyyppi - punottu vai kierretty malli.

- Alumiinilla suojattu kuparijohdin.1
- Kierretty kuparilanka tai suojattu teräsvaijerikaapeli. 1
- Yksikerroksinen punottu kuparilanka, jonka suojausprosentti vaihtelee. Tämä on tyypillinen Danfossin referenssikaapeli.1
- Kaksikerroksinen punottu kuparilanka.1
- Kaksi punottua kuparikerrosta, joiden välissä on magneettinen suojattu välikerros.1
- Kupari- tai teräsputkella suojattu kaapeli.1
- Lyijyvaippakaapeli, seinämän paksuus 1,1 mm.1

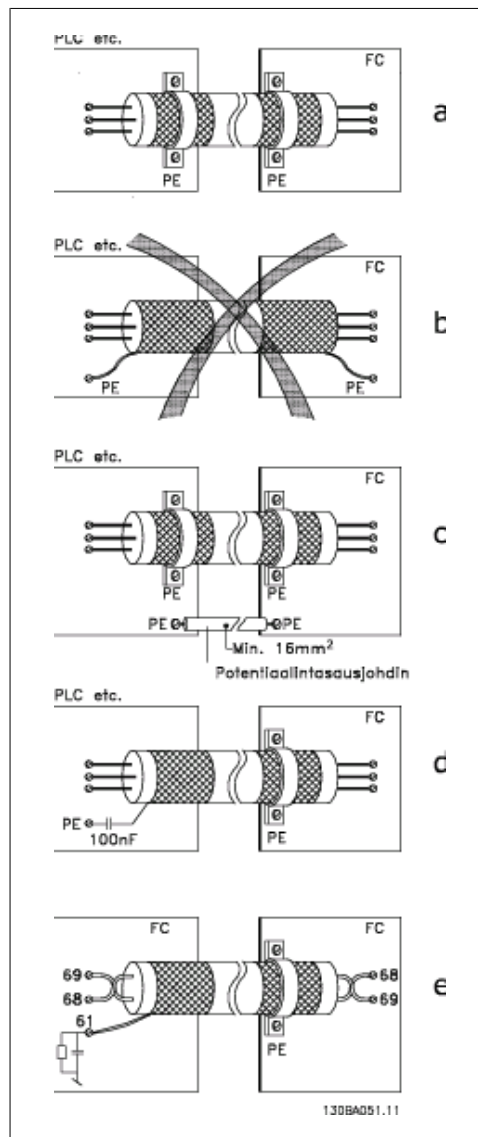


### 5.8.3. Suojattujen ohjauskaapelien maadoitus

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

Alla olevasta kuvasta käy ilmi oikea maadoitus, ja miten voi menetellä epäselvissä tilanteissa.

- a. **Oikea maadoitus**  
Ohjauskaapelit ja sarjaliikennekaapelit pitää kiinnittää molemmista päistä kaapelinpitimillä parhaan mahdollisen sähköisen kosketuksen varmistamiseksi.1
- b. **Virheellinen maadoitus**  
Älä käytä kierrettyjä suojauksen päitä (siansaparaot). Ne lisäävät suojauksen impedanssia suurilla taajuuksilla.1
- c. **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>.1
- d. **50/60 Hz maavirtasilmukat**  
Hyvin pitkien ohjauskaapeleiden yhteydessä saattaa esiintyä 50/60 Hz maavirtasilmukoita. Ongelma voidaan ratkaista kytkemällä suojauksen toinen pää maadoitukseen 100 nF kondensaattorilla (lyhyet kytkentäjohtimet).1
- e. **Kaapelit sarjaliikenteeseen**  
Pienitaajuiset häiriövirrat kahden taajuusmuuttajan välillä voidaan eliminoida kytkemällä suojauksen toinen pää liittimeen 61. Tämä liitin on kytketty maadoitukseen sisäisellä RC-piirillä. Käytä kierrettyjä parikaapeleita differentiaalimuotoisten häiriöiden vaimentamiseksi johtimien välillä.1



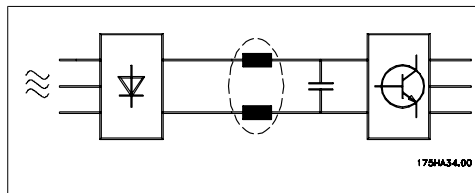
5

### 5.9.1. Verkkosyötön häiriöt/Harmoniset virrat

Taajuusmuuttajan verkosta ottama virta poikkeaa sinimuodosta. Tämä suurentaa tulovirtaa  $I_{RMS}$ . Ei-sinimuotoinen virta jaetaan Fourier-muunnoksella sinimuotoisiin, eritaajuisiin komponentteihin eli harmonisiin yliaaltoihin  $I_N$ , joiden perustaajuus on 50 Hz:

Harmoniset virrat	$I_1$	$I_5$	$I_7$
Hz	50 Hz	250 Hz	350 Hz

Harmoniset virrat eivät suoranaisesti vaikuta tehonkulutukseen, mutta ne suurentavat lämpöpöhyiöitä (muuntajissa, kaapeleissa). Pidä tästä syystä harmoniset virrat matalalla tasolla laitoksissa, joissa on suuri tasasuuntaajakuormituksen osuus. Näin vältetään muuntajan ylikuormittuminen ja kaapelien liiallinen lämpeneminen.



#### Huom

Jotkin harmoniset virrat saattavat häiritä samaan muuntajaan kytkettyjä tietoliikennelaitteita tai aiheuttaa resonanssia tehokertoimen korjausakkujen kanssa.

Harmoniset virrat verrattuna tulovirran tehollisarvoon:

	Tulovirta
$I_{RMS}$	1.0
$I_1$	0.9
$I_5$	0.4
$I_7$	0.2
$I_{11-49}$	< 0.1

Harmonisten virtojen minimoimiseksi taajuusmuuttajissa on välipiirin kuristimet vakiona. Tämä vähentää normaalisti tulovirtaa  $I_{RMS}$  40%.

Verkkajännitteen häiriöt riippuvat harmonisten virtojen suuruudesta kerrottuna kyseistä taajuutta vastaavalla verkon sisäisellä impedanssilla. Jännitteen kokonaissärö THD lasketaan jännitteen harmonisista komponenteista seuraavalla kaavalla:

$$THD\% = \sqrt{U \frac{2}{5} + U \frac{2}{7} + \dots + U \frac{2}{N}} \quad (U_N\% \text{ arvosta } U)$$

### 5.10.1. Vikavirtarele

Lisäsuojauksena voidaan käyttää vikavirtareleitä, nollausta tai maadoitusta edellyttäen, että paikallisia turvallisuusmääräyksiä noudatetaan.

Maavika voi aiheuttaa tasavirtaa purkausvirtaan.

Vikavirtareleitä käytettäessä on noudatettava paikallisia määräyksiä. Releiden pitää olla sopivia 3-vaiheisten tasasuuntaussillalla varustettujen laitteiden suojaukseen ja lyhyisiin purkauksiin käynnistyksessä, katso lisätietoja jaksosta *Maavuotovirta*.

## 6. Sovellusesimerkkejä

### 6.1.1. Käynnistys/pysäytys

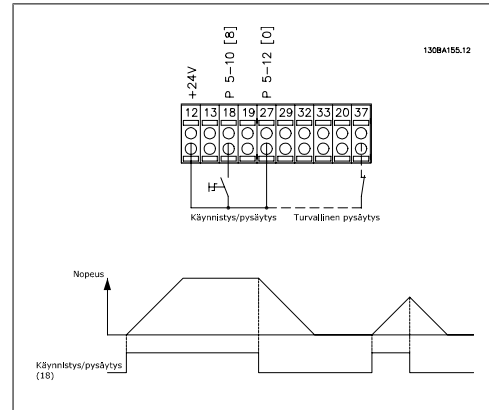
Liitin 18 = käynnistys/pysäytys par. 5-10 (8)

*Käynnistys*

Liitin 27 = Ei toimintoa par. 5-12 [0] *Ei toimintoa* (oletus vapaa rullaus)

Par. 5-10 *Digitaalinen tulo, liitin 18 = käynnistys* (oletus)

Par. 5-12 *Digitaalinen tulo, liitin 27 = vapaa rullaus, käänteinen* (oletus)



Kuva 6.1: Liitin 37: Saatavana vain turvapysäytys-toiminnon yhteydessä!

### 6.1.2. Pulssikäynnistys/-pysäytys

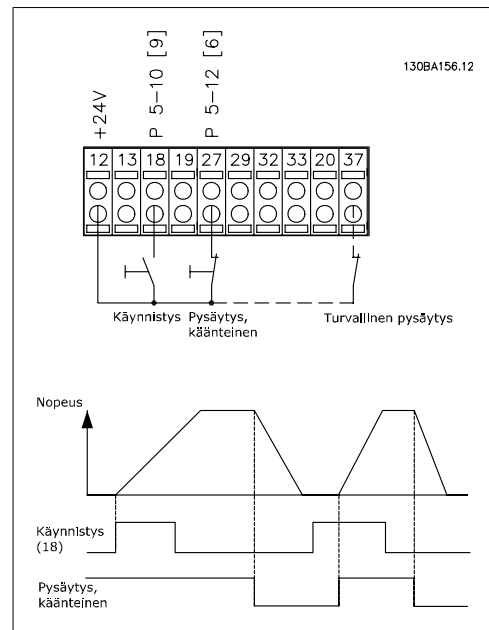
Liitin 18 = käynnistys/pysäytys par. 5-10 [9]

*Pulssikäynnistys*

Liitin 27 = Pysäytys par. 5-12 [6] *Pysäytys, käänt.*

Par. 5-10 *Digitaalinen tulo, liitin 18 = Pulssikäynnistys*

Par. 5-12 *Digitaalinen tulo, liitin 27 = Pysäytys, käänt.*



Kuva 6.2: Liitin 37: Saatavana vain turvapysäytys-toiminnon yhteydessä!

### 6.1.3. Potentiometriohjearvo

Potentiometrin kautta saatu jänniteohjearvo.

Par. 3-15 Ohjearvon 1 lähde [1] = analoginen tulo 53

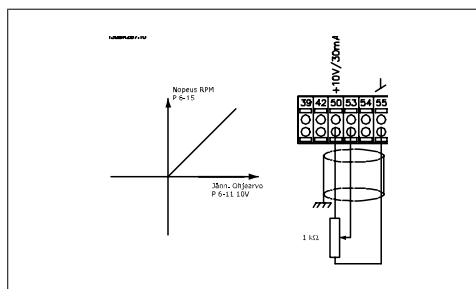
Par. 6-10 Liitin 53, pieni jännite = 0 volttia

Par. 6-11 Liitin 53, suuri jännite = 10 volttia

Par. 6-14 Liitin 53, Pieni ohjearvo/takaisink. Arvo = 0 r/min

Par. 6-15 Liitin 53, Suuri ohjearvo/takaisink. Arvo = 1 500 r/min

Kytkin S201 = OFF (U)



6

### 6.1.4. Automaattinen moottorin sovitus (AMA)

AMA on algoritmi, jolla mitataan sähköiset moottorin parametrit moottorin ollessa pysähdyksissä. AMA ei siis itse syötä momenttia.

AMA on hyödyllinen otettaessa järjestelmiä käyttöön ja optimoitaessa taajuusmuuttajan säätöä käytettävään moottoriin. Tätä toimintoa käytetään etenkin, kun tehdasasetus ei vastaa kytketyn moottorin vaatimuksia.

Parametrien 1-29 avulla voidaan valita täydellinen AMA, jossa määritetään kaikki sähköiset moottorin parametrit, tai osittainen AMA, jossa määritetään vain staattorin resistanssi  $R_s$ .

AMA:n kesto vaihtelee pienten moottorien muutamasta minuutista suurten moottorien yli 15 minuuttiin.

#### Rajoitukset ja edellytykset:

- Jotta AMA määrittäisi moottorin parametrit mahdollisimman hyvin, syötä parametreihin 1-20 - 1-26 moottorin oikeat tyyppikilven tiedot.
- Taajuusmuuttajan paras säätö saavutetaan, kun AMA suoritetaan moottorin ollessa kylmä. Toistuvat AMA-käytöt saattavat aiheuttaa moottorin kuumenemisen, joka suurentaa staattorin resistanssia  $R_s$ . Tämä ei yleensä ole ratkaisevan tärkeää.
- AMA voidaan suorittaa ainoastaan siinä tapauksessa, että moottorin nimellisvirta on vähintään 35 % taajuusmuuttajan nimellislähtövirrasta. AMA voidaan suorittaa seuraavaksi suuremmalla moottorilla.
- Osittainen AMA-testi voidaan suorittaa siniaaltosuodatin asennettuna. Vältä täydellisen AMA:n suorittamista siniaaltosuodatin asennettuna. Jos tarvitset täydellisen asetuksen, poista siniaaltosuodatin AMA:n ajaksi. Asenna siniaaltosuodatin uudelleen AMA:n jälkeen.
- Jos moottorit on kytketty rinnan, ainoastaan osittaisen AMA:n saa suorittaa.
- Vältä täydellisen AMA:n suorittamista käyttäessäsi synkronimoottoreita. Jos käytetään synkronimoottoreita, suorita osittainen AMA ja aseta laajennetut moottorin tiedot käsin. AMA-toimintoa ei sovelleta pysyviin magneettimoottoreihin.
- Taajuusmuuttaja ei tuota moottorin vääntömomenttia AMA:n aikana. AMA:n aikana sovellus ei saa pakottaa moottorin akselia pyörimään, minkä tiedetään tapahtuvan esim. tuuletusjärjestelmien tuulimyllyissä. Tämä häiritsee AMA-toimintoa.

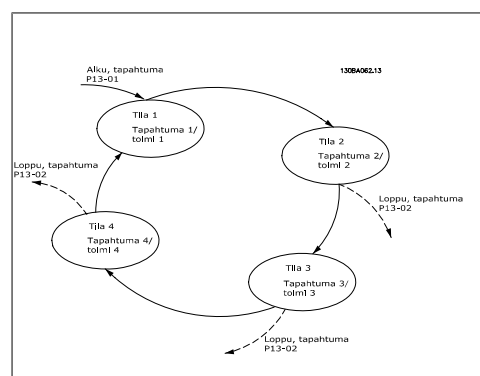
### 6.1.5. Älykäs logiikkavalvonta

Älykäs logiikkavalvonta (Smart Logic Control, SLC) on olennaisesti sarja käyttäjän määrittämiä toimia (ks. par. 13-52), jotka SLC suorittaa, kun SLC arvioi kyseisen käyttäjän määrittämän *tapahtuman* (ks. par. 13-51) TODELLISEKSI.

*Tapahtumat* ja *toimet* on numeroitu ja ne on kytketty pareiksi, joista käytetään nimitystä tilat. Tämä tarkoittaa, että kun *tapahtuma* [1] toteutuu (saa arvon TOSI), suoritetaan *toimi* [1]. Tämän jälkeen arvioidaan *tapahtuman* [2] ehdot, ja jos se arvioidaan TODEKSI, suoritetaan *toimi* [2] ja niin edelleen. Tapahtumat ja toimet on sijoitettu ryhmäparametreihin.

Kerralla arvioidaan vain yksi *tapahtuma*. Jos *tapahtuman* arvioidaan olevan EPÄTOSI, mitään ei tapahdu (SLC:ssä) tämän skannausvälin aikana eikä muita *tapahtumia* arvioida. Tämä tarkoittaa, että kun SLC käynnistyy, se arvioi *tapahtumaa* [1] (ja vain *tapahtumaa* [1]) kullakin skannausväliä. Vain silloin, kun *tapahtuman* [1] arvioidaan olevan TOSI, SLC toteuttaa *toimen* [1] ja alkaa arvioida *tapahtumaa* [2].

*Tapahtumia* ja *toimia* voidaan ohjelmoida 0 - 20 kpl. Kun viimeinen *tapahtuma* / *toimi* on suoritettu, sarja alkaa uudelleen *tapahtumasta* [1] / *toimesta* [1]. Piirroksessa on esimerkki, joka sisältää kolme *tapahtumaa* / *toimea*.



6

### 6.1.6. Älykkään logiikkavalvonnan ohjelmointi

Uusi hyödyllinen toiminto VLT AQUA Drive -taajuusmuuttajassa on älykäs logiikkavalvonta (Smart Logic Control, SLC).

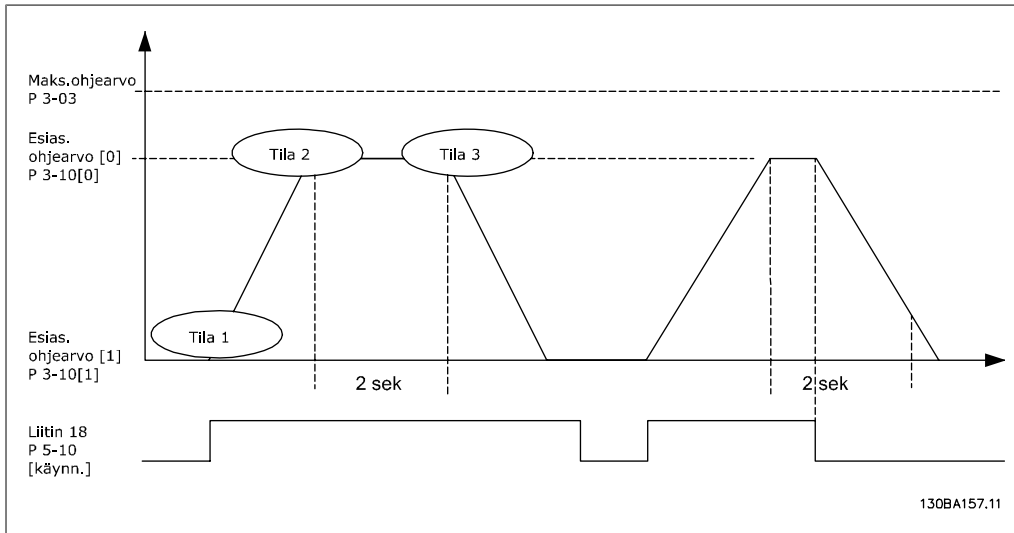
Sovelluksissa, joissa PLC luo yksinkertaista sarjaa, SLC voi ottaa yksinkertaisia tehtäviä pääohjaukselta.

SLC on suunniteltu toimimaan VLT AQUA Drive -taajuusmuuttajaan lähetetyn tai siinä luodun tapahtuman pohjalta. Sen jälkeen taajuusmuuttaja suorittaa esiohjelmoidun toimenpiteen.

### 6.1.7. SLC-sovellusesimerkki

#### Yksi sarja 1:

Käynnistä - kiindytä - käytä ohjenopeudella 2 sek. - hidasta ja pidä akselia paikallaan pysähtymiseen asti.



Aseta ramppausaikoihin halutut ajat parametreissa 3-41 ja 3-42.

$$t_{\text{kiihdytys tai hidastus}} = \frac{t_{\text{kiihd.}} \times n_{\text{norm}} (\text{par. 1} - 25)}{\Delta \text{ ohjearvo } [r/min]}$$

Aseta liittimen 27 asetukseksi *Ei toimintoa* (par. 5-12)

Aseta esiasetettu ohjearvo 0 ensimmäiseen esiasetettuun nopeuteen (par. 3-10 [0]) prosentteina suurimmasta viitenopeudesta (par. 3-03). Esim.: 60%

Aseta esiasetettu ohjearvo 1 toiseen esiasetettuun nopeuteen (par. 3-10[1] Esim.: 0 % (nolla).

Aseta vakiokäyntinopeuden ajastin 0 parametrissa 13-20 [0]. Esim.: 2 sekuntia

Aseta tapahtuman 1 asetukseksi parametrissa 13-51 [1] *Tosi* [1].

Aseta tapahtuman 2 asetukseksi parametrissa 13-51 [2] *Ohjearvossa* [4].

Aseta tapahtuman 3 asetukseksi parametrissa 13-51 [3] *Aikakatkaus 0* [30].

Aseta tapahtuman 4 asetukseksi parametrissa 13-51 [1] *Väärin* [0].

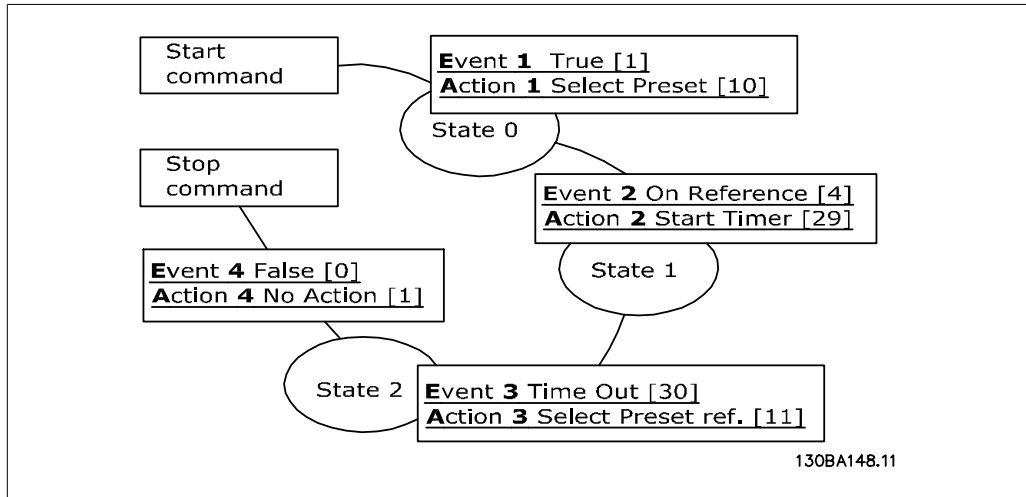
Aseta toimen 1 asetukseksi parametrissa 13-52 [1] *Valitse esival. 0* [10].

Aseta toimen 2 asetukseksi parametrissa 13-52 [2] *Käyn. ajastin 0* [29].

Valitse toimen 3 asetukseksi parametrissa 13-52 [3] *Valitse esival. 1* [11].

Valitse toimen 4 asetukseksi parametrissa 13-52 [4] *Ei toimintoa* [1].





Aseta älykkään logiikkaohjauksen asetukseksi parametrissa 13-00 Päällä.

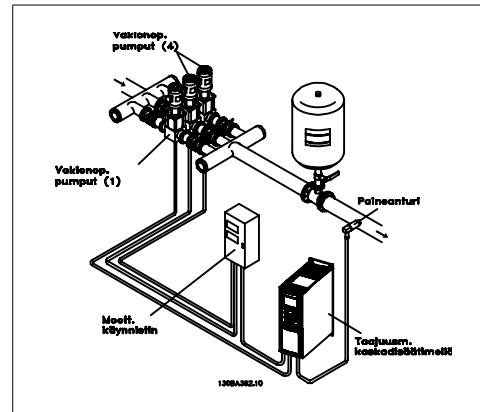
Käynnistys-/pysäytyskomento annetaan liittimessä 18. Jos annetaan pysäytyssignaali, taajuusmuuttaja hidastaa ja siirtyy vapaaseen tilaan.

### 6.1.8. BASIC-moniasteohjain

BASIC-moniasteohjainta käytetään pumppu-sovelluksissa, joissa tietty paine ("nostokorkeus") tai taso on säilytettävä laajalla dynaamisella alueella. Suuren pumpun käyttäminen vaihtelevalla nopeudella suurella alueella ei ole ihanteellinen ratkaisu pumpun heikon hyötysuhteen vuoksi pienellä nopeudella. Käytännössä raja on 25 % pumpun täydestä nimelliskuormitusnopeudesta.

BASIC-moniasteohjaimessa taajuusmuuttaja ohjaa säädettävänä nopeuksista moottoria vaihtuvanopeuksisena (pää)pumppuna ja voi käynnistää tai pysäyttää lisäksi kaksi vakionopeuspumppua. Ensimmäisen pumpun nopeudensäätö mahdollistaa järjestelmän nopeudensäädön. Tämä auttaa vakio paineen

ylläpitämisessä ja poistaa paineiskut, jolloin järjestelmän rasitus pienenee ja järjestelmä toimii hiljaisemmin pumppujärjestelmissä.



#### Kiinteä pääpumppu

Moottorien on oltava saman kokoisia. BASIC-moniasteohjauksessa taajuusmuuttaja voi ohjata enintään kolmea samankokoista pumppua taajuusmuuttajan kahden sisäänrakennetun releen avulla. Kun säädettävä pumppu (pääpumppu) on kytketty suoraan taajuusmuuttajaan, kahta muuta pumppua ohjataan kahdella sisäänrakennetulla releellä. Kun pääpumpun vuorottelu on mahdollista, pumput kytketään sisäänrakennettuihin releisiin ja taajuusmuuttaja voi käyttää 2 pumppua.

#### Pääpumpun vuorottelu

Moottorien on oltava saman kokoisia. Tämän toiminnon ansiosta taajuusmuuttajaa voidaan kiertää järjestelmän pumppujen välillä (enintään 4 pumppua). Tässä käytössä pumppujen välistä käyttöaikaa kompensoi pumppujen vaatiman ylläpidon väheneminen ja järjestelmän suurempi luotettavuus ja pidempi käyttöaika. Pääpumpun vuorottelu voi tapahtua komentosiinaalilla tai käynnistyksen yhteydessä (toisen pumpun lisääminen).

Komento voi olla manuaalinen vuorottelu- tai vuorottelutapahtuman signaali. Jos valittuna on vuorottelutapahtuma, pääpumpun vaihto tapahtuu jokaisen tapahtuman yhteydessä. Vaihtoehtoina ovat vuorotteluaajan päättymisaika, tietty vuorokauden aika tai hetki, jolloin pääpumppu menee lepotilaan. Vaiheittaisen toiminnan määrittää kulloinkin järjestelmän kuormitus.

Erillinen parametri rajoittaa vuorottelua niin, että se toteutuu vain, jos tarvittava kokonaiskapasiteetti on < 50 %. Pumpun kokonaiskapasiteetti on pääpumpun ja kiinteänopeuksisten pumppujen kapasiteettien summa.

#### Kaistanleveyden hallinta

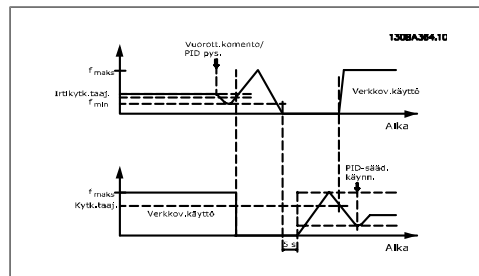
Moniasteohjausjärjestelmissä haluttu järjestelmän paine pidetään tietyllä alueella vakiotason sijasta jatkuvan vakionopeuspumppujen kytkeytymisen estämiseksi. Kytkeytymiskaistanleveys antaa vaaditun käyttökaistanleveyden. Jos järjestelmän paineessa tapahtuu suuri ja äkillinen muutos, ohituskaistanleveys ohittaa kytkeytymiskaistanleveyden estääkseen välittömän reaktion lyhytkestoiseen painemuutokseen. Ohita kytkentäalueen ajastin -parametri voidaan ohjelmoida estämään kytkeytyminen, kunnes järjestelmän paine on tasaantunut ja järjestelmää ohjataan normaalisti.

Kun moniasteohjain on käytössä ja taajuusmuuttaja antaa laukaisuhälytyksen, järjestelmän nostokorkeus säilytetään kytkemällä ja sammuttamalla kiinteänopeuksisia pumppuja. Liian usein

toistuvan käynnistymisen ja sammumisen estämiseksi ja painevaihtelujen minimoimiseksi käytetään kytkentäalueen sijasta laajempaa kiinteänopeuksista kaistanleveyttä.

### 6.1.9. Pumpun kytketyminen käytettäessä pääpumpun vuorottelua

Kun käytössä on pääpumpun vuorottelu, ohjataan enintään kahta pumppua. Vuorottelukomennolla PID-säädin pysähtyy, pääpumppu siirtyy minimitaajuuteen ( $f_{min}$ ) ja viiveen jälkeen maksimitaajuuteen ( $f_{max}$ ). Kun pääpumpun nopeus saavuttaa irtikytkentätaajuuden, kiinteänopeuksinen pumppu pysäytetään (kytketään irti). Pääpumppu jatkaa kiihdyttämistä ja hidastaa sitten pydähdyksiin saakka, ja kaksi relettä pysähtyy.



Viiveen jälkeen kiinteänopeuksisen pumpun rele kytkettyyn toimintaan (kytketty), ja tästä pumpusta tulee uusi pääpumppu. Uusi pääpumppu kiihdyttää maksiminopeuteen ja hidastaa sitten miniminopeuteen. Sen hidastaessa ja saavuttaessa kytketyistätaajuuden vanha pääpumppu kytketty nyt toimintaan (käynnistyy) sähköverkkoon uutena kiinteänopeuksisena pumppuna.

Jos pääpumppu on käynyt minimitaajuudella ( $f_{min}$ ) ohjelmoidun ajan kiinteänopeuksisen pumpun käytessä, pääpumpun vaikutus järjestelmässä on pieni. Kun ajastimeen ohjelmoitu aika kuluu loppuun, pääpumppu poistetaan välttämättä veden lämmitysongelmia.

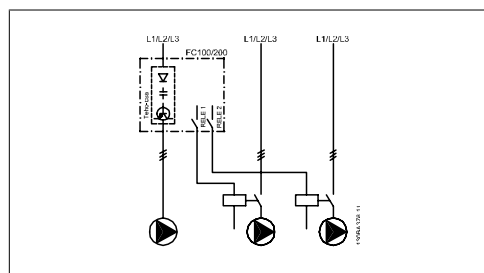
### 6.1.10. Järjestelmän tila ja toiminta

Jos pääpumppu siirtyy lepotilaan, toiminto näkyy paikallisohjauspaneelissa. Pääpumpun vuorottelun perusteena voidaan käyttää lepotilaan siirtymistä.

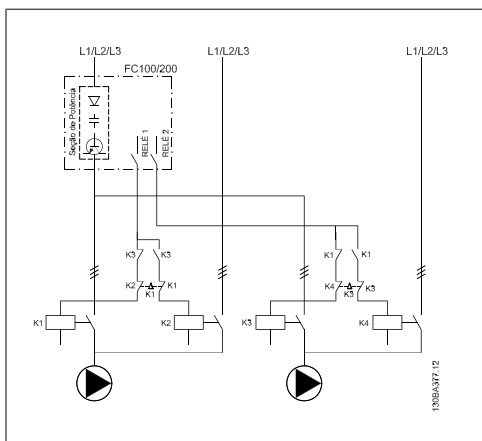
Kun moniasteohjain on käytössä, kunkin pumpun ja moniasteohjaimen toimintatila näkyy paikallisohjauspaneelissa. Näytöllä näkyvät tiedot ovat:

- pumpun tila, joka osoittaa kullekin pumpulle asetettujen releiden tilan. Näytöllä näkyvät käytöstä poistetut, poissa käytöstä olevat, taajuusmuuttajan ohjauksessa tai verkkovirta/moottorin käynnistimellä toimivat pumput.
- Moniastetilä on lukema, joka osoittaa moniasteohjaimen tilan. Näytöltä näkyy, että moniasteohjain on poistettu käytöstä, kaikki pumput ovat pysähdyksissä ja hätäpysäytys on pysäyttänyt kaikki pumput, kaikki pumput ovat käynnissä, kiinteänopeuksisia pumppuja kytketään päälle/irti ja pääpumpun vuorottelu on käynnissä.
- Irtikytkentä virtauskatkoksen sattuessa varmistaa, että kaikki kiinteänopeuksiset pumput pysäytetään erikseen, kunnes virtauskatkos päättyy.

### 6.1.11. Kiinteän, vaihtuvanopeuksisen pumpun kytkentäkaavio



### 6.1.12. Pääpumpun vuorottelun kytkentäkaavio

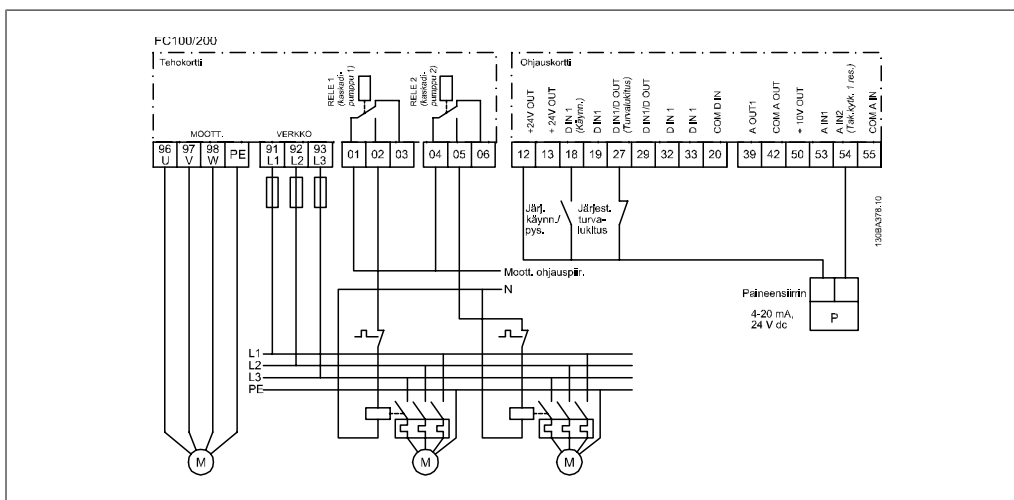


Jokainen pumppu on kytkettävä kahteen koskettimeen (K1/Ks ja K3/K4) mekaanisella turvakytkimellä. Lisäksi on käytettävä lämpöreleitä tai muita moottorin suojalaitteita paikallisen lainsäädännön ja/tai yksilöllisten tarpeiden mukaan.

- RELEET 1 ja 2 ovat taajuusmuuttajan sisäänrakennettuja releitä.
- Kun mihinkään releeseen ei tule virtaa, ensimmäisenä kytkettävä rele kytkee päälle koskettimen, joka vastaa releen ohjaamaa pumpputta. Esim. RELE 1 kytkee päälle koskettimen K1, josta tulee pääpumppu.
- K1 lukitsee koskettimen K2 mekaanisella turvakytkimellä, joka estää verkkovirran kytkemisen taajuusmuuttajan lähtöön (koskettimella K1).
- Apukatkaisukosketin koskettimessa K1 estää kosketinta K3 kytkeytymästä.
- RELE 2 ohjaa kosketinta K4 kiinteänopeuksisen pumpun päälle/pois-säätelyyn.
- Vuorottelussa molemmista releistä katkeaa virta, ja nyt RELEESEEN 2 kytketään virta ensimmäisenä releenä.

### 6.1.13. Moniasteohjaimen kytkentäkaavio

Kytkentäkaaviossa on esimerkki sisäänrakennetusta BASIC -moniasteohjaimesta, jossa on yksi vaihtuvanopeuksinen pumppu (pääpumppu) ja kaksi kiinteänopeuksista pumpputta, 4 - 20 mA:n lähetin ja järjestelmän turvakytkin.



### 6.1.14. Käynnistys-/pysäytysehdot

Digitaalituloille määritetyt komennot. Katso *Digitaalitulot*, par. 5-1\*.

	<b>Vaihtu nopeuksinen pumppu (pääpumppu)</b>	<b>Kiinteänopeuksiset pumput</b>
Käynnistys (JÄRJESTELMÄN KÄYNNISTYS/PYSÄYTYS)	Nopeutuu (jos pysäytetty ja tarvetta on)	Kytkeytyminen (jos pysäytetty ja tarvetta on)
Pääpumpun käynnistys	Nopeutuu, jos JÄRJESTELMÄN KÄYNNISTYS on aktiivinen	Ei vaikutusta
Rullaus (HÄTÄPYSÄYTYS)	Rullaus pysähdyksiin	Katkaisu (sisäänrakennetuista releistä katkaistaan virta)
Turvalukitus	Rullaus pysähdyksiin	Katkaisu (sisäänrakennetuista releistä katkaistaan virta)

Paikallisohjauspaneelin näppäinten toiminta

	<b>Vaihtu nopeuksinen pumppu (pääpumppu)</b>	<b>Kiinteänopeuksiset pumput</b>
Hand On	Lisää nopeutta (jos pysäytetty normaalilla pysäytyskomennolla) tai jatkaa toimintaa jos jo käynnissä	Kytetään irti (jos käynnissä)
Ei käyt.	Hidastaa	Katkaisu
Auto On	Käynnistää ja pysäyttää liitinten tai sarjaliitännän kautta tulleiden komentojen mukaan	Kytöntä/irtikyöntä



## 7. RS-485-asennus ja asetukset

### 7.1. RS-485-asennus ja asetukset

#### 7.1.1. Yleiskuvaus

RS-485 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.

Verkon segmentit jaetaan toistolaitteiden avulla. Huomaa, että jokainen toistolaitte toimii solmun sen segmentin sisällä, johon se on asennettu. Jokaisella tietyn verkon sisälle kytketyllä solmulla on oltava oma solmun osoite kaikilla segmenteillä.

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

On erittäin tärkeää tehdä suojaukselle pieni-impedanssinen maaliitäntä jokaiseen solmuun, suuret taajuuden mukaan lukien. Tähän päästään kytkemällä suuri suojauksen pinta maahan, esimerkiksi kaapelin vedonpoistajan tai sähköä johtavan kaapeliläpiviennin avulla. Voi olla tarpeen käyttää potentiaalia tasaavia kaapeleita saman maadoituspotentiaalilin ylläpitämiseksi kaikkialla verkossa, erityisesti kokoonpanoissa, joissa käytetään pitkiä kaapeleita.

Impedanssiristiriitojen välttämiseksi kannattaa aina käyttää koko verkossa samaa kaapelityyppiä. Käytä aina suojattua moottorikaapeleita kytkiessäsi moottoria taajuusmuuttajaan.

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

#### 7.1.2. Verkkokytkentä

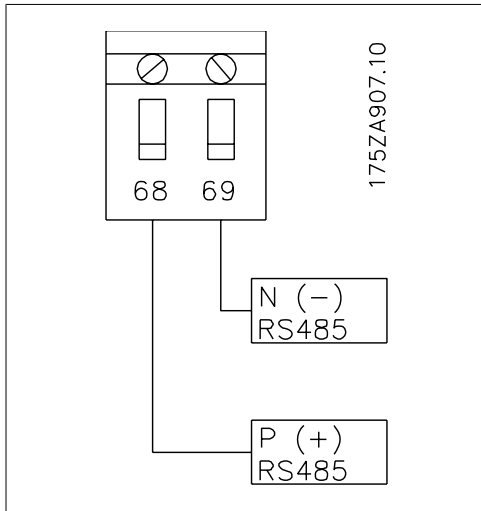
Kytke taajuusmuuttaja RS-485-verkkoon seuraavasti (ks. myös kaavio):

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



#### Huom

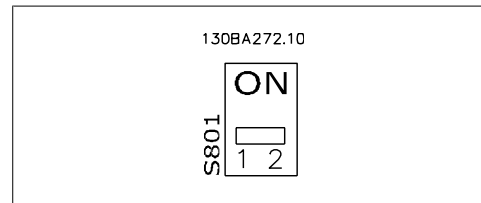
Johdinten välisten häiriöiden vähentämiseksi suositellaan punossuojattuja, kierrettyjä parikaapeleita.



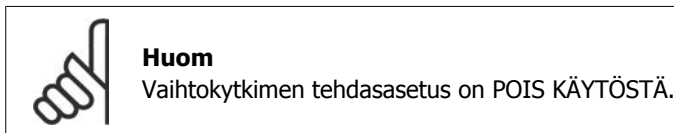
Kuva 7.1: Verkko-liitinten kytkentä

### 7.1.3. VLT AQUA -laitteiden asetukset

Päätä RS-485-väylä käyttämällä taajuusmuuttajan pääohjauskortin liittimen vaihtokytkintä.



Liitinkytkimen tehdasasetus





### 7.1.4. Modbus-tietoliikenteen VLT AQUA -parametrien asetukset

Seuraavia parametreja sovelletaan RS-485-liitäntään (FC-porttiin):

Parametrin numero	Parametrin nimi	Toiminto
8-30	Protokolla	Valitse RS-485-liitännässä suoritettava sovellusprotokolla.
8-31	Osoite	Aseta solmun osoite. Huom: Osoitealue riippuu parametrissa 8-30 valitusta protokollasta.
8-32	Baudinopeus	Aseta baudinopeus. Huom: Oletusbaudinopeus riippuu parametrissa 8-30 valitusta protokollasta.
8-33	PC-portin pariteetti/py-säätysbitit	Aseta pariteetti ja pysäytysbittien lukumäärä. Huom: Oletusvalinta riippuu parametrissa 8-30 valitusta protokollasta.
8-35	Vasteen minimiviive	Määritä minimiviive pyynnön vastaanoton ja vastauksen lähettämisen välille. Sitä voidaan käyttää modeemin paluuviiheiden välttämiseen.
8-36	Vasteen maksimiviive	Määritä maksimiviive pyynnön lähettämisen ja vastauksen vastaanottamisen välillä.
8-37	Ominaisuuksien välinen maksimiviive	Määritä maksimiviiveaika kahden vastaanotetun tavun välille varmistaaksesi aikakatkaisun, jos lähetys keskeytyy.

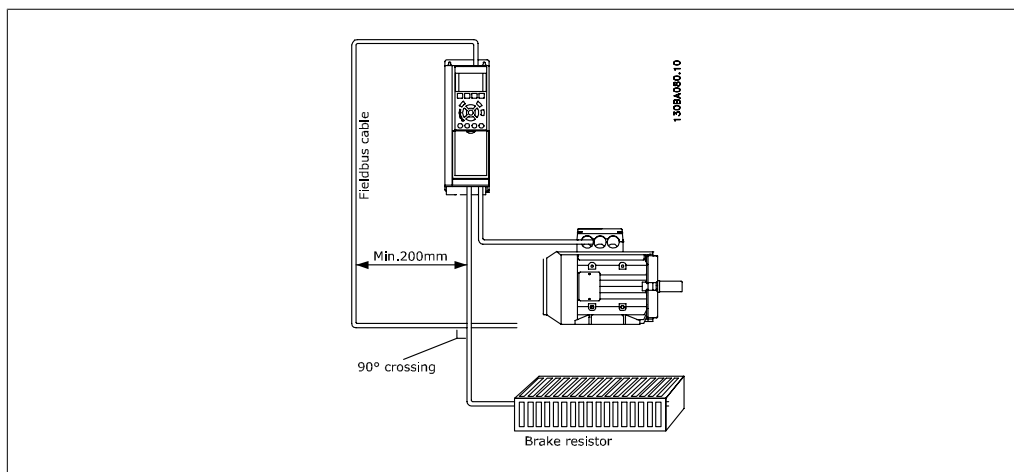
### 7.1.5. EMC-varotoimet

Seuraavia EMC-varotoimia suositellaan RS-485-verkon häiriöttömän toiminnan saavuttamiseksi.



#### Huom

Asianmukaisia kansallisia ja paikallisia määräyksiä esimerkiksi suojamaadoitukseen liittyen tulee noudattaa. RS-485-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, RS-485-kaapelin on leikattava moottorin ja jarruvastuksen kaapelit 90 asteen kulmassa.



## 7.2. FC-protokollan yleiskuva

FC-protokolla, josta käytetään myös nimityksiä FC-väylä ja vakioväylä, on Danfoss Drivesin va-kiokenttäväylä. Se määrittää isäntä-orja-periaatteen mukaisen käyttötekniikan sarjaväylän kautta tapahtuvaan tiedonsiirtoon.

Väylään voidaan kytkeä yksi isäntä ja enintään 126 orjaa. Yksittäiset orjat valitsee isäntä 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 RS-485, joka siten hyödyntää taajuusmuuttajaan rakennettua RS-485-porttia. FC-protokolla tukee erilaisia sanomamuotoja; lyhyttä 8-tavuista muotoa prosessitiedoille ja pitkää 16-tavuista muotoa, johon sisältyy myös parametrikanaava. Kolmatta sanomamuotoa käytetään teksteissä.

### 7.2.1. VLT AQUA, jossa 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 esiasetuilla 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 asetuspisteen säätely käytettäessä sen sisäistä PID-säädintä.

## 7.3. Verkon konfiguraatio

### 7.3.1. VLT AQUA -taajuusmuuttajan asetukset

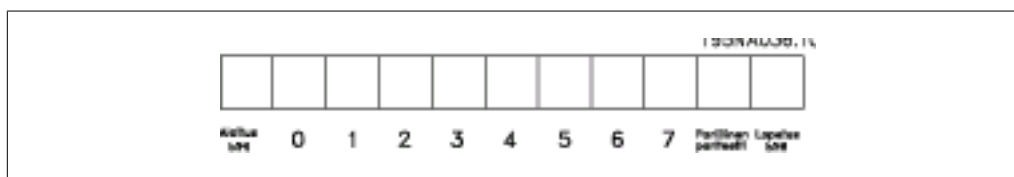
Aseta seuraavat parametrit FC-protokollan ot-  
tamiseksi käyttöön VLT AQUA -taajuusmuut-  
tajassa.

Parametrin numero	Parametrin nimi	Asetus
8-30	Protokolla	FC
8-31	Osoite	1 - 126
8-32	Baudinopeus	2400 - 115200
8-33	Pariteetti / pysäytysbitit	Parillinen pariteetti, 1 pysäy- tysbitti (oletus)

## 7.4. FC-protokollan viestikehysrakenne

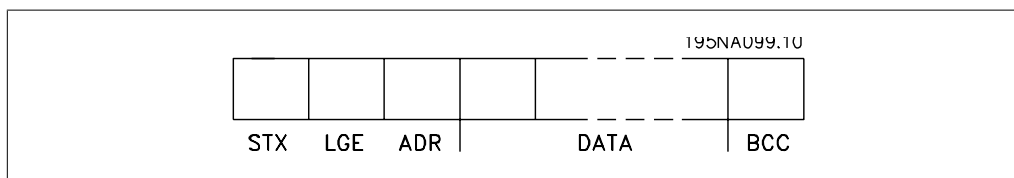
### 7.4.1. Merkin (tavun) sisältö

Kukin lähetettävä merkki alkaa aloitusbitillä. Tämän jälkeen lähetetään kahdeksan databittä, jotka vastaavat tavua. Kullakin merkillä on sen varmistava pariteettibitti, jonka arvo on 1, jos pariteetti on parillinen (kahdeksan databitin ja pariteettibitin joukossa on parillinen määrä binäärikkösiä). Merkin päättää stopbitti, joten merkin kokonaisbittimääräksi tulee 11.



### 7.4.2. Sanomarakenne

Jokainen sanoma alkaa aloitusmerkillä (STX) = 02 hekso, jota seuraavat sanoman pituuden ilmoittava tavu (LGE) ja taajuusmuuttajan osoitteen ilmoittava tavu (ADR). Tämän jälkeen seuraa joukko datatavuja (määrä vaihtelee sanoman tyyppin mukaan). Sanoma päättyy datanohjaustavuun (BCC).



### 7.4.3. Sanoman pituus (LGE)

Sanoman pituus on datatavujen määrä + osoitetavu 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  $10^1 + n$  tavua

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

#### 7.4.4. Taajuusmuuttajan osoite (ADR)

Kahta erilaista osoiteformaattia käytetään.  
Taajuusmuuttajan osoitealue on joko 1-31 tai 1-126.

1. Osoitemuoto 1-31:  
Bitti 7 = 0 (osoitemuoto 1 - 131 aktiivinen)  
Bitti 6 ei ole käytössä  
Bitti 5 = 1: Yleislähetys, osoitebittejä (0 - 4) ei käytetä  
Bitti 5 = 0: Ei yleislähetystä  
Bitti 0-4 = Taajuusmuuttajan osoite 1-31

2. 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.

#### 7.4.5. Datanohjaustavu (BCC)

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

#### 7.4.6. Datakenttä

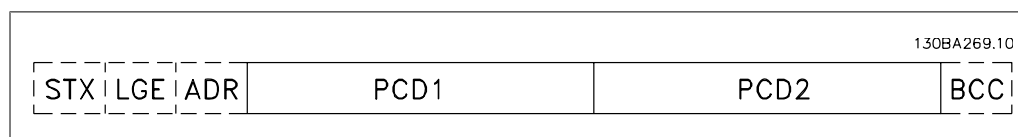
Tietolohkojen rakenne määräytyy sanoman tyyppin mukaan. Sanomia on kolmea eri tyyppiä, ja tyyppi koskee sekä ohjaussanomia (isäntä=>orja) että vastaussanomia (orja=>isäntä).

Nämä kolme sanomatyyppiä ovat seuraavat:

Prosessilohko (PCD):

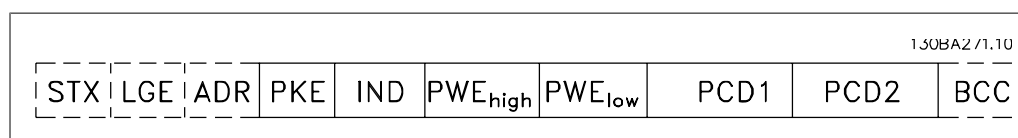
Prosessilohko koostuu nelitavuisesta (kaksi sanaa) tietolohkosta, ja se sisältää:

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

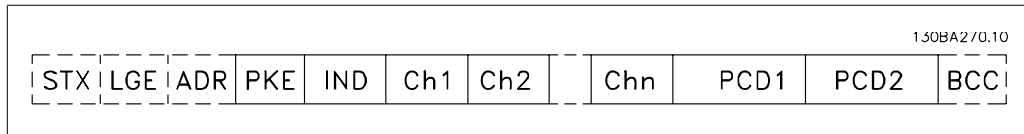


Parametrilohko:

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

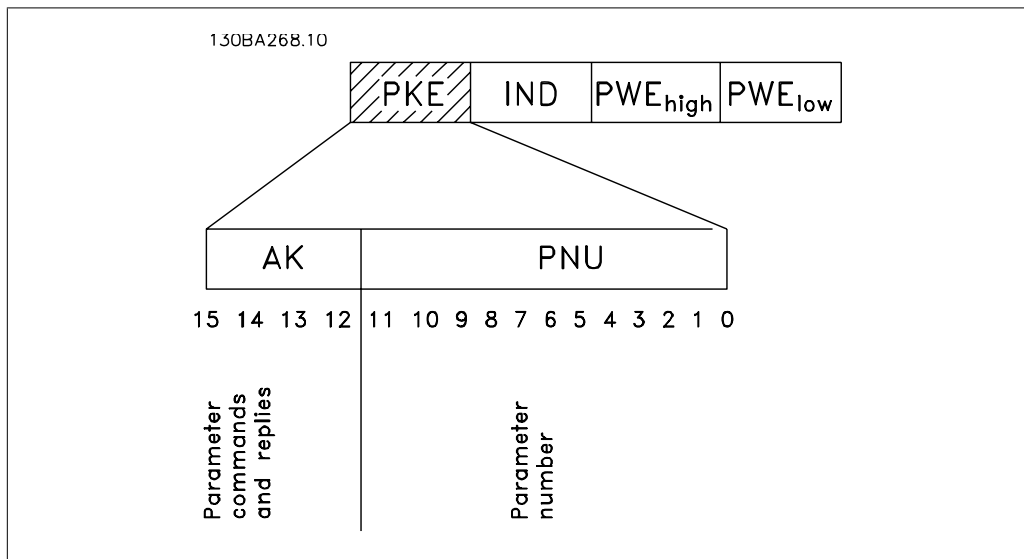


Tekstilohko:  
Tekstilohkoa käytetään tekstien kirjoittamiseen tietolohkon kautta



### 7.4.7. PKE-lohko

PKE-kenttä sisältää kaksi alakenttää: parametrin komento ja vasta 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/kirjoita 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 (PWE):

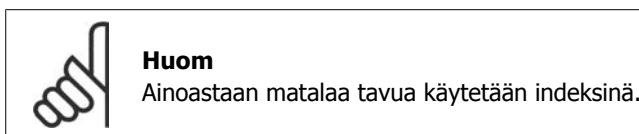
PWE low (Hex)	Vikaraportti
0	Käytettyä parametrinumeroa ei ole
1	Määritettyyn parametriin ei voi kirjoittaa
2	Data-arvo ylittää parametrin rajat
3	Käytettyä ali-indeksiä ei ole
4	Parametri ei ole matriisityyppi
5	Datatyypin ei vastaa määritettyä parametria
11	Datamuutos määritetyssä parametrissa ei ole mahdollinen taajuusmuuttajan tässä tilassa. Joidenkin parametrin arvoa voi muuttaa ainoastaan moottorin ollessa pysähdyksissä.
82	Määritettyyn parametriin ei ole väyläyhteyttä
83	Tietoja ei voi muuttaa, sillä tehdasasetukset on valittu käyttöön

### 7.4.8. Parametrin numero (PNU)

Biteillä 0 - 10 siirretään parametrin numeroita. Vastaava parametrin toiminto on kuvattu parametrin kuvauksessa luvussa Ohjelmointi.

### 7.4.9. Indeksi (IND)

Indeksiä käytetään yhdessä parametrin numeron kanssa indeksin sisältävien parametrin, esimerkiksi par. 15-30 *Virhekoodi* luku- ja kirjoituskäyttöön. Indeksi sisältää 2 tavua, matalan tavun ja korkean tavun.



### 7.4.10. 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 parametrin arvo ei ole numeerinen arvo vaan useita tietovaihtoehtoja, esimerkiksi parametri 0-01 Kieli, jossa [0] vastaa arvoa Englanti ja [4] vastaa arvoa Tanska, arvo

valitaan syöttämällä se PWE-lohkoon. Katso Esimerkki - Data-arvon valitseminen. Sarjayhteyden kautta voi ainoastaan lukea parametreja, jotka sisältävät datatyyppiin 9 (tekstimerkkijono).

Parametrit 15-40 - 15-53 sisältävät datatyyppiin 9.

Lue esimerkiksi laitteen koko ja verkkojännitealue parametrissa 15-40 *FC-tyyppi*. 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".

Jotkin parametrit sisältävät tekstiä, joka voidaan kirjoittaa sarjaväylän kautta. Jotta tekstin voisi kirjoittaa PWE-lohkon kautta, aseta parametrikomennon (AK) arvoksi 'F' Heksa. Indeksimerkin ylemmän tavun on oltava "5".

	PKE	IND	PWE <sub>passi</sub>	PWE <sub>glossi</sub>
Lue	Fx xx	04 00		
Kirjoita	Fx xx	05 00		

1308A278.11

7

### 7.4.11. VLT AQUA -taajuusmuuttajan tukemat datatyypit

Datatyypit	Kuvaus
3	Kokonaisluku 16
4	Kokonaisluku 32
5	Etumerkitön 8
6	Etumerkitön 16
7	Etumerkitön 32
9	Merkkijono
10	Tavumerkkijono
13	Aikaero
33	Varattu
35	Bittijärjestys

Etumerkitön tarkoittaa, että sanomaan ei sisälly etumerkkiä.

### 7.4.12. Muunnos

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

Parametrin 4-12 *Moottorin nopeus, alaraja* 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.

Muunnostaulukko	
Muunnosindeksi	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

### 7.4.13. Prosessisanat (PCD)

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

PCD 1	PCD 2
Ohjausviesti (isäntä⇒ Orjan ohjaussana)	Ohjearvo
Ohjausviesti (orja ⇒isäntä) Tilasana	Nykyinen lähtötaajuus

## 7.5. Esimerkkejä

### 7.5.1. Parametriarvon kirjoittaminen

Vaihda par. 4-14 *Moott. nopeuden yläraja [Hz]* asetukseksi 100 Hz.  
Kirjoita tiedot EEPROM-muistiin.

PKE = E19E Heksa - Kirjoita yksi sana parametrissa 4-14 *Moott. nopeuden yläraja [Hz]*  
IND = 0000 Heksa  
PWEHIGH = 0000 Heksa  
PWELOW = 03E8 Heksa - Data-arvo 1 000, vastaa 100 Hz:n taajuutta, katso muunnos.

Sanoma näyttää tällaiselta:

130BA092.10			
E19E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE <sub>high</sub>	PWE <sub>low</sub>

Huom: Parametri 4-14 on yksittäinen sana, ja EEPROM-muistiin kirjoitettava parametri-  
mento on "E". Parametrin numero 414 on 19E  
heksadesimaalimuodossa.

130BA093.10			
119E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE <sub>high</sub>	PWE <sub>low</sub>

Orjan vastaus isännälle on:

### 7.5.2. Parametriarvon lukeminen

Lue arvo parametrissa 3-41 *Rampin nousuaika 1*.

PKE = 1155 Heksa - lue parametriarvo parametrissa 3-41 *Rampin nousuaika 1*  
IND = 0000 Heksa  
PWEHIGH = 0000 Heksa  
PWELOW = 0000 Heksa

130BA094.10			
1155 H	0000 H	0000 H	0000 H
PKE	IND	PWE <sub>high</sub>	PWE <sub>low</sub>

Jos parametrin 3-41 *Rampin nousuaika 1* aset-  
tus on 10 s, orjan vastaus isännälle on:

130BA267.10			
1155 H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE <sub>high</sub>	PWE <sub>low</sub>



#### Huom

3E8 Heksa vastaa 1000 desimaalia. Parametrin 3-41 muunnoskerroin on -2, eli 0,01.



## 7.6. Yleiskuva Modbus RTU:sta

### 7.6.1. Oletukset

Näissä käyttöohjeissa oletetaan, että asennettu ohjain tukee tämän asiakirjan liitännöitä ja että kaikkia ohjaimessa ja taajuusmuuttajassa määritettyjä vaatimuksia noudatetaan tiukasti, samoin kuin niiden sisältämiä rajoituksia.

### 7.6.2. Mitä käyttäjän pitäisi jo tietää

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

### 7.6.3. Yleiskuva Modbus RTU:sta

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

Modbus RTU -verkon välityksellä tapahtuvan tiedonsiirron aikana protokolla määrittää, miten kukin ohjain oppii laiteosoitteensa, tunnistaa sille osoitetun viestin, määrittää suoritettavan toimenpiteen ja selvittää viestin sisältämän datan ja 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 lähetämiin 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, jossa vahvistetaan suoritettava toimenpide, vastauksena lähetettävä data ja virheentarkistuskenttä. Jos virhettä vastaanotettaessa tapahtuu virhe tai jos orja ei pysty suorittamaan pyydettyä toimenpidettä, orja laatii virheilmiötuksen ja lähettää sen vastauksena, tai seuraa aikakatkaista.

## 7.7. Verkon konfiguraatio

### 7.7.1. VLT AQUA, jossa Modbus RTU

Ota Modbus RTU käyttöön VLT AQUA -taajuusmuuttajassa määrittämällä seuraavat parametrit:

Parametrin numero	Parametrin nimi	Asetus
8-30	Protokolla	Modbus RTU
8-31	Osoite	1 - 247
8-32	Baudinopeus	2400 - 115200
8-33	Pariteetti / pysäytysbitit	Parillinen pariteetti, 1 pysäytysbitti (oletus)

## 7.8. Modbus RTU:n viestin kehysrakenne

### 7.8.1. VLT AQUA, jossa Modbus RTU

Ohjainten asetukset on määritetty niin, että ne kommunikoivat Modbus-verkossa käyttäen RTU-tilaa (Remote Terminal Unit, etäliitinyksikkö), jossa jokainen 8-bittinen tavu on viestissä, joka sisältää kaksi 4-bittistä heksadesimaalimerkkiä. Kunkin tavun muoto näkyy alla.

Käynnistysbitti	Databitti								Pysäytys/ pariteetti	Pysäytys

Koodausjärjestelmä	8-bittinen binäärinen, heksadesimaalinen 0-9, A-F. Kaksi heksadesimaalimerkkiä jokaisessa viestin 8-bittisessä kentässä
Bittiä tavua kohden	1 käynnistysbitti 8 databittiä, vähiten tärkeä bitti lähetetään ensin 1 bitti parillista/paritonta pariteettia kohden; ei bittiä jos ei pariteettia 1 pysäytysbitti jos pariteettia käytetään; 2 bittiä jos ei pariteettia
Virheentarkistuskenttä	Jaksottaisen redundanssin tarkistus (CRC)

### 7.8.2. 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. Alla näkyy tyypillinen viestin kehys.

Käynnistys	Osoite	Toiminto	Data	CRC-tarkistus	Loppu
T1-T2-T3-T4	8 bittiä	8 bittiä	N x 8 bittiä	16 bittiä	T1-T2-T3-T4

#### Tyypillinen Modbus RTU -viestin rakenne

### 7.8.3. Käynnistys-/pysäytyskenttä

Viestit alkavat ainakin 3,5 merkkivälin hiljaisella jaksolla. Tämä toteutetaan merkkivälien kerrannaisena valitulla verkon baudinopeudella (näkyvä käynnistyskenttä T1-Ts-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.

### 7.8.4. Osoitekenttä

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

### 7.8.5. Toimintokenttä

Viestin kehyksen toimintokenttä sisältää 8 bittiä. 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 syy. Katso myös jaksoja *Modbus RTU -protokollan tukemat toimintokoodit* ja *Poikkeuskoodit*.

### 7.8.6. 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 ryhtyäkseen toimintokoodilla määritettyihin toimiin. Tämä voi sisältää mm. käämien tai hakemistojen osoitteita, käsiteltävien kohtien määrän sekä kentän todellisten datatavujen määrän.

### 7.8.7. CRC-tarkistuskenttä

Viestit sisältävät virheentarkistusentän, joka toimii jaksottaisen redundanssitarkestusmenetelmän (CRC) pohjalta. CRC-kenttä tarkistaa koko viestin sisällön. Sitä sovelletaan riippumatta viestin yksittäisiin merkkeihin käytettävästä pariteettitarkestusmenetelmästä. 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 aikakatkaaisu. Virheentarkistusenttä 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.

### 7.8.8. 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. Data-arvon ensimmäiseen esiintymiseen viitataan kohteen numerolla nolla. Esimerkki: Käämi, josta käytetään nimeä 'käämi 1' ohjelmitavassa 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 ohjauksena (ks. alla olevaa taulukkoa)	Isännältä orjalle
17-32	Taajuusmuuttajan nopeus tai asetuspuheen ohjearvoalue 0x0 - 0xFFFF (-200 %... ~200%)	Isännältä orjalle
33-48	Taajuusmuuttajan tilasana (ks. alla olevaa taulukkoa)	Orjalta isännälle
49-64	Avoimen piirin tila: Taajuusmuuttajan lähtötaajuus Sul- jetun piirin tila: Taajuusmuuttajan takaisinkytkentäsi- gnaali	Orjalta isännälle
65	Parametrin kirjoituksen ohjaus (isännältä orjalle) 0 = Parametrimuutokset kirjoitetaan taa- juusmuuttajan RAM-muistiin 1 = Parametrimuutokset kirjoitetaan taa- juusmuuttajan RAM- ja EEPROM-muis- tiin.	Isännältä orjalle
66-65536	Varattu	

Käämi	0	1
01	Esivalittu ohjearvo LSB	
02	Esivalittu ohjearvo MSB	
03	DC-jarru	Ei DC-jarrua
04	Rullausta pysähdyksiin	Ei rullausta pysähdyksiin
05	Pikapysäytys	Ei pikapysäytystä
06	Lukitse lähtötaaj.	Ei lähtöt. lukitusta
07	Hidastuspy- säytys	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	Asetukset MSB	
16	Ei suunnan- vaihtoa	Suunnanvaihto
<b>Taajuusmuuttajan ohjauksena (FC- profiili)</b>		

Käämi	0	1
33	Ohjaus ei valmis	Ohjaus valmis
34	Taajuusmuuttaja ei valmis	Taajuusmuuttaja valmis
35	Vapaa rullausta py- sähdyskäyttöön	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 ti- la
43	Ei taaj.alueella	Taajuusalueella
44	Pysäytetty	Käy
45	Ei käytössä	Ei käytössä
46	Ei jännitevaroi- tusta	Jännitevaroitusta
47	Ei virtarajalla	Virtaraja
48	Ei lämpövaroi- tusta	Lämpövaroitusta
<b>Taajuusmuuttajan tilasana (FC- profiili)</b>		

Rekisterit	
Rekisterin numero	Kuvaus
00001-00006	Varattu
00007	FC-dataobjektiliitännän viimeinen virhekoodi
00008	Varattu
00009	Parametri-indeksi*
00100-00999	000-parametriyhmä (parametrit 001 - 099)
01000-01999	100-parametriyhmä (parametrit 100 - 199)
02000-02999	200-parametriyhmä (parametrit 200 - 299)
03000-03999	300-parametriyhmä (parametrit 300 - 399)
04000-04999	400-parametriyhmä (parametrit 400 - 499)
...	...
49000-49999	4900-parametriyhmä (parametrit 4900 - 4999)
500000	Syötettävä data: Taajuusmuuttajan ohjaussanarekisteri (CTW).
50010	Syötettävä data: Väylän ohjearvarekisteri (REF).
...	...
50200	Tehotiedot: Taajuusmuuttajan tilasanarekisteri (STW).
50210	Tehotiedot: Taajuusmuuttajan tärkein tosiarvarekisteri (MAV).

\* Käytetään indeksoituja parametreja käytettäessä käytettävän indeksinumeron määrittämiseksi.

### 7.8.9. VLT AQUA -taajuusmuuttajan ohjaus

Tässä jaksossa kuvataan koodeja, joita voidaan käyttää Modbus RTU -viestin toiminto- ja datakentissä. Katso kaikkien viestikenttien täydellinen kuvaus jaksosta *Modbus RTU -viestien kehysten rakenne*.

### 7.8.10. Modbus RTU -protokollan tukemat toimintokoodit

Modbus RTU tukee seuraavien toimintokoodien käyttöä viestin toimintokentässä:

Toiminto	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

Toiminto	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

### 7.8.11. Poikkeuskoodit

Virheen sattuessa vastausviestin datakenttään voivat ilmestyä seuraavat poikkeuskoodit. Katso poikkeuksellisen (ts. virheen sisältävän) vastauksen rakenteen täydellinen kuvaus jaksosta *Modbus RTU -viestin kehityksen rakenne, toimintokenttä*.

Poikkeuskoodi data-	Poikkeuskoodin kuvaus kentässä (desimaali)
00	Parametrinumeroa ei ole
01	Parametriin ei voi kirjoittaa
02	Data-arvo ylittää parametrin rajat
03	Käytettyä alaindeksiä ei ole
04	Parametri ei ole matriisityyppiä
05	Datatyypin ei vastaa kutsuttua parametria
06	Vain kuittaus
07	Ei muutettavissa
11	Ei kirjoitusoikeutta
17	Datamuutos kutsutussa parametrissa ei ole mahdollinen tässä tilassa
18	Muu virhe
64	Dataosoite ei kelpaa
65	Viestin pituus ei kelpaa
66	Datan pituus tai arvo ei kelpaa
67	Toimintokoodi ei kelpaa
130	Kutsuttuun parametriin ei ole väyläyhteyttä
131	Tietoja ei voi muuttaa, sillä tehdasasetukset on valittu

## 7.9. Parametrien muokkaaminen

### 7.9.1. Parametrien käsittely

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

### 7.9.2. Datan tallennus

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

### 7.9.3. IND

Ryhmäindeksi määritetään rekisterissä 9, ja sitä käytetään muokattaessa ryhmän parametreja.

### 7.9.4. 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.

### 7.9.5. Muunnoskerroin

Kunkin parametrin määreet nähdään jaksosta Tehdasasetukset. Koska parametriarvo voidaan siirtää vain kokonaislukuna, desimaalilukujen siirrossa pitää käyttää muunnoskerrointa. Katso jaksoa *Parametrit*.

### 7.9.6. Parametriarvot

#### Vakiodatatyypit

Vakiodatatyypit ovat int16, int32, uint8, uint16 ja uint32. Ne tallennetaan 4x-rekistereinä (40001 - 4FFFF). Parametrit luetaan käyttäen toimintoa 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).

## 7.10. Esimerkkejä

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

### 7.10.1. Lukukäämin tila (01HEX)

#### Kuvaus

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

#### Kysely

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

Eximerkki pyynnöstä lukea käämit 33-48 (tilasana) orjalaitteelta 01:

Kentän nimi	Esimerkki (HEX)
Orjan osoite	01 (taajuusmuuttajan osoite)
Toiminto	01 (lue käämit)
Aloitusosoite HI	00
Aloitusosoite LO	20 (32 desimaalia)
Pisteiden määrä HI	00
Pisteiden määrä LO	10 (16 desimaalia)
Virheentarkistus (CRC)	-

**Vastaus**

Käämin tila vastausviestissä on pakattu yhteen käämiin datakentän bittinä kohden. Tila ilmaistaan seuraavasti: 1 = ON; 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 ylempää päätä). Tavumäärä-kenttä ilmaisee kokonaisten datatavujen määrän.

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

**7.10.2. Pakota/kirjoita yksittäinen käämi (05 HEX)****Kuvaus**

Tämä toiminto pakottaa kirjoittamaan käämiin joko ON tai OFF. Kun kyseessä on yleinen lähetys, toiminto pakottaa samat käämin ohjeavot 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)
Toiminto	05 (kirjoita yksittäinen käämi)
Käämin osoite HI	00
Käämin osoite LO	40 (käämi nro 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
Toiminto	05
Pakotusdata HI	FF
Pakotusdata LO	00
Käämien määrä HI	00
Käämien määrä LO	01
Virheentarkistus (CRC)	-

### 7.10.3. 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 ohjearvot kaikkiin kytkettyihin orjiin. .

**Kysely**-viesti määrittää pakotettaviksi käämit 17 - 32 (nopeuden asetuspiste). Käämien osoitteet alkavat nolasta, t.s. käämin 17 osoite on 16.

Kentän nimi	Esimerkki (HEX)
Orjan osoite	01 (taajuusmuuttajan osoite)
Toiminto	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 (ohjearvo = 2000hex)
Virheentarkistus (CRC)	-

#### Vastaus

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

Kentän nimi	Esimerkki (HEX)
Orjan osoite	01 (taajuusmuuttajan osoite)
Toiminto	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)	-

### 7.10.4. Lue rekistereitä (03 HEX)

#### Kuvaus

Tämä toiminto lukee rekisterien sisällön orjalaitteessa.

#### Kysely

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

Kentän nimi	Esimerkki (HEX)
Orjan osoite	01
Toiminto	03 (lue rekisterit)
Aloitusosoite HI	00
Aloitusosoite LO	00 (käämin osoite 17)
Pisteiden määrä HI	00
Pisteiden määrä LO	03
Virheentarkistus (CRC)	-

#### Vastaus

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

Kentän nimi	Esimerkki (HEX)
Orjan osoite	01
Toiminto	03
Tavumäärä	06
Data HI (Rekisteri 40001)	55
Data LO (Rekisteri 40001)	AA
Data HI (Rekisteri 40002)	55
Data LO (Rekisteri 40002)	AA
Data HI (Rekisteri 40003)	55
Data LO (Rekisteri 40003)	AA
Virheentarkistus (CRC)	-

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

**Kuvaus**

Tällä toiminnolla esiasetetaan arvo yksittäiseen rekisteriin.

**Kysely**

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

<b>Kentän nimi</b>	<b>Esimerkki (HEX)</b>
Orjan osoite	01
Toiminto	06
Rekisterin osoite HI	00
Rekisterin osoite LO	01
Esiasetettu data HI	00
Esiasetettu data LO	03
Virheentarkistus (CRC)	-

**Vastaus**

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

<b>Kentän nimi</b>	<b>Esimerkki (HEX)</b>
Orjan osoite	01
Toiminto	06
Rekisterin osoite HI	00
Rekisterin osoite LO	01
Esiasetettu data HI	00
Esiasetettu data LO	03
Virheentarkistus (CRC)	-

## 7.10.6. Esiaseta useita rekistereitä (10 HEX)

### Kuvaus

Tämä toiminto esiasettaa arvot rekisterien sarjaksi.

### Kysely

Kyselyviestissä määritetään esiasetettavat rekisterin ohjearvot. Rekisterien osoitteet alkavat nol-  
lasta, t.s. rekisterin 1 osoite on 0. Esimerkki pyynnöstä esiasettaa kaksi rekisteriä (asetta parametri  
1-05 = 736 (7,38 A)):

Kentän nimi	Esimerkki (HEX)
Orjan osoite	01
Toiminto	10
Aloitusosoite HI	04
Aloitusosoite 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)	-

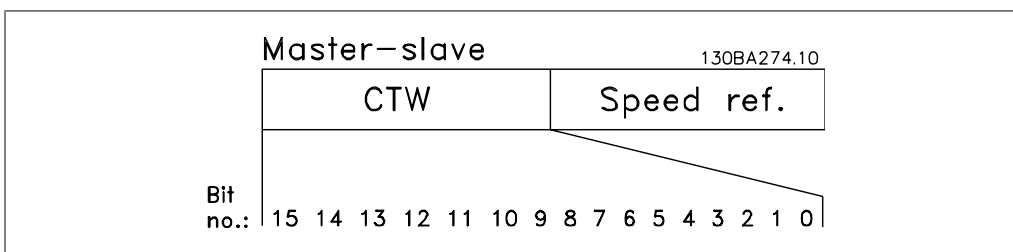
### Vastaus

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

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

## 7.11. Danfoss FC:n ohjausprofiili

### 7.11.1. Ohjaussana FC-profiilin mukaan (Par. 8-10 = FC-profiili)



Bitti	Bitin arvo = 0	Bitin arvo = 1
00	Ohjearvo	ulkoinen valinta lsb
01	Ohjearvo	ulkoinen valinta msb
02	DC-jarru	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	Ei toimintoa	Rele 01 aktiivinen
12	Ei toimintoa	Rele 02 aktiivinen
13	Parametrien asetukset	valinta lsb
14	Parametrien asetukset	valinta msb
15	Ei toimintoa	Suunnanvaihto

### Ohjausbittien selitys

#### Bitit 00/01

Bittejä 00 ja 01 käytetään neljästä parametrissa 3-10 *Esiasetettu ohjearvo* esiohjelmoidusta ohjearvosta valitsemiseen seuraavan taulukon mukaisesti:

Ohjelmoitu ohjearvo	Par.	Bitti 01	Bitti 00
1	3-10 [0]	0	0
2	3-10 [1]	0	1
3	3-10 [2]	1	0
4	3-10 [3]	1	1



#### **Huom**

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

#### Bitti 02, DC-jarru:

Bitti 02 = '0' aiheuttaa tasavirtajarrutuksen ja pysäytyksen. Aseta jarrutuksen virta ja kesto parametrissa 2-01 *DC-jarrun virta* ja 2-02 *DC-jarrutusaika*. Bitti 02 = '1' johtaa kiihdytykseen/hidastukseen.

**Bitti 03, Rullaus:**

Bitti 03 = '0': Bitti 03 = "0" saa taajuusmuuttajan irrottamaan moottorin heti (lähtötransistorit sammutetaan), jolloin moottori rullaa pysähdyksiin. Bitti 03 = '1': Taajuusmuuttaja käynnistää moottorin, jos muut käynnistysehdot toteutuvat.

**Huom**

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

**Bitti 04, Pikapysäytys:**

Bitti 04 = '0': Saa moottorin nopeuden hidastumaan pysähtymisen asti (asetetaan parametrissa 3-81 *Pikapysäytyksen ramppiaika*).

**Bitti 05, Lähtötaajuuden pito**

Bitti 05 = '0': Nykyinen lähtötaajuus (hertseinä) jäädytetään. Muuta lukittua lähtötaajuutta nyt ainoastaan ohjelmoimalla *nopeuden noston* ja *hidastuksen* digitaalitulojen (par. 5-10 - 5-15) kautta.

**Huom**

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 pysäytyksiin* ohjelmoitu digitaalinen tulo (par. 5-10 - 5-15).

**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 täyttyvät.

**Huom**

Tee valinta parametrissa 8-53 *Aloita valinta* 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 3-19 *Ryömintänopeus*.

**Bitti 09, Rampin 1/2 valinta:**

Bitti 09 = "0": Ramppi 1 on aktiivinen (par. 3-40 - 3-47). Bitti 09 = "1": Ramppi 2 (par. 3-50 - 3-57) on aktiivinen.

**Bitti 10, Data ei kelpaa / kelpaa:**

Ilmoita taajuusmuuttajalle, käytetäänkö ohjaussanaa vai ohitetaanko se. Bitti 10 = '0': Ohjaussanaa 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 *Toimintorele*.

**Bitti 12, rele 04:**

Bitti 12 = "0": Rele 04 ei ole aktiivinen. Bitti 12 = "1": Rele 04 on aktivoitu edellyttäen, että *Ohjaussanan bitti 12* on valittu parametrilla 5-40 *Toimintorele*.

**Bitti 13/14, Asetusten valinta:**

Käytä bittejä 13 ja 14 halutun asetuksen valintaan neljästä valikkoasetuksesta seuraavan taulukon mukaisesti: .

Asetukset	Bitti 14	Bitti 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

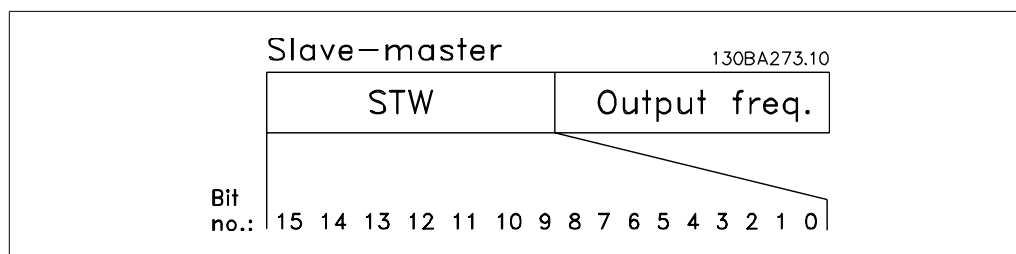
Toiminto on mahdollinen vain, kun *Moniasetukset* on valittuna parametrissa 0-10 *Aktiiv. asetukset*.

**Huom**

Tee valinta parametrissa 8-55 *Aset. valinta* sen määrittämiseksi, kuinka bitti 13/14 ohjaa vastaavan toiminnon digitaalituloihin.

**Bitti 15 Suunnanvaihto:**

Bitti 15 = '0': Ei suunnanvaihtoa. Bitti 15 = '1': Suunnanvaihto. Oletusasetuksissa suunnanvaihdon arvoksi on asetettu digitaalinen parametrissa 506 *Käänteinen valinta*. Bitti 15 muuttaa suunnan vain, jos joko Sarjaliikenne, Looginen Tai tai Looginen Ja on valittu.

**7.11.2. Tilasana FC-profiilin mukaan (STW) (Par. 8-10 = FC-profiili)**

Bitti	Bitti = 0	Bitti =1
00	Ohjaus ei valmis	Ohjaus valmis
01	Taaj.muutt. ei valmis	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	Paikallisojtaus	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 käynnistyskomennolla.

Bitti 03, Ei vikaa/laukaisu:

Bitti 03 = '0': Taajuusmuuttaja ei ole vikatilassa. Bitti 03 = '1': Taajuusmuuttaja laukaisee. Palauta toiminta suorittamalla [Kuittaus].

Bitti 04, Ei vikaa (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 tilasanassa.

Bitti 06, Ei vikaa/laukaisun lukitus:

Bitti 06 = '0': Taajuusmuuttaja ei ole vikatilassa. Bitti 06 = "1": Taajuusmuuttaja on laukaissut ja lukittunut.

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 aiheutua esimerkiksi siitä, että nopeutta ajetaan ylös tai alas käynnistytyn tai pysäytyksen aikana. Bitti 08 = '1': Moottorin nopeus vastaa asetettua nopeuden ohjearvoa.

Bitti 09, Paikallisohjauksen/väylän valvonta:

Bitti 09 = '0': [STOP/RESET] on aktivoitu ohjausyksikössä, tai *Paikallisohjauksen* on valittuna parametrissa 3-13 *Ohjearvon paikka*. 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 4-11 *Moottorin nopeuden alaraja* tai parametrissa 4-13 *Moottorin nopeuden yläraja* määritetyn arvon. Bitti 10 = "1": Lähtötaajuus on mainittujen rajojen sisällä.

Bitti 11, Ei toimintaa / toiminnassa:

Bitti 11 = '0': Moottori ei käy. Bitti 11 = '1': Taajuusmuuttaja on ottanut vastaan käynnistysviestin tai että 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 *Virtaraja* valittu momenttiraja. Bitti 14 = '1': Parametrin 4-18 *Virtaraja* momenttiraja on ylittynyt.

**Bitti OK, Ajastin OK/raja ylittynyt:**

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

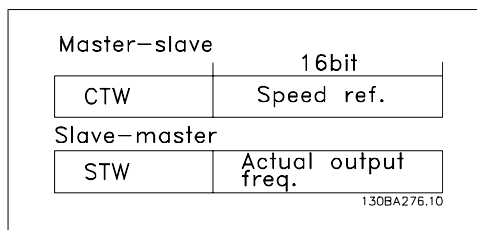


**Huom**

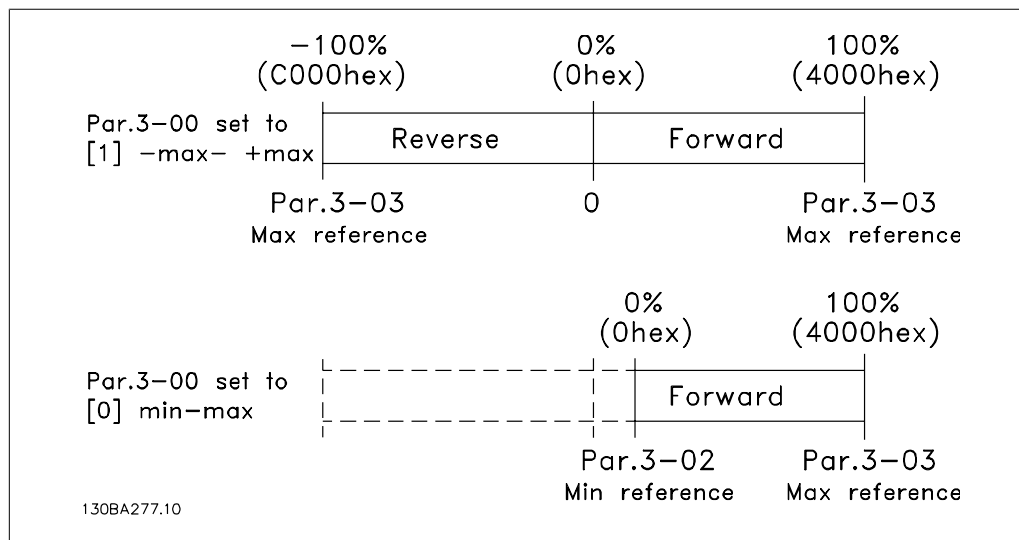
Kaikki STW:n bitit asetetaan arvoon '0', jos Interbus-option ja taajuusmuuttajan välinen kytkentä häviää tai on ilmennyt sisäinen tiedonsiirto-ongelma.

### 7.11.3. Väylän nopeuden ohjeusarvo

Nopeuden ohjearvo lähetetään taajuusmuuttajalle suhteellisena arvona (%). 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:





## 8. Vianmääritys

Varoituksesta tai hälytyksestä ilmoittaa sitä vastaava LED-merkkivalo taajuusmuuttajan etuosassa sekä näytölle tuleva koodi.

Varoitus pysyy aktiivisena, kunnes sen syy on poistettu. Tietyissä olosuhteissa moottorin toiminta voi edelleen jatkua. Varoitusviestit voivat olla kriittisiä, mutta eivät välttämättä.

Hälytystilanteessa taajuusmuuttaja on jo katkaissut laitteen toiminnan. Hälytykset on kuitattava, jotta laitetta voitaisiin edelleen käyttää, kun hälytysten syy on korjattu. Tämä voidaan tehdä neljällä eri tavalla:

1. Käyttämällä LCP:n ohjauspaneelin [RESET]-painiketta.
2. Digitaalisen tuloliitännän kautta "Reset"-toiminnolla
3. Sarjaliikenteen/optiona saatavan kenttäväylän kautta.
4. Automaattisella nollauksella [Auto Reset] -toiminnon avulla, joka on VLT HVAC -taajuusmuuttajassa oletusasetuksena, katso par. 14-20 *Nollaustila VLT AQUA -taajuusmuuttajan ohjelmointioppaasta*



### Huom

LCP:n [RESET]-näppäimellä tehdyn manuaalisen nollauksen jälkeen moottori on käynnistettävä uudelleen [AUTO ON] -näppäimellä.

Jos hälytystä ei voi kuitata, syynä voi olla, että sen syytä ei ole korjattu tai hälytys on laukaistu ja lukittu (katso myös seuraavan sivun taulukkoa).

Laukaistavat ja lukittavat hälytykset tuovat lisäsuojaa, mikä tarkoittaa, että päävirtalähde on kytkettävä pois toiminnasta, ennen kuin hälytys voidaan kuitata. Kun taajuusmuuttaja on kytketty jälleen päälle, sen toimintaa ei ole enää estetty, ja se voidaan kuitata edellä kuvatulla tavalla, kun syy on korjattu.

Hälytykset, joita ei ole laukaistu ja lukittu, voidaan kuitata myös automaattisella kuittaustoiminnolla parametrissa 14-20 (varoitus: automaattinen uudelleenkäynnistyminen on mahdollista!)

Jos varoitus ja hälytys merkitään seuraavan sivun taulukon koodin vastaisesti, tämä tarkoittaa, että joko varoitus annetaan ennen hälytystä tai on mahdollista määrittää, onko kyseessä varoitus vai hälytys, joka tulee näytölle tietyn vian yhteydessä.

Tämä on mahdollista esimerkiksi parametrissa 1-90 *Moottorin lämpösuojaus*. Hälytyksen tai laukaisun jälkeen moottori rullaa edelleen vapaasti ja taajuusmuuttajan hälytys ja varoitus vilkkuvat. Kun ongelma on korjattu, vain hälytys vilkkuu edelleen.

No.	Kuvaus	Varoitus	Hälytys/laukaisu	Hälytys / laukaisun lukitus	Parametrin ohjearvo
1	10 voltia pieni	X			
2	Elävä nolla -vika	(X)	(X)		6-01
3	Ei moottoria	(X)			1-80
4	Ei syöttövaihetta	(X)	(X)	(X)	14-12
5	DC-välipiirin jännite suuri	X			
6	DC-välipiirin jännite pieni	X			
7	DC-ylijännite	X	X		
8	DC-alijännite	X	X		
9	Vaihtosuuntaaja ylikuormitettu	X	X		
10	Moottori ETR yllämpötila	(X)	(X)		1-90
11	Moottorin termistorin yllämpötila	(X)	(X)		1-90
12	Momenttiraja	X	X		
13	Ylivirta	X	X	X	
14	Maavika	X	X	X	
15	Laitteiston mesh mash		X	X	
16	Oikosulku		X	X	
17	Ohjauksanan aikakatkaistu	(X)	(X)		8-04
25	Jarruvastuksen oikosulku	X			
26	Jarruvastuksen tehoraja	(X)	(X)		2-13
27	Jarruhakkurin oikosulku	X	X		
28	Jarrutarkistus	(X)	(X)		2-15
29	Tehokortin yllämpötila	X	X	X	
30	Moottorin vaihe U puuttuu	(X)	(X)	(X)	4-58
31	Moottorin vaihe V puuttuu	(X)	(X)	(X)	4-58
32	Moottorin vaihe W puuttuu	(X)	(X)	(X)	4-58
33	Liian suuri jännitepiikki		X	X	
34	Kenttäväylävika	X	X		
38	Sisäinen vika		X	X	
47	24 V syöttö pieni	X	X	X	
48	1,8 V syöttö pieni		X	X	
50	AMA - kalibrointi epäonnistui		X		
51	AMA-tarkistus $U_{nom}$ ja $I_{nom}$		X		
52	AMA alhainen $I_{nom}$		X		
53	AMA - moottori liian suuri		X		
54	AMA - moottori liian pieni		X		
55	AMA - parametri vaihtelualueen ulkopuolella		X		
56	AMA - käyttäjakeskeytys		X		
57	AMA - aikakatkaistu		X		
58	AMA - sisäinen vika	X	X		
59	Virtaraja	X			
61	Seurantavirhe	(X)	(X)		4-30
62	Lähtötaajuus ylärajalla	X			
64	Jänniteraja	X			
65	Ohjaukskortin yllämpötila	X	X	X	
66	Jäähdytysyksikön lämpötila alhainen	X			
67	Optiokokoonpano on muuttunut		X		
68	Turvallinen pysäytys aktivoitu		X		
80	Taajuusmuuttaja käynnistetty oletusarvolla		X		

Taulukko 8.1: Hälytys-/varoituskoodilista

(x) Riippuu parametrinä

LED-näyttö	
Varoitus	keltainen
Hälytys	vilkkuva punainen
Laukaisu lukittu	keltainen ja punainen

Hälytyssana ja laajennettu tilasana					
Bitti	Heksa	Kuvaus	Hälytyssana	Varoitussana	Laajennettu tilasana
0	00000001	1	Jarrutarkistus	Jarrutarkistus	Ramppaus
1	00000002	2	Tehokortin lämpötila	Tehokortin lämpötila	AMA käynnissä
2	00000004	4	Maavika	Maavika	Käynnistys myötä-/vastapäivään
3	00000008	8	Ohjausk. lämpöt	Ohjausk. lämpöt	Hidasta
4	00000010	16	Ohjaus sana TO	Ohjaus sana TO	Kiinniajo
5	00000020	32	Ylivirta	Ylivirta	Korkea takaisinkytk
6	00000040	64	Momenttiraja	Momenttiraja	Matala takaisinkytk
7	00000080	128	Moottori term. yllämp	Moottori term. yllämp	Suuri lähtövirta
8	00000100	256	Moottori ETR yli	Moottori ETR yli	Pieni lähtövirta
9	00000200	512	Vaihtosuunt. ylikuorm.	Vaihtosuunt. ylikuorm.	Suuri lähtötaajuus
10	00000400	1024	DC-alijännite	DC-alijännite	Pieni lähtötaajuus
11	00000800	2048	Tasavirtaylijännite	Tasavirtaylijännite	Jarrun tarkistus OK
12	00001000	4096	Oikosulku	DC-jännite pieni	Jarrutus enintään
13	00002000	8192	Liian suuri jännitepiikki	DC-jännite suuri	Jarrutus
14	00004000	16384	Syöttövaihe puuttuu	Syöttövaihe puuttuu	Ei nopeusalueella
15	00008000	32768	AMA ei OK	Ei moottoria	OVC aktiiv
16	00010000	65536	Elävä nolla	Elävä nolla	
17	00020000	131072	Sisäinen vika	10 V alhainen	
18	00040000	262144	Jarrujen ylikuorm	Jarrujen ylikuorm	
19	00080000	524288	U-vaihevika	Jarruvastus	
20	00100000	1048576	V-vaihevika	Jarrun IGBT	
21	00200000	2097152	W-vaihevika	Nopeusraja	
22	00400000	4194304	Kenttäväylävika	Kenttäväylävika	
23	00800000	8388608	24 V syöttö pieni	24 V syöttö pieni	
24	01000000	16777216	Verkkovika	Verkkovika	
25	02000000	33554432	1,8 V syöttö pieni	Virtaraja	
26	04000000	67108864	Jarruvastus	Alhainen lämp	
27	08000000	134217728	Jarrun IGBT	Jänniteraja	
28	10000000	268435456	Option vaihto	Käyttämätön	
29	20000000	536870912	Alustettu	Käyttämätön	
30	40000000	1073741824	Turvallinen pysäytys	Käyttämätön	

Taulukko 8.2: Hälytyssanan, varoitussanan ja laajennetun tilasanan kuvaus

Hälytyssanat, varoitussanat ja laajennetut tilasanat voidaan lukea sarjaliikenneväylän tai optiona saatavan kenttäväylän kautta. Ks. myös par. 16-90, 16-92 ja 16-94.

**VAROITUS 1****10 voltia pieni:**

Ohjauskortin liittimen 50 10 V:n jännite on alle 10 V.

Poista jonkin verran kuormitusta liittimestä 59, kun 10 V:n syöttö on ylikuormittunut. Maks. 15 mA tai minimi 590 Ω.

**VAROITUS/HÄLYTYS 2****Elävä nolla -vika:**

Signaali liittimessä 53 tai 54 on alle 50 % par. 6-10, 6-12, 6-20 tai 6-22 määritetystä arvosta, tässä järjestyksessä.

**VAROITUS/HÄLYTYS 3****Ei moottoria:**

Moottoria ei ole yhdistetty taajuusmuuttajan lähtöön.

**VAROITUS/HÄLYTYS 4****Verkkovirran vaihe puuttuu:**

Syöttöpuolelta puuttuu vaihe, tai verkkojännitteen epätasapaino on liian suuri.

Tämä viesti ilmestyy myös, jos taajuusmuuttajan syöttöpuolen tasasuuntaaja on viallinen. Tarkista taajuusmuuttajan syöttöjännite ja syöttövirta.

**VAROITUS 5****DC-välipiirin jännite korkea:**

Välipiirin jännite (DC) on suurempi kuin ohjausjärjestelmän ylijänniteraja. Taajuusmuuttaja on edelleen käytössä.

**VAROITUS 6****DC-välipiirin jännite pieni**

Välipiirin jännite (DC) on valvontajärjestelmän alijänniterajan alapuolella. Taajuusmuuttaja on edelleen käytössä.

**VAROITUS/HÄLYTYS 7****DC-ylijännite:**

Jos välipiirin jännite ylittää rajan, taajuusmuuttaja laukeaa tietyn ajan jälkeen.

Mahdolliset korjaukset:

Valitse ylijännitevalvontatoiminto parametrissa 2-17.

Kytke jarrutusvastus

Pidennä ramppiaikaa

Aktivoi par. 2-10 toiminnot

Suurena par. 14-26

OVC-toiminnon valinta pidentää ramppiaikoja.

Hälytys-/varoitusrajat:		
VLT AQUA	3 x 200-240 V AC	3 x 380-500 V AC
	[VDC]	[VDC]
Alijännite	185	373
Varoitus alhaisesta jännitteestä	205	410
Jännitevaroitus (ilman jarrua - jarrun kanssa)	390/405	810/840
Ylijännite	410	855

Ilmoitetut jännitteet ovat VLT AQUA -taajuusmuuttajan välipiirin jännite, jonka toleranssi on  $\pm 5\%$ . Vastaava verkkojännite on välipiirin jännite jaettuna arvolla 1,35.

**VAROITUS/HÄLYTYS 8****DC-alijännite:**

Jos välipiirin jännite (DC) laskee "alhaisesta jännitteestä kertovan jännitteen" rajan alapuolelle (katso yllä olevaa taulukkoa), taa-

juusmuuttaja tarkistaa, onko 24 V:n jännitteensyöttö kytketty.

Jos 24 V syöttöä ei ole, taajuusmuuttaja laukeaa laitteen mukaan määräytyvän ajan jälkeen.

Tarkista, että verkkojännite sopii taajuusmuuttajalle, katso 3.2 *Yleiset tekniset tiedot*.

**VAROITUS/HÄLYTYS 9****Vaihtos. ylikuorm.:**

Taajuusmuuttaja katkaisee virran pian ylikuormituksen johdosta (liian suuri virta liian pitkään). Vaihtosuuntaajan elektronisen lämpösuojan laskuri antaa varoituksen, kun se on saavuttanut arvon 98 %, ja se laukeaa ja antaa hälytyksen arvon ollessa 100 %. Taajuusmuuttajan voi palauttaa vasta kun laskurin arvo on alle 90 %.

Vika aiheutuu siitä, että taajuusmuuttajan ylikuormitus on liian pitkään ylittänyt nimellisvirran.

**VAROITUS/HÄLYTYS 10****Moottorin ETR yllämpötila:**

Moottorin elektroninen lämpösuoja (ETR) ilmoittaa, että moottori on ylikuumentunut. Voit valita, antaako taajuusmuuttaja varoituksen vai hälytyksen, kun laskuri saavuttaa arvon 100 % parametrissa 1-90. Vikana on, että moottorin kuormitus on liian kauan ylittänyt nimellisvirran. Varmista, että moottorin par. 1-24 on määritetty oikein.

**VAROITUS/HÄLYTYS 11****Moottorin termistorin yllämpötila:**

Termistori tai termistorin liitin on irrotettu. Voit valita parametrissa 1-90, antaako taajuusmuuttaja varoituksen vai hälytyksen. Tarkista, että termistori on kytketty oikein liittimen 53 tai 54 (analoginen jännitetulo) ja liittimen 50 (+10 V:n syöttö) väliin tai liittimen 18 tai 19 (vain PNP:n digitaalinen syöttö) ja liittimen 50 väliin. Tarkista KTY-anturia käytettäessä liitinten 54 ja 55 välinen oikea liitäntä.

**VAROITUS/HÄLYTYS 12****Momenttiraja:**

Momentti on suurempi kuin arvo par. 4-16 (moottorin käytössä), tai momentti on suurempi kuin arvo par. 4-17 (regeneratiivisessa käytössä).

**VAROITUS/HÄLYTYS 13****Ylivirta:**

Vaihtosuuntaajan hetkellisen maksimivirran raja-arvo (noin 200 % nimellislähtövirrasta) on ylittynyt. Varoituksen kesto on noin 8 - 12 sekuntia, jonka jälkeen taajuusmuuttaja laukaisee ja antaa hälytyksen. Kytke taajuusmuuttaja irti ja tarkista, pyörikö moottorin akseli ja sopiiko moottori kokonsa puolesta taajuusmuuttajan ohjattavaksi.

**HÄLYTYS 14****Maavika:**

Lähtevistä vaiheista on vuotovirtaa maahan joko taajuusmuuttajan ja moottorin välisissä kaapeleissa tai moottorin sisällä. Kytke taajuusmuuttaja irti ja korjaa maadoitusvika.

**HÄLYTYS: 15****Puutteellinen laitteisto:**

Nykyinen ohjauskortti ei pysty käsittelemään asennettua lisävarustetta (laitteisto tai ohjelmisto).

**HÄLYTYS: 16****Oikosulku:**

Moottorin liittimissä tai moottorin sisällä on oikosulku. Sammuta taajuusmuuttaja ja korjaa oikosulku.

**VAROITUS/HÄLYTYS 17****Ohjaussanan aikakatkaistu:**

Tietoliikenneyhteys taajuusmuuttajaan ei toimi.

Varoitus on aktiivinen vain, kun par. 8-04 asetuksena EI ole *OFF*.

Jos par. 8-04 asetuksena on *Pysäytys ja laukaisu*, järjestelmä antaa varoituksen ja taa-

juusmuuttaja hidastaa vauhtia nollaan, kunnes se antaa hälytyksen.

Par. 8-03 *Ohjaussanan aikakatkaistu* arvoa voisi kenties suurentaa.

**VAROITUS 25****Jarruvastuksen oikosulku:**

Jarrutusvastusta tarkkaillaan käytön aikana. Jos siihen tulee oikosulku, jarrutoiminto katkeaa ja ilmestyy varoitus. Taajuusmuuttaja voi toimia edelleen, mutta ilman jarrutoimintoa. Sammuta taajuusmuuttaja ja vaihda jarruvastus (katso par. 2-15 *Jarrutesti*).

**VAROITUS/HÄLYTYS 26****Jarrutusvastuksen tehoraja:**

Jarrutusvastukseen siirtyvä virta lasketaan prosenttimääränä, viimeisten 120 sekunnin keskiarvona jarrutusvastuksen resistanssiarvon (par. 2-11) ja välipiirin jännitteen perusteella. Varoitus aktivoituu, kun jaettu jarruteho on yli 90%. Jos par. 2-13 asetuksena on *Laukaisu* [2], taajuusmuuttaja katkaisee toiminnan ja antaa hälytyksen, kun jarrutusteho on yli 100 %.

**VAROITUS/HÄLYTYS 27****Jarruhakkurivika:**

Jarrutransistoria tarkkaillaan käytön aikana, ja jos siinä tapahtuu oikosulku, jarrutoiminto katkaistaan ja varoitus aktivoituu. Taajuusmuuttaja voi toimia edelleen, mutta koska jarrutransistori on oikosulussa, jarrutusvastukselle siirtyy huomattava teho, vaikka se ei olisikaan käytössä.

Sammuta taajuusmuuttaja ja poista jarrutusvastus.



Varoitus: On olemassa vaara, että jarruvastukselle syötetään huomattava teho jarrutransistorin ollessa oikosulussa.

**VAROITUS/HÄLYTYS 28****Jarrutesti epäonnistui:**

Jarruvastusvika: jarruvastus ei ole kytkettynä/toiminnassa.

**VAROITUS/HÄLYTYS 29****Taajuusmuuttajan yllämpötila:**

Jos kotelointina on IP 20 tai IP 21/TYYPPI 1, jäähdytysrivan katkaisulämpötila on 95 °C +5

°C. Lämpötilavikaa ei voi kuitata, ennen kuin jäähdytysrivan lämpötila on alle 70 °C.

Vikana voi olla:

- Ympäristön lämpötila on liian korkea
- Moottorikaapeli on liian pitkä

**HÄLYTYS 30****Moottorin vaihe U puuttuu:**

Taajuusmuuttajan ja moottorin välinen moottorivaihe U puuttuu.

Sammuta taajuusmuuttaja ja tarkista moottorin vaihe U.

**HÄLYTYS 31****Moottorin vaihe V puuttuu:**

Taajuusmuuttajan ja moottorin välinen moottorin vaihe V puuttuu.

Sammuta taajuusmuuttaja ja tarkista moottorin vaihe V.

**HÄLYTYS 32****Moottorin vaihe W puuttuu:**

Taajuusmuuttajan ja moottorin välinen moottorin vaihe W puuttuu.

Sammuta taajuusmuuttaja ja tarkista moottorin vaihe W.

**HÄLYTYS 33****Liian suuri jännitepiikki:**

Lyhyellä ajalla on tapahtunut liian monta käynnistystä. Katso luvusta *Yleisiä teknisiä tietoja*, kuinka paljon käynnistyksiä saa tehdä yhden minuutin aikana.

**VAROITUS/HÄLYTYS 34****Kenttäväylän tietoliikennevika:**

Kenttäväylä viestintäoptio-kortissa ei toimi.

**HÄLYTYS 38****Sisäinen vika:**

Ota yhteyttä paikalliseen Danfoss-jälleenmyyjään.

**VAROITUS 47****24 V syöttö pieni:**

Ulkoinen 24 V varatasavirtalähde voi olla ylikuormittunut. Muussa tapauksessa ota yhteyttä Danfoss-myyjääsi.

**HÄLYTYS 48****1,8 V syöttö pieni:**

Ota yhteyttä Danfoss-jälleenmyyjääsi.

**VAROITUS 49****Nopeusraja:**

Nopeusalue on rajattu parametreilla 4-11 ja par. 4-13.

**HÄLYTYS 50****AMA kalibrointi epäonnistunut:**

Ota yhteyttä Danfoss-jälleenmyyjääsi.

**HÄLYTYS 51****AMA - tarkista Unom ja Inom:**

Moottorijännitteen, moottorivirran ja moottorin tehon asetus on luultavasti väärä. Tarkista asetukset.

**HÄLYTYS 52****AMA - alhainen Inom:**

Moottorin virta on liian pieni. Tarkista asetukset.

**HÄLYTYS 53****AMA - moottori liian suuri:**

Moottori on liian suuri, jotta AMA:n suorittaminen onnistuisi.

**HÄLYTYS 54****AMA moottori liian pieni:**

Moottori on liian pieni, joten AMA:ta ei voi suorittaa.

**HÄLYTYS 55****AMA - parametri vaihtelualueen ulkopuolella:**

Moottorista löytyvät parametrien arvot ovat hyväksyttävän alueen ulkopuolella.

**HÄLYTYS 56****AMA - käyttäjakeskeyt:**

Käyttäjä keskeytti AMA:n.

**HÄLYTYS 57****AMA - aikakatkaistu:**

Yritä käynnistää AMA uudelleen muutamia kertoja, kunnes AMA suoritetaan. Huomaa, että toistuvat AMA:t saattavat kuumentaa moottoria siinä määrin, että staattorin resistanssi Rs ja Rr kasvavat. Yleensä tämä ei kuitenkaan ole kriittinen tekijä.

**VAROITUS/HÄLYTYS 58****AMA - sisäinen vika:**

Ota yhteyttä Danfoss-jälleenmyyjääsi.

**VAROITUS 59****Virtaraja:**

Virta on suurempi kuin arvo par. 4-18.

**VAROITUS 62****Lähtötaajuus ylärajalla:**

Lähtötaajuus on rajattu parametrissa 4-19 asetetulla arvolla.



#### **HÄLYTYS 63**

##### **Mekaaninen jarru alhainen:**

Todellinen moottorin virta ei ole ylittänyt "jarrun vapautus" -virtaa "Käynnistysviive"-ai-  
kaikkunassa.

#### **VAROITUS 64**

##### **Jänniteraja:**

Kuormituksen ja nopeuden yhdistelmä vaatii suuremman moottorin jännitteen kuin nykyinen DC-välipiirin jännite.

#### **VAROITUS/HÄLYTYS/LAUKAISU 65**

##### **Ohjauskortin yllämpötila:**

ohjauskortin yllämpötila: Ohjauskortin katkaisulämpötila on 80 °C.

#### **VAROITUS 66**

##### **Jäähdytysrivan lämpötila alhainen:**

Jäähdytysrivan lämpötilaksi on mitattu 0° C. Tämä voi tarkoittaa, että lämpötila-anturi on viallinen ja tuulettimen nopeus noussut siten maksimiin, jos virrallinen osa tai ohjauskortti on hyvin kuuma.

#### **HÄLYTYS 67**

##### **Optiokokoonpano on muuttunut:**

Yksi tai useampi optio on joko lisätty tai poistettu edellisen virran katkaisun jälkeen.

#### **HÄLYTYS 70**

##### **Laiton taajuuskokoonpano:**

Nykyinen ohjauskortin ja tehokortin yhdistelmä on laiton.

#### **HÄLYTYS 80**

##### **Taajuusmuuttaja käynnistetty oletusarvolla:**

Parametrin asetukset palautetaan normaali-asetuksiin manuaalisen (kolmen sormen) kuitauksen jälkeen tai parametrin 14-22 avulla.

## Hakemisto

### 0

0 - 10 V Dc	69
0-20 Ma	69

### 2

24 V Varmistusvaihtoehto Mcb 107 (optio D)	67
--	----

### 4

4-20 Ma	69
---------	----

### A

A5-kotelointiin	86
Akustiset Häiriöt	53
Alumiinijohtimet	87

### Ä

Älykäs Logiikkavalvonta	111
-------------------------	-----

### A

Ama	110
Analogialähtö	50
Analogiatuloihin	7
Analogiatulot	7, 50
Analoginen I/o-optio Mcb 109	68
Analogisen I/o-valinnan	68
Asennuksen Vierekkäin	81
Asennus Korkeille Paikoille	11
Aseta Nopeusraja Ja Ramppiaika	95
Automaattinen Moottorin Sovitus	110
Automaattinen Moottorin Sovitus (ama)	94
Automaattiset Muutokset Suorituskyvyn Varmistamiseksi	60

### C

Ce-vaatimustenmukaisuus Ja -merkintä	13
Cos $\Phi$ -kompensointi	18

### D

Dc-jarru	141
Dc-välipiirin	150
Devicenet	77
Digitaalilähtö	51
Digitaalitulot:	50
Du/dt-suodattimet	73

### E

Ei Ul-vaatimusten Mukaisuutta	88
Emc-direktivi (89/336/ety)	13
Emc-direktiivin 89/336/ety	14
Emc-direktiivin Mukaiset Kaapelit	105
Emc-testitulokset	32
Energiansäästö	17
Energiansäästöstä	16
Epäonnistunut Ama	95
Erotuslevy	85
Erotuslevyn Kiinnittäminen	85
Esimerkki Peruskytkenästä	91
Esimerkki Suljetun Piirin Pid-säädöstä	25

Etr	99, 150
<b>F</b>	
Fc-profiilin	140
<b>G</b>	
Galvaaninen Erotus (pelv)	33
<b>H</b>	
Harmonisten Suodattimia	78
Hävittämisohje	12
Hyötysuhde	53
<b>I</b>	
I/o-liitännät Asetuspistetuiloille	68
Ilmankosteus	14
Ip 21/ip 4x/ Type 1 -koteloitinsarja	72
<b>J</b>	
Jäähdytys	59
Jäähdytystarpeen	81
Jännitetaso	50
Järjestelmän Tila Ja Toiminta	115
Jarrun Kytentäasetus	97
Jarrutoiminnolla	36
Jarrutus aika	141
Jarrutustehon	7
Jarrutustehon	36
Jarruvastuksen	35
Jarruvastuksia	71
Johtuneet Emissiot	32
<b>K</b>	
Kaapeleiden Suojaaminen	87
Kaapelien Pituudet Ja Poikkipinta-alat	49
Kaapeliliittimiä	104
Kaapelin Pituus Ja Poikkileikkaus	87
Kaapelinpitimellä	106
Käynnistys/pysäytys	109
Käyttöympäristöt	52
Kellotoiminnon Varapariston Takaaminen	68
Kiihdytysaika	54
Kitkamomentti	37
Konedirektiivi (98/37/ety)	13
Kty-anturia	150
Kytentä Verkkovirtaan	83
Kytentätaajuus	87
Kytentimet S201, S202 Ja S801	93
<b>L</b>	
Lähdön Lukitus	5
Lähdöt Toimilaitteille	68
Lähetin-/anturitulot	68
Lähtösuodattimet	73
Lähtötaajuuden Pito	142
Lähtöteho (u, V, W)	49
Lataa Taajuusmuuttajan Asetukset	102
Lcp	8, 20
Liitäntä Tasajännitekiskoon	97
Liittimestä 37	38
Lopullinen Asetusten Määrittäminen Ja Testaus	94
Lyhenteet	5

**M**

Maadoitettuun Liitäntään	83
Maadoitus	107
Määritelmät	5
Maavuotovirta	103
Manuaalinen Pid-säätö	27
Mct 10	102
Mct 10 -asetusohjelmisto	101
Mct 31	103
Mekaaninen Asennus	81
Mekaaniset Mitat	61, 62
Mitä Kuuluu Direktiivin Alaisuuteen	13
Mitä Tarkoittaa Ce-vaatimustenmukaisuus Ja -merkintä?	13
Momenttikäyttäytyminen	49
Mootoreiden Rinnankytkentä	99
Mootorikaapeleita	103
Mootorikaapelit	87
Mootorin Jännitteessä	54
Mootorin Kytkeminen	85
Mootorin Lämpösuojauksen	145
Mootorin Lämpösuojaus	49
Mootorin Lämpösuojaus	38, 100
Mootorin Nimellisnopeus	6
Mootorin Parametrit	110
Mootorin Pyörimisen	100
Mootorin Pyörimissuunta	100
Mootorin Suojauksena	99
Mootorin Teho	49
Mootorin Tyyppikilpi	94
Muunneltavan Virtauksen Ja Paineen Ohjauksen	18

**N**

Ni1000-lämpötila-anturi	69
-------------------------	----

**O**

Ohjauksen Rakenne	20
Ohjaukskaapeleita	103
Ohjaukskaapelit	92
Ohjaukskortin Toiminta	52
Ohjaukskortti, +10 V Dc -lähtö	52
Ohjaukskortti, 24 V Dc-lähtö	51
Ohjaukskortti, Rs-485-sarjaliikenne	49
Ohjaukskortti, Usb-sarjaliitintä	52
Ohjausliitinten Käyttö	90
Ohjausliittimet	90
Ohjausominaisuudet	52
Ohjaussana	140
Ohjearvon Käsittely	28
Ohjelmistokäynnistintä	19
Ohjelmistoversioiden Kanssa	78
Ohjelmointijärjestys	26
Ohjelmoitavalla Logiikkaohjaimella	107
Onnistunut Ama	95

**P**

Pääpumpun Vuorottelun Kytkeäkaavio	116
Paikallisojtaus (hand On) Ja Kauko-ohjtaus (auto On)	20
Paikallisojtauspaneelille	71
Paikallisojtauspaneelin	5
Pc-ohjelmistotyökalut	101
Periaatekaavio	69
Pienjännitedirektiivi (73/23/ety)	13
Poikkeukselliset Käyttöolosuhteet	36

Potentiometriohjearvo	110
Profibus	77
Profibus Dp-v1	102
Pt1000-lämpötila-anturi	69
Pulssikäynnistys/-pysäytys	109
Pulssitulot	51
Pumpun Ominaisuudet	17
Pyöräminen Myötäpäivään	100

**R**

Rakennuksen Hallintajärjestelmää	68
Rcd	9, 34
Reaaliaikakello (rtc)	70
Redusointi Matalan Ilmanpaineen Johdosta	59
Redusointi Pienillä Käyntinopeuksilla	59
Redusointi Pitkien Tai Poikkipinta-alaltaan Suurempien Moottorikaapeliä Asetusta Varten	60
Redusointi Ympäristön Lämpötilan Vuoksi	57
Relelähdöt	51
Releliitos	98
Releoptio Mcb 105	66
Rs 485 -väyläyhteys	100
Rs-485	119
Rullaus	5
Rullaus	142
Rullauskäsky	144
Ryömintä	5
Ryömintä	142

**S**

Sähköasennus	87
Sähköasennus	92
Sähköasennus - Emc-varotoimet	103
Sarjaliikenteeseen	107
Sarjaliitäntä	52
Sarjaliitäntäporttiin	7
Säteilleet Emissiot	32
Siniaaltosuodatin	86
Siniaaltosuodattimet	73
Suhteellisuuslait	16
Sulakkeet	88
Suljetun Piirin (pid) Säädin	22
Suojaa	33
Suojaksi	15
Suojattu	92
Suojattujen Ohjauskaapeliä Maadoitus	106
Suojauksena	34
Suojaus	88
Suojaus Ja Ominaisuudet	48
Suurjännitetestit	103
Syövyttävät Ympäristöt	15

**T**

Taajuusmuuttajan Konfiguroija	75
Taajuusmuuttajan Suljetun Piirin Säätimen Virittäminen	26
Tähti/kolmio-käynnistintä	19
Takaisinmaksujakso	17
Tallenna Taajuusmuuttajan Asetukset	102
Tärinä Ja Iskut	15
Tasauskaapeli	107
Tehokerroin	10
Tehokertoimen Korjauksen	18
Termistori	9
Tietokoneen Kytkeminen Vlt Aqua Drive -taajuusmuuttajaan	101
Tilasana	143
Tilausnumerot	75

Tilausnumerot: Du/dt-suodattimet	80
Tilausnumerot: Harmonisten Suodattimet	78
Tilausnumerot: Optiot Ja Lisävarusteet	77
Tilausnumerot: Siniaaltosuodatinmoduulit, 200-500 Vac	79
Turvallisuuteen Liittyvä Huomautus	11
Turvamaadoitus	103
Turvaohjeet	11
Tyypikilven Tiedoista	94
Tyypikilven Tiedot	94
Tyypikoodin Teksti	76

## U

Ulkoinen 24 V Dc Jännitelähde	68
Usb-liitäntä	90
Usean Vyöhykkeen Ohjaukseen	68

## V

Vaiheessa	36
Välipiirin	54

## -

-välipiirin	53
-------------	----

## V

Välipiirin	150
Välipiirissä	36, 37
Varoitus Ei-toivotusta Käynnistyksestä	11
Varustelaukku	81
Verkojännite	41
Verkojännite (L1, L2, L3)	49
Verkkopistokeliitäntään	83
Verkkosyötön Häiriöt	107
Verkkovirran Syöttöä	10
Viestintäoptio	152
Vikavirtarele	34, 108
Virtauksen Vaihtelusta 1 Vuoden Aikana	17
Vuotovirta	34
Vvcplus	9

## Y

Yleisen Varoituksen.	4
Ylimääräisille Kaapeleille Tehtyjen Taltausten Poistaminen	83

## Z

Ziegler Nicholisin Viritismenetelmä	27
-------------------------------------	----