ENGINEERING TOMORROW

Suunnitteluopas
VLT® DriveMotor FCP 106/FCM 106

www.danfoss.fi/vlt

Sisällysluettelo

1 Johdanto 5
1.1 Suunnitteluoppaan tarkoitus 5
1.2 Lisäresurssit 5
1.3 Symbolit, lyhenteet ja merkintätavat 5
1.4 Hyväksynnät 6
1.4.1 Mitä kuuluu direktiivin alaisuuteen 6
1.4.2 CE-merkintä 7
1.4.2.1 Pienjännitedirektiivi 7
1.4.2.2 EMC-direktiivi 7
1.4.2.3 Konedirektiivi 7
1.4.2.4 ErP-direktiivi 7
1.4.3 C-tick-vaatimustenmukaisuus 7
1.4.4 UL-vaatimustenmukaisuus 8
1.4.5 Vientivalvontamääräykset 8
1.5 Ohjelmistoversio 8
1.6 Hävittämisohjeet 8
1.7 Turvallisuus 8
1.7.1 Yleiset turvallisuusperiaatteet 8

2 Tuotekatsaus 10
2.1 Johdanto 10
2.1.1 Tiiviste 10
2.1.2 Kytkentäkaavio 11
2.1.3 Yleiskuva sähkökytkennöistä 12
2.1.4 Ohjausliittimet ja releet 3 13
2.1.5 Sarjaliikenneverkot (kenttäväylä) 14
2.2 VLT®-muistimoduuli MCM 101 14
2.2.1 VLT® MCM 101 -muistimoduulin määrittäminen 14
2.2.2 Tietojen kopiointi tietokoneen ja muistimoduulin ohjelmoija (MMP) kautta 15
2.2.3 Konfiguraation kopiointi useisiin taajuusmuuttajiin 16
2.3 Ohjauksen rakenteet 17
2.3.1 Ohjauksen rakenne, avoin piiri 17
2.3.2 Suljetun piirin ohjauksen rakenne (PI) 17
2.4 Paikallisohjaus (Hand On) ja kauko-ohjaus (Auto On) 18
2.5 Takaisinkytkentä ja ohjearvon käsittely 19
2.6 Yleistä sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta 20
2.7 Vuotovirta 26
2.7.1 Maavuotovirta 26
2.8 Galvaaninen erotus (PELV) 27

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

3 Järjestelmäintegrointi 29
3.1 Johdanto 29
3.2 Verkkovirtatulo 30
3.2.1 Verkkosyötön häiriöt/Harmoniset virrat 30
3.2.1.1 Yleistä harmonisten virtojen päästöistä 30
3.2.1.2 Harmoniset päästövaatimukset 31
3.2.1.3 Harmonisten virtojen testitulokset (päästö) 31
3.3 Moottorit 33
3.3.1 Räjäytyskuvat 33
3.3.2 Nostaminen 35
3.3.3 Laakerit 35
3.3.4 Laakerien käyttöikä ja voitelu 36
3.3.5 Tasapainotus 38
3.3.6 Käyttöakselit 38
3.3.7 FCM 106:n hitausmomentti 38
3.3.8 FCM 106:n moottorin runkokoko 38
3.3.9 Moottorin lämpösuojaus 38
3.3.9.1 Elektroninen lämpörele 38
3.3.9.2 Termistori (ainoastaan FCP 106) 39
3.4 Taajuusmuuttaja/optioiden valinnat 40
3.4.1 Etäasennussarja 40
3.4.2 Paikallisohjauspaneeli 40
3.5 Erityisolosuhteet 41
3.5.1 Redusoinnin tarkoitus 41
3.5.2 Redusointi ympäristön lämpötilaa ja kytkentätaajuutta varten 41
3.5.3 Automaattiset muutokset suorituskyvyn varmistamiseksi 41
3.5.4 Redusointi matalan ilmanpaineen johdosta 41
3.5.5 Poikkeukselliset käyttöolosuhteet 42
3.6 Ympäristön olosuhteet 43
3.6.1 Kosteus 43
3.6.2 Lämpötila 43
3.6.3 Jäähdytys 43
3.6.4 Syövyttävät ympäristöt 43
3.6.5 Ympäristön lämpötila 44
3.6.6 Akustinen melu 44
3.6.7 Tärinä ja iskut 44
3.7 Energiatehokkuus 45
3.7.1 IE- ja IES-luokat 45
3.7.2 Tehohäviötiedot ja hyötysuhdetiedot 45
3.7.3 Moottorin häviöt ja hyötysuhde 46

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

3.7.4 Sähkökäyttöjärjestelmän häviöt ja hyötysuhde 47

4 Sovellusesimerkkejä 48

4.1 HVAC-sovellusesimerkkejä 48

4.1.1 Tähti/kolmio-käynnistintä tai pehmeäkäynnistintä ei tarvita 48

4.1.2 Käynnistys/pysäytys 48

4.1.3 Pulssikäynnistys/-pysäytys 49

4.1.4 Potentiometrin ohjearvo 49

4.1.5 Automaattinen moottorin sovitus (AMA) 49

4.1.6 Puhallinsovellus ja resonanssivärinä 50

4.2 Energiansäästöesimerkkejä 50

4.2.1 Miksi taajuusmuuttajaa kannattaa käyttää puhaltimien ja pumppujen ohjaamiseen? 50

4.2.2 Selkeä etu - energiansäästö 51

4.2.3 Esimerkki energiansäästöstä 51

4.2.4 Energiansäästöjen vertailu 52

4.2.5 Esimerkki virtauksen vaihtelusta 1 vuoden aikana 52

4.3 Ohjausesimerkkejä 53

4.3.1 Parempi ohjaus 53

4.3.2 Älykäs logiikkavalvonta 53

4.3.3 Älykkään logiikkavalvonnan ohjelmointi 53

4.3.4 SLC-sovellusesimerkki 54

4.4 EC+-konsepti asynkronisille moottoreille ja PM-moottoreille 55

5 Tyyppikoodi ja valintaopas 57

5.1 Taajuusmuuttajien konfiguraattori 57

5.2 Tyyppikoodin merkkijono 58

5.3 Tilausnumerot 60

6 Tekniset tiedot 61

6.1 Vapaat tilat, mitat ja painot 61

6.1.1 Vapaa tila 61

6.1.2 FCP 106 -kotelointia vastaava moottorin runkokoko 62

6.1.3 FCP 106 mitat 62

6.1.4 FCM 106 mitat 63

6.1.5 Paino 66

6.2 Sähkötiedot 67

6.2.1 Verkkojännite 3 x 380–480 V AC Normaali ylikuormitus ja suuri ylikuormitus 67

6.3 Verkkojännite 69

6.4 Suojaus ja ominaisuudet 69

6.5 Ympäristön olosuhteet 69

6.6 Kaapelien tekniset tiedot 70

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

6.7 Ohjaustulo/-lähtö ja ohjaustiedot 70
6.8 FCM 106 -moottorin tekniset tiedot 72
6.8.1 Moottorin ylikuormitustiedot, VLT DriveMotor FCM 106 72
6.9 Sulakkeen ja johdonsuojakatkaisimen tekniset tiedot 73
6.10 Derating According to Ambient Temperature and Switching Frequency 74
6.11 dU/dt 75
6.12 Hyötysuhde 75

Hakemisto 77

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

1 Johdanto

1.1 Suunnitteluoppaan tarkoitus

Tämä Danfoss VLT® DriveMotor FCP 106- ja FCM 106-taajuusmuuttajien suunnitteluopas on tarkoitettu:

- projekti- ja järjestelmäsuunnittelijoille
- suunnittelukonsulteille
- sovellus- ja tuoteasiantuntijoille.

Suunnitteluoppaassa on teknisiä tietoja, jotka auttavat ymmärtämään mahdollisuudet integroida taajuusmuuttaja moottorien ohjaus- ja valvontajärjestelmiin.

Suunnitteluoppaan tarkoitus on antaa suunnittelua koskevia seikkoja ja tietoja taajuusmuuttajan järjestelmään integroimista varten. Suunnitteluoppaassa on ohjeita taajuusmuuttajien valintaa varten ja vaihtoehtoja moniin eri sovelluksiin ja asennuksiin.

Tarkkojen tuotetietojen tarkastelu suunnitteluvaiheessa mahdollistaa huolellisesti suunnitellun, toiminnallisuudeltaan ja hyötysuhteeltaan optimaalisen järjestelmän kehittämisen.

VLT® on rekisteröity tavaramerkki.

1.2 Lisäresurssit

Saatavana oleva kirjallisuus:

- VLT® DriveMotorFCP 106FCM 106 *Käyttöopas*, sisältää taajuusmuuttajan asentamisessa ja käyttöönotossa tarvittavia tietoja.
- VLT® DriveMotorFCP 106FCM 106 *Suunnitteluopas*, sisältää tietoja taajuusmuuttajan integroimisesta moniin eri käyttökohteisiin.
- VLT® DriveMotorFCP 106FCM 106 *Ohjelmointiopas*, sisältää tietoja laitteen ohjelmoimisesta, mukaan lukien täydelliset parametrien kuvaukset.
- *VLT® LCP Ohje*, paikallisohjauspaneelin (LCP) käyttöä varten.
- *VLT® LOP Ohje*, käsikäyttöpaneelin (LOP) käyttöä varten.
- *Modbus RTU Käyttöopas* ja VLT® DriveMotorFCP 106FCM 106 *BACnet Käyttöopas*, tietoja taajuusmuuttajan ohjaamisesta, valvomisesta ja ohjelmoimisesta.
- *VLT® PROFIBUS DP MCA 101 Asennusoppaassa* on tietoja PROFIBUS-väylän asentamisesta ja vianmäärityksestä.
- *VLT® PROFIBUS DP MCA 101 Ohjelmointioppaassa* on tietoja järjestelmän määrittämisestä, taajuusmuuttajan ohjaamisesta, taajuusmuuttajan käsittelemisestä, ohjelmoinnista ja vianmäärityksestä. Siinä on myös joitakin tyypillisiä sovellusesimerkkejä.
- *VLT® Motion Control Tool MCT 10* -ohjelmisto mahdollistaa taajuusmuuttajan määrityksen Windows™-pohjaisen tietokoneympäristön avulla.
- Danfoss *VLT® Energy Box* -ohjelmisto, energian laskemiseen LVI-sovelluksissa.

Tekninen kirjallisuus ja hyväksynnät ovat saatavana myös verkosta osoitteesta *vlt-drives.danfoss.com/Support/Service/*.

Danfoss VLT® Energy Box software -ohjelmisto on saatavana osoitteesta *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions*, PC-ohjelmistojen latausalue.

1.3 Symbolit, lyhenteet ja merkintätavat

Tässä käyttöohjeessa käytetään seuraavia symboleja.

HUOMAUTUS!

Ilmaisee tärkeitä, tietoja, jotka on otettava huomioon virheiden välttämiseksi tai laitteiden käytön välttämiseksi optimaalista heikommalla suorituskyvyllä.

* Ilmaisee oletusasetuksen.

Suojausluokka	Suojausluokka on standardoitu määritys kaikille sähkölaitteille, ja se kuvaa suojausta vieraiden aineiden ja veden tunkeutumista vastaan (esimerkiksi IP20).
DIx	DI1: Digitaalitulo 1. DI2: Digitaalitulo 2.
EMC	Sähkömagneettinen yhteensopivuus
Virhe	Lasketun, havaitun tai mitatun arvon tai tilan ja määritetyn tai teoreettisesti oikean arvon tai tilan välinen poikkeavuus.
Tehdasasetus	Tuotteen toimituksen aikainen tehdasasetus.
Vika	Virhe voi aiheuttaa vikatilan.
Vian kuittaus	Toiminto, jonka avulla taajuusmuuttaja palautetaan toimintatilaan, kun havaittu virhe on poistettu korjaamalla vian syy. Tämän jälkeen virhe ei enää ole aktiivinen.
MM	Muistimoduuli.
MMP	Muistimoduulin ohjelmoija.
Parametri	Laitetiedot ja arvot, jotka voi lukea ja asettaa (tietyssä määrin).

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

PELV	Suojaava erittäin pieni jännite, eristetty pienjännite Katso lisätietoja standardeista IEC 60364-4-41 tai IEC 60204-1.
PLC	Ohjelmoitava logiikkaohjain.
RS485	EIA-422/485-väylän mukainen kenttäväylän liitännän kuvaus, joka mahdollistaa useiden laitteiden välisen sarjadataliikenteen.
Varoitus	Jos termiä käytetään turvaohjeiden ulkopuolella, varoitus ilmoittaa valvontatoiminnon havaitsemasta mahdollisesta ongelmasta. Varoitus ei ole virhe eikä se aiheuta toimintatilan muutosta.

Taulukko 1.1 Lyhenteet

Merkintätavat

- Numeroidut luettelot tarkoittavat toimenpiteitä.
- Luettelomerkkiluettelot tarkoittavat muita tietoja ja kaikkien kuvien kuvauksia.
- Kursiiviteksti tarkoittaa;
  - Ristiviitettä.
  - Linkkiä.
  - Alaviitettä.
  - Parametrin nimeä.
  - Parametriryhmän nimeä.
  - Parametrioptiota.
- Kaikki mitat ovat millimetreinä (tuumina).

1.4 Hyväksynnät

Taajuusmuuttajat on suunniteltu tässä osassa kuvattujen direktiivien vaatimusten mukaisiksi.

Saat lisätietoja hyväksynnistä ja sertifikaateista latausalueelta osoitteesta *vlt-marine.danfoss.com/support/type-approval-certificates/*.

Sertifiointi		FCP 106	FCM 106
EU-vaatimustenmukaisuusvakuutus	CE	✓	✓
UL Listed	c UL us	–	✓
UL recognized	c UL	✓	–
C-tick		✓	✓

EU-vaatimustenmukaisuusvakuutus perustuu seuraaviin direktiiveihin:

- Pienjännitedirektiivi 2006/95/EY, perustuu standardiin EN 61800-5-1 (2007).
- EMC-direktiivi 2004/108/EY, perustuu standardiin EN 61800-3 (2004).

UL Listed
Tuotteen arviointi on tehty ja tuotteen voi asentaa järjestelmään. Järjestelmän on myös oltava UL-listattu (UL Listed) järjestelmän toimittajan toimesta.

UL recognized
Vaatii lisäarviointia ennen kuin yhdistettyä taajuusmuuttajaa ja moottoria voidaan käyttää. Järjestelmän, johon tuote asennetaan, on myös oltava UL-listattu (UL Listed) järjestelmän toimittajan toimesta.

1.4.1 Mitä kuuluu direktiivin alaisuuteen

EU:n soveltamisohjeessa *Guidelines on the Application of Council Directive 2004/108/EC* kuvataan 3 tyypillistä tapausta.

- Taajuusmuuttaja myydään suoraan loppukäyttäjälle. Tällaisissa sovelluksissa taajuusmuuttaja pitää varustaa EMC-direktiivin mukaisella CE-merkillä.
- Taajuusmuuttaja myydään järjestelmän osana. Se on merkitty täydellisenä järjestelmänä, esimerkiksi ilmastointijärjestelmänä. Koko järjestelmässä on oltava EMC-direktiivin mukainen CE-merkintä. Valmistaja voi varmistaa EMC-direktiivin mukaisen CE-yhdenmukaisuuden testaamalla järjestelmän sähkömagneettisen yhteensopivuuden. Järjestelmän komponenttien ei tarvitse olla CE-merkittyjä.
- Taajuusmuuttaja myydään asennettavaksi laitokseen. Tällainen voi olla esimerkiksi täydellinen tuotanto- tai lämmitys-/ilmastointilaitteisto. Asennuksen suunnittelee ja suorittaa ammattimainen asennusliike. Taajuusmuuttajan on oltava CE-merkitty EMC-direktiivin mukaisesti. Valmiissa laitteistossa ei tarvitse olla CE-merkintää. Asennuksen on kuitenkin oltava direktiivin keskeisten vaatimusten mukainen. Tämä saavutetaan käyttämällä laitteita ja järjestelmiä, joissa on EMC-direktiivin mukainen CE-merkintä.

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

1.4.2 CE-merkintä

Kuva 1.1 CE

CE-merkintä (Communauté Européenne) ilmaisee, että tuotteen valmistaja noudattaa kaikkia sovellettavia EU-direktiivejä. Taajuusmuuttajien suunnitteluun ja valmistukseen sovellettavat EU-direktiivit luetellaan kohdassa *Taulukko 1.2*,

HUOMAUTUS!

CE-merkintä ei säätele tuotteen laatua. CE-merkinnän perusteella ei voi päätellä teknisiä tietoja.

HUOMAUTUS!

Integroidulla turvatoiminnolla varustettujen taajuusmuuttajien on oltava konedirektiivin mukaisia.

EU-direktiivi	Versio
Pienjännitedirektiivi	2014/35/EU
EMC-direktiivi	2014/30/EU
Konedirektiivi[1)]	2014/32/EU
ErP-direktiivi	2009/125/EC
ATEX-direktiivi	2014/34/EU
RoHS-direktiivi	2002/95/EC

Taulukko 1.2 Taajuusmuuttajiin sovellettavat EU-direktiivit

1) Konedirektiivin vaatimukset koskevat ainoastaan taajuusmuuttajia, joissa on integroitu turvatoiminto.

Vaatimustenmukaisuusvakuutukset ovat saatavana pyynnöstä.

1.4.2.1 Pienjännitedirektiivi

Pienjännitedirektiivi koskee kaikkia sähkölaitteita 50–1000 VAC- ja 75–1600 VDC -jännitealueilla.

Direktiivin tavoite on varmistaa ihmisten turvallisuus ja välttää aineellisia vahinkoja käytettäessä sähkölaitteita, jotka on asennettu ja huollettu ja joita käytetään ohjeiden mukaisesti.

1.4.2.2 EMC-direktiivi

EMC-direktiivin (sähkömagneettinen yhteensopivuus) tarkoitus on vähentää sähkömagneettisia häiriöitä ja parantaa sähkölaitteiden ja -asennusten häiriönsietoa. EMC-direktiivin suojauksen perusvaatimus on, että sähkömagneettisia häiriöitä (EMI) tuottavat laitteet tai laitteet, joiden toimintaan EMI voi vaikuttaa, on suunniteltava siten, että sähkömagneettisten häiriöiden muodostuminen rajoittuu. Laitteilla on oltava riittävä sähkömagneettisten häiriöiden sieto, kun ne on asianmukaisesti asennettu ja huollettu ja niitä käytetään oikein.

Sähkölaitteissa, joita käytetään yksinään tai järjestelmän osina, on oltava CE-merkintä. Järjestelmissä ei tarvitse olla CE-merkintää, mutta niiden on oltava EMC-direktiivin suojauksen perusvaatimusten mukaisia.

1.4.2.3 Konedirektiivi

Direktiivin tavoite on varmistaa ihmisten turvallisuus ja välttää aineellisia vahinkoja käytettäessä mekaanisia laitteita niiden aiotussa käyttötarkoituksessa. Konedirektiivi koskee koneita, jotka muodostuvat useista toisiinsa yhdistetyistä komponenteista tai laitteista, joista vähintään yksi pystyy tuottamaan mekaanista liikettä.

Integroidulla turvatoiminnolla varustettujen taajuusmuuttajien on oltava konedirektiivin mukaisia. Taajuusmuuttajat, joissa ei ole integroitua turvatoimintoa, eivät kuulu konedirektiivin soveltamisalaan. Jos taajuusmuuttaja on integroitu konejärjestelmään, Danfoss voi antaa lisätietoja taajuusmuuttajaan liittyvistä turvallisuusseikoista.

Kun taajuusmuuttajia käytetään koneissa, joissa on vähintään yksi liikkuva osa, koneen valmistajan on annettava vakuutus, jossa ilmoitetaan yhdenmukaisuus pakollisten määräysten ja turvatoimien kanssa.

1.4.2.4 ErP-direktiivi

ErP-direktiivi on energiaan liittyviä tuotteita koskeva eurooppalainen Eco Design -direktiivi. Direktiivi määrittää ekologisen suunnittelun vaatimukset energiaan liittyville tuotteille, mukaan lukien taajuusmuuttajat. Direktiivin tavoite on parantaa energiatehokkuutta ja ympäristön suojelun tasoa samalla energian tuotannon turvallisuutta parantaen. Energiaan liittyvien tuotteiden ympäristövaikutuksiin sisältyy energian kulutus tuotteen koko käyttöiän ajalla.

1.4.3 C-tick-vaatimustenmukaisuus

Kuva 1.2 C-tick

C-tick-merkki ilmaisee sähkömagneettisen yhteensopivuuden (EMC) teknisten standardien vaatimustenmukaisuuden. C-tick-vaatimustenmukaisuus vaaditaan sähköisten ja elektronisten laitteiden Australian ja Uuden Seelannin markkinoille saamiseksi.

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

C-tick-säännöt koskevat johtuvia ja säteileviä päästöjä. Taajuusmuuttajiin käytetään standardin EN/IEC 61800-3 päästörajoja.

Vaatimustenmukaisuusvakuutus voidaan toimittaa pyynnöstä.

1.4.4 UL-vaatimustenmukaisuus

Kuva 1.3 UL Listed

Kuva 1.4 UL Recognized

Taajuusmuuttaja täyttää termistä muistin pysyvyyttä koskevat UL 508C-vaatimukset. Katso lisätietoja kohdasta *kappale 3.3.9 Moottorin lämpösuojaus*.

1.4.5 Vientivalvontamääräykset

Taajuusmuuttajiin saattaa kohdistua alueellisia ja/tai kansallisia vientivalvontamääräyksiä.

Vientivalvontamääräysten alaiset taajuusmuuttajat on luokiteltu ECCN-numerolla.

ECCN-numero on taajuusmuuttajan mukana toimitetuissa asiakirjoissa.

Jos laite viedään uudelleen, viejän on varmistettava sovellettavien vientivalvontamääräysten noudattaminen.

1.5 Ohjelmistoversio

Lue taajuusmuuttajan ohjelmistoversio kohdasta *parametri 15-43 Ohjelmistoversio*.

1.6 Hävittämisohjeet

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

1.7 Turvallisuus

1.7.1 Yleiset turvallisuusperiaatteet

Jos taajuusmuuttajia ei käsitellä oikein, ne saattavat aiheuttaa hengenvaarallisen loukkaantumisen, sillä niissä on komponentteja, joissa on suuri jännite. Ainoastaan pätevä henkilöstö saa asentaa tämän laitteiston ja käyttää sitä. Älä yritä tehdä mitään korjaustöitä, ennen kuin olet katkaissut taajuusmuuttajan virran ja odottanut määritetyn ajan, että varastoitu sähköinen energia on purkautunut.

Taajuusmuuttajan turvallinen käyttö edellyttää turvallisuusvarotoimien ja huomautusten tiukkaa noudattamista.

Oikea ja luotettava kuljetus, varastointi, asennus, käyttö ja ylläpito ovat taajuusmuuttajan ongelmattoman ja turvallisen käytön edellytyksiä. Ainoastaan pätevä henkilöstö saa asentaa tämän laitteiston ja käyttää sitä.

Päteväksi henkilöstöksi katsotaan koulutettu henkilöstö, joka on valtuutettu asentamaan, ottamaan käyttöön ja ylläpitämään laitteistoja, järjestelmiä ja piirejä niitä koskevien lakien ja määräysten mukaisesti. Lisäksi pätevän henkilöstön on tunnettava tässä käyttöoppaassa kuvatut ohjeet ja turvallisuustoimet.

⚠VAROITUS

SUURI JÄNNITE

Taajuusmuuttajissa esiintyy suuria jännitteitä, kun ne ovat kytkettyinä verkon vaihtovirran tulotehoon, tasavirtalähteeseen tai kuormanjakoon. Jos asennus-, käynnistys- ja huoltotöitä ei teetetä pätevällä henkilöstöllä, seurauksena voi olla kuolema tai vakava loukkaantuminen.

- **Ainoastaan pätevä henkilöstö saa tehdä asennus-, käynnistys- ja ylläpitotöitä.**

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

⚠VAROITUS

TAHATON KÄYNNISTYS

Kun taajuusmuuttaja on kytketty verkon vaihtovirtasyöttöön, tasavirtalähteeseen tai kuormanjakoon, moottori voi käynnistyä milloin tahansa. Tahaton käynnistys ohjelmoinnin, huollon tai korjaustöiden aikana saattaa aiheuttaa kuoleman, vakavan loukkaantumisen tai aineellisia vahinkoja. Moottori voi käynnistyä ulkoisella kytkimellä, kenttäväyläkomennolla, tulon ohjearvoviestillä LCP:stä tai vikatilan kuittauksen jälkeen. Moottorin tahattoman käynnistyksen estäminen:

- **Katkaise taajuusmuuttajan syöttöjännite.**
- **Paina LCP:n [Off/Reset]-näppäintä ennen parametrien ohjelmointia.**
- **Johdota ja kokoa taajuusmuuttaja, moottori ja kaikki käytettävät laitteet täysin ennen taajuusmuuttajan kytkemistä verkon vaihtovirtasyöttöön, tasavirtalähteeseen tai kuormanjakoon.**

⚠VAROITUS

PURKAUTUMISAIKA

Taajuusmuuttajassa on tasajännitevälipiirin kondensaattoreita, joihin voi jäädä varaus, vaikka taajuusmuuttajaan ei tule virtaa. Suurta jännitettä voi esiintyä silloinkin, kun LED-varoitusvalot eivät pala. Jos virran katkaisun jälkeen ei odoteta määritettyä aikaa ennen huoltoa tai korjausta, seurauksena voi olla kuolema tai vakava loukkaantuminen.

- **Sammuta moottori.**
- **Irrota verkon vaihtovirtasyöttö ja tasajännitevälipiirin etäsyötöt, mukaan lukien akkuvarmistukset, UPS ja tasajännitevälipiiriliitännät muihin taajuusmuuttajiin.**
- **Irrota tai lukitse PM-moottori.**
- **Odota, että kondensaattorien varaus purkautuu kokonaan. Tarvittava odotusaika mainitaan kohdassa *Taulukko 1.3*.**
- **Varmista sopivan jännitteenmittauslaitteen avulla ennen huolto- ja korjaustöiden tekemistä, että kondensaattorit ovat täysin purkautuneet.**

Jännite [V]	Tehoalue[1)] [kW(hv)]	Lyhyin odotusaika (minuuttia)
3 x 400	0.55–7.5 (0.75–10)	4

Taulukko 1.3 Purkausaika

1) Nimellisteho liittyy normaaliin ylikuormaan (NO).

⚠VAROITUS

VUOTOVIRTAVAARA

Vuotovirta on yli 3,5 mA. Ellei taajuusmuuttajaa maadoiteta kunnolla, seurauksena voi olla kuolema tai vakava loukkaantuminen.

- **Varmista, että valtuutettu sähköasentaja on maadoittanut laitteiston oikein.**

⚠VAROITUS

LAITTEESTA JOHTUVA VAARA

Pyörivien akselien ja sähkölaitteiden koskettaminen saattaa aiheuttaa kuoleman tai vakavan loukkaantumisen.

- **Varmista, että ainoastaan koulutetut ja pätevät henkilöt tekevät asennus-, käynnistys- ja ylläpitotöitä.**
- **Varmista, että sähkötyöt ovat kansallisten ja paikallisten sähkömääräysten mukaisia.**
- **Noudata tämän käyttöoppaan ohjeita.**

⚠VAROITUS

TAHATON MOOTTORIN PYÖRIMINEN TUULIMYLLYILMIÖ

Kestomagneettimoottorien tahaton pyöriminen tuottaa jännitteen ja voi varata laitteen, jolloin aiheutuu hengenvaara sekä vakavan loukkaantumisen tai laitteiston vahingoittumisen riski.

- **Varmista, että kestomagneettimoottorit on lukittu niiden tahattoman pyörimisen estämiseksi.**

⚠HUOMIO

SISÄISEN VIAN AIHEUTTAMA VAARA

Taajuusmuuttajan sisäinen vika voi aiheuttaa vakavan loukkaantumisen, kun taajuusmuuttajaa ei ole suljettu oikein.

- **Varmista ennen virran kytkemistä, että kaikki turvakannet on suljettu ja kiinnitetty oikein.**

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

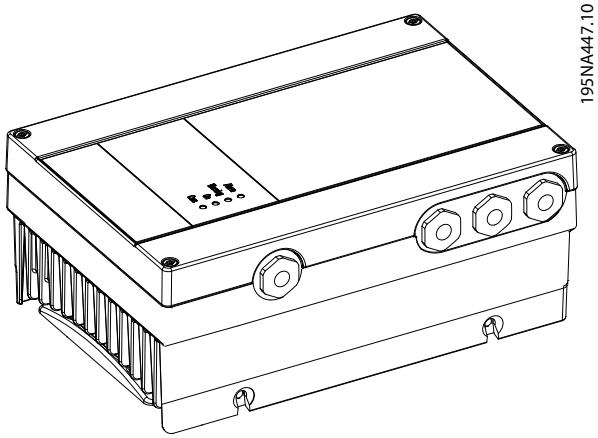
2 Tuotekatsaus

2

2.1 Johdanto

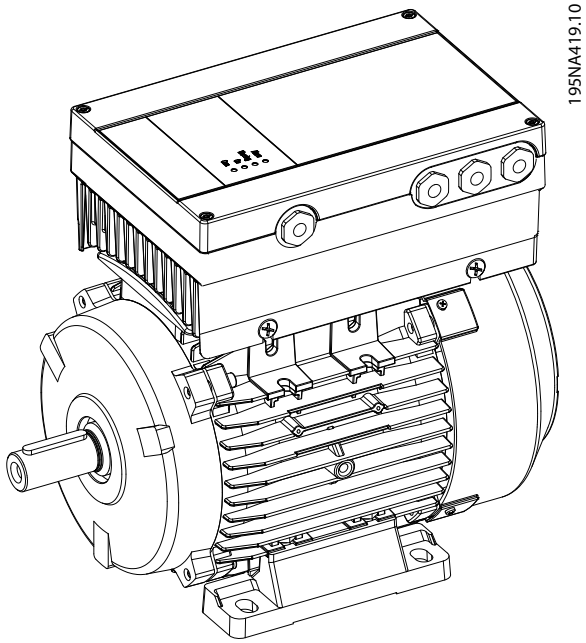
Tuotekatsaus koskee sekä FCP 106- että FCM 106 -mallia.

VLT® DriveMotor FCP 106
Toimitukseen kuuluu ainoastaan taajuusmuuttaja. Asennusta varten tarvitaan myös seinäsovitinlevy tai moottorisovitinlevy ja tehokaapelien puristusliittimet. Tilaa seinäkiinnityssarja tai sovitinlevy ja tehokaapelien puristusliittimet erikseen.



Kuva 2.1 FCP 106

VLT® DriveMotor FCM 106
Taajuusmuuttaja toimitetaan asennettuna moottorin päälle. Yhdistetty FCP 106 ja moottori tunnetaan nimellä VLT® DriveMotor FCM 106.



Kuva 2.2 FCM 106

2.1.1 Tiiviste

Kun FCP 106 asennetaan moottorin päälle, laitteiden väliin tarvitaan räätälöity tiiviste. Tiiviste asennetaan moottorisovitinlevyn ja moottorin väliin.

FCP 106 -taajuusmuuttajan mukana ei toimiteta tiivistettä.

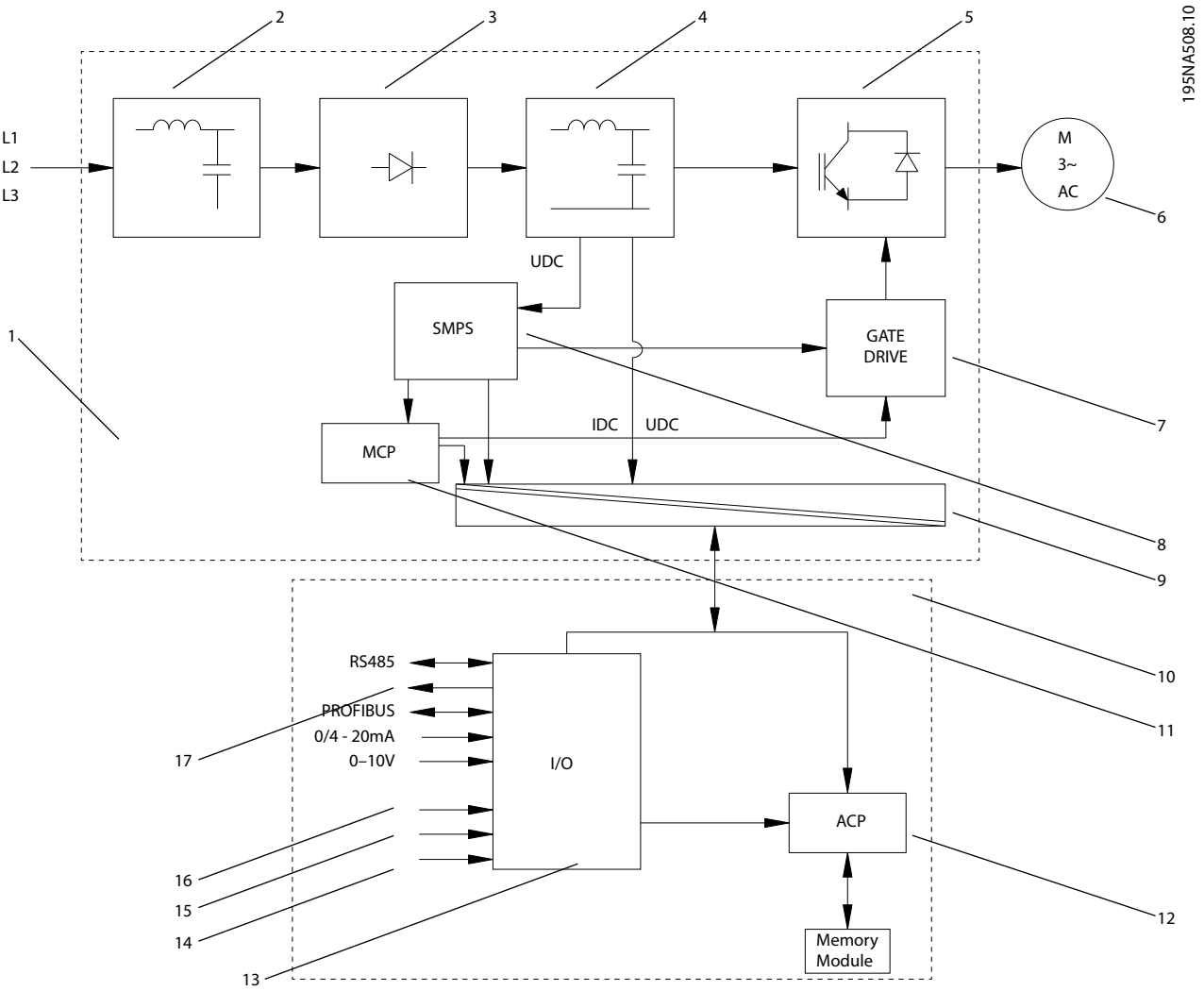
Tämän vuoksi tiiviste on suunniteltava ja testattava ennen asennusta tiivistysluokan (esimerkiksi IP55, IP66 tai Type 4X) vaatimusten täyttämiseksi.

Tiivisteen vaatimukset:

- Säilyttää taajuusmuuttajan ja moottorin välisen maadoituskytkennän. Taajuusmuuttaja maadoitetaan moottorisovitinlevyyn. Käytä moottorin ja taajuusmuuttajan välissä johdinliitäntää.
- Käytä tiivisteeseen UL-hyväksyttyä materiaalia, jos kootulle tuotteelle vaaditaan UL-listaus tai -hyväksyntä.

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

2.1.2 Kytkentäkaavio

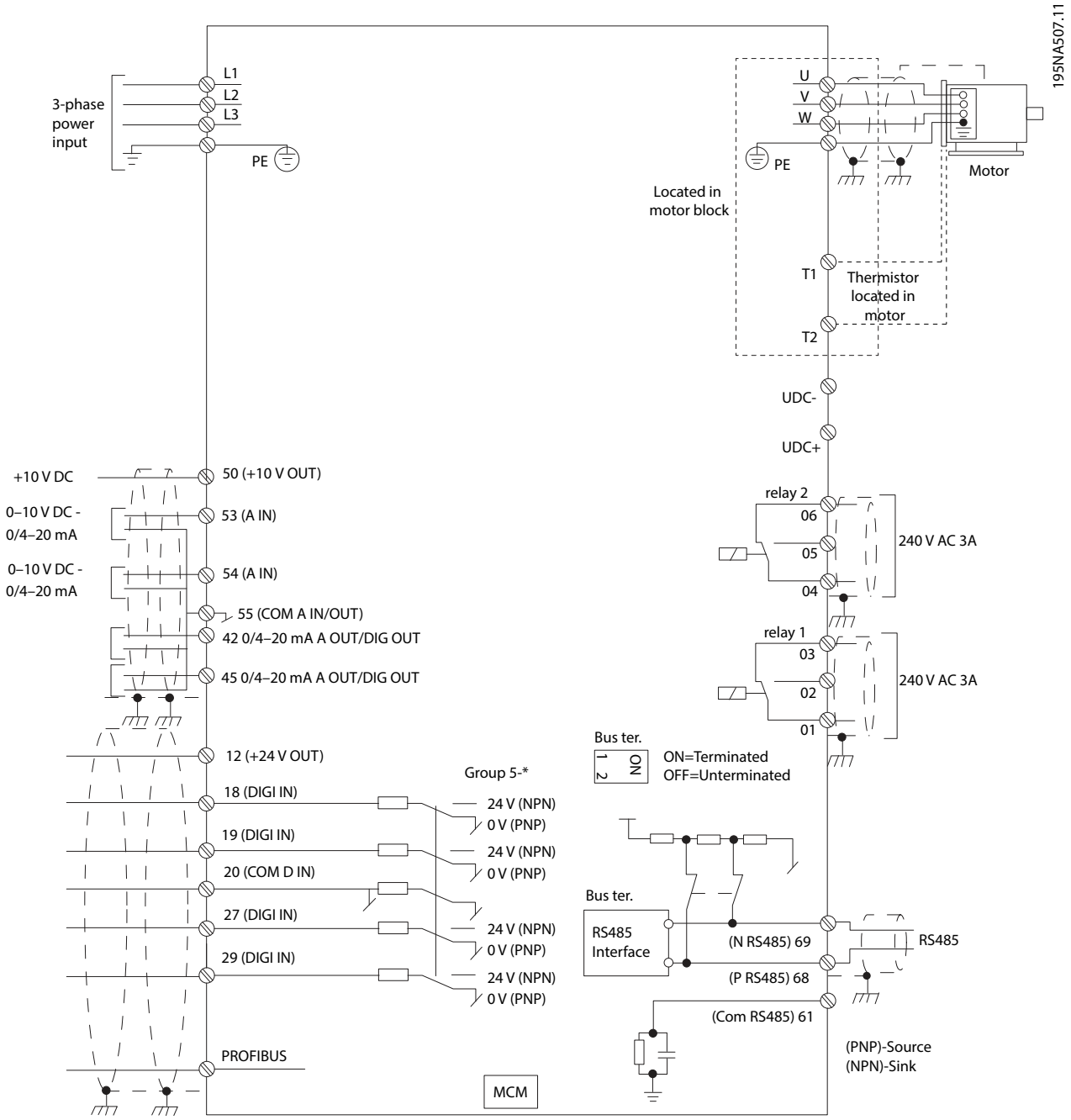


1	Tehokortti	7	Hilaohjaus	13	Ohjausliittimet
2	RFI-suodatin	8	SMPS	14	Kuittaus
3	Tasasuuntaaja	9	Galvaaninen erotus	15	Ryömintä
4	Välipiiri/tasavirtasuodatin	10	Ohjauskortti	16	Käynnistys
5	Vaihtosuuntaaja	11	MCP (moottorinohjausprosessori)	17	Analogia-/digitaalilähtö
6	Moottori	12	ACP (sovelluksen ohjausprosessori)		

Kuva 2.3 Kytkentäkaavio

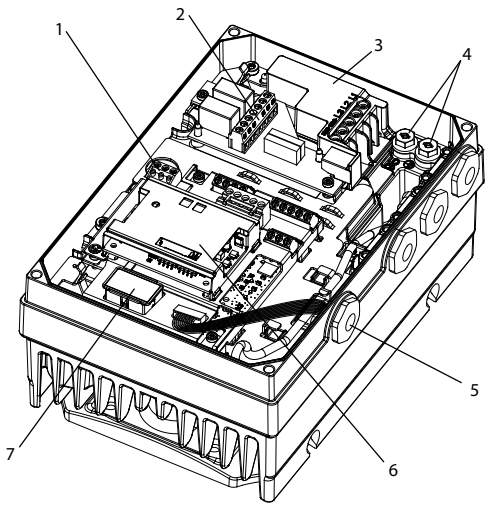
 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

2.1.3 Yleiskuva sähkökytkennöistä



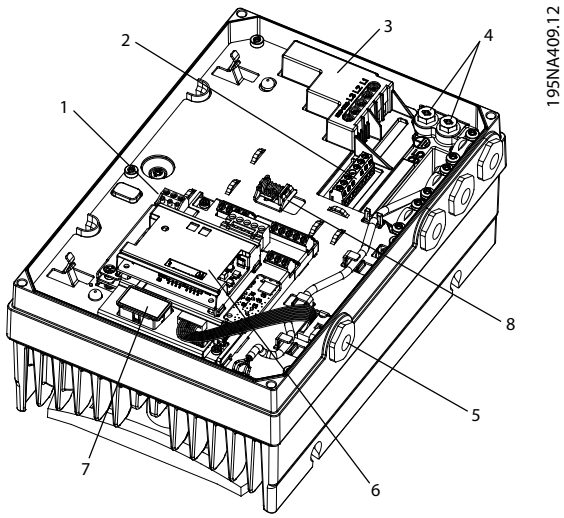
Kuva 2.4 Yleiskuva sähkökytkennöistä

2.1.4 Ohjausliittimet ja releet 3



1	Ohjausliittimet
2	Releliittimet
3	UDC+, UDC-, Syöttö (L3, L2, L1)
4	PE
5	LCP-liitin
6	VLT® PROFIBUS DP MCA 101
7	VLT®-muistimoduuli MCM 101

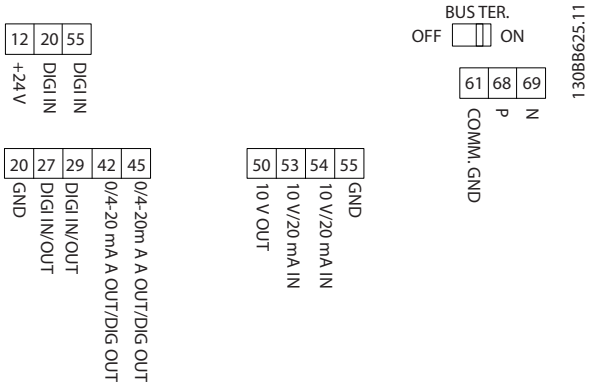
Kuva 2.5 Liitinten ja releiden sijainti, MH1



1	Ohjausliittimet
2	Releliittimet
3	UDC+, UDC-, Syöttö (L3, L2, L1)
4	PE
5	LCP-liitin
6	VLT® PROFIBUS DP MCA 101
7	VLT®-muistimoduuli MCM 101
8	Jousipuristin PROFIBUS-kaapelille

Kuva 2.6 Liitinten ja releiden sijainti, MH2–MH3

Ohjausliittimet



Kuva 2.7 Ohjausliittimet

Liittimen numero	Toiminta	Konfiguraatio	Tehdasasetus
12	+24 V:n lähtö	–	–
18	Digitaalitulo	*PNP/NPN	Käynnistys
19	Digitaalitulo	*PNP/NPN	Ei toimintoa
20	Com	–	–
27	Digitaalitulo/-lähtö	*PNP/NPN	Vapaa rullaus, käänteinen
29	Digitaalitulo/lähtö/pulssitulo	*PNP/NPN	Ryömintä
50	+10 V:n lähtö	–	–
53	Analoginen tulo	*0–10 V/0–20 mA/4–20 mA	Ref1
54	Analoginen tulo	*0–10 V/0–20 mA/4–20 mA	Ref2
55	Com	–	–
42	10 bittiä	*0–20 mA / 4–20 mA/DO	Analoginen
45	10 bittiä	*0–20 mA / 4–20 mA/DO	Analoginen
1, 2, 3	Rele 1	1, 2 NO 1, 3 NC	[9] Hälytys
4, 5, 6	Rele 2	4, 5 NO 4, 6 NC	[5] Käy

Taulukko 2.1 Ohjausliittimen toiminnot

** Ilmaisee oletusasetuksen.*

HUOMAUTUS!

PNP/NPN on yhteinen liittimille 18,19, 27 ja 29.

2.1.5 Sarjaliikenneverkot (kenttäväylä)

Taajuusmuuttajassa on seuraavat sisäiset protokollat:

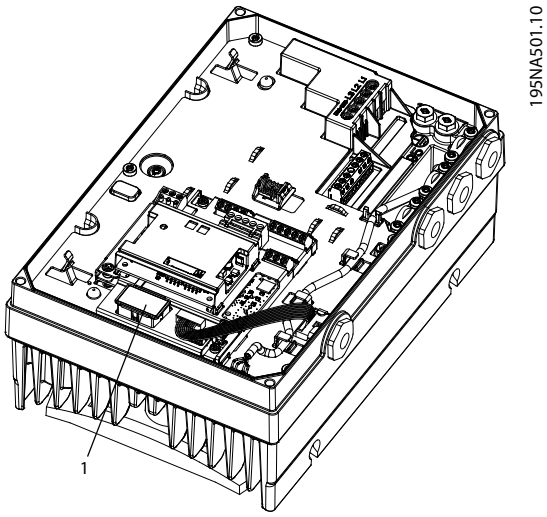
- BACnet MSTP
- Modbus RTU
- FC-protokolla

2.2 VLT®-muistimoduuli MCM 101

VLT®-muistimoduuli MCM 101 on pieni muistipistoke, joka sisältää esimerkiksi seuraavat tiedot:

- Laiteohjelmisto.
- SIVP-tiedosto
- Pumpputaulukko.
- Moottoritietokanta.
- Parametriluettelot.

Taajuusmuuttaja toimitetaan tehtaalta moduuli asennettuna.



1	VLT®-muistimoduuli MCM 101

Kuva 2.8 Muistimoduulin sijainti

Jos muistimoduuli vioittuu, taajuusmuuttajaa voi käyttää edelleen. Kannen varoitus.LED vilkkuu ja LCP:ssä (jos asennettu) näkyy varoitus.

Warning 206, Memory module tarkoittaa, että joko taajuusmuuttaja toimii ilman muistimoduulia tai muistimoduuli on viallinen. Katso varoituksen tarkka syy kohdasta *parametri 18-51 Memory Module Warning Reason*.

Uuden muistimoduulin voi tilata varaosana. Tilausnumero: 134B0791.

2.2.1 VLT® MCM 101 -muistimoduulin määrittäminen

Kun järjestelmän taajuusmuuttaja vaihdetaan tai järjestelmään lisätään taajuusmuuttaja, nykyiset tiedot on helppo siirtää uuteen taajuusmuuttajaan. Taajuusmuuttajan tehon on kuitenkin oltava sama ja laitteiston on oltava yhteensopiva.

⚠VAROITUS

KATKAISE VIRTA ENNEN HUOLTOA!

Verkon vaihtovirran syöttö taajuusmuuttajaan on katkaistava ennen korjaustöiden tekemistä. Odota virran katkaisun jälkeen vähintään 4 minuuttia, että kondensaattorit purkautuvat kokonaan. Näiden ohjeiden noudattamatta jättäminen voi aiheuttaa kuoleman tai vakavan loukkaantumisen.

1. Irrota kansi taajuusmuuttajasta, jossa on muistimoduuli.
2. Irrota muistimoduuli.

3. Aseta kansi paikalleen ja kiristä.
4. Irrota kansi uudesta taajuusmuuttajasta.
5. Aseta muistimoduuli uuteen taajuusmuuttajaan ja jätä se paikalleen.
6. Aseta kansi paikalleen uuteen taajuusmuuttajaan ja kiristä kansi.
7. Käynnistä taajuusmuuttaja.

HUOMAUTUS!

Ensimmäinen käynnistys kestää noin 3 minuuttia. Tänä aikana kaikki tiedot siirretään uuteen taajuusmuuttajaan.

2.2.2 Tietojen kopiointi tietokoneen ja muistimoduulin ohjelmoija (MMP) kautta

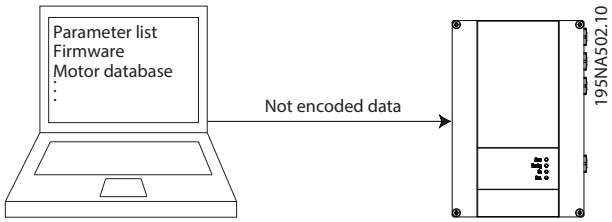
Tietokoneen ja MMP:n avulla on mahdollista luoda useita muistimoduuleja samoista tiedoista. Tämän jälkeen nämä muistimoduulit voi asentaa VLT® DriveMotor FCP 106- tai VLT® DriveMotor FCM 106 -laitteeseen.

Esimerkiksi seuraavia tietoja voidaan kopioida:

- Laiteohjelmisto.
- Parametrien asetukset.
- Pumppukäyrät.

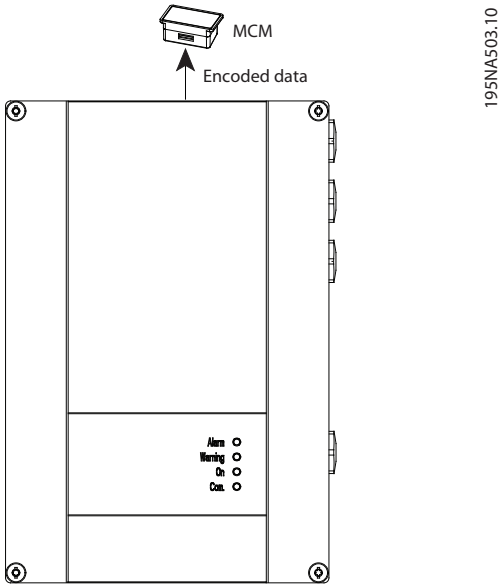
Latauksen tila näkyy käynnin aikana näytössä.

1. Kytke FCP 106 tai FCM 106 tietokoneeseen.
2. Siirrä määritystiedot tietokoneesta taajuusmuuttajaan. Näitä tietoja El ole koodattu.



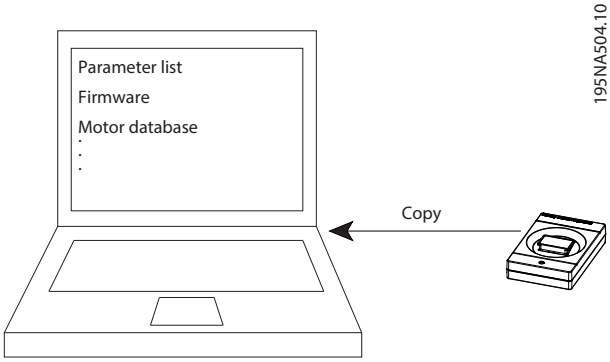
Kuva 2.9 Tietojen siirto tietokoneesta taajuusmuuttajaan

3. Tiedot siirretään automaattisesti taajuusmuuttajasta muistimoduuliin koodattuina tietoina.



Kuva 2.10 Tietojen siirto taajuusmuuttajasta muistimoduuliin

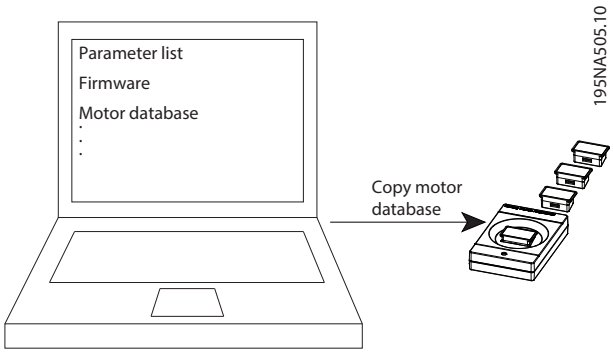
4. Työnnä muistimoduuli MMP:hen
5. Siirrä tiedot muistimoduulista kytkemällä MMP tietokoneeseen.



Kuva 2.11 Tiedonsiirto MMP:stä tietokoneeseen

6. Työnnä MMP:hen tyhjä muistimoduuli.
7. Valitse, mitkä tiedot kopioidaan tietokoneesta muistimoduuliin.

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.



Kuva 2.12 Tiedonsiirto tietokoneesta muistimoduuliin

8. Toista vaiheet 6 ja 7 kullekin kyseisessä konfiguraatiossa tarvittavalle muistimoduulille.
9. Aseta muistimoduulit taajuusmuuttajiin.

2.2.3 Konfiguraation kopiointi useisiin taajuusmuuttajiin

Yhden VLT® DriveMotor FCP 106- tai VLT® DriveMotorFCM 106 -laitteen konfiguraation voi siirtää moniin muihin laitteisiin. Tähän tarvitaan ainoastaan taajuusmuuttaja, jossa haluttu konfiguraatio on jo olemassa.

1. Poista kansi taajuusmuuttajasta, jossa kopioitava konfiguraatio on.
2. Irrota muistimoduuli.
3. Poista kansi taajuusmuuttajasta, johon konfiguraatio kopioidaan.
4. Työnnä muistimoduuli paikalleen.
5. Kun kopiointi on valmis, työnnä tyhjä muistimoduuli taajuusmuuttajaan.
6. Aseta kansi paikalleen ja kiristä.
7. Katkaise taajuusmuuttajan virta ja kytke virta uudelleen.
8. Toista vaiheet 3–7 kullekin taajuusmuuttajalle, johon konfiguraatio on tarkoitus siirtää.
9. Aseta muistimoduuli alkuperäiseen taajuusmuuttajaan.
10. Aseta kansi paikalleen ja kiristä.

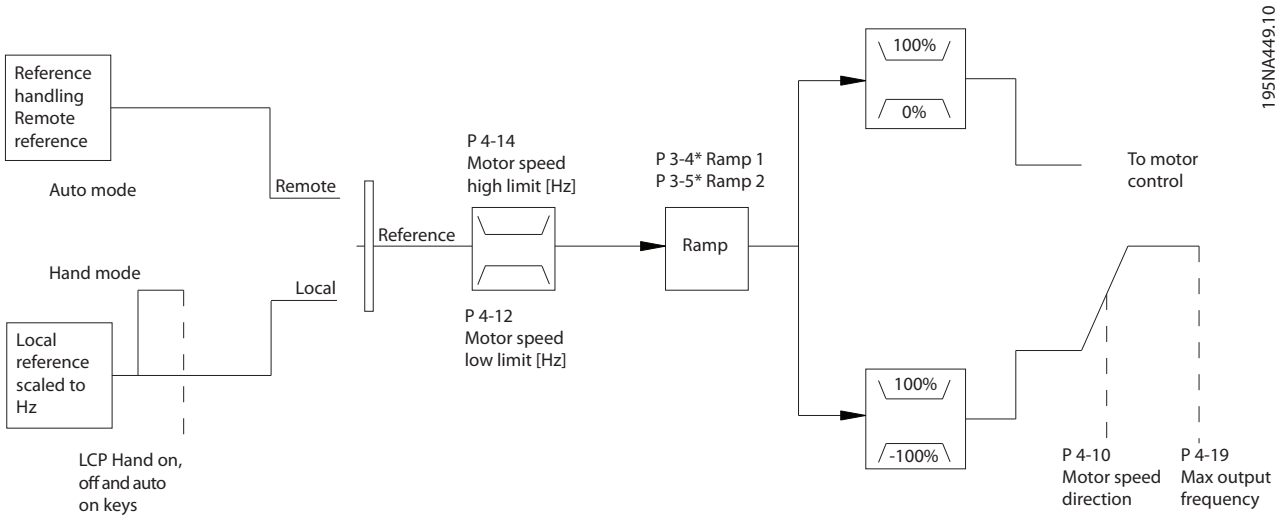
 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

2.3 Ohjauksen rakenteet

Valitse kohdassa *parametri 1-00 Konfiguraatiotila*, käytetäänkö avoimen vai suljetun piirin ohjausta.

2.3.1 Ohjauksen rakenne, avoin piiri

Kohdan *Kuva 2.13* mukaisessa kokoonpanossa *parametri 1-00 Konfiguraatiotila* on *[0] Open Loop*. Ohjearvon käsittelyjärjestelmästä näin saatava kokonaisohjearvo tai paikallisohjearvo vastaanotetaan ja syötetään rampin rajoituksen ja nopeusrajan läpi. Tämän jälkeen se lähetetään moottorin ohjaukselle. Silloin maksimitaajuusraja rajoittaa moottorin ohjauksen tehoa.



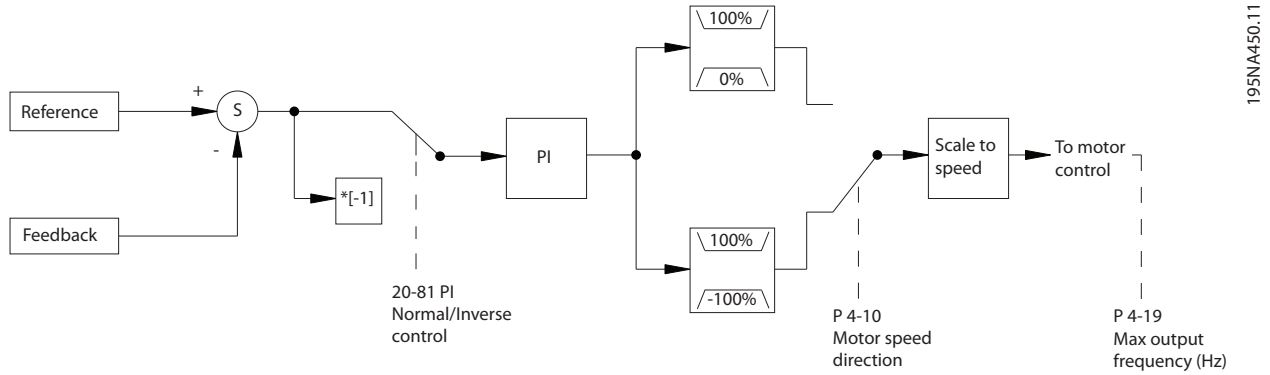
Kuva 2.13 Avoimen piirin rakenne

2.3.2 Suljetun piirin ohjauksen rakenne (PI)

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

Ajatellaanpa esimerkiksi pumppusovellusta, joka säätää pumpun nopeutta putkessa oleva staattinen paineen pitämiseksi vakiona. Haluttu staattisen paineen arvo tuodaan taajuusmuuttajalle asetuspisteen ohjearvona. Staattisen paineen anturi mittaa todellisen staattisen paineen putkessa ja tuo tämän taajuusmuuttajalle takaisinkytkentäsignaalina. Jos takaisinkytkentäsignaali on suurempi kuin asetuspisteen ohjearvo, taajuusmuuttaja hidastaa nopeutta paineen vähentämiseksi. Samoin, jos paine putkessa on alhaisempi kuin asetuspisteen ohjearvo, taajuusmuuttaja lisää automaattisesti nopeutta pumpun paineen suurentamiseksi.

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.



Kuva 2.14 Suljetun piirin ohjain

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

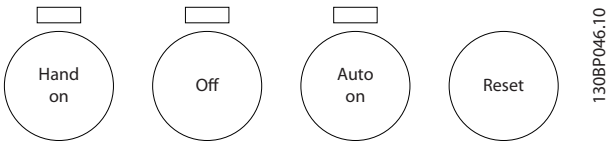
2.4 Paikallisohjaus (Hand On) ja kauko-ohjaus (Auto On)

Käytä taajuusmuuttajaa käsin paikallisohjauspaneelin (LCP) avulla tai kauko-ohjauksella analogisten/digitaalisten tulojen tai kenttäväylän avulla.

Pysäytä ja käynnistä taajuusmuuttaja painamalla LCP:n [Hand On]- ja [Off/Reset]-näppäimiä. Asetukset vaaditaan:

- *Parametri 0-40 LCP [Hand on] -näppäin*.
- *Parametri 0-44 LCP:n [Off/Reset]-näppäin*.
- *Parametri 0-42 LCP [Auto on] -näppäin*.

Kuittaa hälytykset [Off/Reset]-näppäimellä tai digitaalitulon avulla, kun liittimen toiminnoksi on ohjelmoitu *Reset*.



Kuva 2.15 LCP:n ohjauspainikkeet

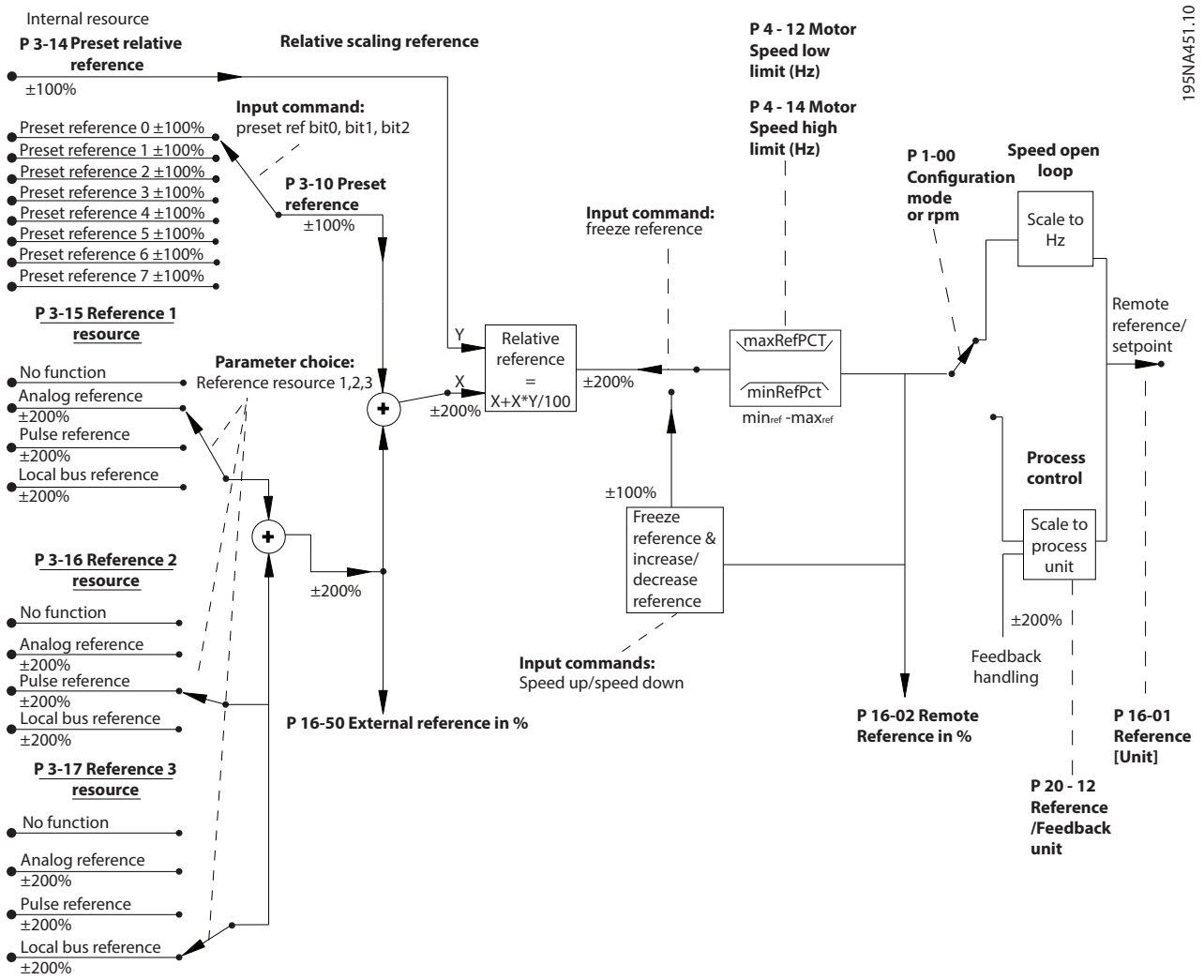
Paikallisohjearvo pakottaa konfiguraatiotilan avoimeen piiriin riippumatta parametrin *parametri 1-00 Konfiguraatiotila* asetuksesta.

Paikallisohjearvo palautetaan syöttöjännitteen katkoksen jälkeen.

2.5 Takaisinkytkentä ja ohjearvon käsittely

2.5.1 Ohjearvon käsittely

Avoimen ja suljetun piirin käytön yksityiskohdat.



Kuva 2.16 Lohkokaavio, jossa näkyy etäohjearvo

Etäohjearvo käsittää:

- Esivalitut ohjearvot.
- Ulkoiset ohjearvot (analogiset tulot ja sarjaliikenneväylän ohjearvot).
- Ennalta asetetun suhteellisen ohjearvon.
- Takaisinkytkennän avulla ohjattu asetuspiste

Taajuusmuuttajaan voidaan ohjelmoida enintään 8 esivalittua ohjearvoa. Valitse aktiivinen esivalittu ohjearvo käyttämällä digitaalituloja tai sarjaliikenneväylää. Ohjearvo voidaan tuoda myös ulkopuolelta, tavallisimmin analogiatulosta. Valitse tämä ulkoinen lähde kolmen ohjearvon lähdeparametrin avulla:

- *Parametri 3-15 Ohjearvo 1 lähde*.
- *Parametri 3-16 Ohjearvo 2 lähde*.
- *Parametri 3-17 Ohjearvo 3 lähde*.

Laske kaikki ohjearvoresurssit ja väylän ohjearvo yhteen ulkoisen kokonaisohjearvon saamiseksi. Valitse ulkoinen ohjearvo, esivalittu ohjearvo tai molempien summa aktiiviseksi ohjearvoksi. Lopulta tämä ohjearvo voidaan skaalata parametrin *parametri 3-14 Esiaset. suhteellinen ohjearvo* avulla.

Skaalattu ohjearvo lasketaan seuraavasti:

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

Missä X on ulkoinen ohjearvo, esivalittu ohjearvo tai näiden summa ja Y on *parametri 3-14 Esiaset. suhteellinen ohjearvo* [%].

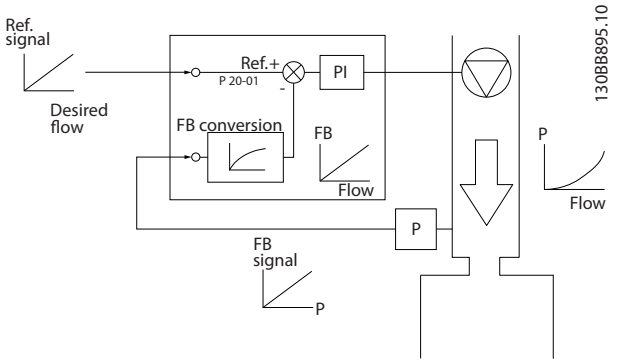
Jos Y:n, *parametri 3-14 Esiaset. suhteellinen ohjearvo*, arvoksi asetetaan 0 %, skaalaus ei vaikuta ohjearvoon.

2.5.2 Takaisinkytkennän käsittely

Takaisinkytkennän käsittely voidaan määrittää toimimaan ohjausta vaativien sovellusten kanssa. Määritä takaisinkytkentälähde parametrin *parametri 20-00 Feedback 1 Source* avulla.

2.5.3 Takaisinkytkennän muunnos

Joissakin sovelluksissa takaisinkytkentäsignaalin muuntaminen voi olla hyödyllistä. Eräs esimerkki tästä on painesignaalin käyttäminen virtauksen takaisinkytkennän tuottamiseksi. Koska paineen neliöjuuri on suhteessa virtaukseen, painesignaalin neliöjuuri antaa arvon suhteessa virtaukseen. Katso *Kuva 2.17*.



Kuva 2.17 Takaisinkytkennän muunnos

2.6 Yleistä sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta

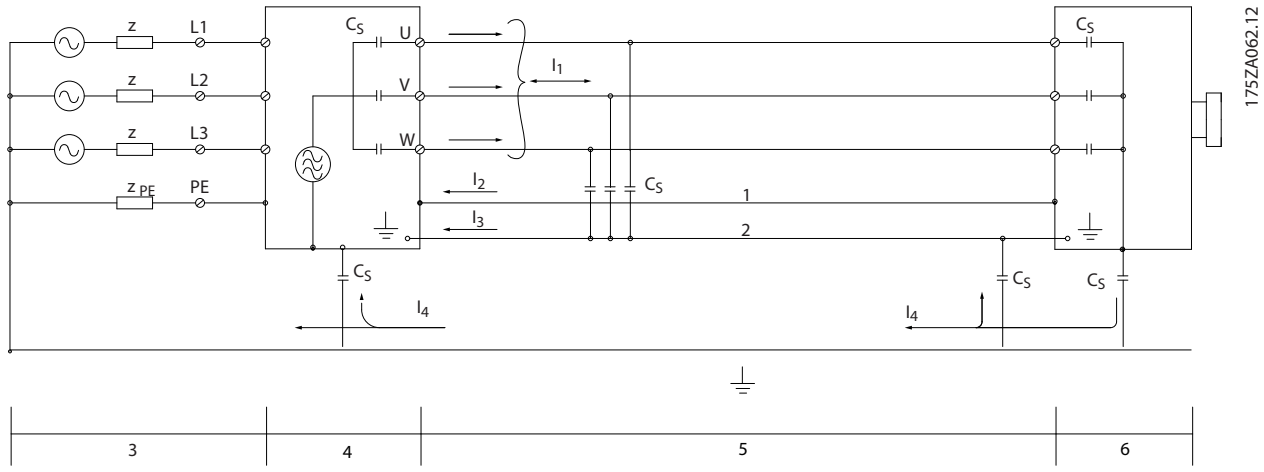
Purkaustransientti johtuu 150 KHz–30 MHz taajuusalueella. Vaihtosuuntaaja, moottorikaapeli ja moottori luovat ilmassa kulkeutuvia taajuusmuuttajajärjestelmän häiriöitä 30 MHz–1 GHz taajuusalueella.
Moottorikaapelin kapasitanssi yhdessä moottorijännitteen korkean dU/dt-arvon kanssa luo vuotovirtoja.
Suojatun moottorikaapelin käyttö kasvattaa vuotovirtaa (katso *Kuva 2.18*), koska suojattujen kaapelien kapasitanssi maahan on suurempi kuin suojaamattomilla kaapeleilla. Jos vuotovirtaa ei suodateta, se aiheuttaa suuremman häiriön verkkoon alle 5 MHz:n radiotaajuusalueilla. Koska vuotovirta (I_1) syötetään takaisin laitteisiin suojauksen (I_3) kautta, suojatussa moottorikaapelissa syntyy vain pieni sähkömagneettinen kenttä (I_4).

Suojaus vähentää säteilyhäiriöitä, mutta lisää matalataajuisia häiriöitä verkossa. Kytke moottorikaapelin suojaus taajuusmuuttajan koteloon ja moottorin koteloon. Paras tapa tehdä tämä on integroitujen suojauspuristimien käyttö, sillä näiden avulla voidaan välttää kierretyt suojauksen päät (siansaparot). Kierretyt suojauksen päät kasvattavat suojauksen impedanssia suuremmilla taajuuksilla, mikä heikentää suojauksen tehoa ja kasvattaa vuotovirtaa (I_4).

Kiinnitä suojaus kotelon kumpaankin päähän, jos suojattua kaapelia käytetään:

- Rele.
- Ohjauskaapeli.
- Signaaliliittymä.
- Jarru.

Joissakin tilanteissa suoja on kuitenkin katkaistava hurinasilmukoiden välttämiseksi.



1	Maadoitusjohdin	4	Taajuusmuuttaja
2	Suojaus	5	Suojattu moottorikaapeli
3	Verkon vaihtovirran syöttö	6	Moottori

Kuva 2.18 Vastaava kaavio: Kondensaattorien kytkentä, joka aiheuttaa vuotovirtoja

Kun taajuusmuuttajan asennuslevylle asetetaan suojaus, asennuslevyn on oltava valmistettu metallista. Metalliset asennuslevyt varmistavat, että suojauksen virrat johdetaan takaisin laitteeseen. Varmista lisäksi hyvin sähköä johtava kosketus asennuslevystä kiinnitysruuvien kautta taajuusmuuttajan koteloon.

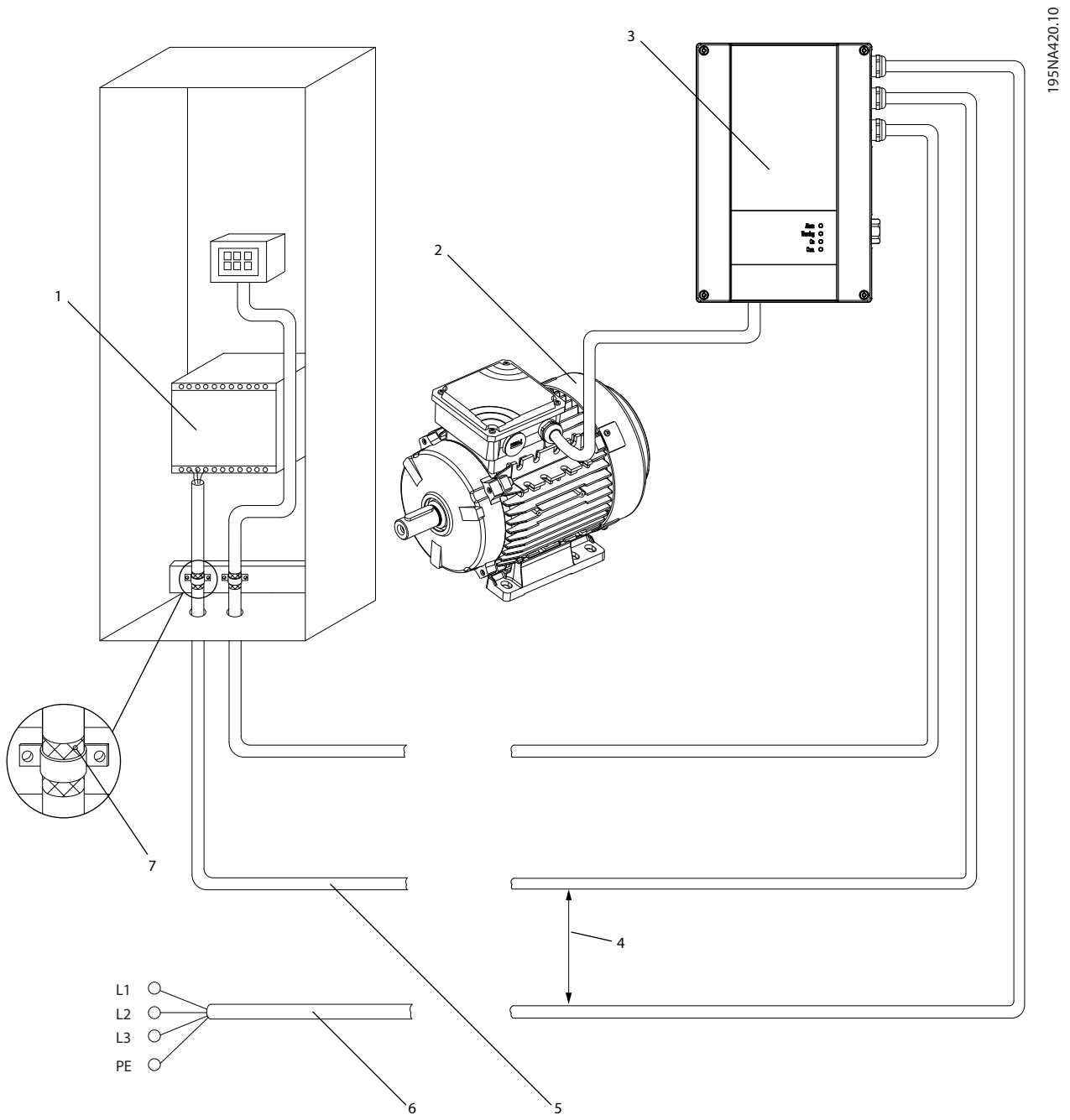
Jotkin päästövaatimukset eivät täyty käytettäessä suojaamatonta kaapelia, vaikka useimmat sietovaatimukset täyttyvät.

Jotta koko järjestelmän (taajuusmuuttaja + asennus) häiriötaso saataisiin mahdollisimman alhaiseksi, pidä moottorikaapelit mahdollisimman lyhyinä. Vältä pienen viestitason ohjauskaapeleiden vetämistä lähelle moottorikaapeleita. Erityisesti ohjauselektroniikka tuottaa taajuudeltaan yli 50 MHz olevaa ilmassa kulkeutuvaa radiohäiriötä. Katso lisätietoja EMC:stä kohdasta *kappale 2.6.1 EMC-direktiivin mukainen sähköasennus*.

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

2

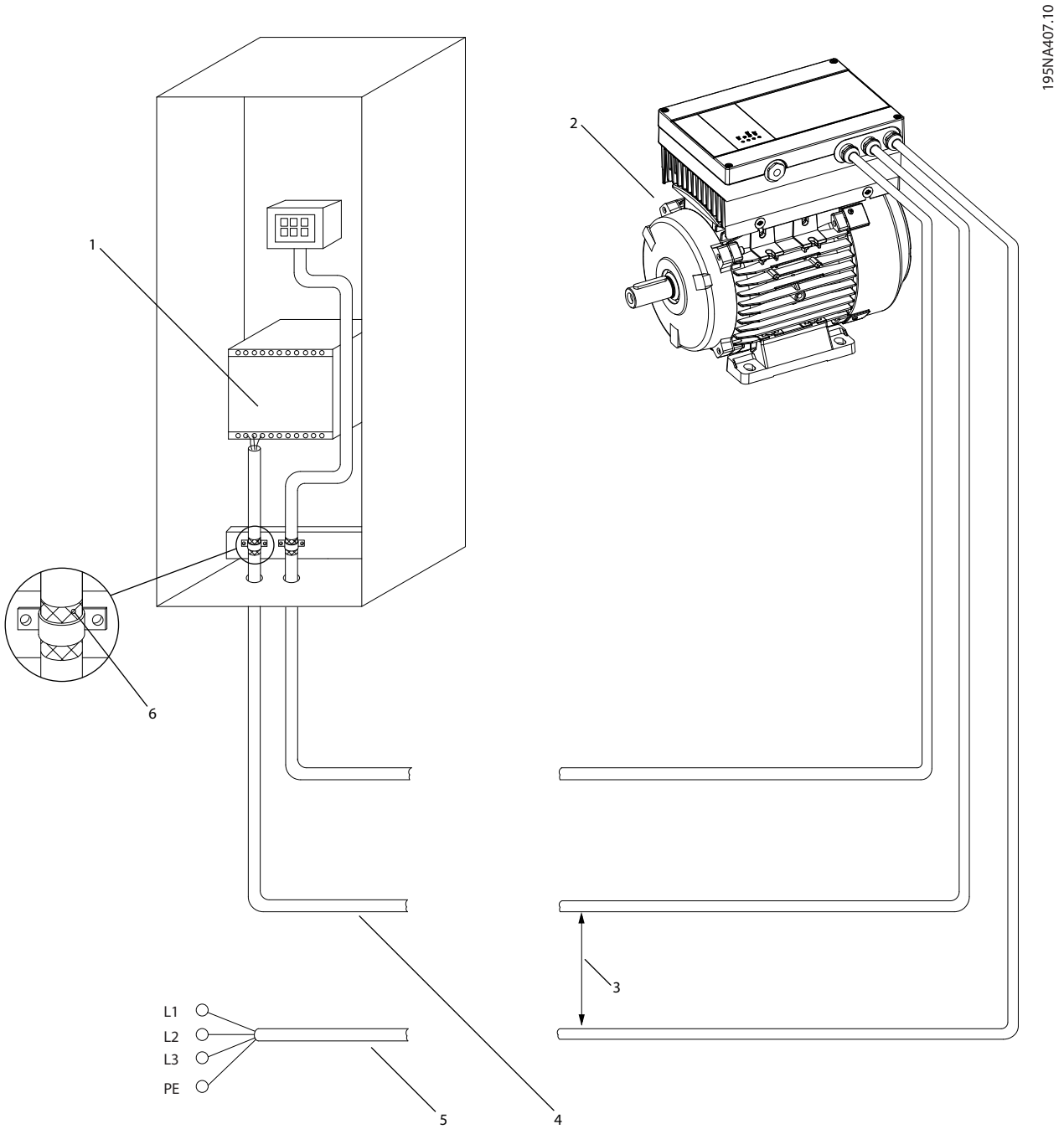
2.6.1 EMC-direktiivin mukainen sähköasennus



1	PLC	5	Ohjauskaapelit
2	Moottori	6	Verkkovirta, 3-vaiheinen ja vahvistettu PE
3	Taajuusmuuttaja	7	Kaapelin eristys (kuorittu)
4	Vähintään 200 mm:n (7,87 tuumaa) väli ohjauskaapelin, syöttökaapelin ja moottorin syöttökaapelin välillä.		

Kuva 2.19 EMC-direktiivin mukainen sähköasennus, FCP 106

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.



1	PLC	4	Ohjauskaapelit
2	DriveMotor	5	Verkkovirta, 3-vaiheinen ja vahvistettu PE
3	Vähintään 200 mm:n (7,87 tuumaa) väli ohjauskaapelin ja syöttökaapelin välillä.	6	Kaapelin eristys (kuorittu)

Kuva 2.20 EMC-direktiivin mukainen sähköasennus, FCM 106

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

Huomaa seuraavat yleiset kohdat EMC-direktiivin mukaisen sähköasennuksen varmistamiseksi:

- Käytä vain suojattuja moottorikaapeleita ja suojattuja ohjauskaapeleita.
- Kytke suojaus maadoitukseen molemmissa päissä.
- Vältä kierrettyjä suojauksen päitä (siansaparot), koska ne tuhoavat suojausvaikutuksen suurilla taajuuksilla. Käytä niiden sijasta kaapelin vedonpoistimia.
- Varmista, että taajuusmuuttaja ja PLC ovat samassa maadoituspotentiaalissa.
- Käytä tähtialuslevyjä ja sähköä johtavia asennuslevyjä.

2.6.2 Päästövaatimukset

Vaihtuvanopeuksisia taajuusmuuttajia koskevan EMC-tuotestandardin EN/IEC 61800-3:2004 mukaan EMC-vaatimukset riippuvat taajuusmuuttajan aiotusta käyttötarkoituksesta. EMC-tuotestandardi määrittää neljä luokkaa, jotka kuvataan kohdassa *Taulukko 2.2*, sekä sähköverkkoon johtuvia päästöjä koskevat vaatimukset.

Luokka	Standardin EN/IEC 61800-3:2004 mukainen määritelmä	Johtuneita päästöjä koskeva vaatimus standardin EN 55011 mukaisten rajojen mukaan
C1	Taajuusmuuttajat asennettuna julkiseen sähköverkkoon (koti ja toimisto), jossa verkkojännite on alle 1000 V.	Luokka B
C2	Julkiseen sähköverkkoon (koti ja toimisto), jossa verkkojännite on alle 1000 V, asennetut taajuusmuuttajat, jotka eivät ole pistokkeellisia eivätkä siirrettäviä ja joiden asennukseen ja käyttöönottoon tarvitaan ammattilainen.	Luokka A ryhmä 1
C3	Rajoitettuun jakeluun (teollisuus) asennetut taajuusmuuttajat, joiden verkkojännite on alle 1000 V.	Luokka A ryhmä 2
C4	Rajoitettuun jakeluun asennetut taajuusmuuttajat, joiden verkkojännite on vähintään 1000 V tai joiden nimellisvirta on vähintään 400 A tai jotka on tarkoitettu käyttöön monimutkaisissa järjestelmissä.	Ei rajaa. Tee EMC-suunnitelma.

Taulukko 2.2 Päästövaatimukset–EN - EN/IEC 61800-3:2004

Yleisiä päästöstandardeja käytettäessä taajuusmuuttajan on oltava seuraavien rajojen mukaisia:

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

Taulukko 2.3 Päästövaatimukset–EN/IEC 61000-6-3 ja EN/IEC 61000-6-4

Järjestelmä käsittää:

- FCP 106 -laitteen, moottorin ja suojatun moottorikaapelin; tai
- FCM 106

Kummassakin järjestelmässä johtuneet päästöt ovat standardin EN 55011 luokan B mukaisia ja säteilypäästöt ovat standardin EN 55011 luokan A, ryhmän 1 mukaisia. Yhdenmukaisuus saavutetaan seuraavissa olosuhteissa:

- Sisäänrakennettu RFI-suodatin
- Taajuusmuuttaja asetettu nimelliskytkentätaajuudelle.
- Suojatun moottorikaapelin enimmäispituus on 2 m.

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

2.6.3 Häiriönsietovaatimukset

Taajuusmuuttajien häiriönsietovaatimukset riippuvat ympäristöstä, johon ne on asennettu. Teollisessa ympäristössä vaatimukset ovat suuremmat kuin koti- ja toimistoympäristössä. Kaikki Danfossin taajuusmuuttajat täyttävät teollisuusympäristön vaatimukset. Siksi taajuusmuuttajat ovat myös koti- ja toimistoympäristöjen alhaisempien vaatimusten mukaisia suurella turvamarginaalilla.

Sähköisten ilmiöiden aiheuttaman purkaustransienttien siedon dokumentoimiseksi on tehty seuraavat sietotestit seuraavien perusstandardien mukaisesti.

- EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2): Sähköstaattiset purkaukset (ESD): Ihmisten aiheuttamien staattisen sähkön purkausten simulointi.
- EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3): Saapuvan sähkömagneettisen kentän säteilyn, amplitudimoduloitujen tutka- ja radiolaitteiden sekä matkaviestimien vaikutusten simulointi.
- EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4): Purkaustransientit: Kontaktorin releen tai vastaavan laitteen kytkemisen aiheuttaman häiriön simulointi.
- EN 61000-5-5 (IEC 61000-4-4): Piikkitransientit: Esimerkiksi asennusten lähelle iskevän salaman aiheuttamien transienttien simulointi.
- EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6): FM, yleinen moodi: Kytkentäkaapeleilla liitettyjen radiolähetinlaitteiden vaikutuksen simulointi.

Perusstandardi	**Purkaus IEC 61000-4-4**	**Piikki IEC 61000-4-5**	**ESD IEC 61000-4-2**	**Säteilevä sähkömagneettinen kenttä IEC 61000-4-3**	**FM, yleisen moodin jännite IEC 61000-4-6**
Hyväksymiskriteerit	B	B	B	A	A
Linja (ei suojausta)	4 kV	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	–	–	10 V_{rms}
LCP:n johto	2 kV	2 kV/2 Ω[1)]	–	–	10 V_{rms}
Ohjausjohtimet	2 kV	2 kV/2 Ω [1)]	–	–	10 V_{rms}
Ulkoinen 24 VDC	2 kV	2 kV/2 Ω[1)]	–	–	10 V_{rms}
Relejohtimet	2 kV	42 kV/42 Ω	–	–	10 V_{rms}
Kotelointi	–	–	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	–

Taulukko 2.4 Häiriönsietovaatimukset

1) Injektio kaapelisuojaan.

Lyhenteet:

AD – ilmapurkaus

CD – kontaktipurkaus

CM – yleinen moodi

DM – erotusmoodi

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

2

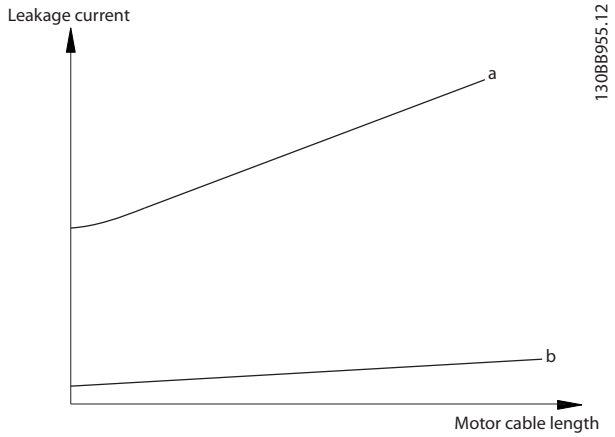
2.7 Vuotovirta

2.7.1 Maavuotovirta

Noudata vuotovirraltaan yli 3,5 mA olevien laitteiden maadoittamista koskevia kansallisia ja paikallisia sääntöjä. Taajuusmuuttajateknologia sisältää suuritaajuuskytkennän suurella teholla. Tämä aiheuttaa vuotovirran maaliitäntään.

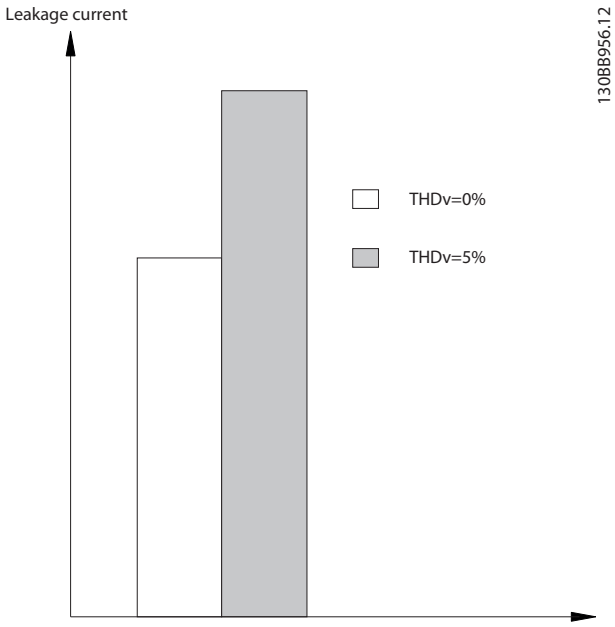
Maavuotovirta aiheutuu useista eri seikoista ja se riippuu erilaisista järjestelmän konfiguraatioista, joihin kuuluvat:

- RFI-suodatus.
- Moottorikaapelin pituus.
- Moottorikaapelin suojaus.
- Taajuusmuuttajan teho.



Kuva 2.21 Moottorikaapelin pituus ja teholuokka vaikuttavat vuotovirtaan. Teholuokka a > teholuokka b

Vuotovirta riippuu myös linjan vääristymästä.



Kuva 2.22 Linjan vääristymä vaikuttaa vuotovirtaan

Jos vuotovirta on suurempi kuin 3.5 mA, standardin EN/IEC61800-5-1 (sähkökäyttöjärjestelmien tuotestandardi) vaatimusten täyttäminen edellyttää erityishuomiota.

Vahvista maadoitus seuraavilla suojamaadoituksen kytkentävaatimuksilla:

- Maadoitusjohtimen (liitin 95) poikkipinta-ala vähintään 10 mm^2.
- Kaksi erillistä maadoitusjohdinta, jotka molemmat ovat mitoitussääntöjen mukaisia.

Katso lisätietoja standardeista EN/IEC61800-5-1 ja EN 50178.

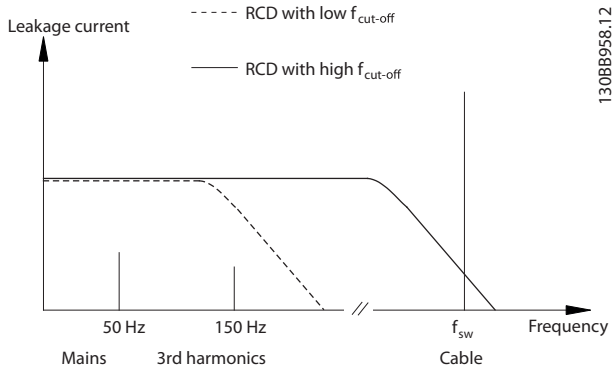
Vikavirtareleiden käyttö

Vikavirtareleitä (vikavirtakatkaisijoita) käytettäessä tulee noudattaa seuraavia ohjeita:

- Käytä ainoastaan B-tyypin vikavirtareleitä, sillä ne pystyvät tunnistamaan vaihto- ja tasavirtoja.
- Käytä vikavirtareleitä, joissa on viive, joka estää transienteista maavirroista johtuvia vikoja.
- Mitoita vikavirtareleet järjestelmän konfiguroinnin ja ympäristötekijöiden mukaan.

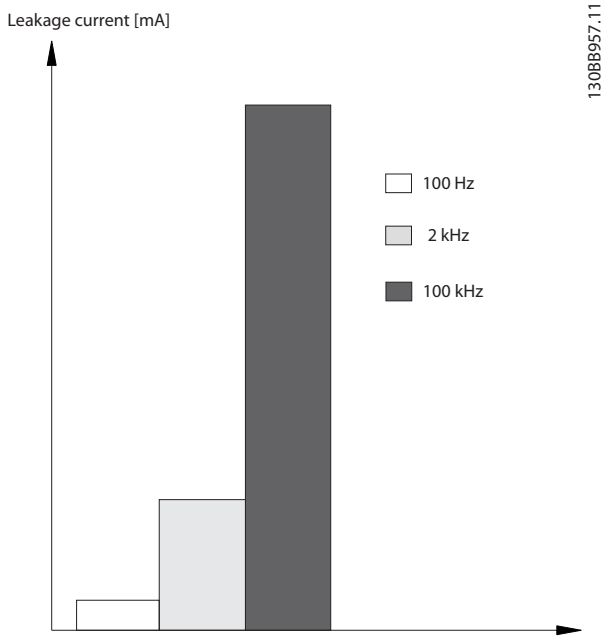
Vuotovirtaan sisältyy monia taajuuksia, jotka aiheutuvat sekä verkkovirran taajuudesta että kytkentätaajuudesta. Vikavirtareleen tyypistä riippuu, tunnistetaanko kytkentätaajuus.

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.



Kuva 2.23 Vuotovirran päätekijät

Vikavirtareleen havaitseman vuotovirran määrä riippuu vikavirtareleen katkaisutaajuudesta.



Kuva 2.24 Vikavirtareleen katkaisutaajuuden vaikutus vuotovirtaan

⚠VAROITUS

SÄHKÖISKUVAARA

Taajuusmuuttaja voi aiheuttaa PE-johtimeen tasavirran, minkä seurauksena voi olla kuolema tai vakava loukkaantuminen.

- **Kun sähköiskusuojaukseen käytetään vikavirta-relettä (RCD), vain B-tyypin RCD:tä saa käyttää syöttöpuolella.**

Suosituksen noudattamatta jättäminen tarkoittaa, että RCD ei suojaa tarkoitetulla tavalla.

2.8 Galvaaninen erotus (PELV)

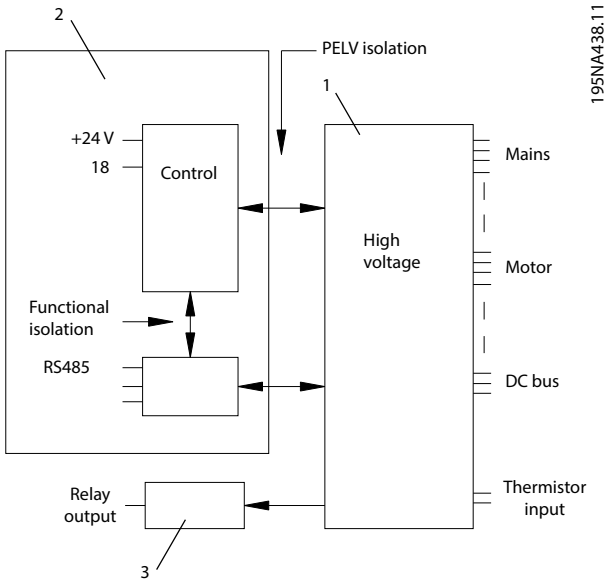
PELV suojaa antamalla erityisen alhaisen jännitteen. Suojan sähköiskua vastaan katsotaan olevan varmistettu, kun sähkönsyöttö on PELV-tyyppiä ja asennus on tehty PELV-tuotteita koskevien paikallisten/kansallisten ohjeiden mukaan.

Kaikki ohjausliittimet ja releliittimet 01–03/04–06 ovat PELV-vaatimusten mukaisia (Protective Extra Low Voltage). (Ei koske 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/IEC 61800-5-1.

Komponentit, jotka muodostavat sähköisen eristyksen alla olevan mukaisesti, ovat myös EN/IEC 61800-5-1 -standardissa selostettujen parempaa eristystä ja asianmukaista testausta koskevien määräysten mukaisia. PELV-jännitteen galvaaninen erotus kuvataan kohdassa *Kuva 2.25*.

Jotta PELV-vaatimukset toteutuisivat, kaikki ohjausliittimiin tehtävät liitokset on tehtävä PELV-vaatimusten mukaisesti.



1	Suurjännitepiiri
2	I/O-ohjauskortti
3	Mukautetut releet

Kuva 2.25 Galvaaninen erotus

2

HUOMAUTUS!

SUURI KORKEUS

Jos asennuspaikka on yli 2 000 metrin (6 562 jalkaa) korkeudessa, pyydä Danfoss -yhtiöltä lisätietoja PELV-vaatimuksista.

Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

3 Järjestelmäintegrointi

3.1 Johdanto

Tässä luvussa kuvataan, mitä seikkoja on otettava huomioon, kun taajuusmuuttaja integroidaan järjestelmään- Luku on jaettu neljään osaan:

- Tulo taajuusmuuttajaan verkkovirran puolelta, mukaan lukien:
  - Teho:
  - Harmoniset virrat:
  - Valvonta.
  - Kaapelointi.
  - Sulakkeet.
  - Muut seikat (*kappale 3.2 Verkkovirtatulo*).
- Taajuusmuuttajan lähtö moottorille, mukaan lukien:
  - Moottorityypit.
  - Kuorma.
  - Valvonta.
  - Kaapelointi.
  - Muut seikat (*kappale 3.3 Moottorit*).
- Taajuusmuuttajan tulon ja lähdön integrointi optimaalista järjestelmää varten, mukaan lukien:
  - Taajuusmuuttajan/moottorin sovitus.
  - Järjestelmän ominaisuudet.
  - Muut seikat (*kappale 3.4 Taajuusmuuttaja/optioiden valinnat*).
- Taajuusmuuttajan käyttöolosuhteet, mukaan lukien:
  - Ympäristö.
  - Kotelot.
  - Lämpötila.
  - Redusointi.
  - Muut seikat (*kappale 3.6 Ympäristön olosuhteet*).

3.1.1 FCM 106 - integroitu taajuusmuuttaja ja moottori

Asynkroniseen moottoriin tai kestomagneettimoottoriin integroitu Danfoss VLT®-taajuusmuuttaja mahdollistaa nopeuden säädön yhtenä yksikkönä.

FCM 106 on kompaktikokoinen vaihtoehto keskitetylle ratkaisulle, jossa taajuusmuuttaja ja moottori on asennettu erillisinä yksikköinä.

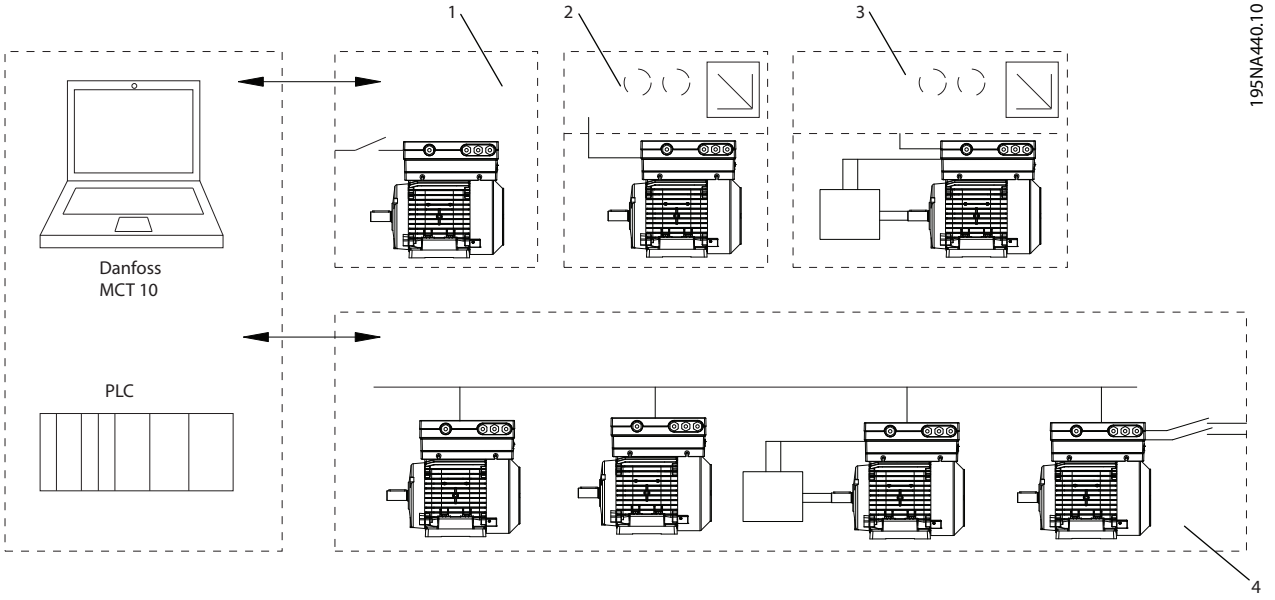
- Kaappia ei vaadita.
- Taajuusmuuttaja on asennettu suoraan moottorille sen sijaan, että se olisi yhdistetty moottorin kytkentärasiaan.
- Sähköasennukseen sisältyy ainoastaan verkkovirta- ja ohjauskytkennät. EMC-direktiivinmukaisuus ei edellytä erikoistoimenpiteitä, koska moottorikaapeleita ei ole.

Tehtaalla suoritettu FCM 106-taajuusmuuttajan ja moottorin yhteensovittaminen tarjoaa tarkan ja energiaa säästävän säädön ja eliminoi asennuspaikalla suoritettavat asetustyöt.

FCM 106-yksikköä voi käyttää erillisissä järjestelmissä tavanomaisilla ohjaussignaaleilla, kuten käynnistys- ja pysäytyssignaaleilla, nopeusohjearvoilla ja suljetun piirin prosessiohjauksella. Sitä voi käyttää myös usean taajuusmuuttajan järjestelmissä, joissa käytetään kenttäväylän jakamia ohjaussignaaleja.

Kenttäväyläsignaalien ja perinteisten ohjaussignaalien sekä suljetun piirin PI-ohjauksen yhdistelmät ovat mahdollisia.

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.



1	Käynnistys/pysäytys	3	Suljetun piirin prosessiohjaus
2	2-nopeuksinen ohjearvo	4	Yhdistetty kenttäväylä ja tavanomaiset ohjaussignaalit

Kuva 3.1 Ohjauksen rakenteiden esimerkki

3.2 Verkkovirtatulo

3.2.1 Verkkosyötön häiriöt/Harmoniset virrat

3.2.1.1 Yleistä harmonisten virtojen päästöistä

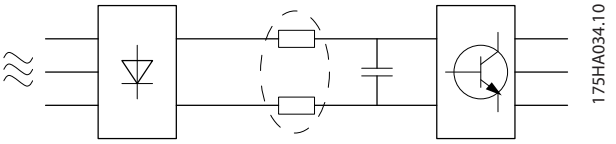
Taajuusmuuttajan verkosta ottama virta poikkeaa sinimuodosta. Tämä suurentaa tulovirtaa I_{RMS}. Ei-sinimuotoinen virta jaetaan Fourier-muunnoksella sinimuotoisiin, eritaajuisiin komponentteihin eli harmonisiin yliaaltoihin I_n, joiden perustaajuus on 50 Hz:

Harmoniset virrat	I_1	I_5	I_7
Hz	50	250	350

Taulukko 3.1 Harmoniset virrat

Harmoniset virrat suurentavat asennuksen lämpöhäviöitä (muuntaja, kaapelit), mutta ne eivät vaikuta tehonkulutukseen suoraan. Suuremmat lämpöhäviöt voivat aiheuttaa muuntajan ylikuormituksen ja korkeita lämpötiloja kaapeleissa. Pidä siksi harmoniset virrat alhaisina seuraavasti:

- Käytä taajuusmuuttajia, joissa on sisäiset harmonisten suodattimet.
- Käyttämällä kehittyneitä ulkoisia suodattimia (aktiivisia tai passiivisia).



Kuva 3.2 Suodattimet

HUOMAUTUS!

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

Harmonisten virtojen minimoimiseksi taajuusmuuttajissa on tasajännitevälipiirin kuristimet vakiona. Yleensä nämä kuristimet alentavat tulovirtaa I_{RMS} 40 %.

Verkkojännitteen vääristymät riippuvat harmonisten virtojen suuruudesta kerrottuna kyseistä taajuutta vastaavalla verkon sisäisellä impedanssilla. Jännitteen kokonaisvääristymä THDv lasketaan jännitteen harmonisista komponenteista seuraavalla kaavalla:

$$THD\% = \sqrt{U_5^2 + U_7^2 + \ldots + U_N^2}$$

(U_N% arvosta U)

3.2.1.2 Harmoniset päästövaatimukset

Yleiseen sähköverkkoon kytkettyjen laitteiden on täytettävä seuraavien standardien vaatimukset:

Standardi	Laitteen tyyppi	Teholuokka[1)] FCP 106 ja FCM 106
IEC/EN 61000-3-2, luokka A	Ammattikäyttöön tarkoitetut kolmivaiheiset tasapainotetut laitteet, kokonaisteho enintään 1 kW (1.5 hv).	0.55–0.75 kW (0.75–1.0 hv)
IEC/EN 61000-3-12, Taulukko 4	Laitteet 16–75 A ja ammattikäyttöön tarkoitetut laitteet, vähintään 1 kW (1.5 hv), vaihevirta enintään 16 A.	1.1–7.5 kW (1.5–10 hv)

Taulukko 3.2 Harmonisten virtojen päästöjen vaatimustenmukaisuus

1) Nimellistehot liittyvät normaaliin ylikuormaan, katso kappale 6.2 Sähkötiedot.

IEC 61000-3-2, Harmonisten virtojen päästöjen rajoitukset (laitteen tulovirta ≤16 A vaihetta kohti)
Standardi IEC 61000-3-2 koskee laitteita, jotka on yhdistetty julkiseen pienjännitejakelujärjestelmään, jonka tulovirta on ≤ 16 A vaihetta kohti. Neljä päästöluokkaa on määritetty: Luokka A–D: Danfoss-taajuusmuuttajat ovat luokan A laitteita. Kokonaisnimellisvirraltaan >1 kW (1.5 hv) oleville ammattikäyttöön tarkoitetuille laitteille ei kuitenkaan ole rajoituksia.

IEC 61000-3-12, Julkiseen pienjännitejärjestelmään kytkettyjen laitteiden tuottamien harmonisten virtojen rajat, tulovirta >16 A ja ≤75 A
Standardi IEC 61000-3-12 koskee laitteita, jotka on yhdistetty julkiseen pienjännitejakelujärjestelmään, jonka tulovirta on 16–75 A. Päästörajat ovat nykyisin vain 230/400 V 50 Hz -järjestelmille ja muiden järjestelmien rajat lisätään myöhemmin. Taajuusmuuttajia koskevat päästörajat ovat standardin taulukossa 4. Yksittäisille harmonisille virroille (5., 7., 11. ja 13.) sekä THDi:lle ja PWHD:lle on vaatimukset.

3.2.1.3 Harmonisten virtojen testitulokset (päästö)

MH1[1)]	Yksittäinen harmoninen virta I_n/I_{ref} (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	13
0.55–1.5 kW (0.65–2.0 hv), 380–480 V	32.33	17.15	6.8	3.79
R_{sce}-raja	98	86	59	48
	Harmonisen virran vääristymäkerroin (%)			
	THC		**PWHC**	
0.55–1.5 kW (0.75–2.0 hv), 380–480 V (tyypillinen)	38		30.1	
R_{sce}-raja	95		63	

Taulukko 3.3 MH1

1) Nimellistehot liittyvät normaaliin ylikuormaan, katso kappale 6.2 Sähkötiedot.

MH2[1)]	Yksittäinen harmoninen virta I_n/I_{ref} (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	13
2.2–4 kW (3.0–5.0 hv), 380–480 V	35.29	35.29	7.11	5.14
R_{sce}-raja	107	99	61	61
	Harmonisen virran vääristymäkerroin (%)			
	THC		**PWHC**	
2.2–4 kW (3.0–5.0 hv), 380–480 V (tyypillinen)	42.1		36.3	
R_{sce}-raja	105		86	

Taulukko 3.4 MH2

1) Nimellistehot liittyvät normaaliin ylikuormaan, katso kappale 6.2 Sähkötiedot.

MH3[1)]	Yksittäinen harmoninen virta I_n/I_{ref} (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	13
5.5–7.5 kW (7.5–10 hv), 380–480 V	30.08	15.00	07.70	5.23
R_{sce}-raja	91	75	66	62
	Harmonisen virran vääristymäkerroin (%)			
	THC		**PWHC**	
5.5–7.5 kW (7.5–10 hv), 380–480 V (tyypillinen)	35.9		39.2	
R_{sce}-raja	90		97	

Taulukko 3.5 MH3

1) Nimellistehot liittyvät normaaliin ylikuormaan, katso kappale 6.2 Sähkötiedot.

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

Varmista, että syötön S_{sc} oikosulkuteho on vähintään:

$S_{SC} = \sqrt{3} \times R_{SCE} \times U_{verkkovirta} \times I_{equ} = \sqrt{3} \times 120 \times 400 \times I_{equ}$
käyttäjän syötön ja julkisen järjestelmän (R_{sce}) välisessä rajapintapisteessä.

Laitteiston asentajan tai käyttäjän on varmistettava, että laitteisto on yhdistetty ainoastaan syöttöön, jonka oikosulkuvirta S_{sc} ≥ edellä mainittu arvo. Ota tarvittaessa yhteys jakeluverkon operaattoriin.
Muut teholuokat voi kytkeä yleiseen syöttöverkkoon jakeluverkon operaattorin suostumuksella.

Erilaisten järjestelmätasoisten ohjeiden vaatimustenmukaisuus:

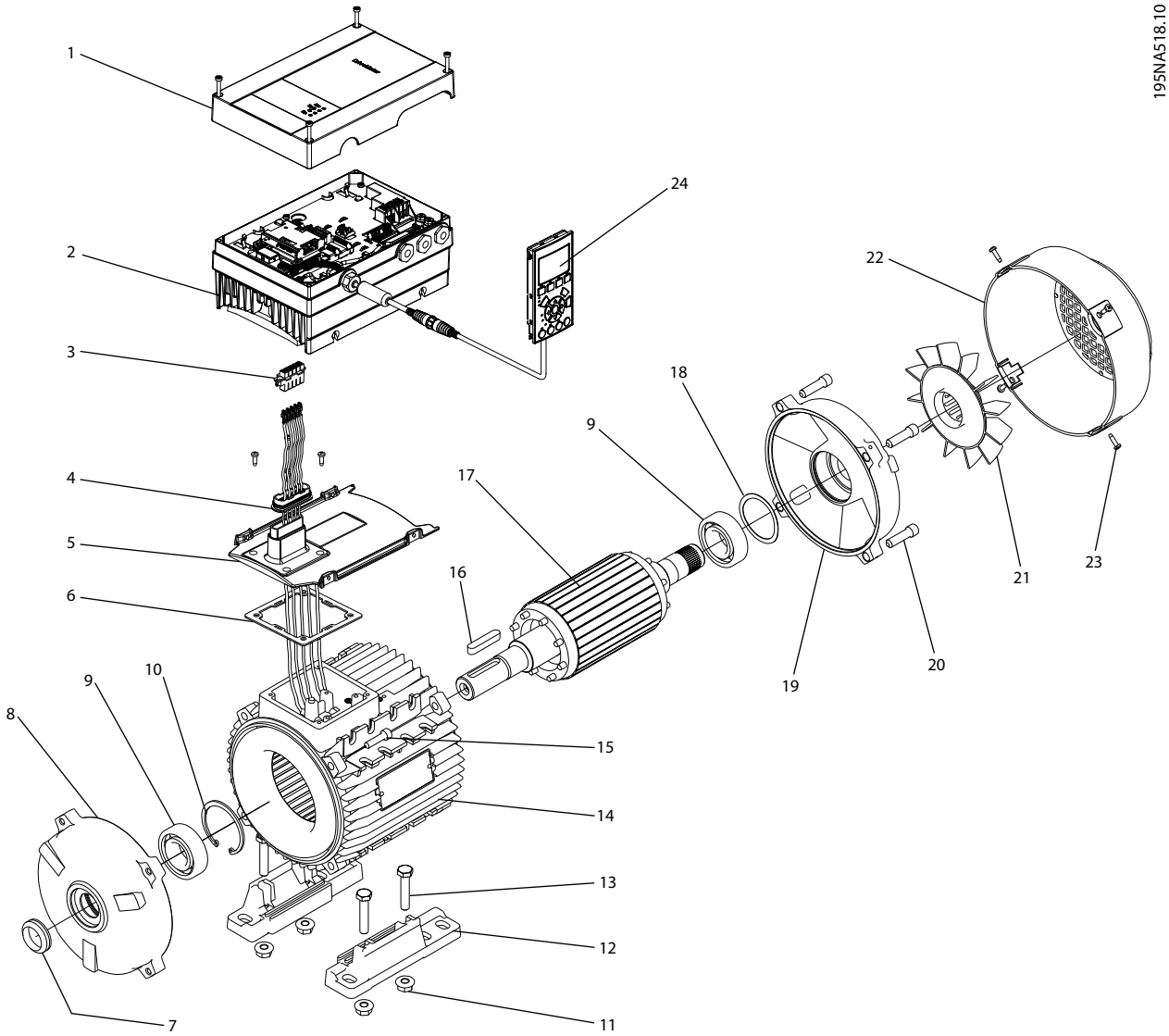
Harmonisten virtojen tiedot kohdissa *Taulukko 3.3–Taulukko 3.5* on lueteltu standardin IEC/EN 61000-3-12 mukaisesti sähkökäyttöjärjestelmiä koskevan tuotestandardin osalta. Näitä tietoja voidaan käyttää:

- Laskutoimitusten perusteena laskettaessa harmonisten virtojen vaikutusta syöttöjärjestelmään.
- Sovellettavien alueellisten ohjeiden vaatimustenmukaisuuden dokumentointiin: IEEE 519 -1992; G5/4.

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

3.3 Moottorit

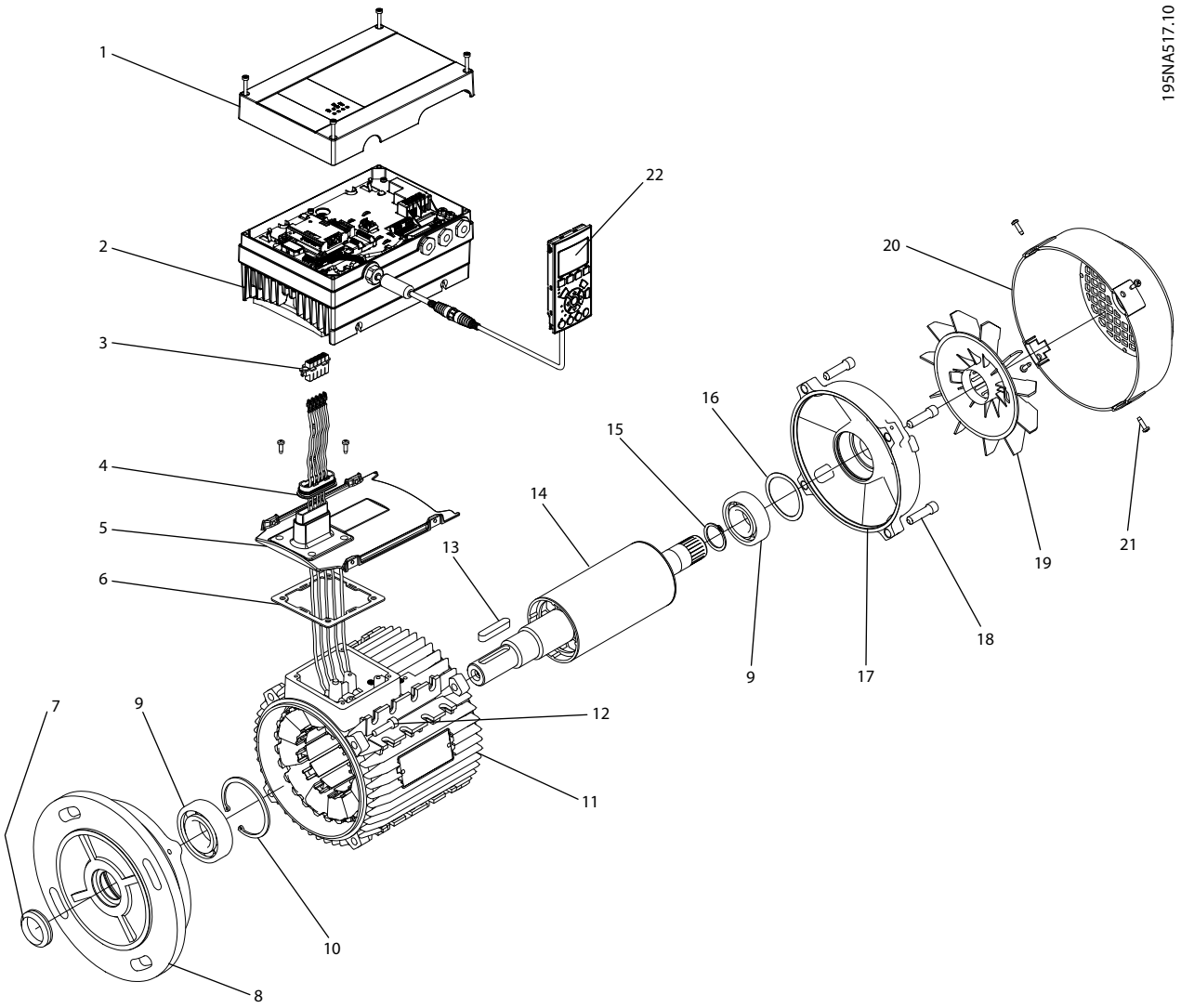
3.3.1 Räjäytyskuvat



1	Taajuusmuuttajan suojus	13	Jalan kiinnitysruuvi
2	Taajuusmuuttajan kotelointi	14	Staattorin runko
3	Moottorin liitin	15	Käyttöpään laakerikilven kiinnitysruuvi
4	Moottorin liittimen tiiviste	16	Akselikiila
5	Moottorisovitinlevy	17	Roottori
6	Moottorin ja moottorisovitinlevyn välinen tiiviste	18	Esikuormitettu aluslevy
7	Käyttöpään pölytiiviste	19	Ei-käyttöpään laakerikilpi
8	Käyttöpään laakerikilpi	20	Ei-käyttöpään laakerikilven kiinnityspultti
9	Laakeri	21	Puhallin
10	Lukkorengas	22	Puhaltimen kotelo
11	Jalan kiinnitys	23	Puhaltimen suojuksen ruuvi
12	Irrotettavat jalat	24	LCP

Kuva 3.3 FCM 106 asynkronisen moottorin kanssa, B3 räjäytyskuva

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.



1	Taajuusmuuttajan suojus	12	Käyttöpään laakerikilven kiinnitysruuvi
2	Taajuusmuuttajan kotelointi	13	Akselikiila
3	Moottorin liitin	14	Roottori
4	Moottorin liittimen tiiviste	15	Lukkorengas
5	Moottorisovitinlevy	16	Esikuormitettu aluslevy
6	Moottorin ja moottorisovitinlevyn välinen tiiviste	17	Ei-käyttöpään laakerikilpi
7	Käyttöpään pölytiiviste	18	Ei-käyttöpään laakerikilven kiinnityspultti
8	Laakerikilven laippa	19	Puhallin
9	Laakeri	20	Puhaltimen kotelo
10	Lukkorengas	21	Puhaltimen suojuksen ruuvi
11	Staattorin runko	22	LCP

Kuva 3.4 FCM 106 PM-moottorin kanssa, B5 räjäytyskuva

3.3.2 Nostaminen

HUOMAUTUS!

NOSTAMINEN - LAITTEEN VAURIOITUMISEN RISKI
Virheellinen nostaminen voi aiheuttaa laitteiston vahingoittumisen.

- **Käytä kumpaakin nostosilmukkaa, jos laitteessa on ne.**
- **Estä pystysuoraan nostaessasi hallitsematon pyöriminen.**
- **Älä nosta nostolaitteella muita laitteita pelkästään moottorin nostokohtien varassa.**

Ainoastaan pätevät henkilöt saavat käsitellä ja nostaa yksikköä. Varmista:

- Tuotetietojen ja käyttöoppaan sekä turvallisten työtoimien vaatimien työkalujen ja käsittelylaitteiden saatavuus.
- Että nosturit, köydet ja palkit on mitoitettu kestämään nostettavan laitteiston paino. Katso laitteen painotiedot kohdasta *kappale 6.1.5 Paino*.
- Että nostosilmukkaa käytettäessä silmukan alaosa on kiristetty tiukasti staattorin pintaa vasten ennen nostamista.

Laitteen mukana toimitetut nostosilmukat ja tapit on mitoitettu kestämään ainoastaan laitteen paino, ei kiinnitettyjen lisälaitteiden ylimääräinen paino.

3.3.3 Laakerit

Standardiratkaisu on kiinteä laakeri moottorin käyttöpuolella (akselin ulostulopuolella).
Varmista staattisten painumien ehkäisemiseksi, että varastotila on värähtelemätön. Lukitse akseli, jos vähäiselle värähtelylle altistumista ei voi estää. Laakereissa saattaa olla akselinlukitsin, jonka on oltava lukittuna säilytyksen ajan. Pyöritä akseleita käsin 1/4 kierros viikon välein. Tehtaalta toimitettaessa laakerit on täytetty litiumpohjaisella rasvalla.

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

3.3.4 Laakerien käyttöikä ja voitelu

Taulukko 3.6 ja *Taulukko 3.7* esittävät kuulalaakerien arvioidun käyttöiän seuraavien edellytysten täyttyessä:

- Lämpötila 80 °C (176 °F).
- Radiaalivoimat puolta akselin pituudesta vastaavassa kuormituspisteessä eivät ylitä kohdissa *Taulukko 3.6* ja *Taulukko 3.7* määritettyjä arvoja.

IE2 50 Hz 3-vaihemoottorit		Sallitut radiaaliset voimat		Sallitut aksiaaliset voimat (IMB3)		Sallitut aksiaaliset voimat (IMV1)		Sallitut aksiaaliset voimat (IMV1)	
				Molem. suunnat		Voima ylöspäin		Voima alaspäin	
		20 000 h	40 000 h	20 000 h	40 000 h	20 000 h	40 000 h	20 000 h	40 000 h
Moottorin koko	Napojen määrä	F rad [N]	F rad [N]	F ax [N]	F ax [N]	F ax [N]	F ax [N]	F ax [N]	F ax [N]
71	2	460	370	230	175	260	205	210	170
	4	580	465	330	250	350	275	300	240
80	2	590	475	320	255	340	280	290	220
	4	830	665	440	350	470	380	410	310
90	2	670	535	340	260	380	315	310	235
	4	940	750	480	365	470	385	440	330
100	2	920	735	480	360	540	460	430	325
	4	1290	1030	680	530	740	620	620	465
112	2	930	745	480	380	560	475	400	300
	4	1300	1040	680	540	750	630	600	450
132 S	2	1350	1080	800	625	1000	845	610	460
	4	1900	1520	1130	880	1320	1095	930	700
132 M	2	1400	1120	780	610	990	835	580	435
	4	1970	1575	1090	850	1300	1080	890	670
160 M	2	1550	1240	840	685	1180	975	500	395
	4	2170	1735	1180	950	1520	1245	830	640
160 L	2	1580	1265	820	675	1180	980	460	365
	4	2220	1775	1150	925	1510	1245	790	610

Taulukko 3.6 Sallitut voimat, IE2 50 Hz 3-vaihemoottorit

Sallitut radiaaliset voimat: Kuormituspiste vastaa puolta akselin pituudesta, aksiaalinen voima oletetaan nollaksi.

Sallitut aksiaaliset voimat: Radiaalinen voima oletetaan nollaksi.

Samanaikaisten radiaalisten ja aksiaalisten voimien sallitut kuormitukset voidaan toimittaa pyynnöstä.

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

HPS-moottorit		Sallitut radiaaliset voimat		Sallitut aksiaaliset voimat (IMB3)		Sallitut aksiaaliset voimat (IMV1)		Sallitut aksiaaliset voimat (IMV1)	
				Molem. suunnat		Voima ylöspäin		Voima alaspäin	
		20 000 h	40 000 h	20 000 h	40 000 h	20 000 h	40 000 h	20 000 h	40 000 h
Moottorin koko	Nopeus [RPM]	F rad [N]	F rad [N]	F ax [N]	F ax [N]	F ax [N]	F ax [N]	F ax [N]	F ax [N]
71	1500	580	465	330	250	350	275	300	240
	1800	520	420	295	225	315	250	270	215
	3000	460	370	230	175	260	205	210	170
	3600	415	335	205	155	235	185	190	150
90	1500	940	750	480	365	470	385	440	330
	1800	845	675	430	330	420	345	395	300
	3000	670	535	340	260	380	315	310	235
	3600	600	480	305	235	340	285	280	210
112	1500	1300	1040	680	540	750	630	600	450
	1800	1170	935	610	485	675	565	540	405
	3000	930	745	480	380	560	475	400	300
	3600	835	670	430	340	505	430	360	270
132 M	1500	–	–	–	–	–	–	–	–
	1800	1710	1370	1015	790	1190	985	835	630
	3000	1350	1080	800	625	1000	845	610	460
	3600	1215	970	720	565	900	760	550	415
132 XL	1500	1970	1575	1090	850	1300	1080	890	670
	1800	–	–	–	–	–	–	–	–
	3000	1400	1120	780	610	990	835	580	435
	3600	1260	1010	700	550	890	750	520	390
132 XXL	1500	1970	1575	1090	850	1300	1080	890	670
	1800	1770	1415	980	765	1170	970	800	600
	3000	1400	1120	780	610	990	835	580	435
	3600	1260	1010	700	550	890	750	520	390

Taulukko 3.7 Sallitut voimat, HPS-moottorit

Sallitut radiaaliset voimat: Kuormituspiste vastaa puolta akselin pituudesta, aksiaalinen voima oletetaan nollaksi.
Sallitut aksiaaliset voimat: Radiaalinen voima oletetaan nollaksi.
Samanaikaisten radiaalisten ja aksiaalisten voimien sallitut kuormitukset voidaan toimittaa pyynnöstä.

Moottorityyppi	Moottorin runkokoko	Voitelutyyppi	Lämpötila-alue
Asynkroninen	80–180	Litiumpohjainen	-40 - +140 °C (-40 - +280 °F)
PM	71–160		

Taulukko 3.8 Voitelu

Moottorin runkokoko	Nopeus [RPM]	Laakerin tyyppi, asynkroniset moottorit		Laakerin tyyppi, PM-moottorit	
		Käyttöpää	Ei-käyttöpää	Käyttöpää	Ei-käyttöpää
71	1500/3000	–	–	6205 2ZC3	6303 2ZC3
80	1500/3000	6204 2ZC3	6204 2ZC3	–	–
90	1500/3000	6205 2ZC3	6205 2ZC3	6206 2ZC3	6205 2ZC3
100	1500/3000	6206 2ZC3	6206 2ZC3	–	–
112	1500/3000	6306 2ZC3	6306 2ZC3	6208 2ZC3	6306 2ZC3
132	1500/3000	6208 2ZC3	6208 2ZC3	6309 2ZC3	6208 2ZC3
160	1500/3000	1)	1)	–	–
180	1500/3000	1)	1)	–	–

Taulukko 3.9 Moottorien vakiolaakerit ja öljytiivisteet

1) Tiedot toimitetaan myöhemmän julkaisun yhteydessä

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

3.3.5 Tasapainotus

FCM 106 on tasapainotettu standardin ISO 8821 luokan R (alennettu tasapainotus) mukaisesti. Kriittisissä sovelluksissa, erityisesti suurilla nopeuksilla (>4 000 kierrosta minuutissa (rpm)) saatetaan vaatia erityistä tasapainotusta (luokka S).

3.3.6 Käyttöakselit

Käyttöakselit on valmistettu sitkeästä teräksestä, jonka vetolujuus on 35/40 tonnia (460/540 MN/m^2). Käyttöakseleissa on vakiona DIN 332 Form D -standardin mukainen kierteitetty reikä ja kiilaura.

3.3.7 FCM 106:n hitausmomentti

Hitausmomentti J FCM 106[1)]	Asynkroninen moottori		PM-moottori	
[kW]	3 000 kierrosta minuutissa (rpm)	1 500 kierrosta minuutissa (rpm)	3 000 kierrosta minuutissa (rpm)	1 500 kierrosta minuutissa (rpm)
0.55	–	–	–	0.00047
0.75	0.0007	0.0025	0.00047	0.0007
1.1	0.00089	0.00373	0.00047	0.00091
1.5	0.00156	0.00373	0.0007	0.0011
2.2	0.0018	0.00558	0.00091	0.00082
3.0	0.00405	0.00703	0.00082	0.00104
4.0	0.00648	0.0133	0.00107	0.00131
5.5	0.014	0.03	0.00131	0.0136
7.5	0.016	0.036	0.0136	0.0206

Taulukko 3.10 Hitausmomentti [kgm^2]

1) Nimellistehot liittyvät normaaliin ylikuormaan, katso kappale 6.2 Sähkötiedot.

3.3.8 FCM 106:n moottorin runkokoko

Teholuokka[1)]	Asynkroninen moottori		PM-moottori	
[kW]	1 500 kierrosta minuutissa (rpm)	3 000 kierrosta minuutissa (rpm)	1 500 kierrosta minuutissa (rpm)	3 000 kierrosta minuutissa (rpm)
0.55	–	–	71	–
0.75	80	71	71	71
1.1	90	80	71	71
1.5	90	80	71	71
2.2	100	90	90	71
3	100	90	90	90
4	112	100	90	90
5.5	112	112	112	90
7.5	132	112	112	112

Taulukko 3.11 FCM 106 – moottorin runkokoko PM- ja asynkronisille moottoreille

1) Nimellistehot liittyvät normaaliin ylikuormaan, katso kappale 6.2 Sähkötiedot.

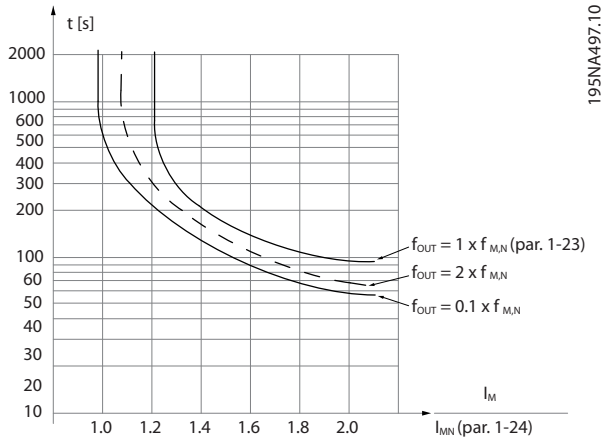
3.3.9 Moottorin lämpösuojaus

Moottorin ylikuormitussuojaus voidaan toteuttaa erilaisilla tekniikoilla:

- Elektroninen lämpörele (ETR).
- Moottorin käämien väliin asennettu termistorianturi.
- Mekaaninen lämpökytkin.

3.3.9.1 Elektroninen lämpörele

ETR on toiminnallinen ainoastaan asynkronisissa moottoreissa. ETR-suojaus käsittää bimetallireleen simuloinnin, joka perustuu todellisen virran ja nopeuden taajuusmuuttajan sisäisiin mittauksiin. Ominaisuus näytetään kohdassa *Kuva 3.5*.



Kuva 3.5 ETR-suojauksen ominaiskäyrä

X-akseli esittää arvojen I_{motor} ja I_{motor} nimellisarvojen välistä suhdetta. Y-akseli näyttää sekunteina viipeen ennen kuin ETR katkaisee toiminnan ja laukaisee taajuusmuuttajan. Käyrät näyttävät tyypillisen nimellisnopeuden kaksinkertaisella nimellisnopeudella ja 0,1 x nimellisnopeudella.

On ilmeistä, että pienemmällä nopeudella ETR katkaisee toiminnan pienemmällä lämmöllä moottorin vähäisemmän jäähdytyksen vuoksi. Näin moottori on suojassa ylikuumenemiselta pienelläkin nopeudella.

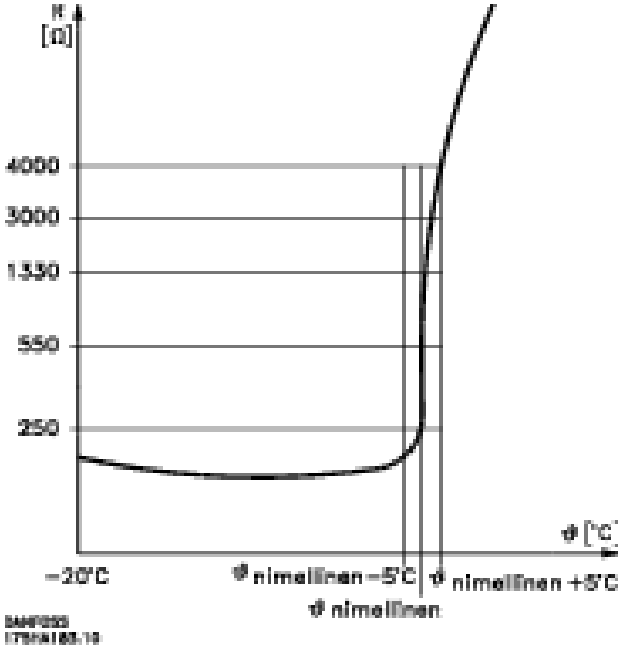
Yhteenveto
ETR on toiminnallinen ainoastaan asynkronisissa moottoreissa. ETR suojaa moottoria ylikuumenemiselta eikä muuta moottorin ylikuormaussuojausta tarvita. Kun moottori on lämmennyt, ETR-ajastin valvoo korkeassa lämpötilassa käymisen kestoa ennen moottorin pysäyttämistä ylikuumenemisen estämiseksi.
Kun moottori on ylikuumentunut ennen ETR:n moottorin sammutuslämpötilan saavuttamista, virtaraja suojaa moottoria ja sovellusta ylikuormalta. Tällöin ETR ei aktivoidu, jonka vuoksi käytetään toista lämpösuojausmenetelmää.

Aktivoi ETR parametrissa *parametri 1-90 Moottorin lämpösuojaus*. ETR-toimintoa ohjataan kohdan *parametri 4-18 Current Limit Mode* mukaisesti.

3.3.9.2 Termistori (ainoastaan FCP 106)

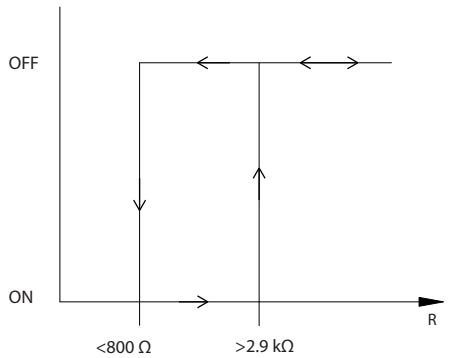
Termistori on asetettu moottorin käämien väliin. Termistorin liitäntä sijaitsee sijaitsee moottorin pistokkeessa liitinpaikoissa T1 ja T2. Katso tietoja liitinpaikoista ja johdotuksen yksityiskohdista VLT® DriveMotor FCP 106- ja FCM 106-käyttöoppaan kohdasta *Moottorin kytkentä*.

Voit valvoa termistoria asettamalla kohdassa *parametri 1-90 Motor Thermal Protection* arvoksi *[1] Thermistor Warning* tai *[2] Thermistor Trip*.



Kuva 3.6 Tyypillinen termistori toiminta

Taajuusmuuttaja laukaisee, kun moottorin lämpötila suurentaa termistorin arvon suuremmaksi kuin 2.9 kΩ. Kun termistorin arvo laskee arvoa 0.8 kΩ pienemmäksi, taajuusmuuttaja käynnistyy uudelleen.



Kuva 3.7 Taajuusmuuttajan toiminta termistorin kanssa

HUOMAUTUS!

Valitse termistori kohtien *Kuva 3.6* ja *Kuva 3.7* määritysten mukaisesti.

HUOMAUTUS!

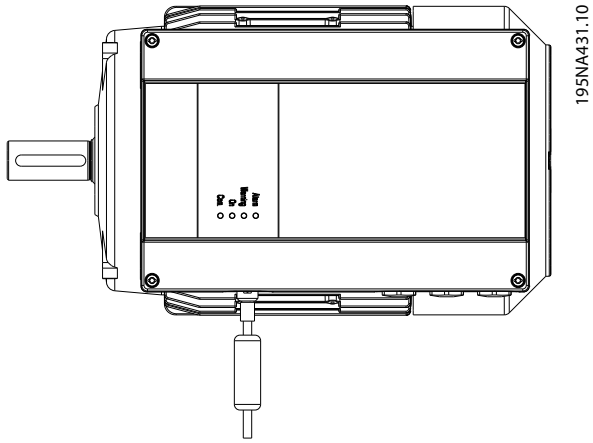
Jos termistoria ei eroteta galvaanisesti, termistorin johtimien sekoittaminen moottorin johtimien kanssa saattaa vahingoittaa taajuusmuuttajaa pysyvästi.

Termistorin sijasta voi käyttää mekaanista lämpökytkintä (Klixon-tyyppistä).

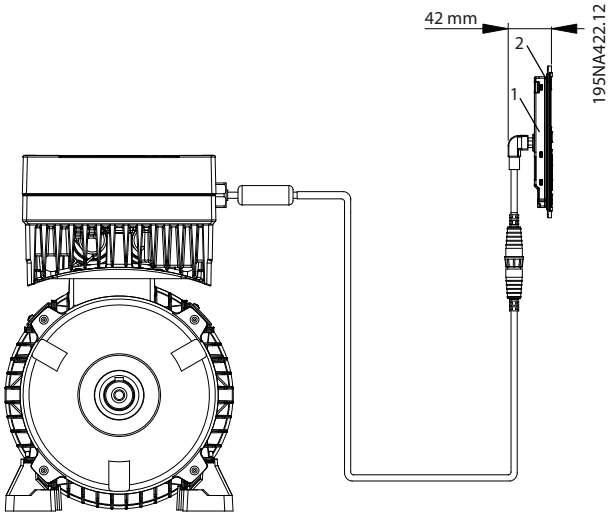
 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

3.4 Taajuusmuuttaja/optioiden valinnat

3.4.1 Etäasennussarja

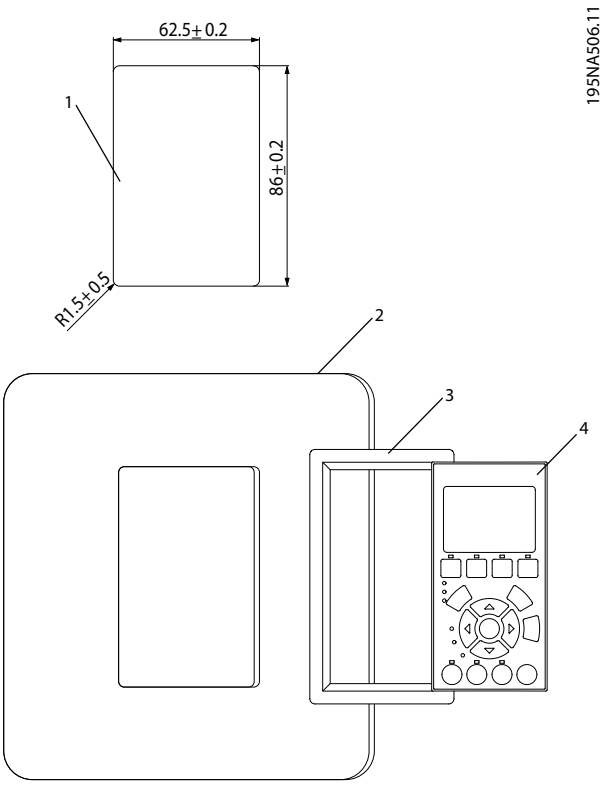


Kuva 3.8 Etäasennussarjan kytkennät



1	Ohjauspaneeli
2	Luukku

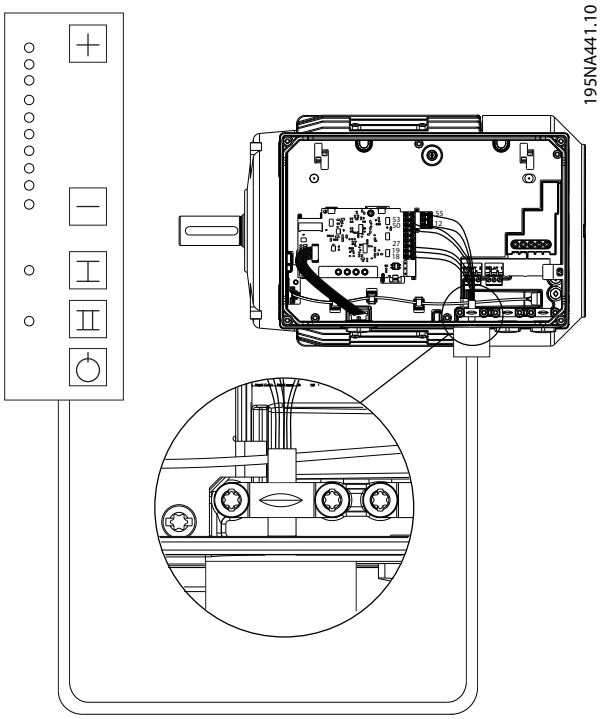
Kuva 3.10 LCP:n etäasennus



1	Paneelin talttaus. Paneelin paksuus 1–3 mm (0.04–0.12 tuumaa)
2	Paneeli
3	Tiiviste
4	LCP

Kuva 3.9 Etäasennussarjan läpivienti

3.4.2 Paikallisohjauspaneeli



Kuva 3.11 LOP:n kytkennät

Painike	Kaksino-peuksinen käyttö	Kaksitilainen käyttö	Kaksisuuntainen käyttö
Painike +/-	Aseta ohjearvo		
Painike I	Käy ohjearvolla	Käy asetuksella 1	Käy myötäpäivään
Painike II	Käy ryöminnällä	Käy asetuksella 2	Käy vast.suunt.
Painike O	Pysäytys + kuittaus		

Taulukko 3.12 Toiminta

Liitin	Kaksino-peuksinen käyttö	Kaksitilainen käyttö	Kaksisuuntainen käyttö
18	Violetti		Harmaa
19	–		
27	Ruskea		
29	Vihreä		
12	Punainen		
50	Keltainen		
55	Sininen		

Taulukko 3.13 Sähkökytkennät

Parametri	Kaksino-peuksinen käyttö	Kaksitilainen käyttö	Kaksisuuntainen käyttö
Parametri 5-10 Terminal 18 Digital Input Liitin 18	Käynnistys*		
Parametri 5-12 Terminal 27 Digital Input Liitin 27	Kuittaus		
Parametri 5-13 Terminal 29 Digital Input Liitin 29	Ryömintä*	Valitse asetukset	Käynnistys, käänteinen
Lisää parametreja	*Parametri 3-11 Jog Speed [Hz]*	*Parametri 0-10 Active Set-up = [9] Multi set-up*	*Parametri 4-10 Motor Speed Direction = [2] Both directions*

Taulukko 3.14 Parametrin asetukset

** Ilmaisee tehdasasetuksen.*

Hälytykset kuitataan jokaisessa käynnistyksessä. Voit välttää tämän kuittaamisen joko:

- Jättämällä ruskean johtimen kytkemättä tai
- Asettamalla kohtaan *parametri 5-12 Terminal 27 Digital Input* arvoksi *[0] No operation*.

Laite on aina pysäytystilassa, kun virta kytketään. Asetettu ohjearvo tallennetaan, kun tehoa pienennetään.

Voit asettaa pysyvät käynnistystilan poistamalla LOP:n pysäytystoiminnon seuraavasti:

- Kytke liitin 12 liittimeen 18.
- Älä kytke violettia/harmaata johdinta liittimeen 18.

3.5 Erityisolosuhteet

3.5.1 Redusoinnin tarkoitus

Ota redusointi huomioon, kun käytät taajuusmuuttajaa:

- Alhaisessa ilmanpaineessa (korkeilla paikoilla).
- Pienillä nopeuksilla.
- Pitkien moottorikaapelien kanssa.
- Poikkipinta-alaltaan suurilla kaapeleilla.
- Korkeissa ympäristön lämpötiloissa.

Tässä osassa kuvataan vaadittavat toiminnot.

3.5.2 Redusointi ympäristön lämpötilaa ja kytkentätaajuutta varten

Katso tämän käsikirjan kohta *kappale 6.10 Derating According to Ambient Temperature and Switching Frequency*.

3.5.3 Automaattiset muutokset suorituskyvyn varmistamiseksi

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

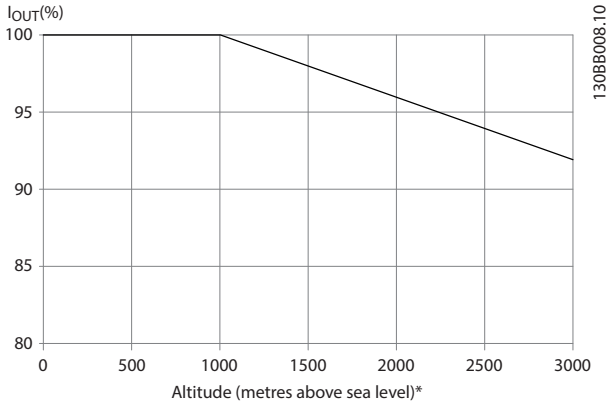
3.5.4 Redusointi matalan ilmanpaineen johdosta

Alhainen ilmanpaine heikentää ilman jäähdytyskykyä.

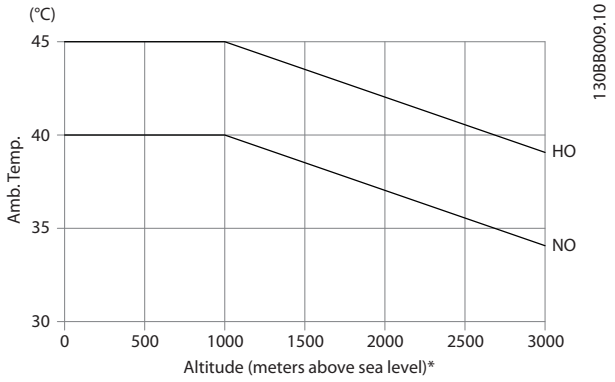
- Alle 1 000 metrin korkeudessa merenpinnasta ei nimellisarvoja tarvitse redusoida.
- Pienennä yli 1 000 metrin korkeudessa ympäristön lämpötilaa tai suurinta lähtövirtaa.
  - Pienennä lähtöä 1 % jokaista 1 000 metrin ylittävää 100 metriä kohti tai
  - Pienennä ympäristön suurinta lämpötilaa 1° korkeuden 200 metriä kohti.
- Jos korkeus on yli 2000 m, ota yhteyttä Danfoss -yhtiöön.

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

Toinen vaihtoehto on laskea ympäristön lämpötilaa korkeilla paikoilla ja siten varmistaa 100 % lähtövirta korkealla oltaessa. Esimerkki: Kun korkeus on 2 000 m ja lämpötila 45 °C ($T_{AMB, MAX}$ - 3.3 K), käytettävissä on 91 % nimellislähtövirrasta. 41.7 °C:n lämpötilassa käytettävissä on 100 % nimellislähtövirrasta.



Kuva 3.12 Esimerkki



Kuva 3.13 Lähtövirran redusointi korkeuden mukaan, kun lämpötila on $T_{AMB, MAX}$

3.5.5 Poikkeukselliset käyttöolosuhteet

Oikosulku (moottorin vaihe–vaihe)
Taajuusmuuttaja on suojattu oikosululta virtamittauksella moottorin kaikissa kolmessa vaiheessa tai DC-väylässä. Kahden lähtövaiheen välinen oikosulku aiheuttaa vaihtosuuntaajassa ylivirran. Vaihtosuuntaaja kytkeytyy pois toiminnasta, jos oikosulkuvirta ylittää sallitun arvon (*Alarm 16, Trip Lock*).

Lähdön kytkeminen
Taajuusmuuttajan moottorilähtöä voi kytkeä rajattomasti päälle ja pois. Vikailmoituksia saattaa esiintyä. Aja kiinni pyörivään moottoriin valitsemalla´kohdassa *parametri 1-73 Flying Start [2] Enabled always*.

Moottorin aiheuttama ylijännite
Jännite tasajännitevälipiirissä kasvaa, kun moottori toimii generaattorina. Tämä jännitteen nousu esiintyy seuraavissa tilanteissa:

- Kuorma pyörittää moottoria taajuusmuuttajan vakiolähtötaajuudella. Tämä tarkoittaa, että kuorma tuottaa energiaa.
- Mikäli inertiamomentti on hidastuksen (ramppi alas) aikana suuri, kitka on pieni ja rampin laskuaika on liian lyhyt, jotta energia voisi johtua pois taajuusmuuttajan, moottorin ja laitteiston häviönä.
- Virheellinen jättämän kompensointi voi suurentaa tasajännitevälipiirin jännitettä.
- SMV:n palautus PM-moottorin toiminnasta Suurella pyörintänopeudella rullatessa PM-moottorin SMV:n palautus saattaa ylittää taajuusmuuttajan suurimman jännitetoleranssin ja aiheuttaa vahinkoja. Tämän vahingon riskin pienentämiseksi arvoa *parametri 4-19 Enimmäislähtötaajuus* rajoitetaan automaattisesti- Raja perustuu sisäiseen laskutoimitukseen, joka perustuu seuraaviin arvoihin:
  - *Parametri 1-40 Paluu EMF nop. 1000 1/min*.
  - *Parametri 1-25 Moottorin nimellisnopeus*.
  - *Parametri 1-39 Moottorin napaluku*.

  Käytä jarruvastusta, kun moottorissa on ylinopeuden riski (esimerkiksi liiallisen tuulimyllyilmiön vuoksi).

Ohjaus voi pyrkiä korjaamaan rampin (*parametri 2-17 Ylijännitevalvonta*).
Kun tietty jännitetaso on saavutettu, vaihtosuuntaaja sammuu transistorien ja tasajännitevälipiirin kondensaattorien suojaamiseksi.
Valitse menetelmä, jota käytetään tasajännitevälipiirin jännitetason ohjaamiseen:

- *Parametri 2-10 Jarrun toiminto*.
- *Parametri 2-17 Ylijännitevalvonta*.

HUOMAUTUS!

OVC:tä ei voi aktivoida PM-moottoria käytettäessä (kun *parametri 1-10 Moott. rakenne* on *[1] PM non-salient SPM)*.

Verkkovirran katkos
Verkkojännitteen katkoksen aikana taajuusmuuttaja jatkaa toimintaansa, kunnes tasajännitevälipiirin jännite laskee minimipysäytystason alapuolelle. Minimipysäytystaso on yleensä 15 % taajuusmuuttajan nimellisverkkojännitettä pienempi. Ennen katkosta ollut verkkojännite ja moottorin kuormitus määrittävät, miten kauan taajuusmuuttajan rullaus pysähdyksiin kestää.

Staattinen ylikuormitus VVC+-tilassa
Kun taajuusmuuttaja on ylikuormittunut, ohjaus alentaa lähtötaajuutta kuormituksen pienentämiseksi.
Jos ylikuormitus on liian suuri, voi esiintyä virta, joka saa taajuusmuuttajan katkaisemaan toimintansa noin 5–10 sekunnin kuluttua.

3.6 Ympäristön olosuhteet

3.6.1 Kosteus

Vaikka taajuusmuuttaja pystyy toimimaan asianmukaisesti suuressa kosteudessa (enintään 95 % suhteellinen kosteus), kondensaatiota on aina vältettävä. Kondensaation riski on erityisen suuri, kun taajuusmuuttaja on kosteaa ulkoilmaa kylmempi. Ilmassa oleva kosteus voi kondensoitua myös sähkökomponentteihin ja aiheuttaa oikosulkuja. Kondensaatiota esiintyy yksiköissä, joissa ei ole virtaa. Asenna kotelolämmitin, jos kondensaatio on mahdollista ympäristön olosuhteiden vuoksi. Vältä asennusta alueille, joilla esiintyy pakkasta.

Vaihtoehtoisesti taajuusmuuttajan käyttäminen valmiustilassa (yksikkö verkkovirtaan kytkettynä) pienentää kondensaation riskiä. Muista kuitenkin varmistaa, että tehon haihtuminen on riittävää taajuusmuuttajan piiristön pitämiseksi kuivana.

Taajuusmuuttaja on kaikkien seuraavien standardien mukainen:

- IEC/EN 60068-2-3, EN 50178 9.4.2.2 50 °C:n lämpötilassa.
- IEC 600721 luokka 3K4.

3.6.2 Lämpötila

Kaikille taajuusmuuttajille on määritetty ympäristön minimi- ja maksimilämpötilarajat. Äärimmäisten ympäristön olosuhteiden välttäminen pidentää laitteiston käyttöikää ja maksimoi järjestelmän kokonaisluotettavuuden. Seuraavia suosituksia noudattamalla voit saavuttaa maksimaalisen suorituskyvyn ja laitteiston käyttöiän.

- Vaikka taajuusmuuttajia voi käyttää aina -10 °C:n lämpötilassa, asianmukainen toiminta nimelliskuormituksella taataan ainoastaan 0 °C:n lämpötilaan asti.
- Älä ylitä suurinta lämpötilarajaa.
- Elektronisten komponenttien käyttöikä pienenee 50 % kutakin 10 °C:tta kohti suunnittelulämpötilaa korkeammassa lämpötilassa käytettäessä.
- Jopa suojausluokkien IP54, IP55 tai IP66 laitteiden on oltava määritettyjen ympäristön lämpötila-alueiden mukaisia.
- Kaapin tai asennuspaikan lisäilmanvaihto saattaa olla tarpeen.

3.6.3 Jäähdytys

Taajuusmuuttajat haihduttavat tehoa lämpönä. Noudata seuraavia suosituksia yksiköiden jäähdyttämiseksi tehokkaasti.

- Koteloon saapuvan ilman lämpötila saa olla enintään 40 °C (104 °F).
- Vuorokauden keskilämpötila saa olla enintään 35 °C (95 °F).
- Asenna yksikkö, siten, että jäähdytysrivoille pääsee esteetön jäähdyttävä ilmavirta. Katso asennuksen oikeat vapaat tilat kohdasta *kappale 6.1.1 Vapaa tila*.
- Järjestä jäähdytysilman virtaukselle vähintään minimi-ilmavälivaatimukset täyttävät ilmavälit eteen ja taakse. Katso oikeat asennusvaatimukset kohdasta *VLT® DriveMotor FCP 106 ja FCM 106*.

3.6.4 Syövyttävät ympäristöt

Taajuusmuuttajan sisältää monia mekaanisia ja sähköisiä komponentteja. Kaikki ovat jossain määrin alttiita ympäristön vaikutuksille.

HUOMAUTUS!
Älä asenna taajuusmuuttajaa sellaiseen ympäristöön, jossa on elektronisia komponentteja vaurioittavia ilmassa kulkeutuvia höyryjä, hiukkasia tai kaasuja. 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 IP54 laitteita.

Pölyhiukkasten kaltaiset leijuvat hiukkaset voivat aiheuttaa mekaanisia, sähköisiä tai lämpövikoja taajuusmuuttajassa. Tyypillisesti ilman liiallinen hiukkaspitoisuus ilmenee pölynä taajuusmuuttajan tuulettimen läheisyydessä. Pölyisissä olosuhteissa kannattaa käyttää suojausluokan IP54 -koteloa tai kaappia IP20/Type 1 -laitteille.

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

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

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

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

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

3.6.5 Ympäristön lämpötila

Katso suositeltu ympäristön lämpötila varastoinnin ja käytön aikana kohdasta *kappale 6.5 Ympäristön olosuhteet* ja *kappale 6.10 Derating According to Ambient Temperature and Switching Frequency*.

3.6.6 Akustinen melu

FCP 106
Akustinen melu on peräisin seuraavista lähteistä:

- Ulkoinen puhallin
- DC-välipiirin käämit.
- RFI-suodattimen kuristin.

Kytkentätaajuus	MH1	MH2	MH3
[kHz]	[dB]	[dB]	[dB]
5	55	55.5	52

Taulukko 3.15 FCP 106 Akustinen melutaso, puhallin päällä, mitattu 1 metrin päässä yksiköstä

FCM 106
Akustinen melu on peräisin seuraavista lähteistä:

- Moottorin puhallin.
- Ulkoinen puhallin
- Moottorin staattori ja roottori.
- DC-välipiirin käämit.
- RFI-suodattimen kuristin.

Moottorin nopeus	Kytkentä-taajuus	Puhallin	MH1	MH2	MH3
[RPM]	[kHz]	[päällä/pois]	[dB]	[dB]	[dB]
0	5	päällä	55	55.5	52
150	5	Ei käytössä	57.5	50	57
150	5	päällä	61	57	59
1500	5	Ei käytössä	65.5	64	71.5
1500	5	päällä	66	65.5	71.5
1500	10	Ei käytössä	65	61.5	66.5
1500	16	Ei käytössä	64	60	65.5
1500	16	päällä	64.5	62	65.5

Taulukko 3.16 FCM 106Akustisen melun tasot, mitattu 1 metrin päässä yksiköstä

3.6.7 Tärinä ja iskut

Taajuusmuuttaja vastaa vaatimuksia, jotka koskevat laitteita tuotantotilojen seiniin tai lattioihin tai niihin kiinnitettyyn paneeliin asennettaessa syntyviä olosuhteita.

Taajuusmuuttaja on testattu kohdan *Taulukko 3.17* menetelmillä.

IEC 61800-5-1 Ed.2	Tärinätesti, Cl. 5.2.6.4
IEC/EN 60068-2-6	Tärinä (sinimuotoinen) - 1970
IEC/EN 60068-2-64	Sattumanvarainen laajakaistavärähtely
IEC 60068-2-34, 60068-2-35, 60068-2-36	Käyrä D (1–3) Pitkäaikainen testi 2.52 g RMS

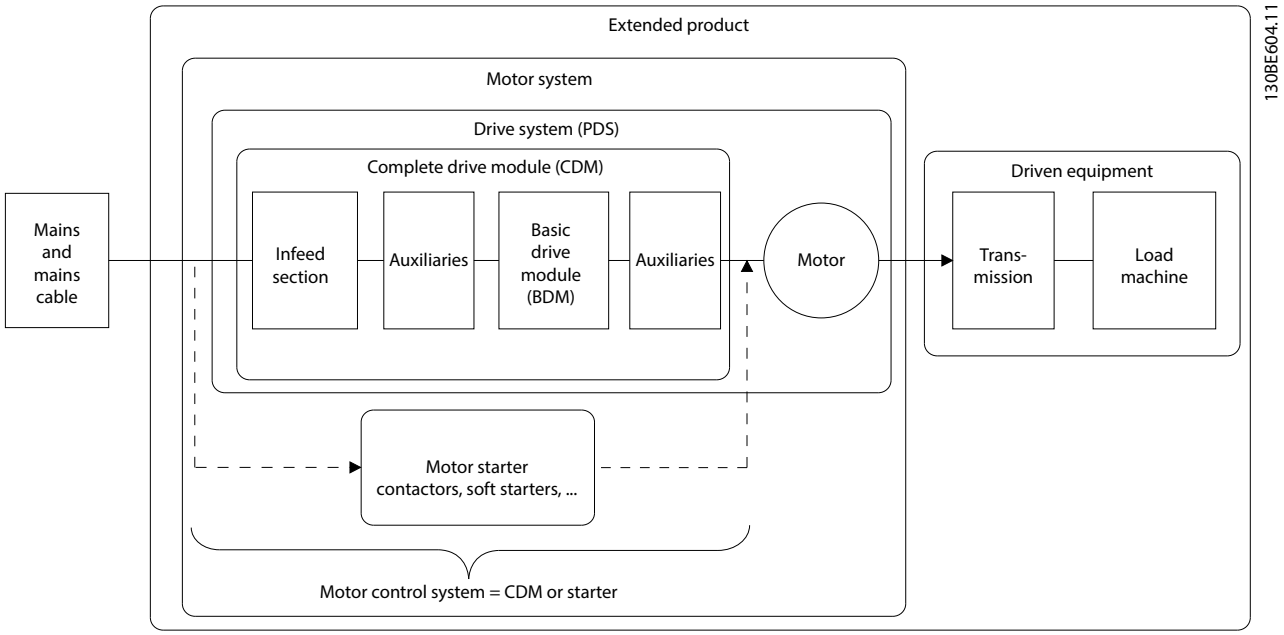
Taulukko 3.17 Tärinä- ja iskutestauksen toimenpiteiden vastaavuus

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

3.7 Energiatehokkuus

Standardissa *EN 50598 Ekologinen suunnittelu sähkökäyttöjärjestelmille, moottorin käynnistimille, tehoelektroniikalle ja niiden käyttämille sovelluksille* on ohjeet taajuusmuuttajien energiatehokkuuden arvioimiseksi.

Standardi antaa neutraalin menetelmän hyötysuhdeluokkien ja tehohäviöiden määrittämiseksi täydellä kuormalla ja osakuormalla. Standardi mahdollistaa minkä tahansa moottorin yhdistämisen mihin tahansa taajuusmuuttajaan.



Kuva 3.14 Sähkökäyttöjärjestelmä (PDS) ja täydellinen taajuusmuuttajamoduuli (CDM)

Apulaitteet: Kehittynyt harmonisten suodatin AHF 005, AHF 010, linjakuristin MCC 103, siniaaltosuodatin MCC 101, dU/dt-suodatin MCC 102.

3.7.1 IE- ja IES-luokat

Täydelliset taajuusmuuttajamoduulit (CDM)
Standardin EN 50598-2 mukaan täydellinen taajuusmuuttajamoduuli (CDM) käsittää taajuusmuuttajan, sen syöttöosan ja apulaitteet.

CDM:n energiatehokkuusluokat:

- IE0 = tekniikan tasoa alempi.
- IE1 = tekniikan tason mukainen.
- IE2 = tekniikan tasoa parempi.

Danfoss-taajuusmuuttajat täyttävät energiatehokkuusluokan IE2 vaatimukset. Energiatehokkuusluokka määritetään CDM:n nimellisessä pisteessä.

Sähkökäyttöjärjestelmät (PDS)
Sähkökäyttöjärjestelmä (PDS) muodostuu täydellisestä taajuusmuuttajamoduulista (CDM) ja moottorista.

PDS:n energiatehokkuusluokat:

- IES0 = tekniikan tasoa alempi.
- IES1 = tekniikan tason mukainen.
- IES2 = tekniikan tasoa parempi.

Moottorin hyötysuhteesta riippuen Danfoss VLT®-taajuusmuuttajan käyttämät moottorit täyttävät yleensä energiatehokkuusluokan IES2 vaatimukset.

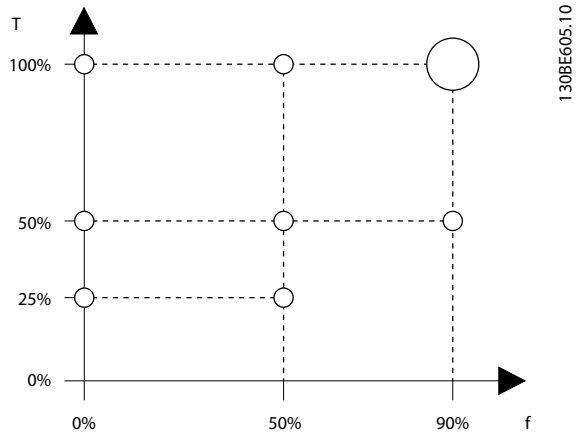
Energiatehokkuusluokka määritetään PDS:n nimellisessä pisteessä ja sen voi laskea CDM:n ja moottorin häviöiden perusteella.

3.7.2 Tehohäviötiedot ja hyötysuhdetiedot

Taajuusmuuttajan tehohäviö ja hyötysuhde riippuvat kokoonpanosta ja apulaitteista. Saat kokoonpanokohtaiset tehohäviö- ja hyötysuhdetiedot Danfoss Danfoss ecoSmart -laskentatyökalun avulla.

Tehohäviötiedot annetaan prosentteina nimellislähtötehosta ja ne määritetään standardin EN 50598-2 mukaisesti. Kun tehohäviötiedot on määritetty, taajuusmuuttaja käyttää tehdasasetuksia paitsi moottoritiedoille, joita vaaditaan moottorin käyttämistä varten.

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.



T	Momentti [%]
f	Taajuus [%]

Kuva 3.15 Standardin EN 50598-2 mukaiset taajuusmuuttajan toimintapisteet

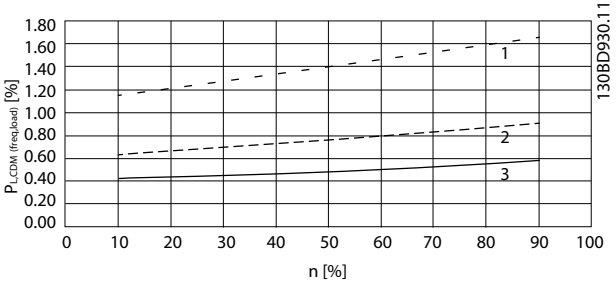
Katso osoitteesta *www.danfoss.com/vltenergyefficiency* taajuusmuuttajan tehohäviö- ja hyötysuhdetiedot kohdassa *Kuva 3.15* määritetyissä toimintapisteissä.

Danfoss ecoSmartilla voi laskea IE- ja IES-hyötysuhde-luokan. Sovellus on saatavana osoitteesta *ecosmart.danfoss.com*.

Käytettävissä olevien tietojen esimerkki
Seuraavassa esimerkissä kuvataan tehohäviö- ja hyötysuhdetiedot taajuusmuuttajalle, jonka ominaisuudet ovat seuraavat:

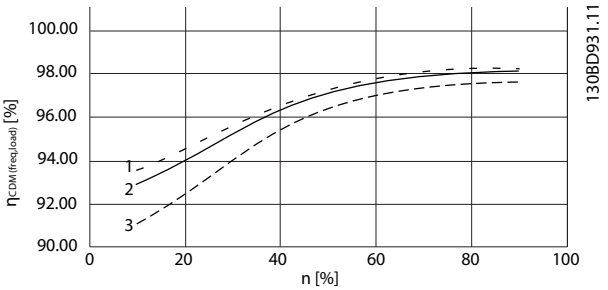
- Tehoalue 55 kW, nimellisjännite 400 V.
- Nimellisteho, Sr, 67.8 kVA.
- Nimellislähtöteho, P_{CDM}, 59.2 kW.
- Nimellishyötysuhde, η_r, 98.3%.

Kuva 3.16 ja *Kuva 3.17* esittävät tehohäviö- ja hyötysuhde-käyriä. Nopeus on suhteessa taajuuteen.



1	100 % kuormitus
2	50 % kuormitus
3	25 % kuormitus

Kuva 3.16 Taajuusmuuttajan tehohäviötiedot. CDM:n suhteelliset häviöt ($P_{L,\ CDM}$) [%] suhteessa nopeuteen (n) [% nimellisnopeudesta].



1	100 % kuormitus
2	50 % kuormitus
3	25 % kuormitus

Kuva 3.17 Taajuusmuuttajan hyötysuhdetiedot. CDM:n hyötysuhde ($\eta_{CDM(freq,\ load)}$) [%] suhteessa nopeuteen (n) [% nimellisnopeudesta].

Tehohäviön interpolointi
Määritä tehohäviö satunnaisessa toimintapisteessä kaksiulotteisen interpoloinnin avulla.

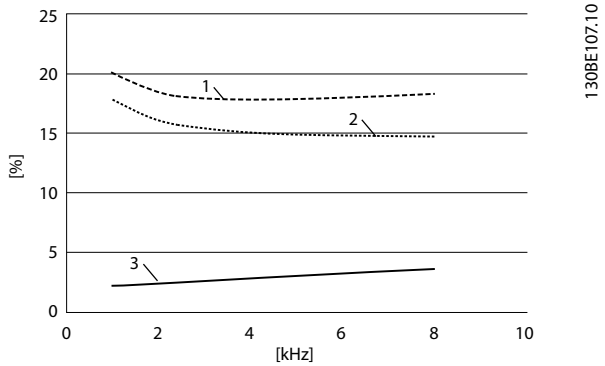
3.7.3 Moottorin häviöt ja hyötysuhde

50–100 %:lla nimellisnopeudestaan ja 75–100 %:lla nimellismomentistaan käyvän moottorin hyötysuhde on käytännössä vakio. Tämä koskee sekä tilannetta, jossa taajuusmuuttaja ohjaa moottoria että tilannetta, jossa moottori käy suoraan verkkovirralla.

Hyötysuhde riippuu moottorin tyypistä ja magnetointitasosta.

Katso lisätietoja moottorin tyypeistä moottoritekniikkaesitteestä osoitteessa *www.vlt-drives.danfoss.com*.

Kytkentätaajuus
Kytkentätaajuus vaikuttaa moottorin magnetointihäviöihin ja taajuusmuuttajan kytkentähäviöihin kohdassa *Kuva 3.18* kuvatulla tavalla.



1	Moottori ja taajuusmuuttaja
2	Pelkkä moottori
3	Pelkkä taajuusmuuttaja

Kuva 3.18 Häviöt [%] suhteessa kytkentätaajuuteen [kHz]

HUOMAUTUS!

Taajuusmuuttaja aiheuttaa moottoriin ylimääräisiä harmonisia häviöitä. Nämä häviöt pienenevät, kun kytkentätaajuus suurenee.

3.7.4 Sähkökäyttöjärjestelmän häviöt ja hyötysuhde

Arvioi tehohäviöt sähkökäyttöjärjestelmän eri toimintapisteissä laskemalla yhteen tehohäviöt järjestelmän kunkin komponentin toimintapisteessä.

- Taajuusmuuttaja.
- Moottori.
- Apulaitteet.

4 Sovellusesimerkkejä

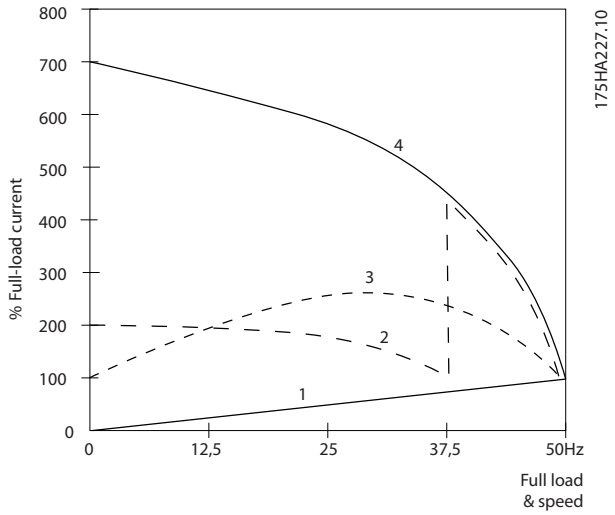
4.1 HVAC-sovellusesimerkkejä

4.1.1 Tähti/kolmio-käynnistintä tai pehmeäkäynnistintä ei tarvita

4

Käynnistettäessä suurempia moottoreita monissa maissa on käytettävä käynnistysvirtaa rajoittavia laitteita. Perinteisemmissä järjestelmissä käytetään laajalti tähti/kolmio-käynnistintä tai pehmeäkäynnistintä. Tämänkaltaisia moottorin käynnistimiä ei tarvita, jos käytetään taajuusmuuttajaa.

Kuten kohdasta *Kuva 4.1* ilmenee, taajuusmuuttaja ei kuluta nimellisvirtaa enempää.



1	VLT® DriveMotor
2	Tähti/kolmio-käynnistin
3	Pehmeäkäynnistin
4	Käynnistä suoraan verkkovirralla

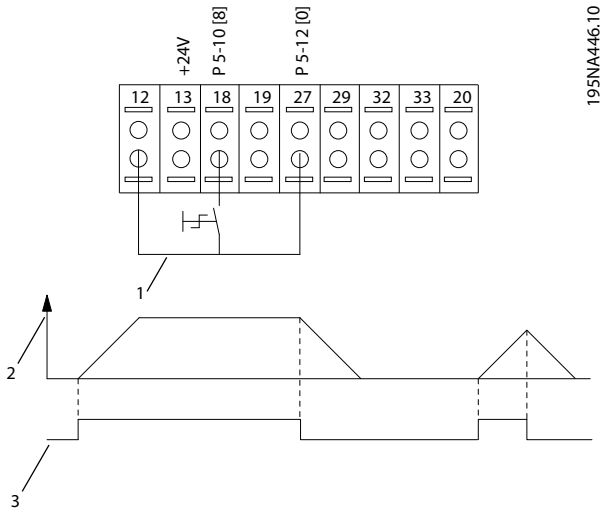
Kuva 4.1 Käynnistysvirta

4.1.2 Käynnistys/pysäytys

Liitin 18 = Käynnistys/pysäytys *parametri 5-10 Liitin 18, digitaalitulo [8] Start*.
Liitin 27 = Ei toimintoa *parametri 5-12 Liitin 27, digitaalitulo [0] No operation* (Default *[2] Coast inverse*).

Parametri 5-10 Liitin 18, digitaalitulo = [8] Start (oletus).

Parametri 5-12 Liitin 27, digitaalitulo = [2] Coast inverse (oletus).



1	Käynnistys/pysäytys
2	Nopeus
3	Käynnistys/pysäytys [18]

Kuva 4.2 Käynnistys/pysäytys ja käyttönopeus

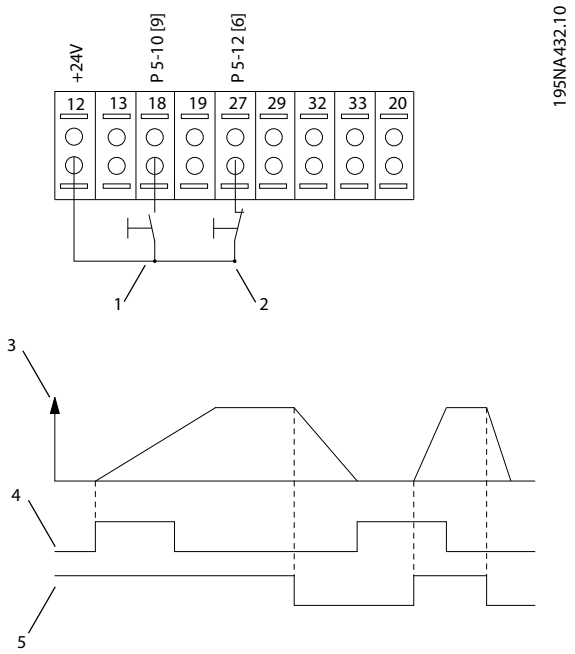
Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

4.1.3 Pulssikäynnistys/-pysäytys

Liitin 18 = Käynnistys/pysäytys *parametri 5-10 Liitin 18, digitaalitulo [9] Latched start*.
Liitin 27 = Pysäytys *parametri 5-12 Liitin 27, digitaalitulo [6] Stop inverse*.

Parametri 5-10 Liitin 18, digitaalitulo = [9] Latched start.

Parametri 5-12 Liitin 27, digitaalitulo = [6] Stop inverse.



1	Käynnistys
2	Pysäytys, käänteinen
3	Nopeus
4	Käynnistys (18)
5	Pysäytys (27)

Kuva 4.3 Pulssikäynnistys/-pysäytys

4.1.4 Potentiometrin ohjearvo

Potentiometrin kautta saatu jänniteohjearvo.

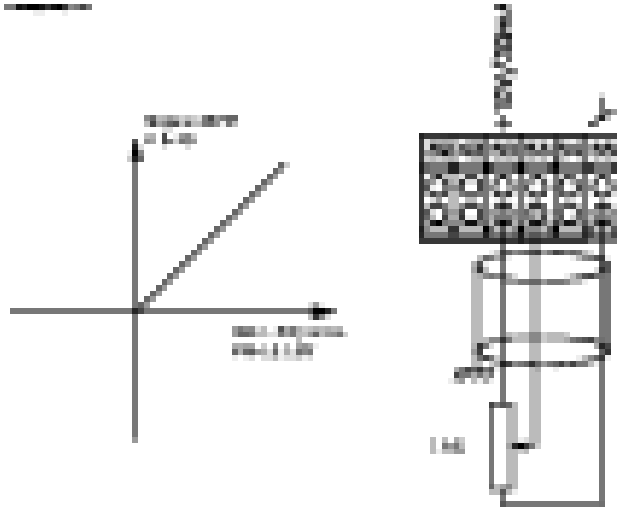
Parametri 3-15 Ohjearvo 1 Lähde [1] = *Analog Input 53*.

Parametri 6-10 Liitin 53 alijännite = 0 V.

Parametri 6-11 Liitin 53 ylijännite = 10 V.

Parametri 6-14 Liitin 53 pieni ohjearvo/takaisink. Arvo = 0 RPM.

Parametri 6-15 Liitin 53 suuri ohjearvo/tak.k. Arvo = 1 500 RPM.



Kuva 4.4 Potentiometrin ohjearvo

4.1.5 Automaattinen moottorin sovitus (AMA)

AMA on algoritmi, jolla mitataan sähköiset moottorin parametrit moottorin ollessa pysähdyksissä. AMA ei itse syötä momenttia.
AMA on hyödyllinen otettaessa järjestelmiä käyttöön ja optimoitaessa taajuusmuuttajan säätöä käytettävään moottoriin. Tätä toimintoa käytetään usein silloin, kun tehdasasetus ei vastaa kytketyn moottorin vaatimuksia.
Valitse kohdassa *parametri 1-29 Automaattinen moottorin sovitus (AMA)*, *[1] Complete AMA* tai *[2] Reduced AMA*.
Täydellinen AMA määrittää kaikki moottorin parametrit.
Rajoitettu AMA määrittää ainoastaan staattorin resistanssin Rs.
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 *parametri 1-20 Moottorin teho [kW]*–*parametri 1-28 Moott. pyör. tarkistus* moottorin oikeat tyyppikilven tiedot. Syötä asynkronisille

moottoreille moottorin tyyppikilven oikeat tiedot kohdassa *parametri 1-24 Motor Current* ja *parametri 1-37 d-axis Inductance (Ld)*.

- Taajuusmuuttajan paras säätö saavutetaan, kun AMA suoritetaan moottorin ollessa kylmä. Toistuvat AMA-käytöt saattavat aiheuttaa moottorin kuumenemisen, joka suurentaa staattorin resistanssia Rs. Tämä suureneminen 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-testin tekemistä 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.
- Taajuusmuuttaja ei tuota moottorin vääntömomenttia AMA:n aikana. AMA:n aikana sovellus ei saa pakottaa moottorin akselia pyörimään. Tämän tiedetään tapahtuvan esim. ilmanvaihtojärjestelmien tuulimyllyilmiön yhteydessä. Käyvä moottori häiritsee AMA-toimintoa.
- PM-moottoria käytettäessä (kun *parametri 1-10 Moott. rakenne* on *[1] PM non-salient SPM*), vain *[1] Enable complete AMA* voidaan aktivoida.

4.1.6 Puhallinsovellus ja resonanssivärinä

Seuraavissa sovelluksissa voi syntyä resonoivaa värinää, joka voi vahingoittaa puhallinta:

- Moottori, jonka akselille puhallin on asennettu suoraan.
- Käyntipiste kentän heikentymisen alueella.
- Käyntipiste lähellä nimellispistettä tai sen yläpuolella.

Ylimodulointi on tapa suurentaa taajuusmuuttajan tuottamaa moottorin jännitettä taajuudelle f_{mot} 45–65 Hz.

- Ylimoduloinnin etuja:
  - Kentän heikentymisen alueella on saavutettavissa pienemmät virrat ja parempi hyötysuhde.
  - -taajuusmuuttaja voi tuottaa verkon nimellisjännitteen verkon nimellistaajuudella.
  - Kun verkkojännite laskee ajoittain oikeaa moottorin jännitettä alemmas, esimerkiksi 43 Hz taajuuteen, ylimodulointi voi kompensoida vaadittavaan moottorin jännitetasoon asti.
- Ylimoduloinnin haittapuoli: Ei-sinimuotoiset jännitteet suurentavat jännitteiden harmonisia häiriöitä. Tämä suurentaa momentin värähtelyä, joka voi vahingoittaa puhallinta.

Ratkaisut, joiden avulla puhaltimen vahingoittuminen voidaan välttää:

- Paras ratkaisu on poistaa ylimodulointi käytöstä, jolloin värinät vähenevät minimiin. Toisaalta tämä ratkaisu voi aiheuttaa käytetyn moottorijännitteen redusointia 5–10 %, sillä ylimodulointi ei enää tuota puuttuvaa jännitettä.
- Vaihtoehtoinen ratkaisu sovelluksiin, joissa ylimodulointia ei voi poistaa käytöstä, on ohittaa pieni lähtötaajuuksien taajuusalue. Jos moottori on suunniteltu puhallinsovelluksen rajoille, taajuusmuuttajan jännitehäviöt aiheuttavat riittämättömän momentin. Näissä tilanteissa värinäongelmaa voi vähentää huomattavasti ohittamalla pienen taajuusalueen mekaanisen resonanssitaajuuden ympärillä, esimerkiksi 6. harmonisen taajuuden. Tee tämä ohitus asettamalla parametrit (parametriryhmä *4-6* Speed Bypass*) tai käyttämällä puoliautomaattista ohituksen asetusta *parametri 4-64 Semi-Auto Bypass Set-up*. Toisaalta ei ole olemassa yleistä suunnittelusääntöä taajuusalueiden optimaalista ohittamista varten, sillätämä riippuu resonanssihuipun leveydestä. Useimmissa tilanteissa resonanssin voi kuulla.

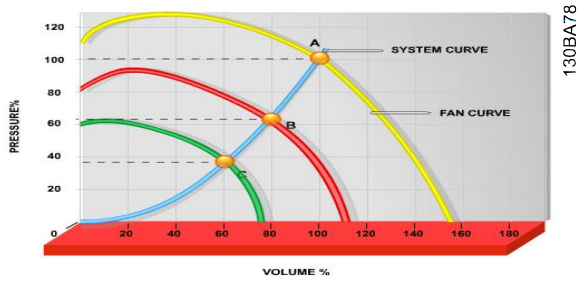
4.2 Energiansäästöesimerkkejä

4.2.1 Miksi taajuusmuuttajaa kannattaa käyttää puhaltimien ja pumppujen ohjaamiseen?

Taajuusmuuttaja hyödyntää sitä, että keskipakopuhaltimet ja pumput noudattavat tällaisten puhaltimien ja pumppujen suhteellisuuslakeja. Katso lisätietoja kohdasta *kappale 4.2.3 Esimerkki energiansäästöstä*.

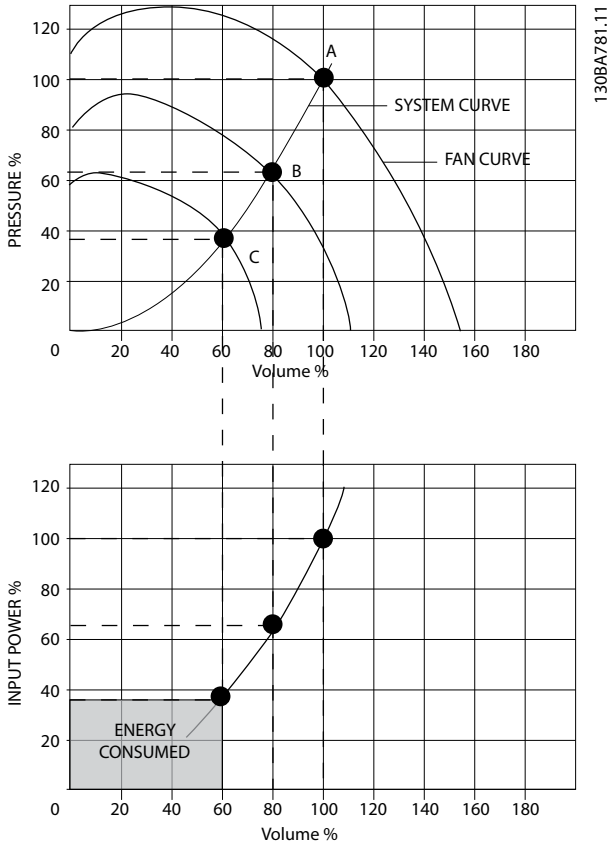
4.2.2 Selkeä etu - energiansäästö

Selkeä etu taajuusmuuttajan käyttämisessä puhaltimien ja pumppujen nopeuden ohjaamiseen on se tuottama energiansäästö.
Vaihtoehtoisiin ohjausjärjestelmiin ja -tekniikoihin verrattuna taajuusmuuttaja on optimaalinen energiansäästöjärjestelmä puhallin- ja pumppujärjestelmiä ohjattaessa.



Kuva 4.5 Kaaviossa näkyvät puhallinkäyrät (A, B ja C) pienemmillä puhaltimen tehoilla.

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

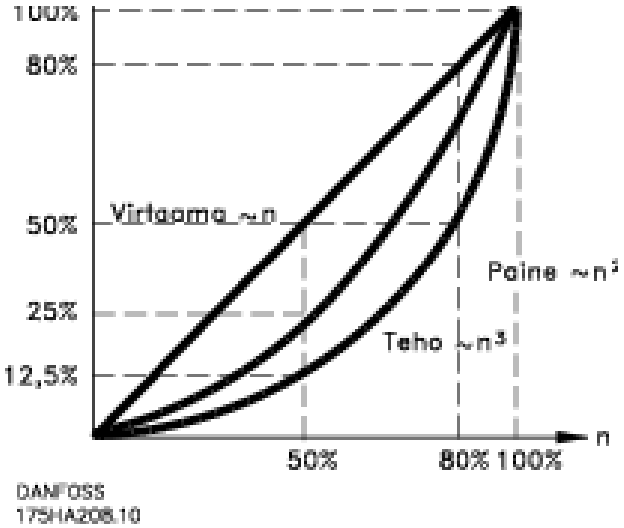


Kuva 4.6 Energiansäästö rajoitetulla puhaltimen kapasiteetilla

4.2.3 Esimerkki energiansäästöstä

Kuten kohdasta *Kuva 4.7* käy ilmi, virtausta säädellään kierroslukua muuttamalla. Kun nopeutta muutetaan vain 20 % nimellisnopeudesta, 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 %.

Kuva 4.7 esittää virtauksen, paineen ja tehonkulutuksen riippuvuutta kierrosluvusta.



Kuva 4.7 Suhteellisuuslait

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

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

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

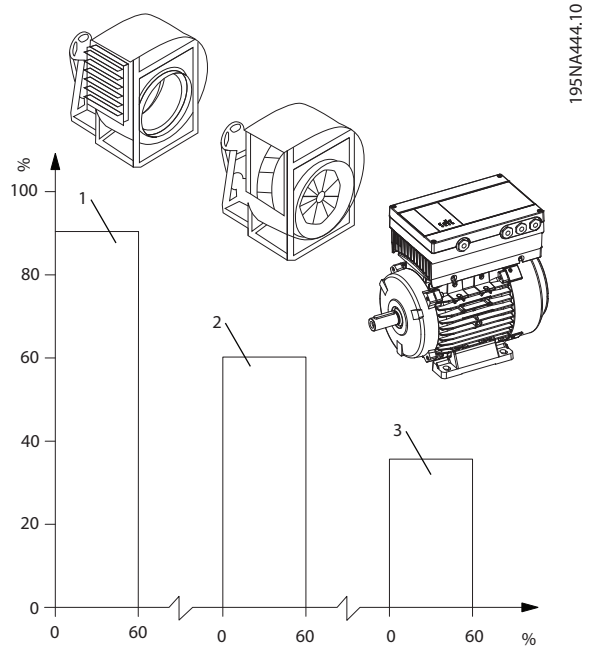
Q = virtaus	P = teho
Q_1 = nimellisvirtaus	P_1 = nimellisteho
Q_2 = alentunut virtaus	P_2 = alentunut teho
H = paine	n = nopeudensäätö
H_1 = nimellispaine	n_1 = nimellisnopeus
H_2 = alentunut paine	n_2 = alentunut nopeus

Taulukko 4.1 Yhtälön selitys

4.2.4 Energiansäästöjen vertailu

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

Kuva 4.8 näyttää tyypilliset energiansäästöt, jotka saadaan 3 tunnetulla ratkaisulla, kun puhaltimen tehoa pienennetään esim. 60 prosenttiin. Käyttämällä VLT-ratkaisua tyypillisissä sovelluksissa voidaan saavuttaa yli 50 %:n energiansäästöjä.



1	Poistovaimenninratkaisu – pienemmän energiansäästöt
2	IGV-ratkaisu – suuret asennuskulut
3	VLT-ratkaisu – maksimaaliset energiansäästöt

Kuva 4.8 Vertaileva energiankulutus energiansäästöjärjestelmille, tuloteho (%) suhteessa tilavuuteen (%)

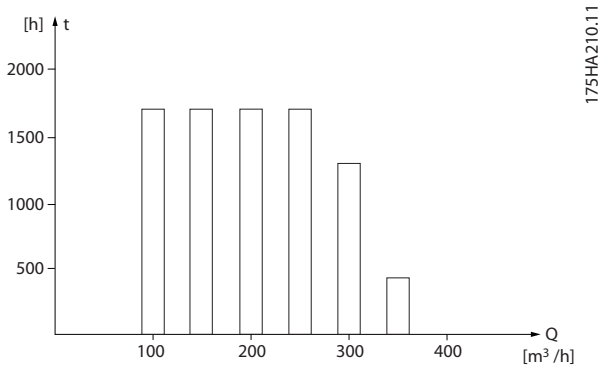
Poistovaimentimet pienentävät tehonkulutusta jonkin verran. Johtosiivillä kulutus pienenee 40 %, mutta asennus tulee kalliiksi. Danfoss-taajuusmuuttajaratkaisu pienentää energiankulutusta yli 50 % ja on helppo asentaa.

4.2.5 Esimerkki virtauksen vaihtelusta 1 vuoden aikana

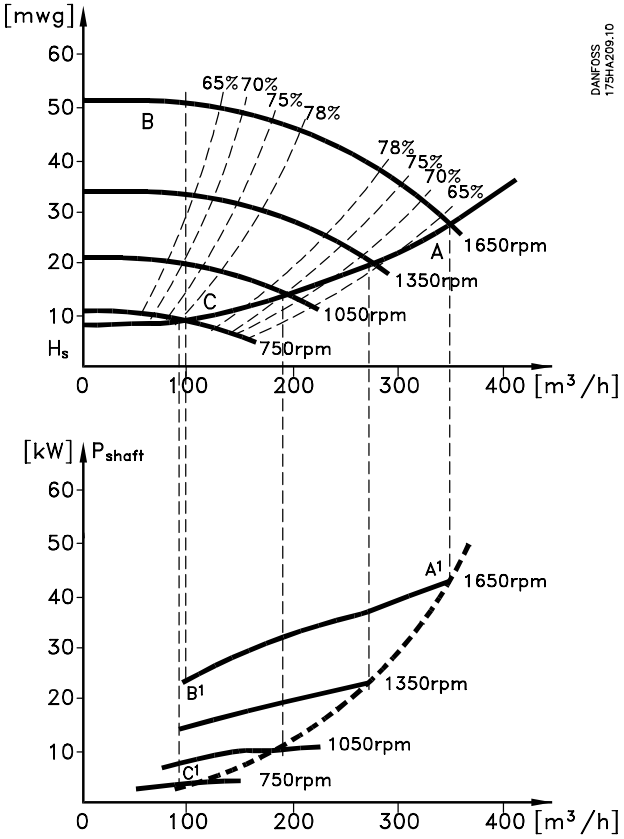
Tämä esimerkki on laskettu pumpun teknisistä tiedoista saatujen pumpun ominaisuuksien pohjalta.
Näin saatava tulos osoittaa yli 50 % energiansäästöä annetulla virtauksen jakaumalla vuoden aikana. Takaisinmaksujakso riippuu kWh-hinnasta ja taajuusmuuttajan hinnasta. Tässä esimerkissä takaisinmaksujakso on alle vuosi verrattuna venttiileihin ja vakionopeuteen. Voit laskea sovelluskohtaiset energiansäästöt VLT® Energy box -ohjelmiston avulla.

Energiansäästö

$P_{shaft}=P_{shaft\ output}$



Kuva 4.9 Virtauksen jakautuminen 1 vuoden aikana



Kuva 4.10 Pumpun suorituskyky

m³/h	Jakelu		Venttiiliohjaus		Ohjaus taajuus-muuttajalla	
	%	Tuntia	Teho	Kulutus	Teho	Kulutus
			A_1–B_1	[kWh]	A_1–C_1	[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
Σ	100	8760	–	275.064	–	26.801

Taulukko 4.2 Pumpun suorituskyky

4.3 Ohjausesimerkkejä

4.3.1 Parempi ohjaus

Taajuusmuuttajan käyttäminen virtauksen tai paineen ohjaukseen parantaa ohjausta.
Taajuusmuuttaja voi vaihdella puhaltimen tai pumpun nopeutta ja saada siten aikaan muunneltavan virtauksen ja paineen ohjauksen.
Lisäksi taajuusmuuttaja voi nopeasti mukauttaa puhaltimen tai pumpun nopeuden järjestelmän uusiin virtaus- tai paineolosuhteisiin.
Yksinkertainen prosessinohjaus (virtaus, taso tai paine) sisäänrakennetulla PI-ohjauksella.

4.3.2 Älykäs logiikkavalvonta

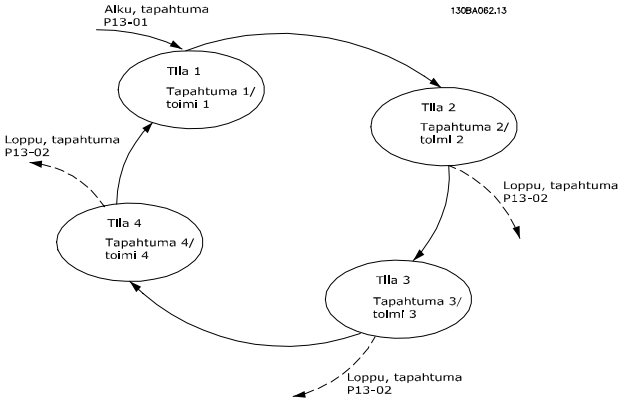
Älykäs logiikkavalvonta (SLC) on taajuusmuuttajan hyödyllinen toiminto.
Sovelluksissa, joissa PLC luo yksinkertaista sarjaa, SLC voi ottaa yksinkertaisia tehtäviä pääohjaukselta.
SLC on suunniteltu toimimaan taajuusmuuttajalle lähetettyjen tai siellä luotujen tapahtumien perusteella.
Tämän jälkeen taajuusmuuttaja tekee esiohjelmoidun toimen.

4.3.3 Älykkään logiikkavalvonnan ohjelmointi

Älykäs logiikkavalvonta (SLC) käsittää sarjan käyttäjän määrittämiä toimia (katso *parametri 13-52 SL-ohjaimen toiminto*), jotka SLC suorittaa, kun SLC arvioi, että kyseinen käyttäjän määrittämän tapahtuma (katso *parametri 13-51 SL-ohjaimen tapahtuma*) on TOSI.
Tapahtumat ja toimet on numeroitu ja ne on kytketty pareiksi, joista käytetään nimitystä tilat. 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.

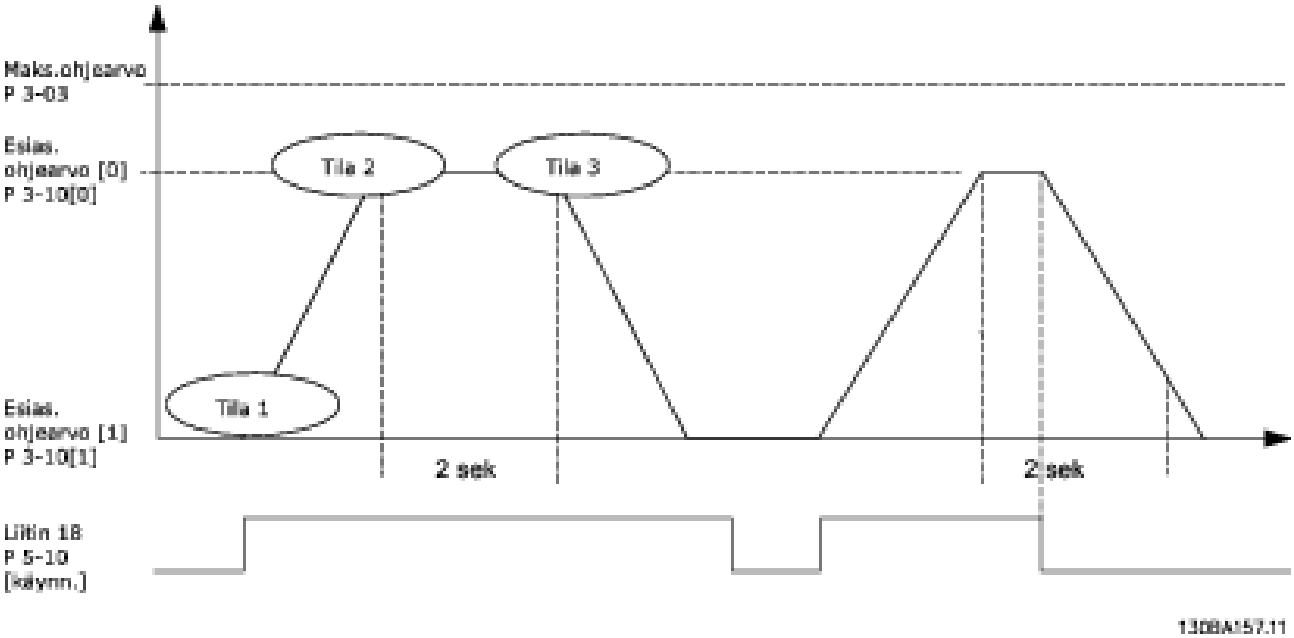
Kerralla arvioidaan vain yksi tapahtuma. Jos tapahtuman arvioidaan olevan EPÄTOSI, mitään ei tapahdu (SLC:ssä) tämän skannausvälin aikana eikä muita tapahtumia arvioida. Tämä tarkoittaa, että kun SLC käynnistyy, se arvioi tapahtumaa [1] (ja vain tapahtumaa [1]) kullakin skannausvälillä. Vain silloin, 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]. Kohdassa *Kuva 4.11* on esimerkki, joka sisältää kolme tapahtumaa/toimea.



Kuva 4.11 Esimerkki, jossa on 3 tapahtumaa/toimea

4.3.4 SLC-sovellusesimerkki



Tila 1	Käynnistys ja ramppi ylös.
Tila 2	Käy ohjearvonopeudella 2 sekunnin ajan.
Tila 3	Ramppi alas ja akselin pito pysähdykseen asti.

Kuva 4.12 Sarjan esimerkki

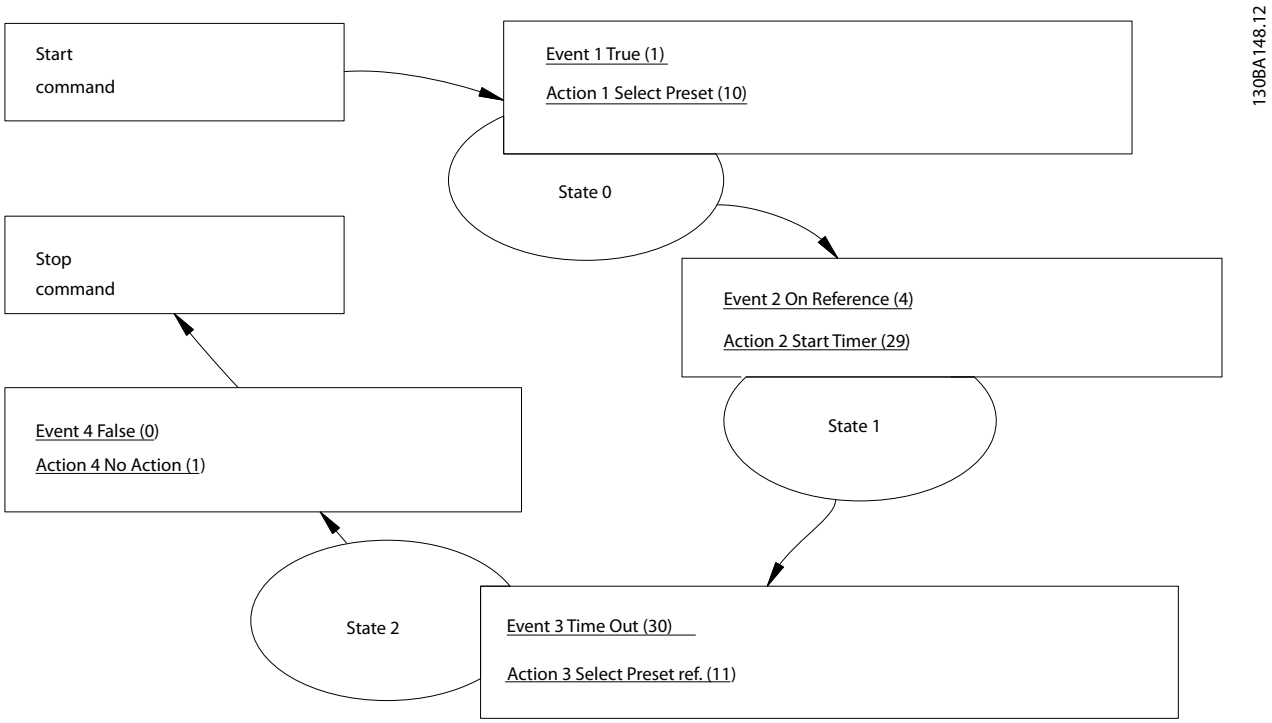
1. Aseta ramppausaikoihin halutut ajat parametreissa *parametri 3-41 Ramppi 1:n nousuaika* ja *parametri 3-42 Ramppi 1 rampin seisonta-aika*.

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

2. Aseta liittimen 27 arvoksi *[0] No Operation* (*parametri 5-12 Liitin 27, digitaalitulo*).
3. Aseta esiasetettu ohjearvo 0 ensimmäiseen esiasetettuun nopeuteen (*parametri 3-10 Esiasetettu ohjearvo* [0]) prosentteina suurimmasta viitenopeudesta (*parametri 3-03 Maksimiohjearvo*). Esimerkki: 60 %.
4. Aseta esiasetettu ohjearvo 1 toiseen esiasetettuun nopeuteen (*parametri 3-10 Esiasetettu ohjearvo* [1] Esimerkiksi: 0 % (nolla).
5. Aseta vakiokäyntinopeuden ajastin 0 parametrissa *parametri 13-20 SL-ohjaimen ajastin* [0]. Esimerkki: 2 s.

6. Aseta tapahtuman 1 asetukseksi kohdassa *parametri 13-51 SL-ohjaimen tapahtuma [1] True*.
7. Aseta tapahtuman 2 arvoksi kohdassa *parametri 13-51 SL-ohjaimen tapahtuma [4] On Reference*.
8. Aseta tapahtuman 3 arvoksi kohdassa *parametri 13-51 SL-ohjaimen tapahtuma [30] Time Out 0*.
9. Aseta tapahtuman 4 arvoksi kohdassa *parametri 13-51 SL-ohjaimen tapahtuma [0] False*.
10. Aseta tapahtuman 1 arvoksi kohdassa *parametri 13-52 SL-ohjaimen toiminto [10] Select preset 0*.
11. Aseta tapahtuman 2 arvoksi kohdassa *parametri 13-52 SL-ohjaimen toiminto [29] Start Timer 0*.
12. Aseta tapahtuman 3 arvoksi kohdassa *parametri 13-52 SL-ohjaimen toiminto [11] Select preset 1*.
13. Aseta tapahtuman 4 arvoksi kohdassa *parametri 13-52 SL-ohjaimen toiminto [1] No Action*.
14. Aseta älykkään logiikkaohjauksen arvoksi kohdassa *parametri 13-00 SL-ohjaimen tila [1] ON*.

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



Kuva 4.13 Aseta tapahtumat ja toiminta

4.4 EC+-konsepti asynkronisille moottoreille ja PM-moottoreille

Tehokkaan energiansäästön varmistamiseksi järjestelmänsuunnittelijoiden on otettava huomioon koko järjestelmä. Tärkeintä ei niinkään ole yksittäisten komponenttien teho, vaan järjestelmän tehokkuus kokonaisuudessaan. Hyötysuhteeltaan hyvä moottorin rakenne ei auta, jos järjestelmän muut komponentit pienentävät kokonaisjärjestelmän hyötysuhdetta. EC+ -konsepti mahdollistaa automaattisen suorituskykyoptimoinnin komponenteille lähteestä riippumatta. Tämän vuoksi järjestelmän suunnittelija voi valita vakiokomponenttien ihanteellisen yhdistelmän taajuusmuuttajaksi, moottoriksi ja puhaltimeksi/pumpuksi ja silti saavuttaa optimaalisen järjestelmän hyötysuhteen.

Esimerkki

Käytännön HVAC-esimerkkinä on ulkoisilla ankkurimoottoreilla varustettujen pistokepuhaltimien EC-versio. Kompaktin rakenteen saavuttamiseksi moottori työntyy juoksupyörän sisääntuloalueelle. Tämä työntyminen heikentää puhaltimen tehoa ja sitä kautta koko ilmanvaih-

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

toyksikön tehoa. Tällöin moottorin suuri teho ei nostakaan koko järjestelmän hyötysuhdetta.

Edut

EC+-järjestelmän joustavuus varmistaa, että tällainen järjestelmän hyötysuhteen heikkeneminen vältetään ja se tuottaa järjestelmän suunnittelijalle ja loppukäyttäjälle seuraavat edut:

- Ylivoimainen järjestelmän teho yksittäisten komponenttien vapaan valinnan ansiosta.
- Moottoriteknologia vapaasti valittavissa: Asynkroninen tai PM.
- Valmistajariippumattomuus komponenttien hankkimisessa.
- Helppo ja kustannustehokas jälkiasennus valmiisiin järjestelmiin.

FCP 106 ja FCM 106, joissa on EC+, sallivat järjestelmän suunnittelijan optimoida järjestelmän hyötysuhde joustavuudesta ja luotettavuudesta tinkimättä.

- FCP 106 voidaan asentaa joko asynkroniseen moottoriin tai kestomagneettimoottoriin.
- FCM 106 toimitetaan asynkronisen moottorin tai kestomagneettimoottorin kanssa. Vakiomoottoreiden ja vakiotaajuusmuuttajien käyttäminen varmistaa komponenttien pitkäaikaisen saatavuuden.

Sekä FCP 106- että FCM 106-taajuusmuuttajan ohjelmointi on samanlaista kuin kaikkien muiden Danfoss-taajuusmuuttajien ohjelmointi.

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

5 Tyyppikoodi ja valintaopas

5.1 Taajuusmuuttajien konfiguraattori

Määritä taajuusmuuttaja sovelluksen vaatimusten mukaan tilausnumerojärjestelmän avulla.

Taajuusmuuttajien moottoreita voi tilata vakiomallisina tai sisäisillä optioilla varustettuina käyttämällä tyyppikoodin merkkijonoa, esimerkiksi:

FCM106P4K0T4C55H1FSXXANXE4N4K0150B03000

Katso lisätietoja merkkijonon kustakin merkistä kohdasta *kappale 5.2 Tyyppikoodin merkkijono*. Edellä olevassa esimerkissä hyötysuhdeluokan IE4 moottori, jonka ylikuormitusprofiili on normaali, on sisällytetty taajuusmuuttajaan. Taajuusmuuttajien moottorien vakioversioiden tilausnumerot ovat kohdassa *kappale 5.3 Tilausnumerot*.
Käytä taajuusmuuttajan tai taajuusmuuttajan moottorin konfiguroiintiin sovellusta varten sekä tyyppikoodin merkkijonon luomiseksi Internet-pohjaista Taajuusmuuttajien konfiguraattoria. Taajuusmuuttajien konfiguraattori luo automaattisen kahdeksannumeroisen myyntinumeron, joka toimitetaan paikalliseen myyntikonttoriin. Lisäksi se voi luoda useita tuotteita sisältävän hankeluettelon ja lähettää sen Danfoss-yrityksen myyntiedustajalle.
Voit käyttää Taajuusmuuttajien konfiguraattoria menemällä osoitteeseen: *www.danfoss.com/drives*.

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

5.2 Tyyppikoodin merkkijono

Esimerkki Taajuusmuuttajien konfiguraattorin käyttöliittymän asetuksista: Ruuduissa näytetyt numerot tarkoittavat tyyppikoodin merkkijonon kirjainta/numeroa. Lue vasemmalta oikealle.

Tuote		Nimi	Numero	Valintaoptiot
FCM 106	FCP 106	Tuoteryhmä	1–3	FCP FCM
		Sarja	4–6	106
		Kuormitusprofiili, taajuusmuuttaja	7	N: Normaali ylikuormitus H: Suuri ylikuormitus
		Teho	8–10	0.55–7.5 kW (K55–7K5)
		Verkkojännite	11–12	T4: 380–480 VAC
		Kotelointi	13–15	C66: IP66/UL TYPE 4X (ainoastaan FCP 106) C55: IP55/Type 12 (ainoastaan FCM 106)
		RFI-suodatin	16–17	H1: RFI-suodatin luokka C1
		Puhallinoptio	18	F: Puhaltimen kanssa
		Erikoisversio	19–21	SXX: Uusin versio – vakio-ohjelmisto
		Optiot	22–23	AN: VLT®-muistimoduuli MCM 101, ilman kenttäväylää AM: VLT®-muistimoduuli MCM 101, VLT® PROFIBUS DP MCA 101
		Ei määritetty	24	X: Varattu
		Moottorin tehoalue	25	E: Moottorien vakioalue
		Hyötysuhdeluokka	26	2: Moottorin hyötysuhdeluokka IE2 4: Moottorin hyötysuhdeluokka IE4
		Kuormitusprofiili, moottori	27	N: Normaali ylikuormitus H: Suuri ylikuormitus
		Akseliteho	28–30	0.55–7.5 kW (K55–7K5)
		Moottorin nimellisnopeus	31–33	150: 1 500 kierrosta minuutissa (rpm) 180: 1800 kierrosta minuutissa (rpm) 300: 3 000 kierrosta minuutissa (rpm) 360: 3 600 kierrosta minuutissa (rpm)
		Moottorin asennusoptio	34–36	B03: Jalka-asennus B05: B5-laippa B14: B14-etupinta B34: Jalka ja B14-etupinta B35: Jalka ja B5-laippa
		Moottorin laippa	37–39	000: Vain jalka-asennus 085: Moottorin laipan koko 85 mm 100: Moottorin laipan koko 100 mm 115: Moottorin laipan koko 115 mm 130: Moottorin laipan koko 130 mm 165: Moottorin laipan koko 165 mm 215: Moottorin laipan koko 215 mm 265: Moottorin laipan koko 265 mm 300: Moottorin laipan koko 300 mm 350: Moottorin laipan koko 350 mm

Taulukko 5.1 Tyyppikoodin merkkijonon tiedot

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
F	C	M	1	0	6					T	4	P	5	5	H	1		S	X	X			X	E									B					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
F	C	P	1	0	6					T	4	P	6	6	H	1		S	X	X			X

195NA445.10

Kuva 5.1 Tyyppikoodin merkkijonon esimerkki

5.2.1 Moottorin runkokoot ja laipat

Moottorin runkokokoa ja FCM 106 -nimellistehoa vastaavat laippakoot ovat kohdassa *Taulukko 5.2*.

FCM 106 -nimellisteho [kW]	Moottori runkokoko	Asennustapa	Laippakoko, vakio (S)	Laippakoko, vaihtoehdot (B)
	4-napainen		[mm]	[mm]
0.55	80	B5/B35	165	–
		B14/B34	100	75/85/115/130
0.75	80	B5/B35	165	–
		B14/B34	100	75/85/115/130
1.1	90	B5/B35	165	215
		B14/B34	115	85/100/130/165
1.5	90	B5/B35	165	215
		B14/B34	115	85/100/130/165
2.2	100	B5/B35	215	–
		B14/B34	130	85/100/115
3.0	100	B5/B35	215	–
		B14/B34	130	85/100/115
4.0	112	B5/B35	215	–
		B14/B34	130	85/100/115
5.5	132	B5/B35	265	–
		B14/B34	165	–
7.5	132	B5/B35	265	–
		B14/B34	165	–

Taulukko 5.2 FCM 106 -nimellistehoa vastaavat laippakoot

S: Saatavana vakioakselina.

B: Saatavana vaihtoehtona rungon vakioakselilla varustettuna, ei edellytä muutosta.

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

5.3 Tilausnumerot

5.3.1 Optiot ja lisävarusteet

Kuvaus	Kotelon koko[1)] Verkkojännite T4 (380–480 VAC)		
	MH1 [kW/hv]	MH2 [kW/hv]	MH3 [kW/hv]
	0.55–1.5/ 0.75–2	2.2–4/ 3–5.5	5.5–7.5/ 7.5–10
Paikallisohjauspaneeli (LCP), IP55	130B1107		
Asennussarja, sis. 3 m FCP 106 -kaapelin, IP55, LCP:lle	134B0564		
Käsikäyttöpaneeli (LOP), IP65	175N0128		
Moottorisovitinlevy: Moottorisovitinlevy, moottoriliitin, PE-läpivienti, moottoriliittimen tiiviste, 4 ruuvia	134B0340	134B0390	134B0440
Seinäkiinnityksen sovitinlevy	134B0341	134B0391	134B0441
VLT® PROFIBUS DP MCA 101	130B1200		
VLT®-muistimoduuli MCM 101	134B0791		
Potentiometrioptio	177N0011		

Taulukko 5.3 Optiot ja lisävarusteet, tilausnumerot

1) Nimellistehot liittyvät normaaliin ylikuormaan, katso kappale 6.2 Sähkötiedot.

5.3.2 Varaosat

Katso tilausnumerot ja yleisiä tietoja tilauksesta kohdasta:

- VLT-verkkokauppa osoitteessa *vltshop.danfoss.com*.
- Taajuusmuuttajien konfiguraattori *www.danfoss.com/drives*.

Osanumero	Kuvaus	Tilausnumero
Puhallinyksikkö, MH1	Puhallinyksikkö, kotelointikoko MH1	134B0345
Puhallinyksikkö, MH2	Puhallinyksikkö, kotelointikoko MH2	134B0395
Puhallinyksikkö, MH3	Puhallinyksikkö, kotelointikoko MH3	134B0445
Varustelaukku, MH1	Varustelaukku, kotelointikoko MH1	134B0346
Varustelaukku, MH2	Varustelaukku, kotelointikoko MH2	134B0346
Varustelaukku, MH3	Varustelaukku, kotelointikoko MH3	134B0446

Taulukko 5.4 Tilausnumerot, varaosat

5.3.3 Asennusta varten tarvittavat osat

Moottorin kytkentää varten tarvitaan lisää osia:

Puristusliittimet:

- 3 kpl moottorin liittimille, UVW
- 2 kpl termistorille (valinnainen).

AMP:n tavalliset tehoajastinliittimet, katso tilausnumerot kohdasta:

- 134B0495 (0.2–0.5 mm^2) [AWG 24–20].
- 134B0496 (0.5–1 mm^2) [AWG 20–17].
- 134B0497 (1–2.5 mm^2) [AWG 17–13.5].
- 134B0498 (2.5–4 mm^2) [AWG 13–11].
- 134B0499 (4–6 mm^2) [AWG 12–10].

Katso täydelliset asennusohjeet, moottorin kytkentä mukaan lukien, VLT® DriveMotor FCM 106 - ja FCP 106 *Käyttöoppaasta*.

6 Tekniset tiedot

6.1 Vapaat tilat, mitat ja painot

6.1.1 Vapaa tila

Noudata kohdassa *Taulukko 6.1* mainittuja vapaita tiloja riittävän ilmavirtauksen varmistamiseksi taajuusmuuttajalle. Jos ilmavirtaus estyy taajuusmuuttajan lähellä, varmista riittävä viileän ilman saanti ja kuuman ilman poisto laitteelta.

Kotelointi			Teho[1)] [kW (hv)]	Vapaa tila päissä [mm (in)]	
Kotelon koko	Suojausluokitus		3 x 380–480 V	Moottorin akselin pää	Jäähdytyspuhaltimen pää
	FCP 106	FCM 106			
MH1	IP66/Type 4X[2)]	IP55/Type 12	0.55–1.5 (0.75–2.0)	30 (1.2)	100 (4.0)
MH2	IP66/Type 4X[2)]	IP55/Type 12	2.2–4.0 (3.0–5.0)	40 (1.6)	100 (4.0)
MH3	IP66/Type 4X[2)]	IP55/Type 12	5.5–7.5 (7.5–10)	50 (2.0)	100 (4.0)

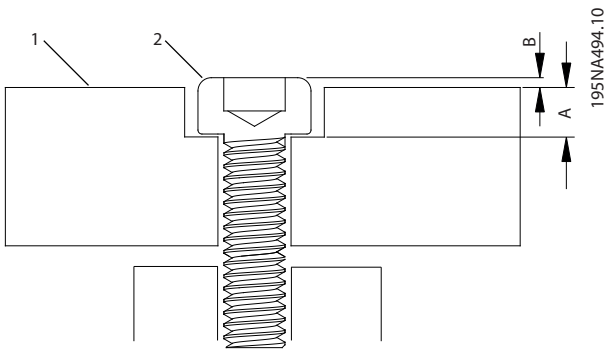
Taulukko 6.1 Jäähdytyksen pienin vapaa tila

1) Nimellisteho liittyy NO-kuormaan, katso kappale 6.2 Sähkötiedot.

2) Ilmoitetut IP- ja Type-luokitukset ovat voimassa ainoastaan, kun FCP 106 on asennettu seinäkiinnityslevylle tai moottorille sovitinlevyn kanssa. Varmista, että sovitinlevyn ja moottorin välisen tiivisteen suojausluokka vastaa yhdistetyltä moottorilta ja taajuusmuuttajalta vaadittua suojausluokitusta. Yksittäisinä laitteina kotelointiarvo on IP00 ja Type-luokitus on Open (Avoin).

Kotelon koko	Reiän enimmäissyvyys sovitinlevyyn (A) [mm (in)]	Ruuvin enimmäiskorkeus sovitinlevyn yläpuolella (B) [mm (in)]
MH1	3 (0.12)	0.5 (0.02)
MH2	4 (0.16)	0.5 (0.02)
MH3	3.5 (0.14)	0.5 (0.02)

Taulukko 6.2 Moottorisovitinlevyn ruuvien tiedot



1	Sovitinlevy
2	Ruuvi
A	Reiän enimmäissyvyys sovitinlevyyn
B	Ruuvin enimmäiskorkeus sovitinlevyn yläpuolella

Kuva 6.1 Moottorisovitinlevyn kiinnitysruuvit

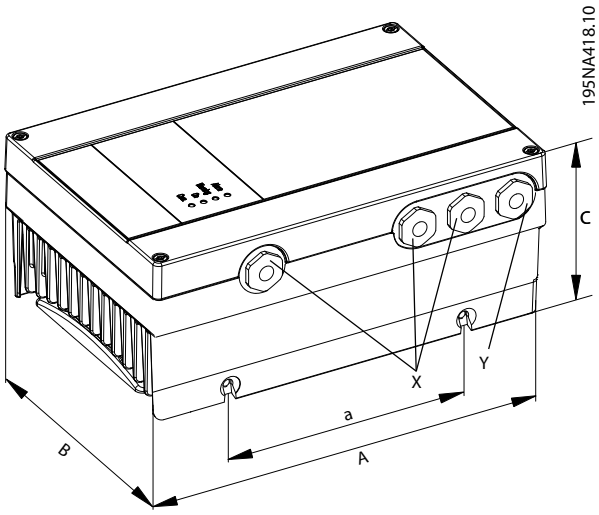
 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

6.1.2 FCP 106 -kotelointia vastaava moottorin runkokoko

PM-moottori		Asynkroninen moottori		FCP 106	
kierr./min.				Kotelointi	Teho [kW (hv)]
1500	3000	3000	1500		
71	–	–	–	MH1	0.55 (0.75)
71	71	71	80		0.75 (1.0)
71	71	80	90		1.1 (1.5)
71	71	80	90		1.5 (2.0)
90	71	90	100	MH2	2.2 (3.0)
90	90	90	100		3 (4.0)
90	90	100	112		4 (5.0)
112	90	112	112	MH3	5.5 (7.5)
112	112	112	132		7.5 (10)

Taulukko 6.3 FCP 106 -kotelointia vastaava moottorin runkokoko

6.1.3 FCP 106 mitat



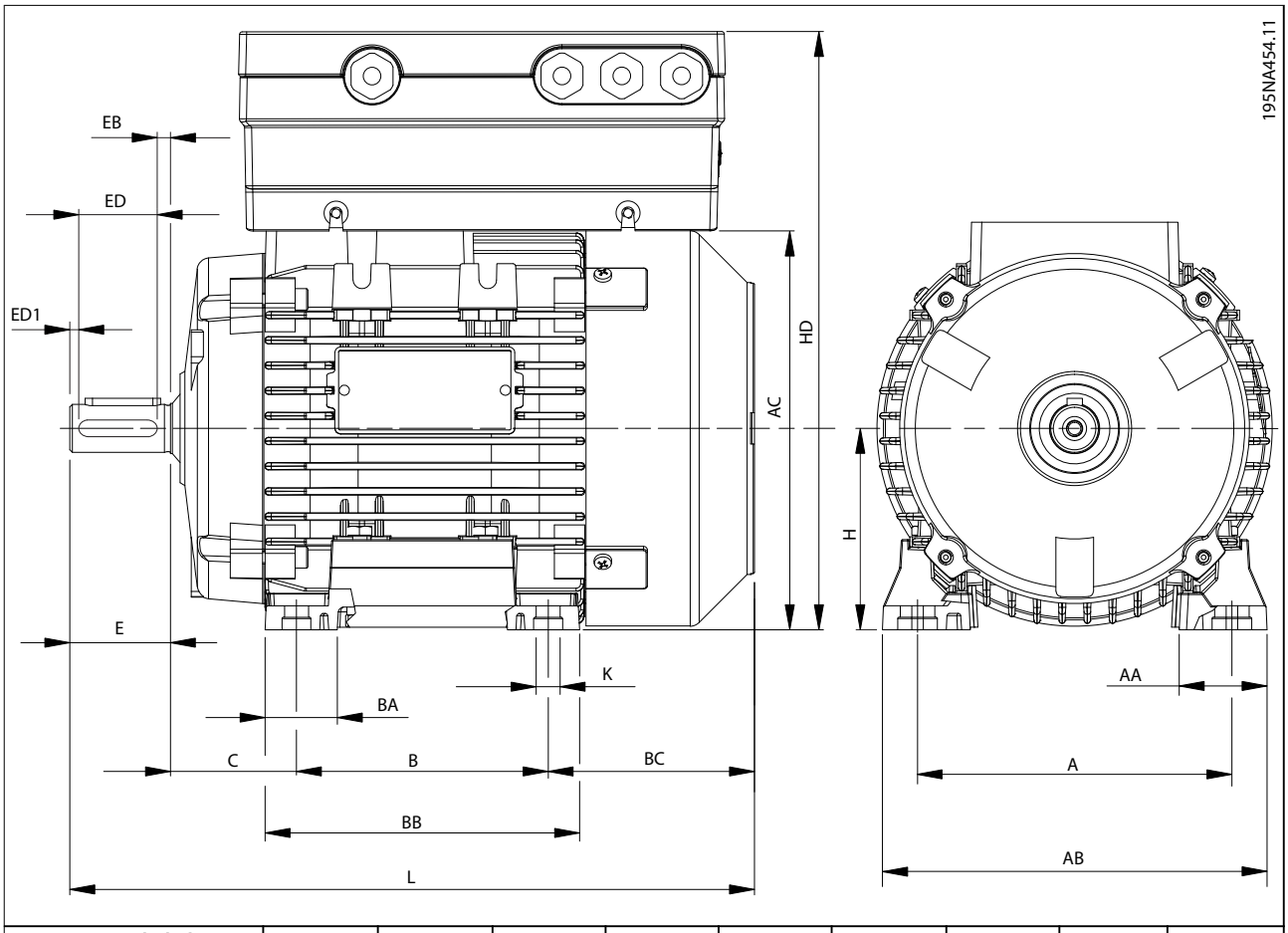
Kuva 6.2 FCP 106 Mitat

Kotelointi-tyyppi	Teho[1] [kW (hv)]	Pituus [mm (in)]		Leveys [mm (in)]	Korkeus [mm (in)]		Kaapeliläpiviennin halkaisija		Kiinni-tysreikä
					Normaali kansi	Korkea kansi VLT® PROFIBUS DP MCA 101 -optiolle			
	3 x 380–480 V	A	a	B	C	C	X	Y	
MH1	0.55–1.5 (0.75–2.0)	231.4 (9.1)	130 (5.1)	162.1 (6.4)	106.8 (4.2)	121.4 (4.8)	M20	M20	M6
MH2	2.2–4.0 (3.0–5.0)	276.8 (10.9)	166 (6.5)	187.1 (7.4)	113.2 (4.5)	127.8 (5.0)	M20	M20	M6
MH3	5.5–7.5 (7.5–10)	321.7 (12.7)	211 (8.3)	221.1 (8.7)	123.4 (4.9)	138.1 (5.4)	M20	M25	M6

Taulukko 6.4 FCP 106 Mitat

1) Nimellisteho liittyy NO-kuormaan, katso kappale 6.2 Sähkötiedot.

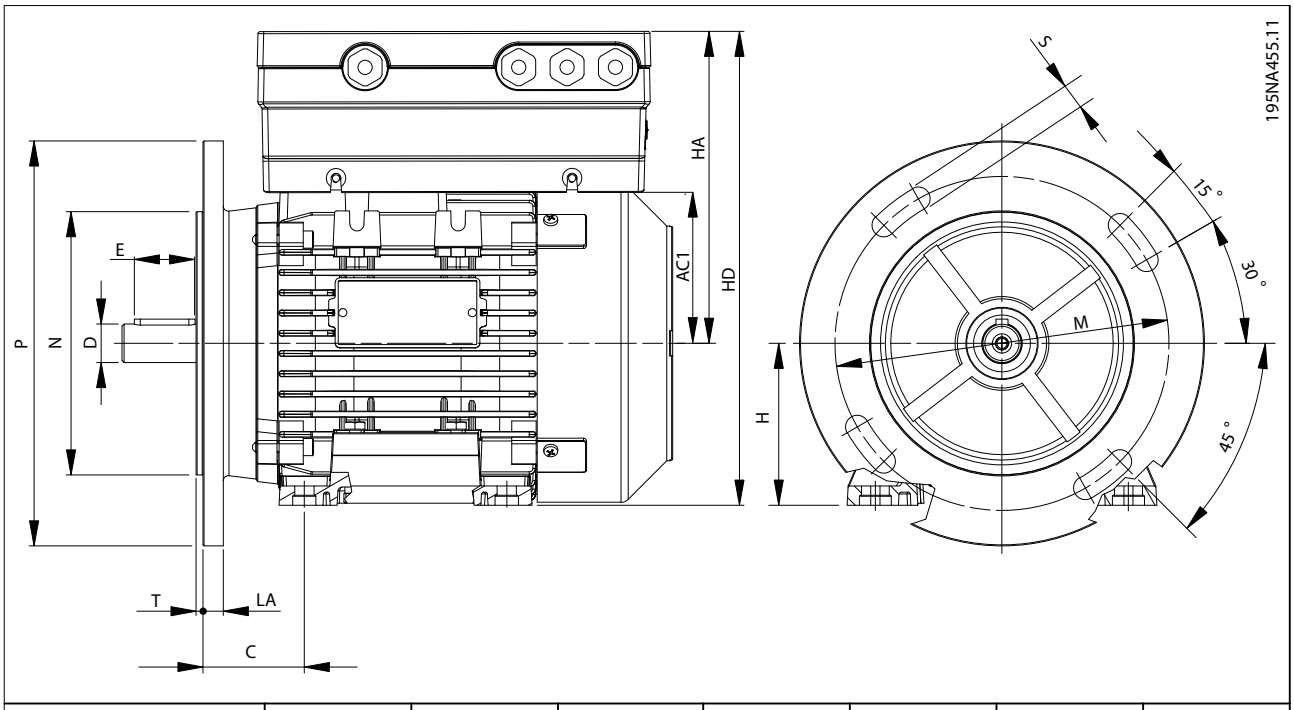
6.1.4 FCM 106 mitat



Moottorin runkokoko	71	80	90S	90L	100S	100L	112M	132S	132M
A [mm (in)]	112 (4.4)	125 (4.9)	140 (5.5)	140 (5.5)	160 (6.3)	160 (6.3)	190 (7.5)	216 (8.5)	216 (8.5)
B [mm (in)]	90 (3.5)	100 (4.0)	100 (4.0)	125 (4.9)	140 (5.5)	140 (5.5)	140 (5.5)	140 (5.5)	178 (7.0)
C [mm (in)]	45 (1.8)	50 (2.0)	56 (2.2)	56 (2.2)	63 (2.5)	63 (2.5)	70 (2.6)	89 (3.5)	89 (3.5)
H [mm (in)]	71 (2.8)	80 (3.1)	90 (3.5)	90 (3.5)	100 (4.0)	100 (4.0)	112 (4.4)	132 (5.2)	132 (5.2)
K [mm (in)]	8 (0.3)	10 (0.4)	10 (0.4)	10 (0.4)	11 (0.43)	11 (0.43)	12.5 (0.5)	12 (0.47)	12 (0.47)
AA [mm (in)]	31 (1.2)	34.5 (1.4)	37 (1.5)	37 (1.5)	44 (1.7)	44 (1.7)	48 (1.9)	59 (2.3)	59 (2.3)
AB [mm (in)]	135 (5.3)	153 (6.0)	170 (6.7)	170 (6.7)	192 (7.6)	192 (7.6)	220 (8.7)	256 (10.1)	256 (10.1)
BB [mm (in)]	108 (4.3)	125 (4.9)	150 (5.9)	150 (5.9)	166 (6.5)	166 (6.5)	176 (6.9)	180 (7.1)	218 (8.6)
BC [mm (in)]	83 (3.3)	89 (3.5)	116 (4.6)	91 (3.6)	110 (4.3)	144 (5.7)	126 (5.0)	134 (5.3)	136 (5.4)
L [mm (in)]	246 (9.7)	272 (10.7)	317 (12.5)	317 (12.5)	366 (14.4)	400 (15.7)	388 (15.3)	445 (17.5)	485 (19.1)
AC [mm (in)]	139 (5.5)	160 (6.3)	180 (7.1)	180 (7.1)	196 (7.7)	194 (7.6)	225 (8.9)	248 (9.8)	248 (9.8)
E [mm (in)]	30 (1.2)	40 (1.6)	50 (2.0)	50 (2.0)	60 (2.4)	60 (2.4)	60 (2.4)	80 (3.1)	80 (3.1)
ED [mm (in)]	20 (0.8)	30 (1.2)	30 (1.2)	40 (1.6)	40 (1.6)	50 (2.0)	50 (2.0)	70 (2.6)	70 (2.6)
EB [mm (in)]	4 (0.16)	4 (0.16)	4 (0.16)	4 (0.16)	4 (0.16)	4 (0.16)	4 (0.16)	4 (0.16)	4 (0.16)
HD [mm (in)] ilman VLT® PROFIBUS DP MCA 101 -optiota									
MH1	247 (9.7)	267 (10.5)	286 (11.3)	286 (11.3)	–	–	–	–	–
MH2	248 (9.8)	268 (10.6)	287 (11.4)	287 (11.4)	304 (12)	304 (12)	332 (13.1)	–	–
MH3	–	–	299 (11.8)	299 (11.8)	316 (12.4)	316 (12.4)	344 (13.5)	379 (14.9)	379 (14.9)
HD [mm (in)] VLT® PROFIBUS DP MCA 101 -option kanssa									
MH1/	262 (10.3)	282 (11.1)	301 (11.9)	301 (11.9)	–	–	–	–	–
MH2	263 (10.4)	283 (11.1)	302 (11.9)	302 (11.9)	319 (12.6)	319 (12.6)	347 (13.7)	–	–
MH3	–	–	314 (12.4)	314 (12.4)	331 (13.0)	331 (13.0)	359 (14.1)	394 (15.5)	394 (15.5)

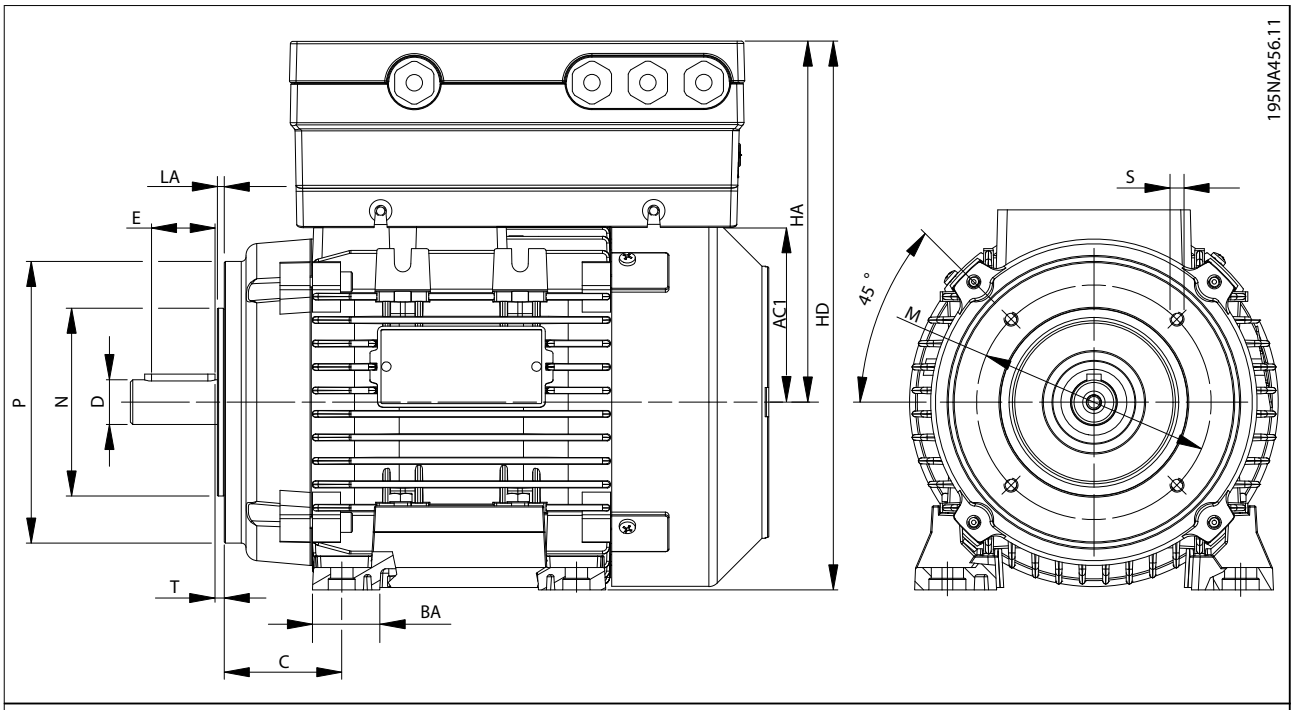
Taulukko 6.5 FCM 106 Mitat: Jalka-asennus - B3 asynkroninen tai PM-moottori

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.



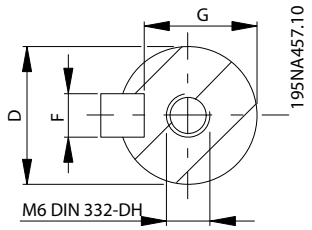
Moottorin runkokoko	71	80	90S	90L	100L	112M	132S
M [mm (in)]	130 (5.1)	165 (6.5)	165 (6.5)	165 (6.5)	215 (8.5)	215 (8.5)	265 (10.4)
N [mm (in)]	110 (4.3)	130 (5.1)	130 (5.1)	130 (5.1)	180 (7.8)	180 (7.8)	230 (9.1)
P [mm (in)]	160 (6.3)	200 (7.9)	200 (7.9)	200 (7.9)	250 (9.8)	250 (9.8)	300 (11.8)
S [mm (in)]	M8	M10	M10	M10	M12	M12	M12
T [mm (in)]	3.5 (0.14)	3.5 (0.14)	3.5 (0.14)	3.5 (0.14)	4 (0.16)	4 (0.16)	4 (0.16)
LA [mm (in)]	10 (0.4)	10 (0.4)	12 (0.5)	12 (0.5)	14 (0.6)	14 (0.6)	14 (0.6)
HA [mm (in)]	HA = AC1 + taajuusmuuttajan korkeus Katso taajuusmuuttajan mitat kohdasta *Taulukko 6.4*.						
HD [mm (in)] ilman VLT® PROFIBUS DP MCA 101 -optiota							
MH1	247 (9.7)	267 (10.5)	286 (11.3)	286 (11.3)	–	–	–
MH2	248 (9.8)	268 (10.6)	287 (11.4)	287 (11.4)	304 (12)	332 (13.1)	–
MH3	–	–	299 (11.8)	299 (11.8)	316 (12.4)	244 (9.6)	379 (14.9)
HD [mm (in)] VLT® PROFIBUS DP MCA 101 -option kanssa							
MH1	262 (10.3)	282 (11.1)	301 (11.9)	301 (11.9)	–	–	–
MH2	263 (10.4)	283 (11.2)	302 (11.9)	302 (11.9)	319 (12.6)	347 (13.7)	–
MH3	–	–	314 (12.4)	314 (12.4)	331 (13.1)	359 (14.1)	394 (15.5)

Taulukko 6.6 FCM 106 Mitat: Laippakiinnitys - B5, B35 asynkroninen moottori tai PM-moottori



Pieni laippa B14						
Moottorin runkokoko	**71**	**80**	**90S**	**100L**	**112M**	**132S**
M [mm (in)]	85 (3.3)	100 (4.0)	115 (4.5)	130 (5.1)	130 (5.1)	165 (6.5)
N [mm (in)]	70 (2.8)	80 (3.1)	95 (3.7)	110 (4.3)	110 (4.3)	130 (5.1)
P [mm (in)]	105 (4.1)	120 (4.7)	140 (5.5)	160 (6.3)	160 (6.3)	200 (7.9)
S [mm (in)]	M6	M6	M8	M8	M8	M10
T [mm (in)]	2.5 (0.1)	3 (0.12)	3 (0.12)	3.5 (0.14)	3.5 (0.14)	3.5 (0.14)
LA [mm (in)]	11 (0.4)	9 (0.35)	9 (0.35)	10 (0.4)	10 (0.4)	30 (0.4)
Suuri laippa B14						
Moottorin runkokoko	**71**	**80**	**90S**	**100L**	**112M**	**132S**
M [mm (in)]	115 (4.5)	130 (5.1)	130 (5.1)	165 (6.5)	165 (6.5)	215 (8.5)
N [mm (in)]	95 (3.7)	110 (4.3)	110 (4.3)	130 (5.1)	130 (5.1)	180 (7.1)
P [mm (in)]	140 (5.5)	160 (6.3)	160 (6.3)	200 (7.9)	200 (7.9)	250 (9.8)
S [mm (in)]	M8	M8	M8	M10	M10	M12
T [mm (in)]	2.5 (0.1)	3.5 (0.14)	3.5 (0.14)	3.5 (0.14)	3.5 (0.14)	4 (0.16)
LA [mm (in)]	8 (0.31)	8.5 (0.33)	9 (0.35)	12 (0.5)	12 (0.5)	12 (0.5)
HA [mm (in)]	HA = AC1 + taajuusmuuttajan korkeus Katso taajuusmuuttajan mitat kohdasta *Taulukko 6.4*.					
HD [mm (in)] ilman VLT® PROFIBUS DP MCA 101 -optiota						
MH1	247 (9.7)	267 (10.5)	286 (11.3)	–	–	–
MH2	248 (9.8)	268 (10.6)	287 (11.4)	304 (12)	332 (13.1)	–
MH3	–	–	299 (11.8)	316 (12.4)	244 (9.6)	379 (14.9)
HD [mm (in)] VLT® PROFIBUS DP MCA 101 -option kanssa						
MH1	262 (10.3)	282 (11.1)	301 (11.9)	–	–	–
MH2	263 (10.4)	283 (11.2)	302 (11.9)	319 (12.6)	347 (13.7)	–
MH3	–	–	314 (12.4)	331 (13)	359 (14.1)	394 (15.5)

Taulukko 6.7 FCM 106 Mitat: Etupinnan asennus - B14, B34 asynkroninen moottori tai PM-moottori



FCM 106 asynkronisen moottorin tai PM-moottorin kanssa						
Moottorin runkokoko	**71**	**80**	**90S**	**100L**	**112M**	**132S**
D [mm (in)]	14 (0.6)	19 (0.7)	24 (1.0)	28 (1.1)	28 (1.1)	38 (1.5)
F [mm (in)]	5 (0.2)	6 (0.25)	8 (0.3)	8 (0.3)	8 (0.3)	10 (0.4)
G [mm (in)]	11 (0.4)	15.5 (0.6)	20 (0.8)	24 (1.0)	24 (1.0)	33 (1.3)
DH	M5	M6	M8	M10	M10	M12

Taulukko 6.8 FCM 106 Mitat: Akselin käyttöpää - asynkroninen moottori tai PM-moottori

6.1.5 Paino

Laske laitteen kokonaispaino lisäämällä:

- Yhdistetyn taajuusmuuttajan ja sovitinlevyn paino, katso *Taulukko 6.9*.
- Moottorin paino, katso *Taulukko 6.10*.

Kotelointityyppi	Paino		
	FCP 106 [kg (lb)]	Moottorisovitinlevy [kg (lb)]	Yhdistetty FCP 106 ja moottorisovitinlevy [kg (lb)]
MH1	3.9 (8.6)	0.7 (1.5)	4.6 (10.1)
MH2	5.8 (12.8)	1.12 (2.5)	6.92 (15.3)
MH3	8.1 (17.9)	1.48 (3.3)	9.58 (21.2)

Taulukko 6.9 Paino, FCP 106

Akseliteho [kW (hv)]	PM-moottori				Asynkroninen moottori			
	1 500 kierrosta minuutissa (rpm)		3 000 kierrosta minuutissa (rpm)		1 500 kierrosta minuutissa (rpm)		3 000 kierrosta minuutissa (rpm)	
	Moottorin runko-koko	Paino [kg (lb)]	Moottorin runko-koko	Paino [kg (lb)]	Moottorin runko-koko	Paino [kg (lb)]	Moottorin runko-koko	Paino [kg (lb)]
0.55 (0.75)	71	4.8 (10.6)	–		–		–	
0.75 (1.0)	71	5.4 (11.9)	71	4.8 (10.6)	80S	11 (24.3)	71	9.5 (20.9)
1.1 (1.5)	71	7.0 (15.4)	71	4.8 (10.6)	90S	16.4 (36.2)	80	11 (24.3)
1.5 (2.0)	71	10 (22)	71	6.0 (13.2)	90L	16.4 (36.2)	80	14 (30.9)
2.2 (3.0)	90	12 (26.5)	71	6.6 (14.6)	100L	22.4(49.4)	90L	16 (35.3)
3 (4.0)	90	14 (30.9)	90S	12 (26.5)	100L	26.5 (58.4)	100L	23 (50.7)
4 (5.0)	90	17 (37.5)	90S	14 (30.9)	112M	30.4 (67)	100L	28 (61.7)
5.5 (7.5)	112	30 (66)	90S	16 (35.3)	132S	55 (121.3)	112M	53 (116.8)
7.5 (10)	112	33 (72.8)	112M	26 (57.3)	132M	65 (143.3)	112M	53 (116.8)

Taulukko 6.10 Moottorin paino noin

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

6.2 Sähkötiedot

6.2.1 Verkkojännite 3 x 380–480 V AC Normaali ylikuormitus ja suuri ylikuormitus

Kotelointi	MH1							MH2						MH3
	PK55	PK75		P1K1		P1K5		P2K2		P3K0		P4K0		P5K5
Ylikuormitus[1]	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO
Tyypillinen akseliteho [kW]	0.55		0.75		1.1		1.5		2.2		3.0		4.0	
Tyypillinen akseliteho [hv]	0.75		1.0		1.5		2.0		3.0		4.0		5.0	
Kaapelin suurin poikkipinta liittimissä[2] (syöttö, moottori) [mm²/AWG]	4/12		4/12		4/12		4/12		4/12		4/12		4/12	
Lähtövirta														
40 °C ympäristön lämpötila														
Jatkuva (3 x 380–440 V) [A]	1.7		2.2		3.0		3.7		5.3		7.2		9.0	
Jaksoittainen (3 x 380–440 V) [A]	1.9	2.7	2.4	3.5	3.3	4.8	4.1	5.9	5.8	8.5	7.9	11.5	9.9	14.4
Jatkuva (3 x 440–480 V) [A]	1.6		2.1		2.8		3.4		4.8		6.3		8.2	
Jaksoittainen (3 x 440–480 V) [A]	1.8	2.6	2.3	3.4	3.1	4.5	3.7	5.4	5.3	7.7	6.9	10.1	9.0	13.2
Suurin tulovirta														
Jatkuva (3 x 380–440 V) [A]	1.3		2.1		2.4		3.5		4.7		6.3		8.3	
Jaksoittainen (3 x 380–440 V) [A]	1.4	2.0	2.3	2.6	2.6	3.7	3.9	4.6	5.2	7.0	6.9	9.6	9.1	12.0
Jatkuva (3 x 440–480 V) [A]	1.2		1.8		2.2		2.9		3.9		5.3		6.8	
Jaksoittainen (3 x 440–480 V) [A]	1.3	1.9	2.0	2.5	2.4	3.5	3.2	4.2	4.3	6.3	5.8	8.4	7.5	11.0
Maks. pääsulakkeet	Katso kohtaa *kappale 6.9 Sulakkeen ja johdonsuojakatkaisimen tekniset tiedot*.													
Arvioitu tehohäviö [W], parhaassa tapauksessa/ tyypillinen[3]	38			44		57		73		91		129		143
Hyötysuhde [%], parhaassa tapauksessa/ tyypillinen[4][5]	0.96			0.97		0.97		0.97		0.97		0.97		0.97

Taulukko 6.11 Verkkojännite 3 x 380–480 V AC Normaali ylikuormitus ja suuri ylikuormitus MH1-, MH2- ja MH3-kotelointi

1) NO: Normaali ylikuormitus, 110 % 1 minuutin ajan. HO: Suuri ylikuorma, 160 % 1 min. ajan.

Suurelle ylikuormalle tarkoitettu taajuusmuuttaja edellyttää nimellisteholtaan vastaavaa moottoria. Esimerkiksi Taulukko 6.11 kuvaa, että 1,5 kW moottori tarvitsee HO-käyttöön P2K2-taajuusmuuttajan.
2) Kaapelin maksimipoikkipinta on suurin kaapelin poikkipinta-ala, jonka voi asentaa liittimiin. Noudata aina kansallisia ja paikallisia määräyksiä.
3) Koskee taajuusmuuttajan jäähdytyksen mitoitusta. Jos kytkentätaajuus kasvaa oletusasetusta suuremmaksi, tehohäviöt voivat kasvaa merkittävästi. Tähän sisältyvät paikallisohjauspaneeli ja tyypilliset ohjauskortin tehonkulutukset. Katso standardin EN 50-598-2 mukaiset tehohäviötiedot osoitteesta www.danfoss.com/vltenergyefficiency.
4) Nimellisvirralla mitattu hyötysuhde. Katso energiatehokkuusluokka kohdasta kappale 6.5 Ympäristön olosuhteet. Katso osakuormahäviöt osoitteesta www.danfoss.com/vltenergyefficiency.
5) Mitattu käytettäessä 4 metrin suojattuja moottorikaapeleita nimelliskuormituksella ja -taajuudella.

Kotelointi	**MH3**		
	P5K5	**P7K5**	
Ylikuormitus[1)]	NO	HO	NO
Tyypillinen akseliteho [kW]	5.5		7.5
Tyypillinen akseliteho [hv]	7.5		10
Kaapelin suurin poikkipinta liittimissä[2)] (syöttö, moottori) [mm²/AWG]	4/12		4/12
Lähtövirta			
40 °C ympäristön lämpötila			
Jatkuva (3 x 380–440 V) [A]	12		15.5
Jaksoittainen (3 x 380–440 V) [A]	13.2	19.2	17.1
Jatkuva (3 x 440–480 V) [A]	11		14
Jaksoittainen (3 x 440–480 V) [A]	12.1	13.2	15.4
Suurin tulovirta			
Jatkuva (3 x 380–440 V) [A]	11		15
Jaksoittainen (3 x 380–440 V) [A]	12	17	17
Jatkuva (3 x 440–480 V) [A]	9.4		13
Jaksoittainen (3 x 440–480 V) [A]	10	15	14
Maks. pääsulakkeet	Katso kohtaa *kappale 6.9 Sulakkeen ja johdonsuojakatkaisimen tekniset tiedot.*		
Arvioitu tehohäviö [W], parhaassa tapauksessa/tyypillinen[3)]	143	236	
Hyötysuhde [%], parhaassa tapauksessa/tyypillinen[4)5)]	0.97	0.97	

Taulukko 6.12 Verkkojännite 3 x 380–480 V AC Normaali ylikuormitus ja suuri ylikuormitus MH3-kotelointi

1) NO: Normaali ylikuormitus, 110 % 1 minuutin ajan. HO: Suuri ylikuorma, 160 % 1 min. ajan.
Suurelle ylikuormalle tarkoitettu taajuusmuuttaja edellyttää nimellisteholtaan vastaavaa moottoria. Esimerkiksi Taulukko 6.11 kuvaa, että 1,5 kW moottori tarvitsee HO-käyttöön P2K2-taajuusmuuttajan.
2) Kaapelin maksimipoikkipinta on suurin kaapelin poikkipinta-ala, jonka voi asentaa liittimiin. Noudata aina kansallisia ja paikallisia määräyksiä.
3) Koskee taajuusmuuttajan jäähdytyksen mitoitusta. Jos kytkentätaajuus kasvaa oletusasetusta suuremmaksi, tehohäviöt voivat kasvaa merkittävästi. Tähän sisältyvät paikallisohjauspaneeli ja tyypilliset ohjauskortin tehonkulutukset. Katso standardin EN 50-598-2 mukaiset tehohäviötiedot osoitteesta www.danfoss.com/vltenergyefficiency.
4) Nimellisvirralla mitattu hyötysuhde. Katso energiatehokkuusluokka kohdasta kappale 6.5 Ympäristön olosuhteet. Katso osakuormahäviöt osoitteesta www.danfoss.com/vltenergyefficiency.
5) Mitattu käytettäessä 4 metrin suojattuja moottorikaapeleita nimelliskuormituksella ja -taajuudella.

6.3 Verkkojännite

Verkkojännite (L1, L2, L3)	
Syöttöjännite	380–480 V ±10 %

Verkkojännite pieni/syöttöjännitteen katkos:

- *Verkkojännitteen ollessa pieni tai syöttöjännitteen katkoksen aikana taajuusmuuttaja jatkaa toimintaansa, kunnes välipiirin jännite laskee minimipysäytystason alapuolelle. Tämä on tyypillisesti 15 % taajuusmuuttajan alinta nimellissyöttöjännitettä pienempi. Käynnistymistä ja täyttä momenttia ei voida odottaa, jos verkkojännite on enemmän kuin 10 % alle taajuusmuuttajan alimman nimellissyöttöjännitteen.*

Syöttöverkon taajuus	50/60 Hz
Verkkovirran vaiheiden välinen tilapäinen suurin sallittu epätasapaino	3.0 % nimellisverkkojännitteestä
Todellinen tehokerroin (λ)	≥ 0.9 nimellisestä nimelliskuormituksella
Perusaallon tehokerroin (COSφ)	lähes pätöteho (>0.98)
Syötön kytkentä L1, L2, L3 (käynnistyksiä)	Enintään 2 kertaa/min.
Standardin EN 60664-1 ja IEC 61800-5-1 mukainen ympäristö	Ylijänniteluokka III/likaantumisaste 2

Yksikkö soveltuu käytettäväksi piirissä, joka tuottaa enintään:

- 100 000 RMS symmetristä ampeeria, enintään 480 V, kun käytetään sulakkeita ryhmäjohdon suojana
- Katso *Taulukko 6.14* ja *Taulukko 6.15*, kun käytetään johdonsuojakatkaisimia ryhmäjohdon suojana

6.4 Suojaus ja ominaisuudet

Suojaus ja ominaisuudet

- Moottorin elektroninen lämpösuoja ylikuormitusta vastaan.
- Jäähdytysrivan lämpötilan valvonta varmistaa, että taajuusmuuttaja pysäyttää toiminnan, jos lämpötila saavuttaa 90 °C (194 °F) ±5 ° C (41 °F) lämpötilan. Ylikuormituslämpötilaa ei voi kuitata ennen jäähdytyselementin lämpötilan laskemista alle 70 °C:een (158 °F) ±5°C (41 °F). Nämä lämpötilat voivat kuitenkin vaihdella esimerkiksi tehon ja koteloinnin mukaan. Taajuusmuuttajan automaattinen redusointi -toiminto varmistaa, että jäähdytysrivan lämpötila on enintään 90 °C (194 °F).
- Taajuusmuuttajan moottoriliittimet U,V ja W on suojattu maavikojen varalta moottorin virransyötön kytkemisen ja käynnistyksen aikana.
- Jos moottorista puuttuu vaihe, taajuusmuuttaja laukaisee ja antaa hälytyksen.
- Jos syöttövaihe puuttuu, taajuusmuuttaja laukaisee tai antaa varoituksen (riippuen kuormituksesta).
- Tasavirtavälipiirin jännitteen valvonta varmistaa, että taajuusmuuttaja laukaisee, kun tasavirtavälipiirin jännite on liian suuri tai liian pieni.
- Taajuusmuuttaja on suojattu moottorin liittimien U, V, W maavikojen varalta.
- Kaikki ohjaus- ja releliittimet 01–03/04–06 ovat PELV-vaatimusten (Protective Extra Low Voltage) mukaisia. Tämä vaatimuksenmukaisuus ei kuitenkaan koske maadoitettua delta-haaraa yli 300 V jännitteellä.

6.5 Ympäristön olosuhteet

Ympäristö	
Koteloinnin suojausluokitus	IP66/Type 4X[1)]
Koteloinnin suojausluokitus FCP 106 kannen ja jäähdytysrivan välillä	IP66/Type 4X
Koteloinnin suojausluokitus FCP 106 jäähdytysrivan ja sovitinlevyn välillä	IP66/Type 4X
FCP 106 -seinäkiinnityssarja	IP66
Tasainen tärinä IEC61800-5-1 Ed.2	Cl. 5.2.6.4
Ei-tasainen tärinä (IEC 60721-3-3 luokka 3M6)	25.0 g
Suhteellinen kosteus (IEC 60721-3-3; Luokka 3K4 (ei kondensointia))	5–95 % käytön aikana
Syövyttävä ympäristö (IEC 60721-3-3	Luokka 3C3
Standardin IEC 60068-2-43 mukainen testimenetelmä	H2S (10 päivää)
Ympäristön lämpötila	40 °C (104 °F) (24 tunnin keskiarvo)

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

Pienin ympäristön lämpötila täyden toiminnan aikana	-10 °C (14 °F)
Pienin ympäristön lämpötila, rajoitettu teho	-20 °C (-4 °F)
Suurin ympäristön lämpötila, rajoitettu teho	50 °C (122 °F)
Lämpötila varastoinnin aikana	-25 – +65 °C (-13 – +149 °F)
Lämpötila kuljetuksen aikana	-25 – +70 °C (-13 – +158 °F)
Maksimikorkeus merenpinnan yläpuolella ilman redusointia	1 000 m (3 280 jalkaa)
Maksimikorkeus merenpinnan yläpuolella redusoinnin jälkeen	3 000 m (9 842 jalkaa)
Turvallisuusstandardit	EN/IEC 60204-1, EN/IEC 61800-5-1, UL 508C
EMC-standardit, emissio	EN 61000-3-2, EN 61000-3-12, EN 55011, EN 61000-6-4
EMC-standardit, sieto	EN 61800-3, EN 61000-6-1/2
Energiatehokkuusluokka, VLT® DriveMotorFCP 106 2)	IE2
Energiatehokkuusluokka VLT® DriveMotorFCM 106	IES

1) Ilmoitetut IP- ja Type-luokitukset ovat voimassa ainoastaan, kun FCP 106 on asennettu seinäkiinnityslevylle tai moottorille sovitinlevyn kanssa. Varmista, että sovitinlevyn ja moottorin välisen tiivisteen suojausluokka vastaa yhdistetyltä moottorilta ja taajuusmuuttajalta vaadittua suojausluokitusta. Yksittäisinä laitteina kotelointiarvo on IP00 ja Type-luokitus on Open (Avoin).
2) Standardin EN50598-2 mukaisesti:

- *Nimelliskuormitus.*
- *90 % nimellistaajuudesta.*
- *Kytkentätaajuuden tehdasasetus.*
- *Kytkentätavan tehdasasetus.*

6

6.6 Kaapelien tekniset tiedot

Kaapelien pituudet ja poikkipinta-alat	
Moottorikaapelin suurin pituus seinäkiinnityssarjalle, suojattu/vahvistettu	2 m
Kaapelin maksimipoikkipinta moottori, verkko MH1–MH3	4 mm²/11 AWG
Maksimipoikkipinta tasavirtaliittimille kotelotyypille MH1–MH3	4 mm²/11 AWG
Maksimipoikkipinta ohjausliittimiin, jäykkä johdin	2.5 mm²/13 AWG
Ohjausliitinten maksimipoikkipinta, taipuisa kaapeli	2.5 mm²/13 AWG
Ohjausliitinten pienin poikkipinta	0.05 mm²/30 AWG
Termistoritulon maksimipoikkipinta (moottoriliittimessä)	4 mm²/11 AWG

6.7 Ohjaustulo/-lähtö ja ohjaustiedot

Digitaalitulot	
Ohjelmoitavat digitaalitulot	4
Liittimen numero	18, 19, 27, 29
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
Tulon maksimijännite	28 V DC
Tuloresistanssi, Ri	Noin 4 kΩ
Digitaalitulo 29 pulssitulona	Enimmäistaajuus 32 kHz Push-Pull-käyttö ja 5 kHz (O.C.)

Analogiatulot	
Analogiatulojen määrä	2
Liittimen numero	53, 54
Liitimen 53 tila	*Parametri 6-19 Terminal 53 mode*: 1=jännite, 0=virta
Liitimen 54 tila	*Parametri 6-29 Terminal 54 mode*: 1=jännite, 0=virta
Jännitetaso	0–10 V
Tuloresistanssi, Ri	Noin 10 kΩ
Maksimijännite	20 V

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

Virta-alue	0/4 - 20 mA (skaalattava)
Tuloresistanssi, Ri	<500 Ω
Maksimivirta	29 mA

Analogialähtö

Ohjelmoitavien analogialähtöjen määrä	2
Liittimen numero	42, 45[1)]
Analogialähdön virta-alue	0/4–20 mA
Suurin kuorma tähtipisteeseen analogialähdössä	500 Ω
Suurin jännite analogialähdössä	17 V
Analogialähdön tarkkuus	Suurin virhe: 0.4 % koko näyttämästä
Analogialähdön resoluutio	10 bittiä

1) Liittimet 42 ja 45 voi myös ohjelmoida digitaalilähdöiksi.

Digitaalilähtö

Digitaalilähtöjä	4
Liittimet 27 ja 29	
Liittimen numero	27, 29[1)]
Digitaalilähtöjen jännitetaso	0–24 V
Suurin lähtövirta (nielu (sink) ja lähde (source))	40 mA
Liittimet 42 ja 45	
Liittimen numero	42, 45[2)]
Digitaalilähtöjen jännitetaso	17 V
Suurin lähtövirta digitaalilähdössä	20 mA
Maksimikuormitus digitaalilähdössä	1 kΩ

1) Liittimet 27 ja 29 voidaan myös ohjelmoida tuloksi.
2) Liittimet 42 ja 45 voidaan ohjelmoida myös analogialähdöiksi.
Digitaalilähdöt on erotettu galvaanisesti syöttöjännitteestä (PELV) ja muista suurjänniteliittimistä.

Ohjauskortti, RS485-sarjaliikenne

Liittimen numero	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
Liittimen numero	61 Yhteinen liittimille 68 ja 69

Ohjauskortti, 24 V:n tasavirtaulostulo

Liittimen numero	12
Maksimikuormitus	80 mA

Relelähtö

Ohjelmoitava relelähtö	2
Releet 01 ja 02	01-03 (NC), 01-02 (NO), 04-06 (NC), 04-05 (NO)
Suurin liitinkuorma (AC-1)[1)] liittimissä 01-02/04-05 (NO) (vastuskuorma)	250 V AC, 3 A
Suurin liitinkuorma (AC-15)[1)] liittimissä 01–02/04–05 (NO) (induktiivinen kuorma @ COSφ 0.4)	250 V AC, 0.2 A
Suurin liitinkuorma (DC-1)[1)] liittimissä 01–02/04–05 (NO) (vastuskuorma)	30 V DC, 2 A
Suurin liitinkuorma (DC-13)[1)] liittimissä 01–02/04–05 (NO) (Induktiivinen kuorma)	24 V:n tasavirta, 0,1 A
Suurin liitinkuorma (AC-1)[1)] liittimissä 01–03/04–06 (NC) (vastuskuorma)	250 V AC, 3 A
Suurin liitinkuorma (AC-15)[1)] liittimissä 01–03/04–06 (NC) (induktiivinen kuorma @ COSφ 0.4)	250 V AC, 0.2 A
Suurin liitinkuorma (DC-1)[1)] liittimissä	30 V DC, 2 A
01–03/04–06 (NC) (vastuskuorma)	Pienin liitinkuorma liittimissä 01–03 (NC), 01–02 (NO) 24 V DC 10 mA, 24 V AC 20 mA
Standardin EN 60664-1 mukainen ympäristö	Ylijänniteluokka III/likaantumisaste 2

1) IEC 60947 osat 4 ja 5.

Ohjauskortti, 10 V:n tasavirtalähde

Liittimen numero	50
Lähtöjännite	10.5 V ±0.5 V
Maksimikuormitus	25 mA

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

6.8 FCM 106 -moottorin tekniset tiedot

Moottorilähtö (U, V, W)	
Lähtöjännite	0–100 % verkkojännitteestä
Lähtötaajuus, asynkroninen moottori	0–200 Hz (VVC+), 0–400 Hz (u/f)
Lähtötaajuus, PM-moottori	0–390 Hz (VVC+ PM)
Lähdön kytkentä	Rajoittamaton
Ramppiajat	0.05–3 600 s

Termistoritulo (moottoriliittimellä)	
Tulon olosuhteet	Vika: >2.9 kΩ, ei vikaa: <800 Ω

6.8.1 Moottorin ylikuormitustiedot, VLT DriveMotor FCM 106

6

Tyyppi	Koko	Nopeus [RPM]	Pn [kW (hv)]	TN100 [Nm (in-lb)]	Taajuus-muuttajan virta [A] 100 %	T110 [Nm (in-lb)]	Taajuus-muuttajan virta [A] 110 %	T160 [Nm (in-lb)]	Taajuus-muuttajan virta [A] 160 %
HPS	71	1500	0.55 (0.74)	4.54 (40.2)	1.7	4.91 (43.5)	1.9	6.74 (59.7)	2.7
HPS	71	1500	0.75 (1.0)	6.07 (53.7)	2.2	6.38 (56.5)	2.4	8.99 (79.6)	3.5
HPS	71	1500	1.10 (1.47)	8.37 (74.1)	3	8.96 (79.3)	3.3	12.55 (111.1)	4.8
HPS	71	1500	1.50 (2.0)	10.18 (90.1)	3.7	11.08 (98.1)	4.1	15.35 (135.9)	5.9
HPS	71	1800	0.55 (0.74)	4.52 (40)	1.7	4.81 (42.6)	1.9	6.63 (58.7)	2.7
HPS	71	1800	0.75 (1.0)	5.06 (44.8)	2.2	5.32 (47.1)	2.4	7.48 (66.2)	3.5
HPS	71	1800	1.10 (1.47)	6.93 (61.3)	3	7.44 (65.8)	3.3	10.40 (92)	4.8
HPS	71	1800	1.50 (2.0)	8.97 (79.4)	3.7	9.70 (85.9)	4.1	13.43 (118.9)	5.9
HPS	71	3000	0.75 (1.0)	3.03 (26.8)	2.2	3.17 (28.1)	2.4	4.50 (39.8)	3.5
HPS	71	3000	1.10 (1.47)	4.18 (37)	3	4.48 (39.7)	3.3	6.27 (55.5)	4.8
HPS	71	3000	1.50 (2.0)	5.25 (46.5)	3.7	5.71 (50.5)	4.1	7.90 (69.9)	5.9
HPS	71	3000	2.20 (2.95)	7.56 (66.9)	5.3	8.13 (72)	5.8	11.44 (101.3)	8.5
HPS	71	3600	0.75 (1.0)	2.53 (22.4)	2.2	2.66 (23.5)	2.4	3.74 (3.1)	3.5
HPS	71	3600	1.10 (1.47)	3.47 (30.7)	3	3.72 (32.9)	3.3	5.20 (46)	4.8
HPS	71	3600	1.50 (2.0)	4.53 (40.1)	3.7	4.91 (43.5)	4.1	6.79 (60.1)	5.9
HPS	71	3600	2.20 (2.95)	6.26 (55.4)	5.3	6.74 (59.7)	5.8	9.48 (83.9)	8.5
HPS	90	1500	1.50 (2.0)	10.18 (90.1)	3.7	11.08 (98.1)	4.1	15.35 (135.6)	5.9
HPS	90	1500	2.20 (2.95)	14.49 (128.2)	5.3	15.63 (138.3)	5.8	21.99 (194.6)	8.5
HPS	90	1500	3.00 (4.02)	19.70 (174.4)	7.2	21.37 (189.1)	7.9	29.83 (264)	11.5
HPS	90	1500	4.00 (5.36)	29.81 (263.8)	9	32.19 (284.9)	9.9	44.81 (396.6)	14.4
HPS	90	1800	2.20 (2.95)	12.63 (111.8)	5.3	13.59 (120.3)	5.8	19.12 (166.2)	8.5
HPS	90	1800	3.00 (4.02)	16.40 (145.2)	7.2	17.79 (157.5)	7.9	24.84 (219.9)	11.5
HPS	90	1800	4.00 (5.36)	22.42 (198.4)	9	24.27 (214.8)	9.9	33.88 (299.9)	14.4
HPS	90	3000	2.20 (2.95)	7.25 (64.2)	5.3	7.81 (69.1)	5.8	10.99 (97.3)	8.5
HPS	90	3000	3.00 (4.02)	9.90 (87.6)	7.2	10.73 (95)	7.9	14.99 (132.7)	11.5
HPS	90	3000	4.00 (5.36)	13.29 (117.6)	9	14.32 (126.7)	9.9	20.03 (177.3)	14.4
HPS	90	3000	5.50 (7.37)	18.32 (162.1)	12	19.91 (176.2)	13.2	27.78 (245.9)	19.2
HPS	90	3600	3.00 (4.02)	8.25 (73)	7.2	8.95 (79.2)	7.9	12.50 (110.6)	11.5
HPS	90	3600	4.00 (5.36)	10.67 (94.4)	9	11.61 (102.8)	9.9	16.21 (143.5)	14.4
HPS	90	3600	5.50 (7.37)	15.40 (136.3)	12	16.61 (147)	13.2	23.23 (205.6)	19.2
HPS	112	1500	5.50 (7.37)	36.62 (324.1)	12	39.66 (351)	13.2	55.41 (490.4)	19.2
HPS	112	1500	7.50 (10.05)	49.59 (438.9)	15.5	53.98 (477.8)	17.1	71.01 (628.5)	23.3
HPS	112	1800	5.50 (7.37)	30.36 (268.7)	12	32.94 (291.5)	13.2	45.99 (407)	19.2
HPS	112	1800	7.50 (10.05)	42.14 (373)	15.5	45.80 (405.4)	17.1	60.25 (533.3)	23.3
HPS	112	3000	7.50 (10.05)	24.66 (218.5)	15.5	26.83 (237.5)	17.1	35.30 (312.4)	23.3
HPS	112	3600	7.50 (10.05)	21.33 (188.8)	15.5	23.23 (205.6)	17.1	30.52 (270.1)	23.3

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

Tyyppi	Koko	Nopeus [RPM]	Pn [kW (hv)]	TN100 [Nm (in-lb)]	Taajuus-muuttajan virta [A] 100 %	T110 [Nm (in-lb)]	Taajuus-muuttajan virta [A] 110 %	T160 [Nm (in-lb)]	Taajuus-muuttajan virta [A] 160 %
AMHE	71Z	2865	0.75 (1.0)	2.89 (25.6)	2.2	3.55 (31.4)	2.4	5.10 (45.1)	3.5
AMHE	80Z	1430	0.75 (1.0)	6.11 (54.1)	2.2	7.67 (67.9)	2.4	11.20 (99.1)	3.5
AMHE	80Z	2880	1.10 (1.47)	4.32 (38.2)	3	5.78 (15.2)	3.3	8.77 (77.6)	4.8
AMHE	80Z	2880	1.50 (2.0)	5.44 (48.1)	3.7	6.96 (61.6)	4.1	10.61 (93.9)	5.9
AMHE	90S	1430	1.10 (1.47)	8.76 (77.5)	3	11.30 (100)	3.3	16.91 (149.7)	4.8
AMHE	90L	1430	1.50 (2.0)	10.88 (96.3)	3.7	13.29 (117.6)	4.1	20.52 (181.6)	5.9
AMHE	90L	2860	2.20 (2.95)	8.79 (77.8)	5.3	10.48 (92.8)	5.8	15.62 (138.2)	8.5
AMHE	90L	2880	3.00 (4.02)	11.69 (103.5)	7.2	14.33 (126.8)	7.9	19.61 (173.6)	11.5
AMHE	100L	1450	2.20 (2.95)	15.07 (133.4)	5.3	18.21 (161.2)	5.8	28.62 (253.3)	8.5
AMHE	100L	1440	3.00 (4.02)	19.63 (173.7)	7.2	22.61 (200.1)	7.9	32.93 (291.5)	11.5
AMHE	100L	2920	4.00 (5.36)	15.12 (133.8)	9	18.75 (166)	9.9	27.23 (241)	14.4
AMHE	112M	1450	4.00 (5.36)	27.85 (246.5)	9	33.22 (294)	9.9	51.53 (456.1)	14.4
AMHE	112M	1450	5.50 (7.37)	36.50 (323.1)	12	42.60 (377)	13.2	62.05 (549.2)	19.2
AMHE	112M	2920	5.50 (7.37)	20.88 (184.8)	12	26.45 (234.1)	13.2	34.27 (303.3)	19.2
AMHE	112M	2900	7.50 (10.05)	28.79 (254.8)	15.5	31.84 (281.8)	17.1	42.09 (372.5)	23.3
AMHE	132M	1450	7.50 (10.05)	49.18 (435.3)	15.5	56.62 (501.1)	17.1	78.74 (696.9)	23.3

Taulukko 6.13 Moottorin ylikuormitustiedot

6.9 Sulakkeen ja johdonsuojakatkaisimen tekniset tiedot

Ylivirtasuojaus

Varmista ylikuormitussuojaus välttääksesi kokoonpanon kaapelien ylikuumenemisen. Järjestä ylivirtasuojaus aina paikallisten ja kansallisten määräysten mukaisesti. Sulakkeiden on pystyttävä suojaamaan piiri, jonka tuottama virta on enintään 100 000 A_{rms} (symmetrinen), enintään 480 V. Danfoss CTI25M -johdonsuojakatkaisimen katkaisukapasiteetti enintään 480 V jännitteellä, katso *Taulukko 6.14* ja *Taulukko 6.15*.

UL-vaatimusten mukaisuus/Ei UL-vaatimusten mukainen

Varmista UL 508C- tai IEC 61800-5-1 -standardin vaatimusten täyttäminen käyttämällä kohdassa *Taulukko 6.14*, *Taulukko 6.15* ja *Taulukko 6.16* mainittuja johdonsuojakatkaisimia tai sulakkeita.

HUOMAUTUS!

LAITTEEN VAHINGOITTUMINEN

Suojaussuosituksen noudattamatta jättäminen saattaa vikatapauksessa vahingoittaa taajuusmuuttajaa.

Kotelointi koko	Teho[1)][kW (hv)] 3 x 380–480 V	Johdonsuojakatkaisin			
		Suositeltu UL	Katkaisu-kapasiteetti	Suurin UL	Katkaisu-kapasiteetti
MH1	0.55 (0.75)	CTI25M - 47B3146	100000	CTI25M - 047B3149	50000
	0.75 (1.0)	CTI25M - 47B3147	100000	CTI25M - 047B3149	50000
	1.1 (1.5)	CTI25M - 47B3147	100000	CTI25M - 047B3150	6000
	1.5 (2.0)	CTI25M - 47B3148	100000	CTI25M - 047B3150	6000
MH2	2.2 (3.0)	CTI25M - 47B3149	50000	CTI25M - 047B3151	6000
	3.0 (4.0)	CTI25M - 47B3149	50000	CTI25M - 047B3151	6000
	4.0 (5.0)	CTI25M - 47B3150	6000	CTI25M - 047B3151	6000
MH3	5.5 (7.5)	CTI25M - 47B3150	6000	CTI25M - 047B3151	6000
	7.5 (10)	CTI25M - 47B3151	6000	CTI25M - 047B3151	6000

Taulukko 6.14 Johdonsuojakatkaisimet, UL

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

Kotelointi koko	Teho[1)][kW (hv)] 3 x 380–480 V	Johdonsuojakatkaisin			
		Suositeltu ei-UL	Katkaisu-kapasiteetti	Suurin ei-UL	Katkaisu-kapasiteetti
MH1	0.55 (0.75)	CTI25M - 47B3146	100000	CTI25M - 47B3149	100000
	0.75 (1.0)	CTI25M - 47B3147	100000	CTI25M - 47B3149	100000
	1.1 (1.5)	CTI25M - 47B3147	100000	CTI25M - 47B3150	50000
	1.5 (2.0)	CTI25M - 47B3148	100000	CTI25M - 47B3150	50000
MH2	2.2 (3.0)	CTI25M - 47B3149	100000	CTI25M - 047B3151	15000
	3.0 (4.0)	CTI25M - 47B3149	100000	CTI25M - 047B3151	15000
	4.0 (5.0)	CTI25M - 47B3150	50000	CTI25M - 047B3102[1)]	15000
MH3	5.5 (7.5)	CTI25M - 47B3150	50000	CTI25M - 047B3102[1)]	15000
	7.5 (10)	CTI25M - 47B3151	15000	CTI25M - 047B3102[1)]	15000

Taulukko 6.15 Johdonsuojakatkaisimet, ei-UL

1) Suurin laukaisutason asetus 32 A.

6

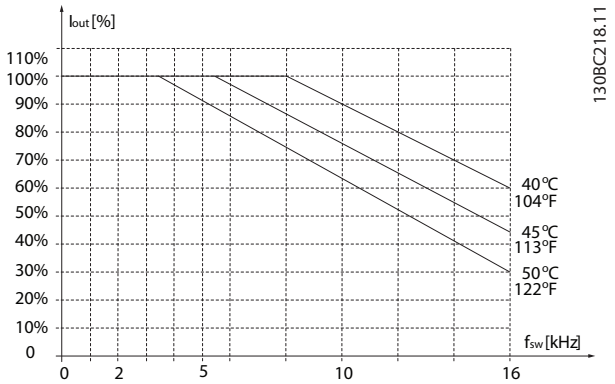
Kotelointi koko	Teho[1)] [kW] 3 x 380–480 V	Sulake							
		Suositeltu UL	Suurin UL					Suositus ei-UL	Suurin ei-UL
		Tyyppi							
		RK5, RK1, J, T, CC	RK5	RK1	J	T	CC	gG	gG
MH1	0.55 (0.75)	6	6	6	6	6	6	10	10
	0.75 (1.0)	6	6	6	6	6	6	10	10
	1.1 (1.5)	6	10	10	10	10	10	10	10
	1.5 (2.0)	6	10	10	10	10	10	10	10
MH2	2.2 (3.0)	6	20	20	20	20	20	16	20
	3.0 (4.0)	15	25	25	25	25	25	16	25
	4.0 (5.0)	15	30	30	30	30	30	16	32
MH3	5.5 (7.5)	20	30	30	30	30	30	25	32
	7.5 (10)	25	30	30	30	30	30	25	32

Taulukko 6.16 Sulakkeet

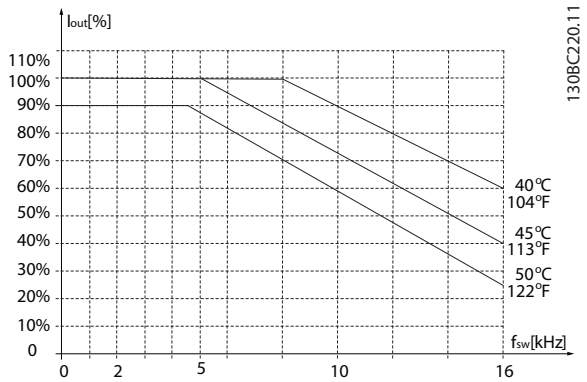
1) Nimellisteho liittyy NO-kuormaan, katso kappale 6.2 Sähkötiedot.

6.10 Derating According to Ambient Temperature and Switching Frequency

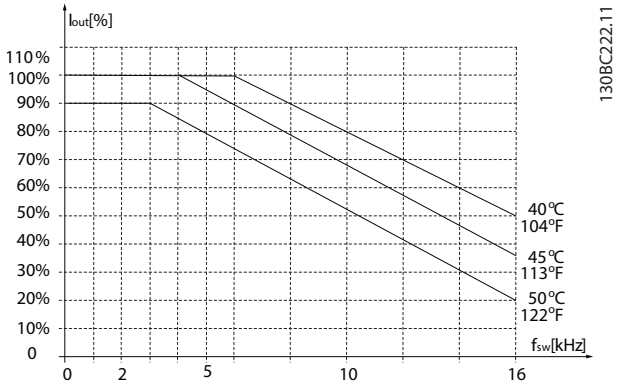
The ambient temperature measured over 24 hours should be at least 5 °C (41 °F) lower than the maximum ambient temperature. If the frequency converter operates at high ambient temperature, decrease the constant output current.



Kuva 6.3 400 V MH1 0.55–1.5 kW (0.75–2.0 hp)



Kuva 6.4 400 V MH2 2.2–4.0 kW (3.0–5.0 hp)



Kuva 6.5 400 V MH3 5.5–7.5 kW (7.5–10 hp)

6

6.11 dU/dt

Akseliteho [kW (hv)]	Kaapelin pituus [m (ft)]	Verkkojännite [V]	Nousuaika [µs]	V_{peak} [kV]	dU/dt [kV/µs]
0.55 (0.75)	0.5 (1.6)	400	0.1	0.57	4.5
0.75 (1.0)	0.5 (1.6)	400	0.1	0.57	4.5
1.1 (1.5)	0.5 (1.6)	400	0.1	0.57	4.5
1.5 (2.0)	0.5 (1.6)	400	0.1	0.57	4.5
2.2 (3.0)	<0.5 (1.6)	400	1)	1)	1)
3.0 (4.0)	<0.5 (1.6)	400	1)	1)	1)
4.0 (5.0)	<0.5 (1.6)	400	1)	1)	1)
5.5 (7.5)	<0.5 (1.6)	400	1)	1)	1)
7.5 (10)	<0.5 (1.6)	400	1)	1)	1)

Taulukko 6.17 dU/dt, MH1–MH3

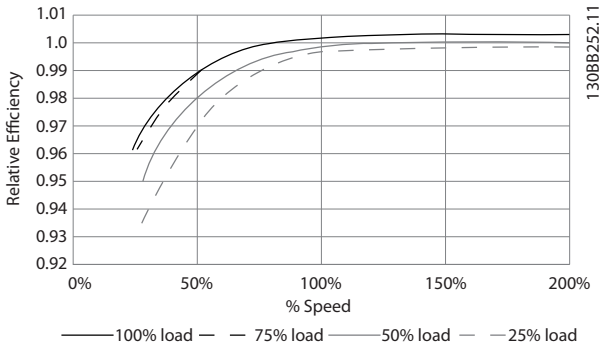
1) Tiedot toimitetaan myöhemmän julkaisun yhteydessä

6.12 Hyötysuhde

Taajuusmuuttajan hyötysuhde (η_{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-ominaiskäyrä. U/f-ominaiskäyrä vaikuttaa kuitenkin moottorin hyötysuhteeseen. Hyötysuhde heikkenee, kun kytkentätaajuudeksi määritetään yli 5 kHz oleva arvo. Jos verkkojännite on 480 V, myös hyötysuhde heikkenee hieman.

Taajuusmuuttajan hyötysuhteen laskeminen
Laske taajuusmuuttajan hyötysuhde eri kuormilla kohdan *Kuva 6.6* tietojen perusteella. Kerro tämän kaavion kerroin määritystaulukoissa olevalla hyötysuhteen ominaiskertoimella.



Kuva 6.6 Tyypilliset hyötysuhdekäyrät

Esimerkki: Oletetaan, että 22 kW (30 hv), 380–480 VAC taajuusmuuttaja käy 25 %:n kuormalla 50 %:n nopeudella. Kaavion arvo on 0.97, kun taas 22 kW (30 hv) taajuusmuuttajan nimellishyötysuhde on 0.98. Tällöin todellinen hyötysuhde on: 0.97 x 0.98 = 0.95.

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

Moottorin hyötysuhde (η_{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.

Moottorin hyötysuhde on käytössä vakio 75–100 %:n alueella nimellismomentista. Vakiohyötysuhde koskee sekä tilannetta, jossa taajuusmuuttaja ohjaa moottoria että tilannetta, jossa moottori käy suoraan verkkovirralla.

Pienien moottorien hyötysuhteeseen U/f-ominaiskäyrällä on varsin rajallinen vaikutus. Moottoreilla 11 kW:sta (15 hv) ylöspäin edut ovat kuitenkin merkittävät.

Yleensä kytkentätaajuus ei vaikuta pienten moottoreiden hyötysuhteeseen. Yli 11 kW (15 hv) moottorien hyötysuhde paranee (1–2 %). Tämä parannus aiheutuu moottorivirran lähes täydellisestä sinimuodosta suurella kytkentätaajuudella.

Järjestelmän hyötysuhde (η_{SYSTEM})
Järjestelmän hyötysuhde lasketaan kertomalla taajuusmuuttajan hyötysuhde (η_{VLT}) moottorin hyötysuhteella (η_{MOTOR}):

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

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

Hakemisto

A

Akustinen melu... 44

Akustisen melun tasot... 44

Ä

Älykäs logiikkavalvonta... 53, 55

Älykkään logiikkavalvonnan ohjelmointi... 53

A

AMA... 49

Asennus
- EMC-direktiivin mukainen asennus... 22
- EMC-direktiivin mukainen sähköasennus... 22

Asynkroninen moottori... 50, 56

Automaattinen moottorin sovitus... 49

Automaattiset muutokset suorituskyvyn varmistamiseksi... 41

C

CDM... 45

D

Derating
- Derating, ambient temperature... 74
- Derating, switching frequency... 74

DeviceNet... 5

Direktiivit
- EMC... 7
- EMC-direktiivi... 7
- ErP... 7
- Kone... 7
- Konedirektiivi... 7
- Pienjännite... 7
- Pienjännitedirektiivi... 7

E

EC+-konsepti... 55

Elektroniikkajäte... 8

Elektroninen lämpörele... 38

EMC
- EMC-direktiivin mukainen asennus... 22
- EMC-direktiivin mukainen sähköasennus... 22
- Häiriönsietovaatimukset... 21, 25
- Päästövaatimukset... 21, 24, 31
- Yleistä EMC-emissiosta... 20

Energiansäästö... 51, 52, 55

Energiansäästöjen vertailu... 52

Esimerkki energiansäästöstä... 51

ETR... 38

G

Galvaaninen erotus... 27

H

Hitausmomentti... 38, 42

Hyötysuhde
- Energiatehokkuus... 45
- Energiatehokkuusluokka... 45
- Hyötysuhde... 45
- Hyötysuhdeluokka... 45

Hyötysuhde... 50, 55, 75

Hyötysuhdeluokka... 58

Hyväksynnät... 6

I

Ilmankosteus... 43

Ilmavirtaus... 43

Inertiamomentti... 42

Integroitu taajuusmuuttaja ja moottori... 29

J

Jäähdytys... 43, 61

Johdonsuojakatkaisin... 26, 69, 73

K

Kaapeli
- Kaapelien pituudet ja poikkipinta-alat... 70
- Kaapelin poikkipinta-ala... 67, 68
- Moottorikaapelin pituus... 26

Käyttöakseli... 38

Kiinteistönhallintajärjestelmä, BMS... 52

Kondensaatio... 43

Kosteus... 43

Kotelolämmitin... 43

Kuittaa hälytys... 18

Kuittaus... 5, 41

Kuorman jako... 8, 9

Kytkentä
- Kytkentähäviö... 47
- Kytkentätaajuus... 26, 47

Kytkentäkaavio... 11

L

Laakeri... 33, 34, 35, 36

Lähdön kytkeminen... 42

Lähdöt
- Analogialähtö... 11, 71
- Digitaalilähtö... 11, 71
- Relelähtö... 71

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

Lämpötila
Lämpötila, keskimääräinen 43
Lämpötila, maksimi 43
Lämpötila, ympäristö 43
LCP 18, 60
LCP:n ohjauspainikkeet 18
LCP-liitin 13
Liittimet
Liitin 12 71
Liitin 18 14, 70
Liitin 19 14, 70
Liitin 27 14, 70
Liitin 29 70
Liitin 42 71
Liitin 45 71
Liitin 50 71
Liitin 53 70
Liitin 54 70
Liitin 68 (P, TX+, RX+) 71
Liitin 69 (N, TX-, RX-) 71
Moottorin liittimet 69
Ohjausliitin 11, 13, 69, 70
Ohjausliittimen toiminnot 14
Releliitin 69
Tasavirtaliitin 70
Lisävarusteet
Etäasennussarja 40
Etäasennussarjan läpivienti 40
LCP:n etäasennus 40
Paikallisohjauspaneeli 40
Lyhenteet 6

M

Maadoitus 26
Magnetointihäviö 47
Merkintätapa 6
Mitä kuuluu direktiivin alaisuuteen 6
Mitat 63, 64, 65, 66
Mitat asynkronisen moottorin tai PM-moottorin kanssa 63
Mitat, FCM 106 63
Mitat, FCP 106 62
Modbus 5
Modbus RTU 14
Moottori
Asynkroninen moottori 38
Moottorikaapeli 26
Moottorilähtö (U, V, W) 72
Moottorin aiheuttama ylijännite 42
Moottorin lämpösuojaus 38
Moottorin liittimet 69
Moottorin parametrit 49
Moottorin suojaus 69
Moottorin vaiheet 42
PM-moottori 34, 38, 42
Muistimoduuli 5
Muistimoduulin ohjelmoija 5
Muuttuva virtauksen ja paineen ohjaus 53

N

Nostaminen 35

O

Ohjauksen rakenteet
Avoin piiri 17, 18, 19
Ohjausrakenne, esimerkki 29
Suljettu piiri 19
Suljetun piirin PI 17, 29
Ohjaus
Ohjauskortti 11
Ohjausliitin 11
Ohjauskortti, 10 V:n tasavirtalähde 71
Ohjauskortti, 24 V:n tasavirtaulostulo 71
Ohjauskortti, RS485-sarjaliikenne 71
Ohjearvon käsittely 17, 19
Ohjelmistoversio 8
Oikosulku (moottorin vaihe–vaihe) 42
Optiot ja lisävarusteet, tilausnumerot 60

P

Parempi ohjaus 53
Pätevä henkilöstö 8
PELV 6, 27, 41, 69
PM-moottori 50
Poikkeavuus 5
Poikkeukselliset käyttöolosuhteet 42
Potentiaali 24
Potentiometrin ohjearvo 49
PROFIBUS 5, 58, 60
Protective Extra Low Voltage, erityisen pieni suojajännite 6, 27, 69
Puhaltimien ja pumppujen ohjaaminen 50
Purkausaika 9

R

RCD 26
Redusointi
Automaattinen redusointi -toiminto 69
Redusointi, alhainen ilmanpaine 41
Redusointi, kytkentätaajuus 41
Redusointi, ympäristön lämpötila 41
Tarkoitus 41
Releet
Mukautettu rele 27
Rele 13
Relelähtö 71
Releliitin 69

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

RFI
RFI-suodatin 26

S

Sertifiointi 6

Sovellukset
Käynnistys/pysäytys 48
Pulssikäynnistys/-pysäytys 49

Staattinen ylikuormitus VVC+-tilassa 43

Standardit
EN 50598 45
EN 50598-2 45

Standardit ja direktiivit
Cl. 5.2.6.4 69
DIN 332 Form D 38
EIA-422/485 6
EMC-direktiivi 2004/108/EY 6
EN 50178 9.4.2.2, 50 43
EN 50598-2 45
EN 55011 24, 70
EN 55011 luokka A, ryhmä 1 24
EN 55011 luokka B 24
EN 60664-1 69, 71
EN 61000-3-12 70
EN 61000-3-2 70
EN 61000-6-1/2 70
EN 61000-6-4 70
EN 61800-3 70
EN 61800-3 (2004) 6
EN 61800-5-1 (2007) 6
EN/IEC 60204-1 70
EN/IEC 61000-4-2 25
EN/IEC 61000-4-3 25
EN/IEC 61000-4-4 25
EN/IEC 61000-4-5 25
EN/IEC 61000-4-6 25
EN/IEC 61000-6-3 24
EN/IEC 61000-6-4 24
EN/IEC 61800-3:2004 24
EN/IEC 61800-5-1 27, 70
IEC 60068-2-34 44
IEC 60068-2-35 44
IEC 60068-2-36 44
IEC 60068-2-43 69
IEC 600721 luokka 3K4 43
IEC 60204-1 6
IEC 60364-4-41 6
IEC 60721-3-3 69
IEC 60721-3-3; Luokka 3K4 69
IEC 60947 71
IEC 61800-5-1 69, 73
IEC 61800-5-1 Ed.2 44
IEC/EN 60068-2-3 43
IEC/EN 60068-2-6 44
IEC/EN 60068-2-64 44
IEC/EN 61000-3-12 31, 32
IEC/EN 61000-3-2, luokka A 31
IEC61800-5-1 Ed.2 69
IEEE 519 -1992; G5/4 32
ISO 8821 38
Pienjännitedirektiivi (2006/95/EY) 6
UL 508C 70

Suhteellisuuslait 51

Sulakkeet 74

Suodatin
Moottorikaapelin pituus 26
RFI-suodatin 26

Suojattu kaapeli 20, 24

Suojaus 5, 10, 27, 43, 73

Suojaus ja ominaisuudet 69

Suojausluokitus 5, 43

Suurjännite 8, 14

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

Symbolit ... 5
Syötön kytkentä ... 69
Syövyttävä ympäristö ... 43, 69

T

Taajuusmuuttajien konfiguraattori ... 57
Tahaton käynnistys ... 9
Tahaton moottorin pyöriminen ... 9
Tähti/kolmio-käynnistin ... 48
Takaisinkytkennän muunnos ... 20
Takaisinmaksuaika ... 52
Tärinä ja iskut ... 44
Tehohäviö ... 45
Termistori ... 39
Termistoritulo (moottoriliittimellä) ... 72
Transientti ... 26
Tulot
  Analoginen tulo ... 71
  Analoginen tulo 53 ... 49
  Digitaalitulo ... 5, 18, 20, 70
Turvallisuus ... 8, 9
Tuulimyllyilmiö ... 9
Tyyppikoodi ja valintaopas ... 57

U

UL-vaatimusten mukaisuus ... 73

V

Vaihteleva virtaus 1 vuoden aikana ... 52
Välipiiri ... 11, 42, 44, 69
Vapaa tila ... 22, 43, 61
Varotoimet ... 8
Verkkovirta
  Syöttöjännitteen katkos ... 42
  Verkkojännite (L1, L2, L3) ... 69
  Verkkojännite 3 x 380–480 V AC normaali ylikuormitus ja suuri ylikuormitus ... 67
  Verkkovirran katkos ... 69
Vientivalvontamääräykset ... 8
Virta
  Vuotovirta ... 26
Voitelu ... 37
Vuotovirta ... 9, 20

Y

Yhteensopivuus
  CE ... 7
  CE-merkintä ... 7
  C-tick ... 7
  UL Listed ... 8
  UL Recognized ... 8
Yleinen sähköverkko ... 31, 32
Yleiskuva sähkökytkennöistä ... 12
Ylivirtasuojaus ... 73
Ympäristö ... 69

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

 Danfoss A/S © 06/2016 Kaikki oikeudet pidätetään.

Danfoss ei vastaa luetteloissa, esitteissä tai muissa painotuotteissa mahdollisesti esiintyvistä virheistä. Danfoss pidättää itselleen oikeuden tehdä ennalta ilmoittamatta tuotteisiinsa muutoksia, myös jo tilattuihin, mikäli tämä voi tapahtua muuttamatta jo sovittuja suoritusarvoja. Kaikki tässä materiaalissa esiintyvät tavaramerkit ovat asianomaisten yritysten omaisuutta. Danfoss ja Danfoss-logo ovat Danfoss A/S:n tavaramerkkejä. Kaikki oikeudet pidätetään.

Danfoss A/S
Ulsnaes 1
DK-6300 Graasten
vlt-drives.danfoss.com