



Design Guide

VLT[®] HVAC Basic Drive FC 101



Inhoud

1 Inleiding	6
1.1 Doel van de design guide	6
1.2 Document- en softwareversie	6
1.3 Veiligheidssymbolen	7
1.4 Afkortingen	7
1.5 Aanvullende informatiebronnen	7
1.6 Definities	8
1.7 Arbeidsfactor	10
1.8 Conformiteit met regelgeving	10
1.8.1 CE-markering	10
1.8.2 UL-conformiteit	11
1.8.3 Conformiteit RCM-markering	11
1.8.4 EAC	11
1.8.5 UkrSEPRO	11
2 Veiligheid	12
2.1 Gekwalificeerd personeel	12
2.2 Veiligheidsmaatregelen	12
3 Productoverzicht	14
3.1 Voordelen	14
3.1.1 Wat is het voordeel van het gebruik van een frequentieregelaar voor het regelen van ventilatoren en pompen?	14
3.1.2 Het grote voordeel – energiebesparing	14
3.1.3 Voorbeeld van energiebesparing	14
3.1.4 Vergelijking van energiebesparing	15
3.1.5 Voorbeeld met wisselende flow gedurende 1 jaar	16
3.1.6 Betere regeling	17
3.1.7 Ster-driehoekschakeling of softstarter niet vereist	17
3.1.8 Het gebruik van een frequentieregelaar bespaart geld	17
3.1.9 Zonder frequentieregelaar	18
3.1.10 Met een frequentieregelaar	19
3.1.11 Toepassingsvoorbeelden	20
3.1.12 Variabel luchtvolume	20
3.1.13 De VLT-oplossing	20
3.1.14 Constant luchtvolume	21
3.1.15 De VLT-oplossing	21
3.1.16 Koeltorenventilator	22
3.1.17 De VLT-oplossing	22
3.1.18 Condensaatpompen	23

3.1.19 De VLT-oplossing	23
3.1.20 Primaire pompen	24
3.1.21 De VLT-oplossing	24
3.1.22 Secundaire pompen	26
3.1.23 De VLT-oplossing	26
3.2 Regelingsstructuren	27
3.2.1 Regelstructuur zonder terugkoppeling	27
3.2.2 PM/EC+-motorbesturing	27
3.2.3 Lokale (Hand On) en externe (Auto On) besturing	27
3.2.4 Regelstructuur met terugkoppeling	28
3.2.5 Terugkoppelingsconversie	28
3.2.6 Gebruik van referenties	29
3.2.7 De terugkoppelingsregelaar van de frequentieregelaar optimaliseren	30
3.2.8 Handmatige aanpassing PI	30
3.3 Omgevingscondities tijdens bedrijf	30
3.4 Algemene EMC-aspecten	36
3.4.1 Overzicht van EMC-emissies	36
3.4.2 Emissie-eisen	38
3.4.3 Resultaten EMC-emissietest	38
3.4.4 Overzicht van emissie van harmonischen	40
3.4.5 Emissie-eisen m.b.t. harmonischen	40
3.4.6 Testresultaten harmonischen (emissie)	40
3.4.7 Immuniteitseisen	42
3.5 Galvanische scheiding (PELV)	42
3.6 Aardlekstroom	43
3.7 Extreme bedrijfsomstandigheden	44
3.7.1 Thermische motorbeveiliging (ETR)	44
3.7.2 Thermistoringen	45
4 Selectie en bestellen	47
4.1 Typecode	47
4.2 Opties en accessoires	48
4.2.1 Lokaal bedieningspaneel (LCP)	48
4.2.2 Montage van LCP in paneelfront	48
4.2.3 IP 21/NEMA type 1-behuizingsset	49
4.2.4 Ontkoppelingsplaat	51
4.3 Bestelnummers	52
4.3.1 Opties en accessoires	52
4.3.2 Harmonischenfilters	53
4.3.3 Extern RFI-filter	55

5 Installatie	56
5.1 Elektrische installatie	56
5.1.1 Aansluiting netvoeding en motor	58
5.1.2 EMC-correcte elektrische installatie	63
5.1.3 Stuurklemmen	65
6 Programmeren	66
6.1 Inleiding	66
6.2 Lokaal bedieningspaneel (LCP)	66
6.3 Menu's	67
6.3.1 Statusmenu	67
6.3.2 Quick Menu	67
6.3.3 Main Menu	85
6.4 Snel overzetten van parameterinstellingen naar andere frequentieomvormers	86
6.5 Geïndexeerde parameters uitlezen en programmeren	86
6.6 Initialiseren naar standaardinstellingen	86
7 Installatie en setup RS485	87
7.1 RS485	87
7.1.1 Overzicht	87
7.1.2 Netwerkaansluiting	87
7.1.3 Hardwaresetup voor frequentieregelaar	87
7.1.4 Parameterinstellingen voor Modbus-communicatie	88
7.1.5 EMC-voorzorgsmaatregelen	88
7.2 FC-protocol	89
7.2.1 Overzicht	89
7.2.2 FC met Modbus RTU	89
7.3 Parameterinstellingen om het protocol in te schakelen	89
7.4 Berichtframingstructuur FC-protocol	89
7.4.1 Inhoud van een teken (byte)	89
7.4.2 Telegramstructuur	89
7.4.3 Telegramlengte (LGE)	90
7.4.4 Adres frequentieregelaar (ADR)	90
7.4.5 Datastuurbyte (BCC)	90
7.4.6 Het dataveld	90
7.4.7 Het PKE-veld	90
7.4.8 Parameternummer (PNU)	91
7.4.9 Index (IND)	91
7.4.10 Parameterwaarde (PWE)	91
7.4.11 Datatypen die door de frequentieregelaar worden ondersteund	92

7.4.12 Conversie	92
7.4.13 Proceswoorden (PCD)	92
7.5 Voorbeelden	92
7.5.1 Een parameterwaarde schrijven	92
7.5.2 Een parameterwaarde lezen	93
7.6 Overzicht Modbus RTU	93
7.6.1 Inleiding	93
7.6.2 Overzicht	93
7.6.3 Frequentieregelaar met Modbus RTU	94
7.7 Netwerkconfiguratie	94
7.8 Berichtframingstructuur Modbus RTU	94
7.8.1 Inleiding	94
7.8.2 Telegramstructuur Modbus RTU	95
7.8.3 Start-/stopveld	95
7.8.4 Adresveld	95
7.8.5 Functieveld	95
7.8.6 Dataveld	95
7.8.7 CRC-controleveld	96
7.8.8 Adressering spoelregister	96
7.8.9 Toegang via PCD schrijven/lezen	98
7.8.10 De frequentieregelaar besturen	98
7.8.11 Door Modbus RTU ondersteunde functiecodes	99
7.8.12 Uitzonderingscodes Modbus	99
7.9 Toegang krijgen tot parameters	99
7.9.1 Parameterafhandeling	99
7.9.2 Dataopslag	99
7.9.3 IND (index)	100
7.9.4 Tekstblokken	100
7.9.5 Conversiefactor	100
7.9.6 Parameterwaarden	100
7.10 Voorbeelden	100
7.10.1 Spoelstatus lezen (01 hex)	100
7.10.2 Eén spoel forceren/schrijven (05 hex)	101
7.10.3 Meerdere spoelen forceren/schrijven (0F hex)	101
7.10.4 Registers lezen (03 hex)	101
7.10.5 Eén register schrijven (06 hex)	102
7.10.6 Meerdere registers schrijven (10 hex)	102
7.10.7 Meerdere registers lezen/schrijven (17 hex)	103
7.11 Danfoss FC-stuurprofiel	103
7.11.1 Stuurwoord volgens het FC-profiel (8-10 Control Profile = FC profile)	103

7.11.2 Statuswoord volgens FC-profiel (STW)	105
7.11.3 Referentiewaarde bussnelheid	106
8 Algemene specificaties	107
8.1 Mechanische afmetingen	107
8.1.1 Installatie naast elkaar	107
8.1.2 Afmetingen frequentieregelaar	108
8.1.3 Afmetingen voor transport	111
8.1.4 Externe installatie	112
8.2 Specificaties netvoeding	113
8.2.1 3 x 200-240 V AC	113
8.2.2 3 x 380-480 V AC	114
8.2.3 3 x 525-600 V AC	118
8.3 Zekeringen en circuitbreakers	119
8.4 Algemene technische gegevens	121
8.4.1 Netvoeding (L1, L2, L3)	121
8.4.2 Motoruitgang (U, V, W)	121
8.4.3 Kabellengte en dwarsdoorsnede	121
8.4.4 Digitale ingangen	122
8.4.5 Analoge ingangen	122
8.4.6 Analoge uitgang	122
8.4.7 Digitale uitgang	122
8.4.8 Stuurkaart, RS485 seriële communicatie	123
8.4.9 Stuurkaart, 24 V DC-uitgang	123
8.4.10 Relaisuitgang	123
8.4.11 Stuurkaart, 10 V DC-uitgang	124
8.4.12 Omgevingscondities	124
8.5 dU/dt	125
Trefwoordenregister	128

1 Inleiding

1.1 Doel van de design guide

Deze design guide is bedoeld voor project- en systeemingenieurs, ontwerpadviseurs en toepassings- en productspecialisten. De handleiding bevat technische informatie die u helpt om inzicht te krijgen in de mogelijkheden van de frequentieregelaar voor integratie in motorregel- en bewakingssystemen. Gegevens over de bediening, vereisten en aanbevelingen voor systeemintegratie worden beschreven. Er wordt informatie gegeven over ingangsvermogenskenmerken, uitgang voor motorregeling en omgevingsomstandigheden bij gebruik van de frequentieregelaar.

Daarnaast worden de volgende zaken besproken:

- Veiligheidsfuncties
- Bewaking van foutcondities
- Rapportage van de bedrijfsstatus
- Seriële-communicatieopties
- Programmeerbare opties en functies

Ook ontwerpgegevens komen aan bod, zoals:

- Locatievereisten
- Kabels
- Zekeringen
- Stuurkabels
- Grootte en gewicht van eenheden
- Andere kritische informatie die nodig is voor het plannen van de systeemintegratie

Op basis van de uitgebreide productgegevens kunt u in de ontwerpfase een goed doordacht systeem ontwikkelen met optimale functionaliteit en maximaal rendement.

VLT® is een gedeponeerd handelsmerk.

1.2 Document- en softwareversie

Deze handleiding wordt regelmatig herzien en bijgewerkt. Alle suggesties voor verbetering zijn welkom.

Versie	Opmerkingen	Software-versie
MG18C8xx	Bijgewerkt voor nieuwe software- en hardwareversie.	4.2x

Tabel 1.1 Document- en softwareversie

Vanaf softwareversie 4.0x (productieweek 33 2017 en later) is de variabeltoerentalfunctie voor de koelventilator van het koellichaam geïmplementeerd in frequentieregelaars met een vermogensklasse tot 22 kW (30 pk) 400 V IP 20 en een vermogensklasse tot 18,5 kW (25 pk) 400 V IP 54. Voor gebruik van deze functie moeten de software en hardware worden bijgewerkt. De functie legt ook beperkingen op ten aanzien van achterwaartse compatibiliteit voor behuizingsgrootte H1-H5 en I2-I4. Zie *Tabel 1.2* voor de beperkingen.

Software-compatibiliteit	Oude stuurkaart (productieweek 33 2017 of eerder)	Nieuwe stuurkaart (productieweek 34 2017 of later)
Oude software (OSS-bestand versie 3.xx en lager)	Ja	Nee
Nieuwe software (OSS-bestand versie 4.xx of hoger)	Nee	Ja
Hardware-compatibiliteit	Oude stuurkaart (productieweek 33 2017 of eerder)	Nieuwe stuurkaart (productieweek 34 2017 of later)
Oude voedingskaart (productieweek 33 2017 of eerder)	Ja (alleen software-versie 3.xx of lager)	Ja (software MOET worden bijgewerkt naar versie 4.xx of hoger)
Nieuwe voedingskaart (productieweek 34 2017 of later)	Ja (software MOET worden bijgewerkt naar versie 3.xx of lager, ventilator werkt continu op volle toeren)	Ja (alleen software-versie 4.xx of hoger)

Tabel 1.2 Software- en hardwarecompatibiliteit

1.3 Veiligheidssymbolen

In dit document worden de volgende symbolen gebruikt:

⚠ WAARSCHUWING

Geeft een potentieel gevaarlijke situatie aan die kan leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

⚠ VOORZICHTIG

Geeft een potentieel gevaarlijke situatie aan die kan leiden tot licht of matig letsel. Kan tevens worden gebruikt om te waarschuwen tegen onveilige werkwijzen.

LET OP

Geeft belangrijke informatie aan, waaronder situaties die kunnen leiden tot schade aan apparatuur of eigendommen.

1.4 Afkortingen

°C	Graden Celsius
°F	Graden Fahrenheit
A	Ampère
AC	Wisselstroom
AMA	Automatische aanpassing motorgegevens
AWG	American Wire Gauge
DC	Gelijkstroom
EMC	Elektromagnetische compatibiliteit
ETR	Elektronisch thermisch relais
FC	Frequentieregelaar
$f_{M,N}$	Nominale motorfrequentie
kg	Kilogram
Hz	Hertz
I_{INV}	Nominale uitgangsstroom van de inverter
I_{LIM}	Stroomgrens
$I_{M,N}$	Nominale motorstroom
$I_{VLT,MAX}$	De maximale uitgangsstroom
$I_{VLT,N}$	De nominale uitgangsstroom die door de frequentieregelaar wordt geleverd
kHz	Kilohertz
LCP	Lokaal bedieningspaneel
m	Meter
mA	Milliampère
MCT	Motion Control Tool
mH	Inductantie in millihenry
min	Minuut
ms	Milliseconde
nF	Nanofarad
Nm	Newtonmeter
n_s	Synchrone motortoerental
$P_{M,N}$	Nominaal motorvermogen
PCB	Printed Circuit Board – printkaart

PELV	Protective Extra Low Voltage
Regeneratie	Regeneratieklemmen
tpm	Toeren per minuut
s	Seconde
T_{LIM}	Koppelbegrenzing
$U_{M,N}$	Nominale motorspanning
V	Volt

Tabel 1.3 Afkortingen

1.5 Aanvullende informatiebronnen

- De VLT® HVAC Basic Drive FC 101 Snelgids bevat basisinformatie over mechanische afmetingen, installatie en programmering.
- De VLT® HVAC Basic Drive FC 101 Programmeerhandleiding geeft informatie over het programmeren en bevat een uitgebreide beschrijving van de parameters.
- Danfoss VLT® Energy Box-software. Selecteer PC Software Download op www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dds/vlt-energy-box/. Met de VLT® Energy Box-software kunt u het energieverbruik van HVAC-ventilatoren en -pompen die met behulp van Danfoss frequentieregelaars worden geregeld, vergelijken met het energieverbruik van andere debietregelmethode. Gebruik dit hulpmiddel voor een nauwkeurige prognose van de kosten, besparingen en terugverdientijd bij gebruik van Danfoss frequentieregelaars voor HVAC-ventilatoren, -pompen en -koeltorens.

De technische documentatie van Danfoss is in elektronische vorm beschikbaar op de documentatie-cd die bij het product wordt geleverd. Een gedrukte versie is te verkrijgen bij de lokale verkoopkantoren van Danfoss.

Ondersteuning voor MCT 10 setupsoftware

Download de software op www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dds/vlt-motion-control-tool-mct-10/.

Voer tijdens het installatieproces van de software de toegangscode 81463800 in om de FC 101-functionaliteit te activeren. Om de FC 101-functionaliteit te gebruiken is geen licentiecode vereist.

De nieuwste software bevat niet altijd de laatste updates voor frequentieregelaars. Neem voor de laatste updates (in de vorm van *.upd-bestanden) contact op met een verkoopkantoor bij u in de buurt of download de frequentieregelaarupdates op www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dds/vlt-motion-control-tool-mct-10/#Overview.

1.6 Definities

Frequentieregelaar

$I_{VLT, MAX}$

De maximale uitgangsstroom.

$I_{VLT, N}$

De nominale uitgangsstroom die door de frequentieregelaar wordt geleverd.

$U_{VLT, MAX}$

De maximale uitgangsspanning.

Ingang

De aangesloten motor kan worden gestart en gestopt via het LCP en de digitale ingangen. Functies zijn in 2 groepen verdeeld, zoals beschreven in *Tabel 1.4*. De functies in groep 1 hebben een hogere prioriteit dan de functies in groep 2.

Groep 1	Reset, vrijloop na stop, reset en vrijloop na stop, snelle stop, DC-rem, stop en de [Off]-toets.
Groep 2	Start, pulsstart, omkeren, start omkeren, jog en uitgang vasthouden.

Tabel 1.4 Stuurcommando's

Motor

f_{JOG}

De motorfrequentie wanneer de jogfunctie is geactiveerd (via digitale klemmen).

f_M

De motorfrequentie.

f_{MAX}

De maximale motorfrequentie.

f_{MIN}

De minimale motorfrequentie.

$f_{M, N}$

De nominale motorfrequentie (gegevens typeplaatje).

I_M

De motorstroom.

$I_{M, N}$

De nominale motorstroom (gegevens typeplaatje).

$n_{M, N}$

Het nominale motortoerental (gegevens typeplaatje).

$P_{M, N}$

Het nominale motorvermogen (gegevens typeplaatje).

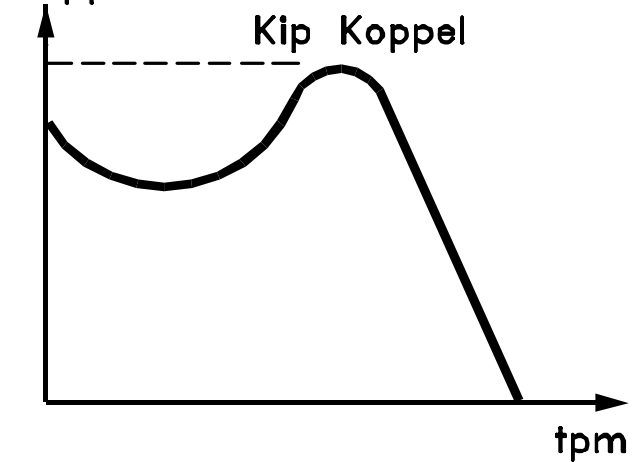
U_M

De momentele motorspanning.

$U_{M, N}$

De nominale motorspanning (gegevens typeplaatje).

Losbreekkoppel
Koppel



175ZA078.10

Afbeelding 1.1 Losbreekkoppel

η_{VLT}

Het rendement van de frequentieregelaar wordt gedefinieerd als de verhouding tussen het uitgangsvermogen en het ingangsvermogen.

Startdeactiveercommando

Een stopcommando behorend tot groep 1 van de stuurcommando's; zie *Tabel 1.4*.

Stopcommando

Zie *Tabel 1.4*.

Analoge referentie

Een signaal dat naar analoge ingang 53 of 54 wordt gestuurd, Dit kan spanning of stroom zijn.

- Stroomingang: 0-20 mA en 4-20 mA
- Spanningsingang: 0-10 V DC

Busreferentie

Een signaal dat naar de seriële-communicatiepoort (FC-poort) wordt gestuurd.

Digitale referentie

Een gedefinieerde, vooraf ingestelde referentie die kan worden ingesteld van -100% tot +100% van het referentiebereik. Selectie van 8 vooraf ingestelde referenties via de digitale klemmen.

Ref_{MAX}

Bepaalt de relatie tussen de referentie-ingang met een waarde van 100% van de volledige schaal (gewoonlijk 10 V, 20 mA) en de totale referentie. De maximumreferentie die is ingesteld in *parameter 3-03 Max. referentie*.

Ref_{MIN}

Bepaalt de relatie tussen de referentie-ingang met een waarde van 0% (gewoonlijk 0 V, 0 mA, 4 mA) en de totale referentie. De minimumreferentiewaarde wordt ingesteld in *parameter 3-02 Minimumreferentie*.

Analoge ingangen

De analoge ingangen worden gebruikt om diverse functies van de frequentieregelaar te besturen.

Er zijn 2 typen analoge ingangen:

- Stroomingang: 0-20 mA en 4-20 mA
- Spanningsingang: 0-10 V DC

Analoge uitgangen

De analoge uitgangen kunnen een signaal van 0-20 mA, 4-20 mA of een digitaal signaal leveren.

Automatische aanpassing motorgegevens, AMA

Het AMA-algoritme bepaalt de elektrische parameters van de aangesloten motor bij stilstand en compenseert de weerstand op basis van de lengte van de motorkabel.

Digitale ingangen

De digitale ingangen kunnen worden gebruikt voor het besturen van diverse functies van de frequentieregelaar.

Digitale uitgangen

De frequentieregelaar bevat 2 halfgeleideruitgangen die een signaal van 24 V DC (maximaal 40 mA) kunnen leveren.

Relaisuitgangen

De frequentieregelaar heeft 2 programmeerbare relaisuitgangen.

ETR

Elektronisch thermisch relais is een berekening van de thermische belasting op basis van de actuele belasting en de tijd. Het doel hiervan is het schatten van de motortemperatuur en het voorkomen van oververhitting van de motor.

Initialisatie

Bij initialisatie (*parameter 14-22 Bedrijfsmodus*) worden de programmeerbare parameters van de frequentieregelaar teruggezet naar de standaardinstellingen. Communicatieparameters, de foutlog of de brandmoduslog worden niet geïnitieerd via *Parameter 14-22 Bedrijfsmodus*.

Intermitterende belastingscyclus

De nominale intermitterende belasting heeft betrekking op een reeks belastingscycli. Elke cyclus bestaat uit een belaste en een onbelaste periode. De werking kan een periodieke cyclus of een niet-periodieke cyclus zijn.

LCP

Het lokale bedieningspaneel (LCP) biedt een complete interface voor de bediening en programmering van de frequentieregelaar. Het bedieningspaneel is afneembaar op IP 20-eenheden en vast op IP 54-eenheden. Het kan op maximaal 3 m (9,8 ft) van de frequentieregelaar worden geïnstalleerd, d.w.z. op een frontpaneel, met behulp van de optionele installatieset.

lsb

Minst significante bit.

MCM

Staat voor Mille Circular Mil, een Amerikaanse meeteenheid voor de doorsnede van kabels. 1 MCM = 0,5067 mm².

msb

Meest significante bit.

Online-/offlineparameters

Wijzigingen van onlineparameters worden meteen na het wijzigen van de gegevenswaarde geactiveerd. Druk op [OK] om offlineparameters te activeren.

PI-regelaar

De PI-regelaar handhaaft de gewenste snelheid, druk, temperatuur en dergelijke door de uitgangsfrequentie aan te passen aan wijzigingen in de belasting.

RCD

Reststroomapparaat.

Setup

Parameterinstellingen kunnen worden opgeslagen in 2 setups. Het is mogelijk om tussen de 2 parametersetups te schakelen en 1 setup te bewerken terwijl de andere setup actief is.

Slipcompensatie

De frequentieregelaar compenseert voor het slippen van de motor door verhoging van de frequentie op basis van de gemeten motorbelasting, waardoor het motortoerental vrijwel constant wordt gehouden.

Smart Logic Control (SLC)

De SLC is een reeks door de gebruiker gedefinieerde acties die wordt uitgevoerd wanneer de bijbehorende, door de gebruiker gedefinieerde gebeurtenissen door de SLC worden geëvalueerd als TRUE

Thermistor

Een temperatuurafhankelijke weerstand die geplaatst wordt op plaatsen waar de temperatuur moet worden bewaakt (frequentieregelaar of motor).

Uitschakeling (trip)

Een toestand die zich voordoet in foutsituaties, bijvoorbeeld als de frequentieregelaar te maken krijgt met overtemperatuur of wanneer de frequentieregelaar de motor, het proces of het mechanisme beschermt. Een herstart is niet mogelijk totdat de oorzaak van de fout is weggenomen en de uitschakelingsstatus is opgeheven door het activeren van de reset of, in sommige gevallen, doordat een automatische reset is geprogrammeerd. Gebruik een uitschakeling (trip) niet voor persoonlijke veiligheid.

Uitschakeling met blokkering

Een toestand die zich voordoet in foutsituaties waarbij de frequentieregelaar zichzelf beschermt en fysiek ingrijpen noodzakelijk is, bijvoorbeeld als de frequentieregelaar wordt kortgesloten op de uitgang. Een uitschakeling met blokkering kan alleen worden opgeheven door de netvoeding te onderbreken, de oorzaak van de fout weg te nemen en de frequentieregelaar opnieuw aan te sluiten op het net. Een herstart is niet mogelijk totdat de uitschakelingsstatus is opgeheven door het activeren van de reset of, in sommige gevallen, doordat een automatische reset is geprogrammeerd. Gebruik een uitschakeling met blokkering niet voor persoonlijke veiligheid.

VT-karakteristieken

Variabel-koppelkarakteristieken die worden gebruikt voor pompen en ventilatoren.

VVC+

In vergelijking met een standaardregeling van de spanning-frequentieverhouding zorgt Voltage Vector Control (VVC+) voor betere dynamische prestaties en stabiliteit, zowel bij een wijziging van de toerentalreferentie als met betrekking tot het belastingskoppel.

1.7 Arbeidsfactor

De arbeidsfactor geeft aan in hoeverre een frequentieregelaar de netvoeding belast. De arbeidsfactor is de verhouding tussen I_1 en I_{RMS} , waarbij I_1 de basisstroom is en I_{RMS} de totale RMS-stroom met inbegrip van harmonische stromen. Hoe lager de arbeidsfactor, hoe hoger de I_{RMS} voor dezelfde kW-prestatie.

$$\text{Arbeidsfactor} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_1 \times \cos\phi}{\sqrt{3} \times U \times I_{RMS}}$$

De arbeidsfactor voor 3-faseregeling:

$$\text{Arbeidsfactor} = \frac{I_1 \times \cos\phi}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}} \text{ aangezien } \cos\phi = 1$$

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

Een hoge arbeidsfactor betekent dat de verschillende harmonische stromen zwak zijn.

De ingebouwde DC-spoelen van de frequentieregelaar zorgen voor een hoge arbeidsfactor, waardoor de belasting op de netvoeding wordt geminimaliseerd.

1.8 Conformiteit met regelgeving

Frequentieregelaars worden ontworpen volgens de richtlijnen in deze sectie.

1.8.1 CE-markering

De CE-markering (Communauté Européenne) geeft aan dat de fabrikant van het product voldoet aan alle relevante EU-richtlijnen. De EU-richtlijnen die van toepassing zijn op het ontwerp en de productie van frequentieregelaars, staan vermeld in *Tabel 1.5*.

LET OP

De CE-markering heeft geen betrekking op de kwaliteit van het product. Het is niet mogelijk om technische specificaties af te leiden uit de CE-markering.

LET OP

Frequentieregelaars met een ingebouwde veiligheidsfunctie moeten voldoen aan de Machinerichtlijn.

EU-richtlijn	Versie
Laagspanningsrichtlijn	2014/35/EU
EMC-richtlijn	2014/30/EU
ErP-richtlijn	

Tabel 1.5 EU-richtlijnen die van toepassing zijn op frequentieregelaars

Conformiteitsverklaringen zijn leverbaar op aanvraag.

1.8.1.1 Laagspanningsrichtlijn

De Laagspanningsrichtlijn is van toepassing op alle elektrische apparaten in het spanningsbereik van 50-1000 V AC en 75-1600 V DC.

De richtlijn heeft tot doel om de persoonlijke veiligheid te waarborgen en schade aan eigendommen te voorkomen bij gebruik van elektrische apparatuur die correct is geïnstalleerd en correct wordt onderhouden, in de toepassing waarvoor de apparatuur is bedoeld.

1.8.1.2 EMC-richtlijn

De EMC-richtlijn (elektromagnetische compatibiliteit) heeft tot doel om de elektromagnetische interferentie te beperken en de immuniteit van elektrische apparatuur en installaties te verbeteren. De basiseis voor bescherming van EMC-richtlijn 2014/30/EU stelt dat apparaten die elektromagnetische interferentie (EMI) genereren, of waarvan de werking door EMI kan worden beïnvloed, zo moeten zijn ontworpen dat het genereren van elektromagnetische interferentie wordt beperkt en dat ze een adequaat niveau van ongevoeligheid ten opzichte van EMI bieden wanneer ze correct worden geïnstalleerd en onderhouden, en worden gebruikt zoals bedoeld.

Elektrische apparaten die zelfstandig worden gebruikt of deel uitmaken van een systeem, moeten zijn voorzien van de CE-markering. Systemen hoeven niet te zijn voorzien van de CE-markering, maar moeten wel voldoen aan de basiseisen voor bescherming volgens de EMC-richtlijn.

1.8.1.3 ErP-richtlijn

De ErP-richtlijn is de Europese Ecodesignrichtlijn voor energiegerelateerde producten. De richtlijn definieert de eisen voor ecologisch ontwerp voor energiegerelateerde producten, inclusief frequentieregelaars. De richtlijn heeft tot doel om het energierendement en het milieubeschermingsniveau te verhogen, waarbij tevens de zekerheid van de energievoorziening wordt versterkt. De milieueffecten van energiegerelateerde producten omvatten het energieverbruik gedurende de volledige levensduur van het product.

1.8.2 UL-conformiteit

UL Listed



Afbeelding 1.2 UL

LET OP

IP 54-eenheden zijn niet gecertificeerd voor UL.

De frequentieregelaar voldoet aan de eisen van UL 508C ten aanzien van het behoud van het thermische geheugen. Zie de sectie *Thermische motorbeveiliging* in de productspecifieke *design guide* voor meer informatie.

1.8.3 Conformiteit RCM-markering



Afbeelding 1.3 RCM-markering

De RCM-markering geeft aan dat het product voldoet aan de relevante technische normen voor elektromagnetische compatibiliteit (EMC). Een RCM-markering is vereist voor elektrische en elektronische producten die op de markt worden gebracht in Australië en Nieuw-Zeeland. De RCM-regelgeving heeft alleen betrekking op emissies via geleiding en straling. Voor frequentieregelaars zijn de in EN-IEC 61800-3 gespecificeerde emissielimieten van toepassing. Op verzoek kan een conformiteitsverklaring worden afgegeven.

1.8.4 EAC



Afbeelding 1.4 EAC-markering

De EurAsian Conformity (EAC)-markering geeft aan dat het product voldoet aan alle vereisten en technische voorschriften die op het product van toepassing zijn volgens de Eurasian Customs Union, een douane-unie die bestaat uit de lidstaten van de Euraziatische Economische Unie.

Het EAC-logo moet zowel op het productlabel als op het verpakkingslabel worden aangebracht. Alle producten die binnen de EAC-zone worden gebruikt, moeten bij Danfoss in de EAC-zone worden aangeschaft.

1.8.5 UkrSEPRO



Afbeelding 1.5 UkrSEPRO

Het UkrSEPRO-certificaat garandeert de kwaliteit en veiligheid van zowel producten als diensten, naast productiestabiliteit, volgens de Oekraïense regelgevingsnormen. Het UkrSEPRO-certificaat is een verplicht douanedocument voor alle producten die het grondgebied van Oekraïne binnenkomen of verlaten.

2

2 Veiligheid

2.1 Gekwalificeerd personeel

Een probleemloze en veilige werking van de frequentieregelaar is alleen mogelijk als de frequentieregelaar op correcte en betrouwbare wijze wordt vervoerd, opgeslagen, geïnstalleerd, gebruikt en onderhouden. Deze apparatuur mag uitsluitend worden geïnstalleerd of bediend door gekwalificeerd personeel.

Gekwalificeerd personeel is gedefinieerd als opgeleide medewerkers die bevoegd zijn om apparatuur, systemen en circuits te installeren, in bedrijf te stellen en te onderhouden volgens relevante wetten en voorschriften. Het personeel moet tevens bekend zijn met de instructies en veiligheidsmaatregelen die in deze handleiding staan beschreven.

2.2 Veiligheidsmaatregelen

⚠ WAARSCHUWING

HOGE SPANNING

Frequentieregelaars bevatten hoge spanning wanneer ze zijn aangesloten op een netingang, DC-voeding of loadsharing. Als installatie, opstarten en onderhoud niet worden uitgevoerd door gekwalificeerd personeel, kan dat leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

- Installatie, opstarten en onderhoud mogen uitsluitend worden uitgevoerd door gekwalificeerd personeel.
- Controleer met een geschikt spanningsmeetapparaat of er geen spanning meer op de frequentieregelaar staat voordat u service- of reparatiewerkzaamheden gaat uitvoeren.

⚠ WAARSCHUWING

ONBEDOELDE START

Wanneer de frequentieregelaar is aangesloten op de netvoeding, DC-voeding of loadsharing, kan de motor op elk moment starten. Een onbedoelde start tijdens programmeer-, onderhouds- of reparatiewerkzaamheden kan leiden tot ernstig of dodelijk letsel of tot schade aan apparatuur of eigendommen. De motor kan worden gestart door een externe schakelaar, een veldbus-commando, een ingangsreferentiesignaal vanaf het LCP of LOP, via externe bediening met MCT 10 setupsoftware of door het opheffen van een foutconditie.

Om een onbedoelde motorstart te voorkomen:

- Druk op [Off/Reset] op het LCP voordat u parameters gaat programmeren.
- Onderbreek de netvoeding naar de frequentieregelaar.
- Zorg dat de frequentieregelaar, motor en eventuele door de motor aangedreven werktuigen volledig bedraad en gemonteerd zijn voordat u de frequentieregelaar aansluit op de netvoeding, DC-voeding of loadsharing.

⚠ WAARSCHUWING

ONTLADINGSTIJD

De frequentieregelaar bevat DC-tussenkringcondensatoren waarop spanning kan blijven staan, ook wanneer de frequentieregelaar niet van spanning wordt voorzien. Er kan hoge spanning aanwezig zijn, ook wanneer de waarschuwingsleds uit zijn. Als u de aangegeven wachttijd na afschakeling niet in acht neemt voordat u onderhouds- of reparatiewerkzaamheden uitvoert, kan dat leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

- Stop de motor.
- Schakel de netvoeding en externe DC-tussenkringvoedingen af, inclusief backupvoedingen, UPS-eenheden en DC-tussenkringaansluitingen naar andere frequentieregelaars.
- Onderbreek de voeding naar de PM-motor of vergrendel de motor.
- Wacht tot de condensatoren volledig ontladen zijn. De vereiste minimale wachttijd staat vermeld in *Tabel 2.1*.
- Controleer met een geschikt spanningsmeetapparaat of de condensatoren volledig ontladen zijn voordat u service- of reparatiewerkzaamheden gaat uitvoeren.

Spanning [V]	Vermogensbereik [kW (pk)]	Minimale wachttijd (minuten)
3 x 200	0,25-3,7 (0,33-5)	4
3 x 200	5,5-11 (7-15)	15
3 x 400	0,37-7,5 (0,5-10)	4
3 x 400	11-90 (15-125)	15
3 x 600	2,2-7,5 (3-10)	4
3 x 600	11-90 (15-125)	15

Tabel 2.1 Ontladingstijd

⚠ WAARSCHUWING**GEVAAR VOOR LEKSTROOM**

De aardlekstroom bedraagt meer dan 3,5 mA. Een onjuiste aarding van de frequentieregelaar kan leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

- Zorg dat de apparatuur correct is geaard door een erkende elektrisch installateur.

⚠ WAARSCHUWING**GEVAARLIJKE APPARATUUR**

Het aanraken van draaiende assen en elektrische apparatuur kan leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

- Installatie, opstarten en onderhoud mogen uitsluitend worden uitgevoerd door hiervoor opgeleid en gekwalificeerd personeel.
- Zorg dat alle elektrische werkzaamheden worden uitgevoerd volgens de nationale en lokale elektriciteitsvoorschriften.
- Volg de procedures in deze handleiding.

⚠ VOORZICHTIG**GEVAAR BIJ INTERNE FOUT**

Een interne fout in de frequentieregelaar kan leiden tot ernstig letsel als de frequentieregelaar niet goed is gesloten.

- Controleer voordat u de spanning inschakelt of alle veiligheidsafdekkingen op hun plaats zitten en stevig zijn vastgezet.

3 Productoverzicht

3

3.1 Voordelen

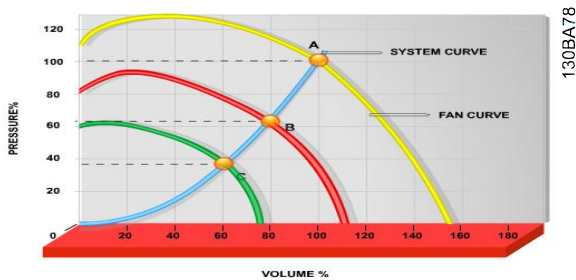
3.1.1 Wat is het voordeel van het gebruik van een frequentieregelaar voor het regelen van ventilatoren en pompen?

Een frequentieregelaar maakt gebruik van het feit dat centrifugaalventilatoren en -pompen de proportionaliteitswetten voor dergelijke ventilatoren en pompen volgen. Zie hoofdstuk 3.1.3 Voorbeeld van energiebesparing voor meer informatie.

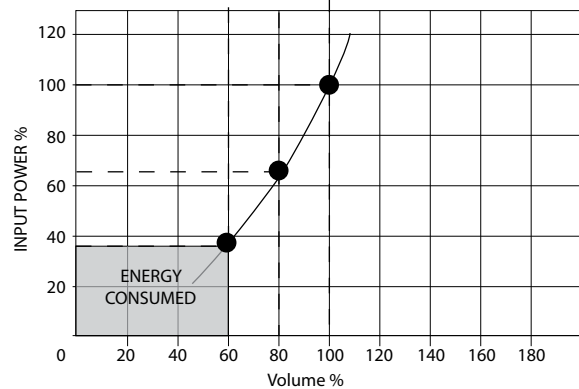
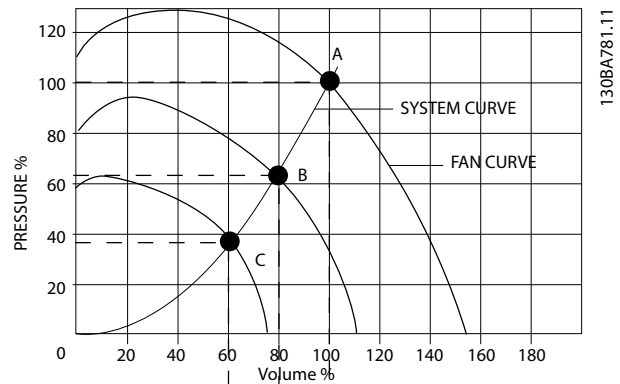
3.1.2 Het grote voordeel – energiebesparing

Het grootste voordeel van het gebruik van een frequentieregelaar voor het regelen van het toerental van ventilatoren en pompen is de besparing op de energiekosten.

In vergelijking met alternatieve regelsystemen en -technieken is een frequentieregelaar hét energiebesparingsstelsel voor het regelen van ventilator- en pompsystemen.



Afbeelding 3.1 Ventilatorcurves (A, B en C) voor gereduceerde ventilatorvolumes



Afbeelding 3.2 Energiebesparingen met een frequentieregelaaroplossing

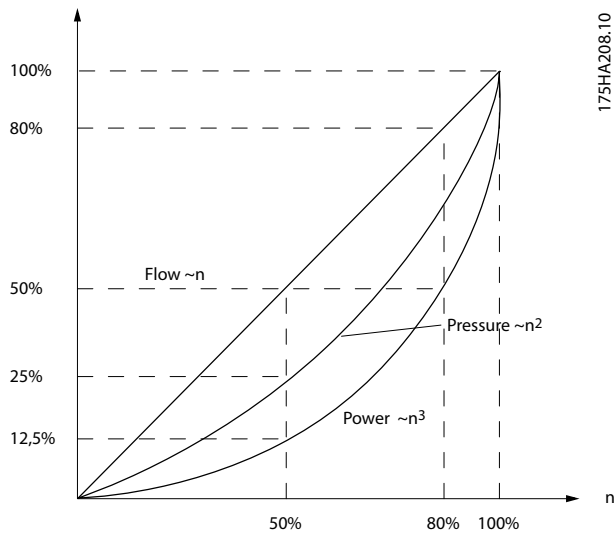
In typische toepassingen is een energiebesparing van meer dan 50% haalbaar wanneer een frequentieregelaar wordt gebruikt om de ventilatorcapaciteit te verlagen naar 60%.

3.1.3 Voorbeeld van energiebesparing

In Afbeelding 3.3 is te zien dat de flow wordt geregeld door wijziging van het toerental. Bij een toerentalreductie van slechts 20% ten opzichte van het nominale toerental wordt ook de flow met 20% verlaagd. Dat komt omdat de flow recht evenredig is aan het toerental. Het stroomverbruik neemt echter af met 50%.

Als het betreffende systeem slechts een paar dagen per jaar een flow hoeft te leveren die gelijk is aan 100%, terwijl het gemiddelde de rest van het jaar onder de 80% van de nominale flow ligt, bedraagt de hoeveelheid bespaarde energie zelfs meer dan 50%.

Afbeelding 3.3 laat zien hoe flow, druk en energieverbruik afhankelijk zijn van het toerental.



Afbeelding 3.3 Proportionaliteitswetten

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

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

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

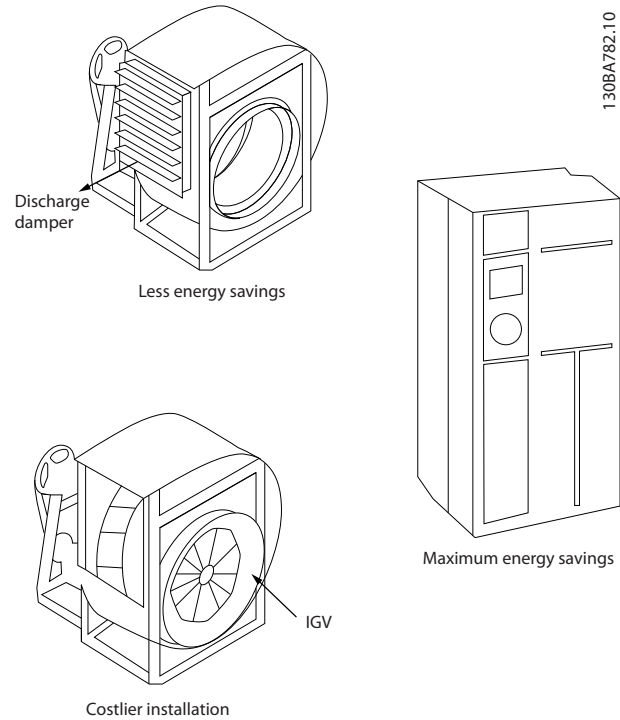
Q = flow	P = vermogen
Q ₁ = nominale flow	P ₁ = nominaal vermogen
Q ₂ = gereduceerde flow	P ₂ = gereduceerd vermogen
H = druk	n = snelheidsregeling
H ₁ = nominale druk	n ₁ = nominaal toerental
H ₂ = gereduceerde druk	n ₂ = gereduceerd toerental

Tabel 3.1 De proportionaliteitswetten

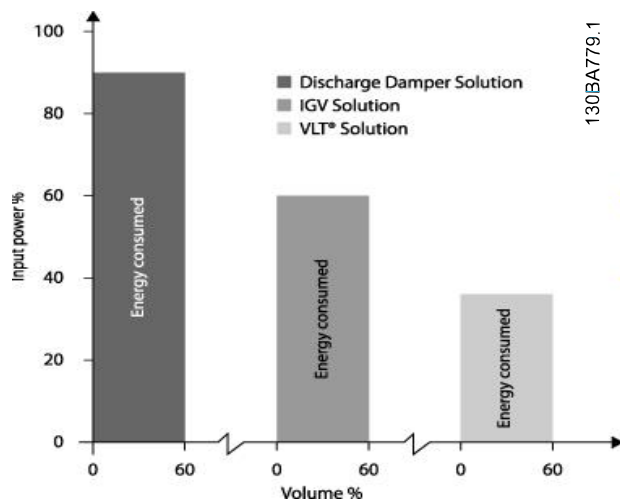
3.1.4 Vergelijking van energiebesparing

De frequentieregelaaroplossing van Danfoss biedt aanzienlijke besparingen ten opzichte van traditionele energiebesparende oplossingen, zoals een oplossing met regelkleppen of inlaatschoepen (IGV). Dat komt doordat de frequentieregelaar in staat is om het ventilator-toerental te regelen op basis van de thermische belasting op het systeem en omdat de frequentieregelaar een ingebouwde functie heeft waardoor de frequentieregelaar kan fungeren als een gebouwbeheersysteem (GBS).

Afbeelding 3.3 toont de typische energiebesparing die kan worden behaald met behulp van 3 bekende oplossingen waarbij het ventilatorvolume wordt verlaagd tot 60%. Zoals in de grafiek is af te lezen, kan in typische toepassingen een energiebesparing van meer dan 50% worden behaald.



Afbeelding 3.4 De 3 standaardssystemen voor energiebesparing



Afbeelding 3.5 Energiebesparing

Regelkleppen verlagen het energieverbruik. Inlaatschoepen zorgen voor een besparing van 40% maar zijn duur om te installeren. De frequentieregelaaroplossing van Danfoss verlaagt het energieverbruik met meer dan 50% en is eenvoudig te installeren. Ook het geluid, de mechanische belasting en de slijtage worden beperkt, terwijl de levensduur van de volledige toepassing wordt verlengd.

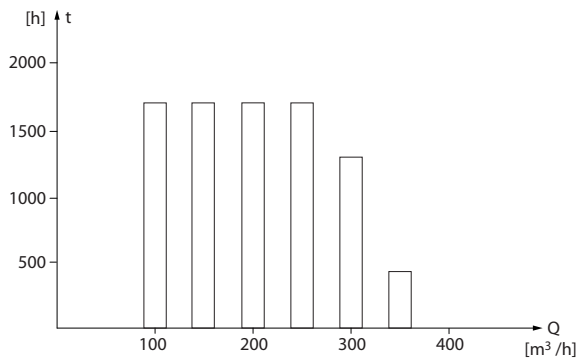
3.1.5 Voorbeeld met wisselende flow gedurende 1 jaar

De berekeningen in dit voorbeeld zijn gebaseerd op pompkarakteristieken die staan vermeld op een pompdatblad.

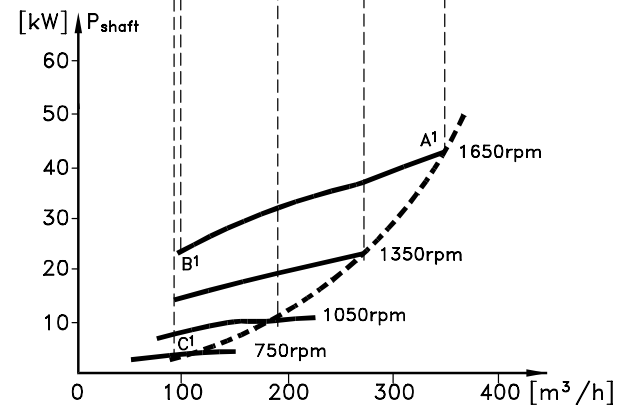
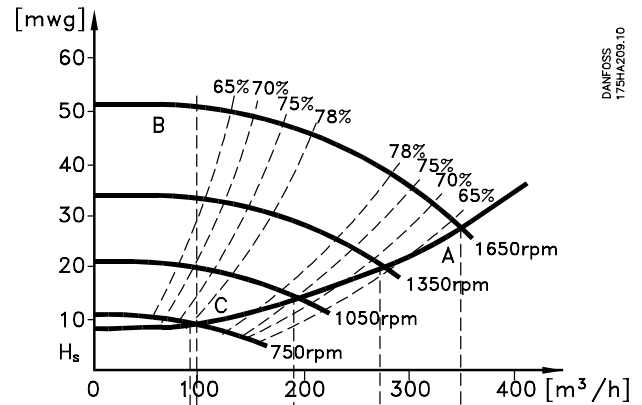
Het verkregen resultaat toont een energiebesparing van meer dan 50% bij de gegeven flowverdeling over een jaar. De terugverdientijd is afhankelijk van de prijs per kWh en de prijs van de frequentieregelaar. In dit voorbeeld is het minder dan een jaar in vergelijking met een systeem met kleppen en een constant toerental.

Energiebesparing

$$P_{as} = P_{asvermogen}$$



Afbeelding 3.6 Flowverdeling over 1 jaar



Afbeelding 3.7 Energiekosten

m³/h	Verdeling		Regeling met kleppen		Regeling met frequentieregelaar	
	%	Uren	Vermogen	Verbruik	Vermogen	Verbruik
			A1-B1	kWh	A1-C1	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

Tabel 3.2 Resultaat

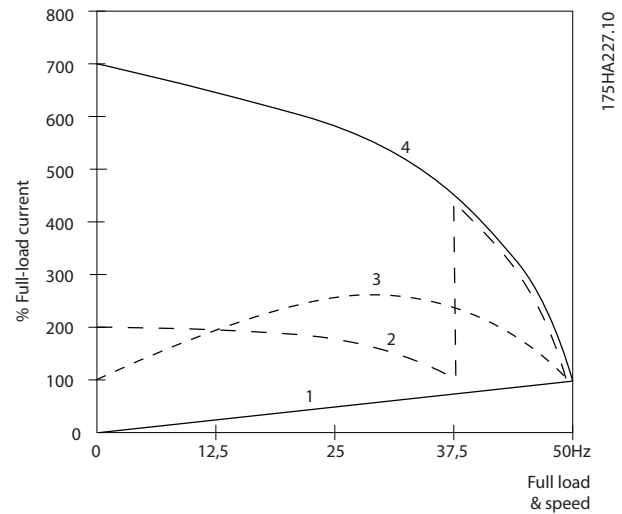
3.1.6 Betere regeling

Bij gebruik van een frequentieregelaar is een betere regeling van de flow of druk van een systeem mogelijk. Een frequentieregelaar kan het toerental van de ventilator of pomp variëren, wat een variabele regeling van flow en druk oplevert. Bovendien kan een frequentieregelaar het toerental van de ventilator of de pomp snel aanpassen aan nieuwe flow- of drukcondities in het systeem. Eenvoudige procesregeling (flow, niveau of druk) met behulp van de ingebouwde PI-regelaar.

3.1.7 Ster-driehoekschakeling of softstarter niet vereist

Wanneer relatief grote motoren moeten worden gestart, is het in veel landen nodig om apparatuur te gebruiken die de opstartstroom beperkt. In meer traditionele systemen wordt vaak een ster-driehoekschakeling of softstarter gebruikt. Dergelijke motorstarters zijn niet meer nodig bij gebruik van een frequentieregelaar.

Zoals in *Afbeelding 3.8* te zien is, verbruikt een frequentieregelaar niet meer stroom dan de nominale stroom.



1	VLT® HVAC Basic Drive FC 101
2	Ster-driehoekschakeling
3	Softstarter
4	Direct op het net starten

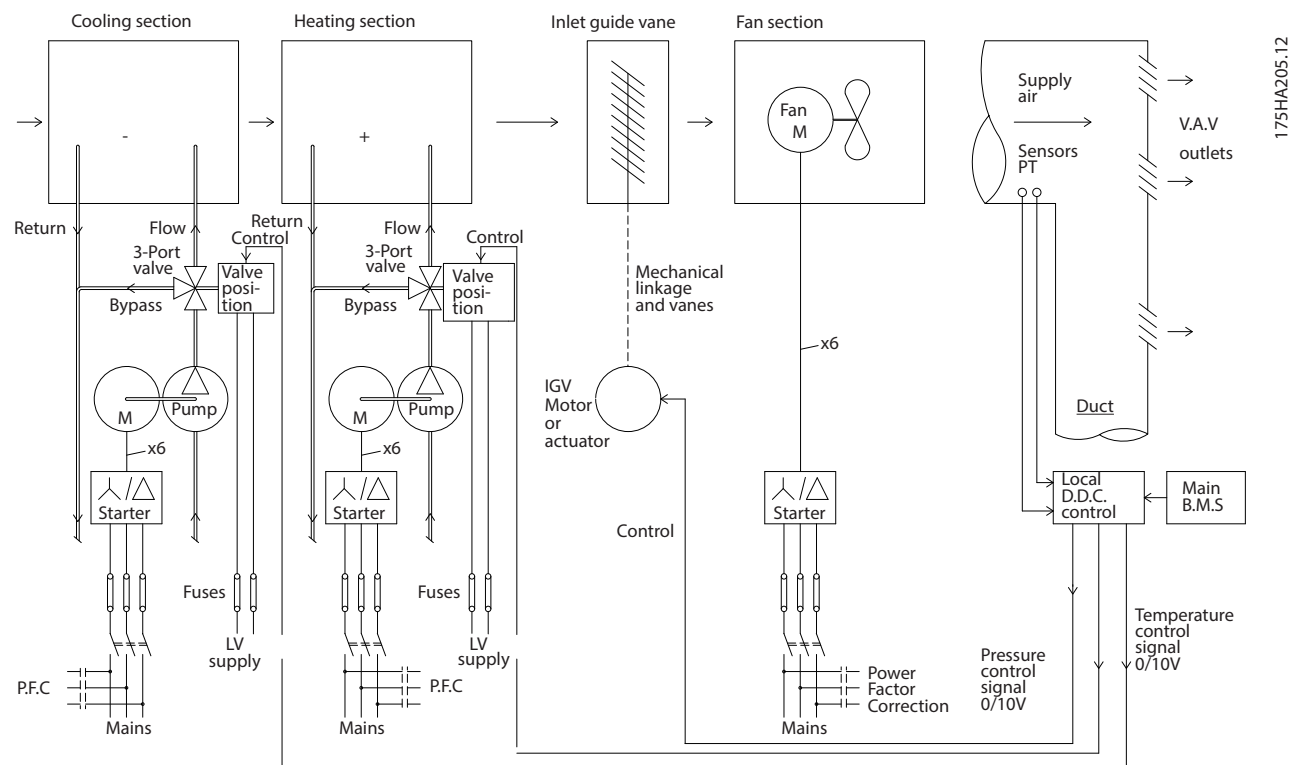
Afbeelding 3.8 Startstroom

3.1.8 Het gebruik van een frequentieregelaar bespaart geld

Het voorbeeld in *hoofdstuk 3.1.9 Zonder frequentieregelaar* laat zien dat het gebruik van een frequentieregelaar andere apparatuur overbodig maakt. Het is mogelijk om de installatiekosten van de 2 verschillende systemen te berekenen. In het voorbeeld kunnen de 2 systemen grofweg voor dezelfde prijs worden geïnstalleerd.

Met behulp van de VLT® Energy Box-software, waarover u meer kunt lezen in *hoofdstuk 1.5 Aanvullende informatiebronnen*, kunt u de kostenbesparing berekenen die haalbaar is bij gebruik van een frequentieregelaar.

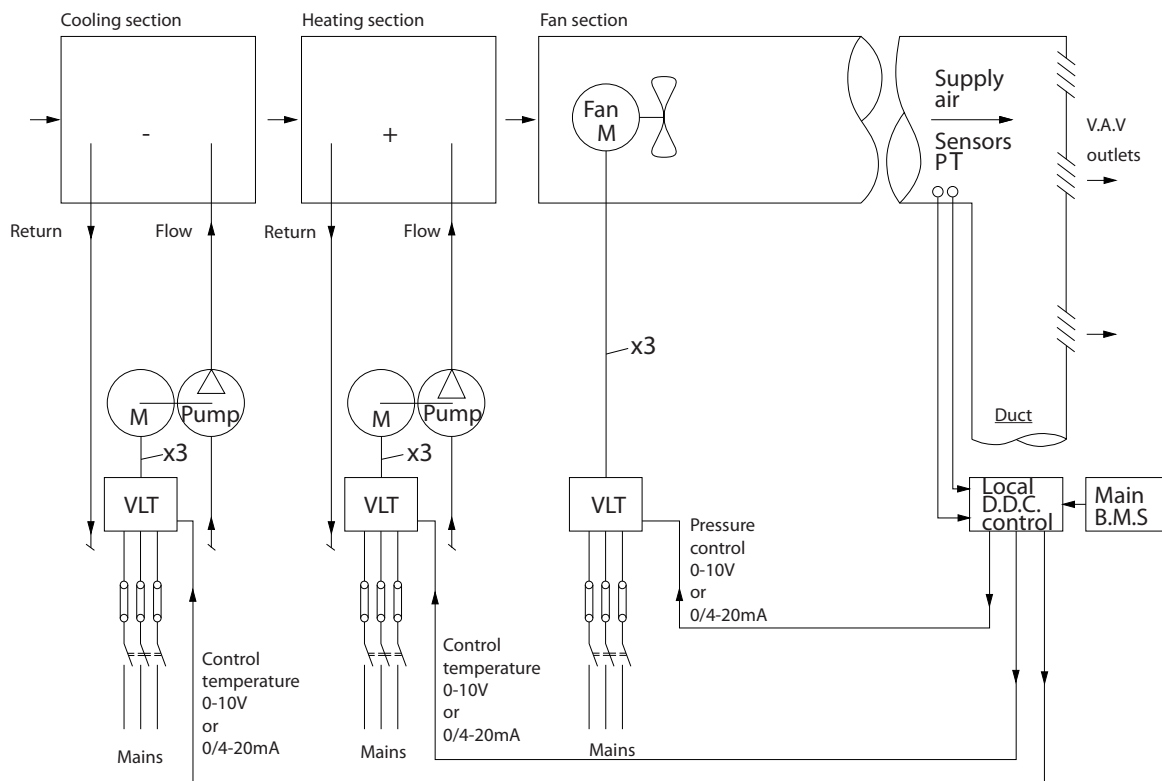
3.1.9 Zonder frequentieregelaar



DDC	Direct Digital Control (directe digitale regeling)
EMS	Energy Management System (energiebeheersysteem)
VAV	Variabel luchtvolume
Sensor P	Druk
Sensor T	Temperatuur

Afbeelding 3.9 Traditioneel ventilatorsysteem

3.1.10 Met een frequentieregelaar



175HA206.11

3

DDC	Direct Digital Control (directe digitale regeling)
EMS	Energy Management System (energiebeheersysteem)
VAV	Variabel luchtvolume
Sensor P	Druk
Sensor T	Temperatuur

Afbeelding 3.10 Ventilatorsysteem dat wordt geregeld door frequentieregelaars

3.1.11 Toepassingsvoorbeelden

In de volgende secties vindt u een aantal typische voorbeelden van HVAC-toepassingen.

3.1.12 Variabel luchtvolume

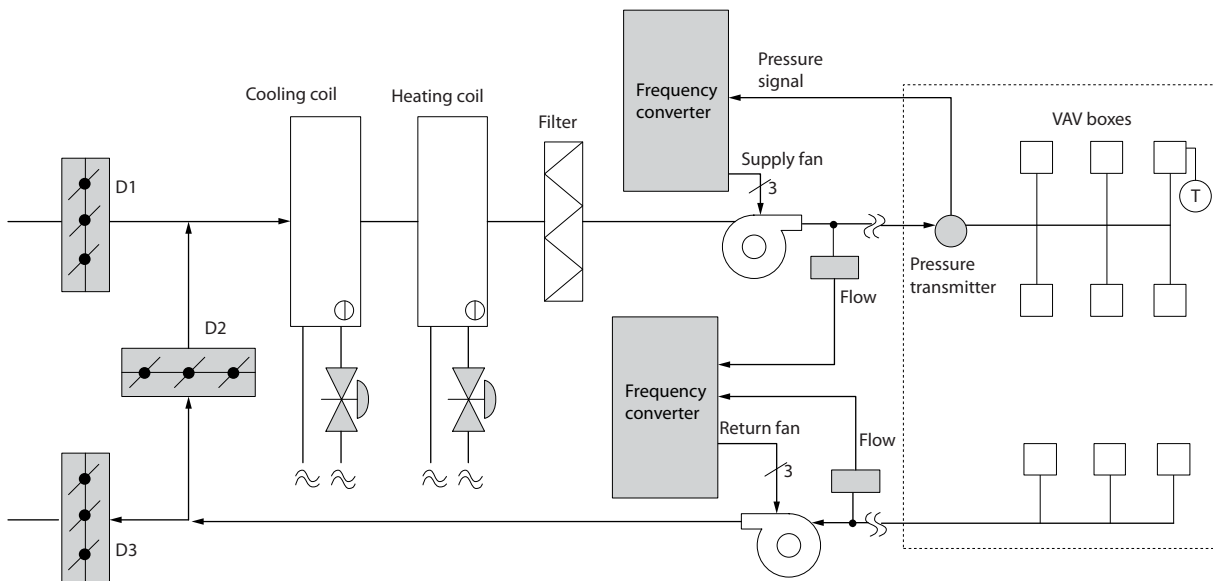
VAV- of variabel-luchtvolumesystemen worden gebruikt om de ventilatie en de temperatuur in gebouwen te regelen. Centrale VAV-systemen worden beschouwd als de energiezuinigste methode om het klimaat in gebouwen te regelen. Door het gebruik van centrale systemen in plaats van gedistribueerde systemen kan een hoger rendement worden behaald. Dit rendement wordt behaald door gebruik te maken van grotere ventilatoren en grotere koeleenheden met een hoger rendement dan kleine motoren en gedistribueerde luchtgekoelde eenheden. Ook is voor deze installaties minder onderhoud nodig.

3.1.13 De VLT-oplossing

Hoewel regelkleppen en inlaatschoepen een constante druk in het leidingsysteem handhaven, bespaart een oplossing met een frequentieregelaar meer energie, terwijl de installatie ook minder complex wordt. In plaats van een kunstmatige drukval te veroorzaken of het rendement van de ventilator te verminderen, verlaagt de frequentieregelaar het toerental van de ventilator en levert zo de flow en druk die het systeem nodig heeft.

Ventilatoren gedragen zich volgens de wetten van centrifugale affiniteit. Dat betekent dat de ventilatoren een lagere druk en flow produceren bij een lager toerental. Hun energieverbruik neemt daardoor aanzienlijk af.

Door de PI-regelaar van de VLT® HVAC Basic Drive FC 101 te gebruiken, zijn geen extra regelaars meer nodig.



1308B455.10

Afbeelding 3.11 Variabel luchtvolume

3.1.14 Constant luchtvolume

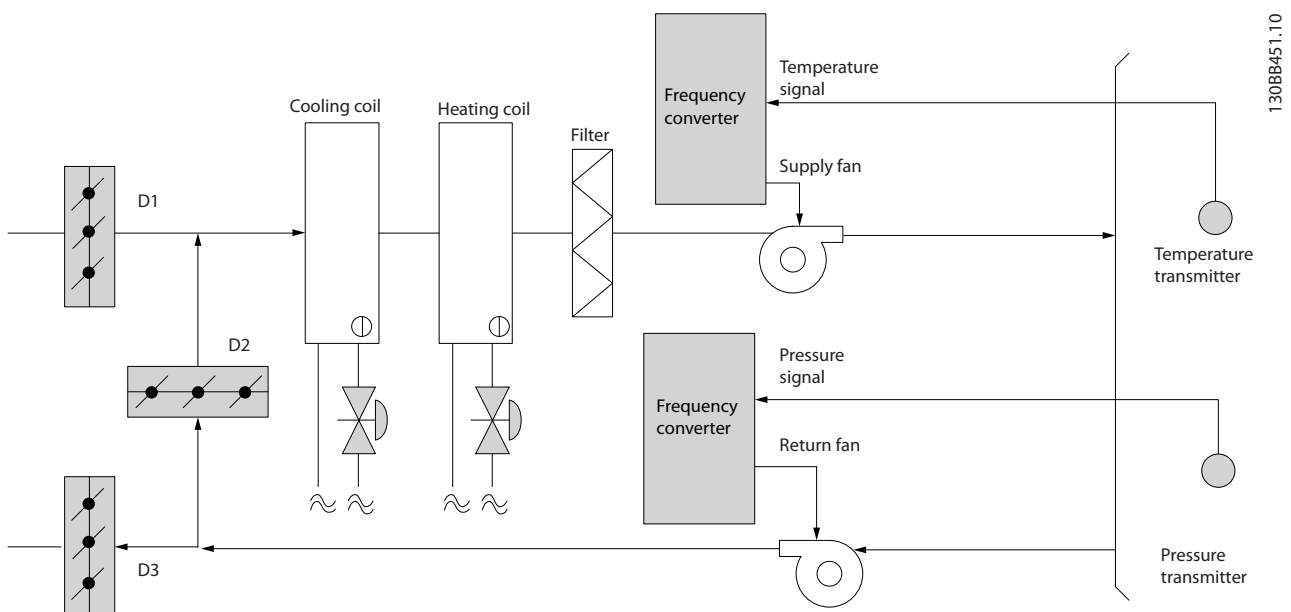
CAV- of constant-luchtvolumesystemen zijn centrale ventilatiesystemen die gewoonlijk worden gebruikt om grote, gemeenschappelijke zones te voorzien van een minimumhoeveelheid verse, op temperatuur gebrachte lucht. Ze bestaan al langer dan VAV-systemen en komen dus ook voor in oudere gebouwen met meerdere zones. Deze systemen behandelen de verse lucht in de luchtbehandelingkasten (LBK's). Veel van deze systemen worden ook gebruikt om de lucht in gebouwen te verversen en hebben een koelspiraal. Voor het verwarmen en koelen van de individuele zones worden vaak ventilatorlucht-coelers gebruikt.

3.1.15 De VLT-oplossing

Met een frequentieregelaar kan een aanzienlijke hoeveelheid energie worden bespaard, terwijl de lucht in het gebouw toch goed geregeld wordt. Als terugkoppelingssignaal naar de frequentieregelaars kunnen temperatuursensoren of CO₂-sensoren worden gebruikt. Bij het regelen van de temperatuur, de luchtkwaliteit of beide gaat een CAV-systeem uit van de actuele situatie in het gebouw. Wanneer het aantal mensen in de betreffende zone afneemt, neemt ook de behoefte aan verse lucht af. De CO₂-sensor detecteert lagere niveaus en verlaagt het toerental van de toevoerventilatoren. De retourventilator wordt aangepast om een statisch druksetpoint of een vast verschil tussen de toevoerluchtflow en de retouurluchtflow te handhaven.

Bij een temperatuurregeling, vooral gebruikt in airconditioningsystemen, hangen de vereisten af van de buitentemperatuur en het aantal mensen in de zone. Als de temperatuur tot onder het setpoint daalt, kan de toevoerventilator met een lager toerental gaan werken. De retourventilator wordt aangepast om een statisch druksetpoint te handhaven. Door de luchtflow te verminderen, wordt ook de hoeveelheid energie voor het verwarmen of koelen van de verse lucht verminderd, wat een verdere besparing oplevert.

Diverse functies van de toepassingsgerichte HVAC-frequentieregelaar van Danfoss kunnen bijdragen tot een verbeterde werking van uw CAV-systeem. Een van de problemen bij het regelen van een ventilatiesysteem is gebrekkige luchtkwaliteit. De programmeerbare minimumfrequentie kan worden ingesteld om een minimumhoeveelheid toevoerlucht te handhaven, onafhankelijk van het terugkoppelings- of referentiesignaal. De frequentieregelaar bevat ook een PI-regelaar, waarmee zowel de temperatuur als de luchtkwaliteit kan worden bewaakt. Ook als aan de temperatuurvraag wordt voldaan, zorgt de frequentieregelaar voor voldoende luchttoevoer om de luchtkwaliteit te garanderen. De regelaar kan 2 terugkoppelingsignalen bewaken en vergelijken voor het regelen van de retourventilator, door handhaving van een vaste differentiële luchtflow tussen de toevoer- en retourkanalen.



Afbeelding 3.12 Constant luchtvolume

3.1.16 Koeltorenventilator

Koeltorenventilatoren koelen het condenswater in watergekoelde koelsystemen. Watergekoelde koeleenheden zijn de efficiëntste methode om gekoeld water te produceren. Ze zijn maar liefst 20% zuiniger dan luchtgekoelde koeleenheden. Koeltorens bieden vaak de energiezuinigste methode om het condenswater van koeleenheden te koelen, afhankelijk van het klimaat.

Deze torens koelen het condenswater door verdamping.

Het condenswater wordt boven in de koeltoren verneveld op het koelpakket om het koeloppervlak te vergroten. De torenventilator blaast lucht door het koelpakket en het vernevelde water om de verdamping te bevorderen. Door de verdamping wordt warmte aan het water onttrokken en daalt de temperatuur. Het gekoelde water wordt opgevangen in het koeltorenreservoir. Vanuit het reservoir wordt het water teruggepompt naar de condensor van de koeleenheden, waarna een nieuwe cyclus begint.

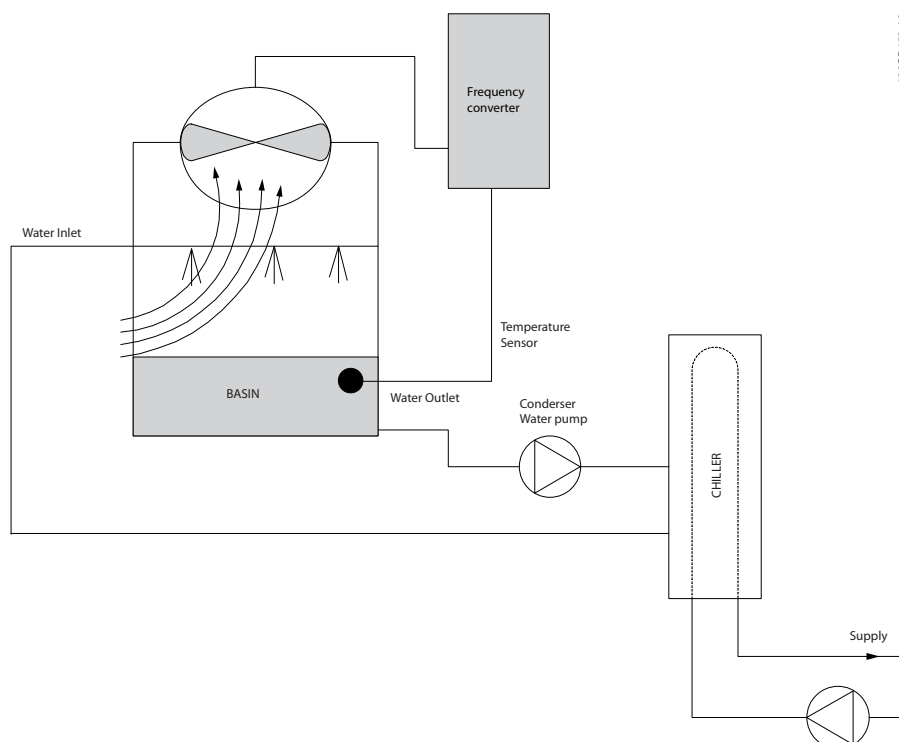
3.1.17 De VLT-oplossing

Met een frequentieregelaar kunnen de ventilatoren van de koeltorens op het gewenste toerental worden geregeld, zodat de temperatuur van het condenswater constant blijft. De frequentieregelaars kunnen ook worden gebruikt om de ventilator waar nodig in en uit te schakelen.

Diverse functies van de toepassingsgerichte HVAC-frequentieregelaar van Danfoss kunnen bijdragen tot een verbeterde werking van uw koeltorenventilatortoepassingen. Als het toerental van de koeltorenventilatoren tot onder een bepaalde waarde daalt, vermindert het effect van de ventilator op het koelen van het water. Bij gebruik van een tandwielkast met spatsmering voor het regelen van de torenventilator is een minimumtoerental van 40-50% nodig.

De door de klant programmeerbare minimumfrequentie-instelling kan deze minimumfrequentie handhaven, ook als de terugkoppeling of de snelheidsreferentie vraagt om een lager toerental.

Een standaardfunctie van de frequentieregelaar is de mogelijkheid om een slaapmodus te programmeren en de ventilator stil te zetten totdat een hoger toerental vereist is. Daarnaast hebben sommige koeltorenventilatoren ongewenste frequenties die trillingen kunnen veroorzaken. U kunt deze frequenties gemakkelijk vermijden door de bypassfrequentiebereiken in de frequentieregelaar te programmeren.



Afbeelding 3.13 Koeltorenventilator

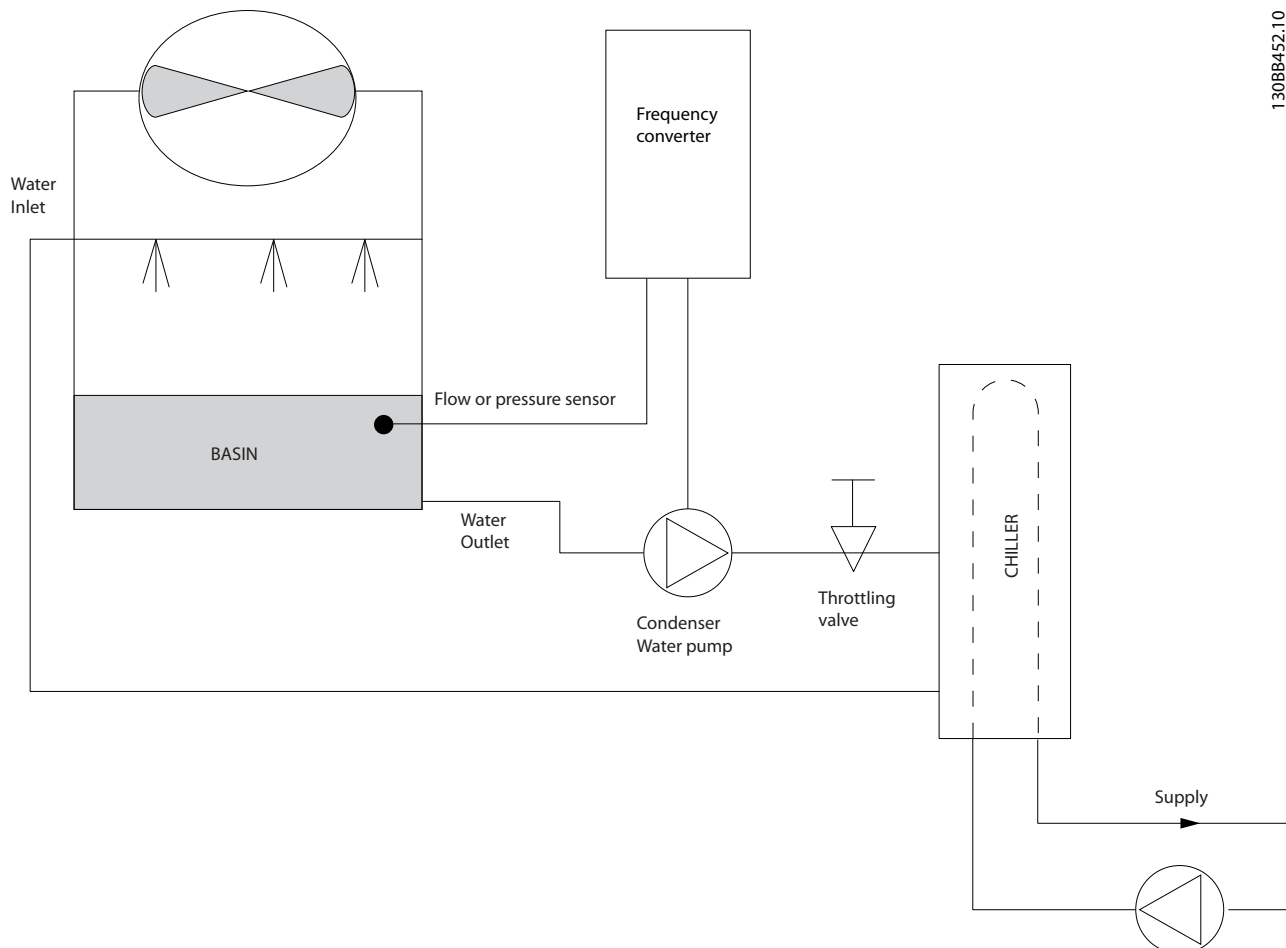
3.1.18 Condensaatpompen

Condensaatpompen worden hoofdzakelijk gebruikt om water te laten circuleren in de condensor van watergekoelde koeleenheden en de bijbehorende koeltorens. Het condenswater neemt de warmte uit de condensor van de koeleenheden op en geeft het af aan de lucht in de koeltoren. Deze systemen bieden de efficiëntste methode voor het koelen van water. Ze zijn maar liefst 20% zuiniger dan luchtgekoelde koeleenheden.

3.1.19 De VLT-oplossing

Frequentieregelaars worden toegepast bij condensaatpompen, waardoor die niet hoeven te worden geregeld via een smoorklep of door het afdraaien van de pompwaaier.

Door in plaats van een smoorklep een frequentieregelaar te gebruiken, wordt de energie bespaard die anders door de klep zou zijn opgenomen. Dat kan een besparing van 15-20% of meer opleveren. Het afdraaien van de pompwaaier is onomkeerbaar, dus wanneer de omstandigheden wijzigen en een hogere flow vereist is, moet de waaier worden vervangen.



13088452.10

Afbeelding 3.14 Condensaatpompen

3.1.20 Primaire pompen

Primaire pompen in een systeem met primaire/secundaire pompen kunnen worden gebruikt om een constante flow te handhaven in apparaten die bedienings- of regelproblemen vertonen bij een variabele flow. De techniek met primaire/secundaire pompen koppelt de primaire productiekringloop los van de secundaire distributiekringloop. Hierdoor kunnen apparaten zoals koeleenheden een constante ontwerpflow aannemen en goed functioneren, terwijl de flow in de rest van het systeem kan variëren.

Wanneer de flow door de verdampers in een koeleenheid afneemt, begint het gekoelde water overgekoeld te raken. Wanneer dat gebeurt, probeert de koeleenheid zijn koelcapaciteit te verminderen. Als de flow ver genoeg of te snel daalt, kan de koeleenheid zijn belasting niet voldoende afvoeren en wordt die door de beveiliging van de koeleenheid uitgeschakeld, waarna een handmatige reset nodig is. Deze situatie komt regelmatig voor in grote installaties, met name wanneer 2 of meer koeleenheden parallel zijn geïnstalleerd en er geen primaire/secundaire pompen worden toegepast.

3.1.21 De VLT-oplossing

Het energieverbruik van de primaire kringloop kan aanzienlijk zijn, afhankelijk van de omvang van het systeem en van de primaire kringloop.

Een frequentieregelaar kan aan het primaire systeem worden toegevoegd in plaats van een smookklep en/of het afdraaien van de pompwaaier, waardoor de bedrijfskosten lager worden. De volgende 2 besturingsmethoden worden het vaakst toegepast:

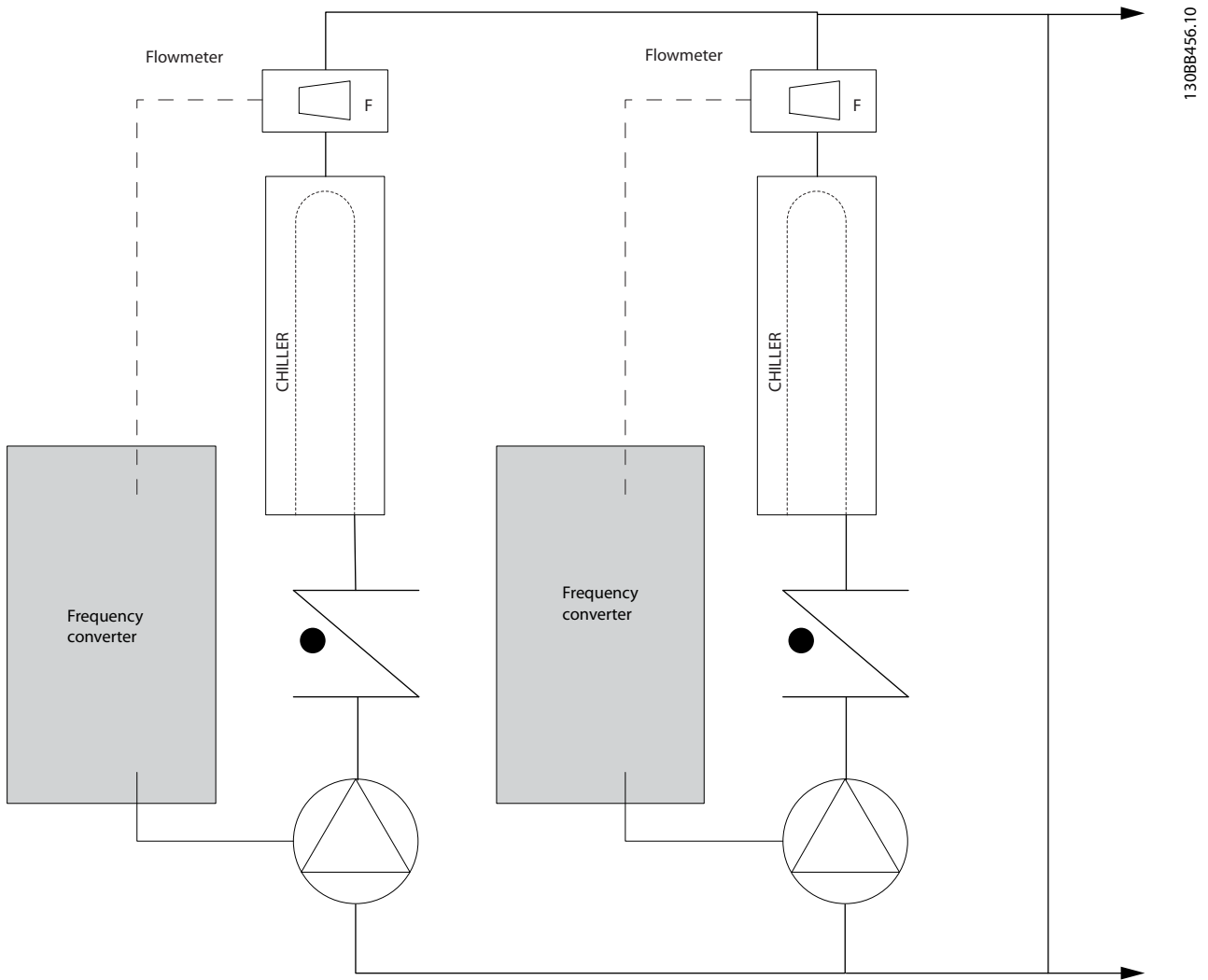
Flowmeter

Omdat de gewenste flow bekend en constant is, kan de pomp rechtstreeks worden geregeld via een flowmeter op de uitlaat van elke koeleenheid. Met behulp van de ingebouwde PI-regelaar handhaaft de frequentieregelaar altijd de juiste flow en compenseert hij zelfs de veranderende weerstand in de primaire kringloopleiding bij het gefaseerd in- en uitschakelen van koeleenheden en bijbehorende pompen.

Lokale bepaling toerental

De bediener verlaagt de uitgangsfrequentie totdat de ontwerpflow bereikt is.

Het gebruik van een frequentieregelaar om het pomptoerental te verlagen, lijkt op het afdraaien van de pompwaaier; het vergt echter geen enkele inspanning en het pomprendement blijft hoger. De inbedrijfsteller verlaagt het toerental van de pomp totdat de juiste flow bereikt is en zet dit toerental vast. De pomp werkt bij elke inschakeling van de koeleenheid met dit toerental. Omdat de primaire kringloop geen regelkleppen of andere mechanismen bevat waardoor de systeemcurve kan veranderen en de variatie als gevolg van het gefaseerd in- en uitschakelen van pompen en koeleenheden doorgaans gering is, blijft dit vaste toerental geschikt. Als het later tijdens de levensduur van het systeem nodig is om de flow te verhogen, dan hoeft de frequentieregelaar enkel het pomptoerental te verhogen en hoeft er geen nieuwe pompwaaier te worden geïnstalleerd.



Afbeelding 3.15 Primaire pompen

3

3.1.22 Secundaire pompen

Secundaire pompen in een watergekoeld systeem met primaire/secundaire pompen verdelen het gekoelde water over de belastingen van de primaire productiekringloop. Het systeem met primaire/secundaire pompen wordt gebruikt om de kringloopleidingen hydronisch van elkaar los te koppelen. In dat geval wordt de primaire pomp gebruikt om een constante flow in de koeleenheden te handhaven, terwijl de secundaire pompen de flow kunnen variëren, meer kunnen regelen en energie kunnen besparen.

Als het concept met primaire/secundaire pompen niet wordt gebruikt bij het ontwerp van een variabel-volumesysteem, kan de koeleenheid zijn belasting niet goed afvoeren wanneer de flow ver genoeg is afgenomen of te snel afneemt. De beveiliging voor een te lage verdampingstemperatuur van de koeleenheid schakelt de koeleenheid in dat geval uit, waarna een handmatige reset nodig is. Deze situatie komt regelmatig voor in grote installaties, met name wanneer 2 of meer koeleenheden parallel zijn geïnstalleerd.

3.1.23 De VLT-oplossing

Hoewel het systeem met primaire/secundaire pompen en 2-wegkleppen minder energie verbruikt en regelproblemen verlicht, worden de werkelijke energiebesparingen en het regelpotentieel gerealiseerd door het toevoegen van frequentieregelaars.

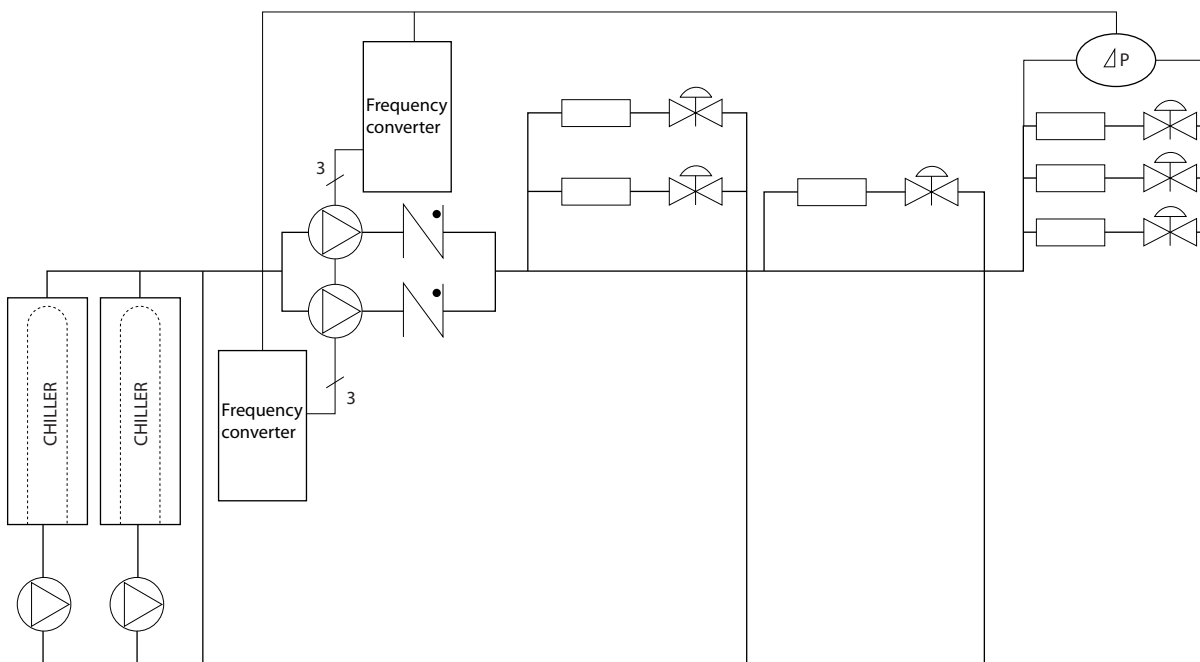
Wanneer de sensoren op de juiste plaats zijn geïnstalleerd, kunnen de pompen dankzij de frequentieregelaars hun toerental variëren en de systeemcurve volgen in plaats van de pompcurve.

Hierdoor wordt geen energie meer verspild en verdwijnt de meeste overdruk, waar 2-wegkleppen gevoelig voor zijn.

Wanneer de bewaakte belastingen de gewenste waarde hebben bereikt, worden de 2-wegkleppen gesloten. Hierdoor neemt het drukverschil tussen de belasting en de 2-wegklep toe. Wanneer dit drukverschil begint toe te nemen, wordt de pomp afgeremd om de gewenste opvoerhoogte (ook wel de setpointwaarde genoemd) te handhaven. Deze setpointwaarde wordt berekend door de drukval van de belasting en de 2-wegklep onder ontwerpomstandigheden bij elkaar op te tellen.

LET OP

Bij gebruik van meerdere parallel werkende pompen moeten die allemaal hetzelfde toerental hebben om te zorgen voor een hogere energiebesparing, met een afzonderlijke frequentieregelaar voor elke pomp of met 1 frequentieregelaar die meerdere pompen parallel aandrijft.

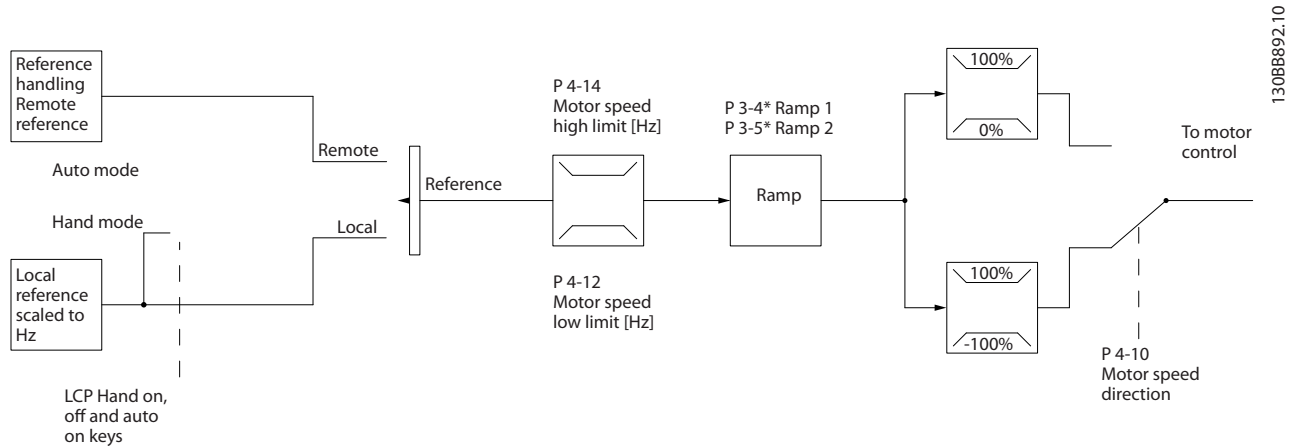


Afbeelding 3.16 Secundaire pompen

3.2 Regelingsstructuren

Selecteer [0] Open loop (Geen terugk.) of [1] Closed loop (Met terugk.) in parameter 1-00 Configuratiemodus.

3.2.1 Regelstructuur zonder terugkoppeling



Afbeelding 3.17 Regeling zonder terugkoppeling

Bij de getoonde configuratie in Afbeelding 3.17 is parameter 1-00 Configuratiemodus ingesteld op [0] Open loop (Geen terugk.). De totale referentie van het referentie-beheersysteem of de lokale referentie loopt via de aan-/uitloopbegrenzing en snelheidsbegrenzing voordat die naar de motorregeling wordt gestuurd. De uitgang vanaf de motorregeling wordt vervolgens begrensd door de maximumfrequentie.

3.2.2 PM/EC+-motorbesturing

Het EC+-concept van Danfoss biedt de mogelijkheid om hoogefficiënte PM-motoren (permanentmagneetmotoren) in standaard behuizingsgroottes volgens IEC te besturen met frequentieregelaars van Danfoss. De inbedrijfstellingsprocedure is vergelijkbaar met de bestaande procedure voor asynchrone (inductie-) motoren met gebruikmaking van het Danfoss PM-besturingsprincipe VVC⁺.

Voordelen voor de klant:

- Onafhankelijk van de motortechnologie (permanentmagneetmotor of inductiemotor)
- Installatie en bediening zoals bij inductiemotoren
- Merkonafhankelijke keuze ten aanzien van systeemcomponenten (zoals motoren)
- Het beste systeemrendement door het selecteren van de beste componenten
- Geschikt voor het aanpassen van bestaande installaties

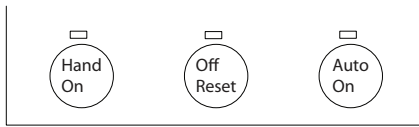
- Vermogensbereik: 45 kW (60 pk) (200 V), 0,37-90 kW (0,5-121 pk) (400 V), 90 kW (121 pk) (600 V) voor inductiemotoren en 0,37-22 kW (0,5-30 pk) (400 V) voor PM-motoren.

Huidige beperkingen voor PM-motoren:

- Op dit moment enkel ondersteuning tot 22 kW (30 pk).
- LC-filters worden niet ondersteund in combinatie met PM-motoren.
- Het algoritme voor kinetische backup wordt niet ondersteund voor PM-motoren.
- Biedt alleen ondersteuning voor een volledige AMA, waarbij de statorweerstand R_s in het systeem wordt bepaald.
- Geen blokkeringsdetectie (ondersteund vanaf softwareversie 2.80).

3.2.3 Lokale (Hand On) en externe (Auto On) besturing

De frequentieregelaar kan handmatig worden bestuurd via het lokale bedieningspaneel (LCP) of extern worden bestuurd via analoge/digitale ingangen of een seriële bus. Als dit wordt toegestaan in parameter 0-40 [Hand on]-toets op LCP, parameter 0-44 [Off/Reset]-toets LCP en parameter 0-42 [Auto on]-toets op LCP, is het mogelijk om de frequentieregelaar te starten en te stoppen door te drukken op [Hand On] en [Off/Reset] op het LCP. Alarmen kunnen worden gereset via de [Off/Reset]-toets.



130BB893.10

Afbeelding 3.18 LCP-toetsen

De lokale referentie forceert de configuratiemodus naar een regeling zonder terugkoppeling, ongeacht de instelling van *parameter 1-00 Configuratiemodus*.

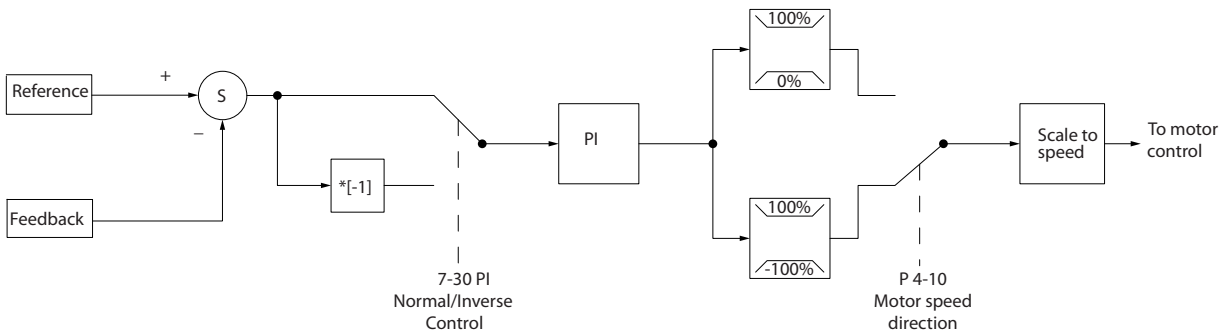
Bij het uitschakelen wordt de lokale referentie hersteld.

3.2.4 Regelstructuur met terugkoppeling

De interne regelaar stelt de frequentieregelaar in staat om deel uit te maken van het te besturen systeem. De frequentieregelaar ontvangt een terugkoppelingssignaal van een sensor in het systeem. De frequentieregelaar

vergelijkt de terugkoppeling met een referentiewaarde van een setpoint en bepaalt of en in hoeverre deze 2 signalen van elkaar verschillen. Vervolgens wordt het motortoeental aangepast om dit verschil op te heffen.

Denk bijvoorbeeld aan een pomptoepassing waarbij het toerental van de pomp moet worden geregeld om te zorgen voor een constante statische druk in een leiding. De statische-drukwaarde wordt aan de frequentieregelaar doorgegeven als de setpointreferentie. Een statische-druksensor meet de actuele statische druk in de leiding en levert deze data in de vorm van een terugkoppelingssignaal terug aan de frequentieregelaar. Als het terugkoppelingssignaal hoger is dan de setpointreferentie, vertraagt de frequentieregelaar de pomp om de druk te verlagen. Omgekeerd geldt dat wanneer de leidingdruk lager is dan de setpointreferentie, de frequentieregelaar de pomp automatisch versnelt om de door de pomp geleverde druk te verhogen.



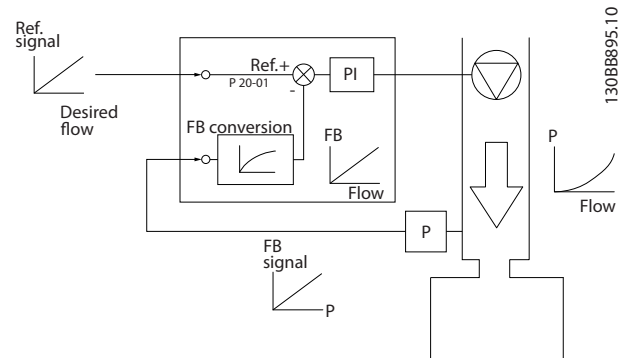
130BB894.11

Afbeelding 3.19 Regelstructuur met terugkoppeling

Hoewel de standaardwaarden voor de terugkoppelingssregelaar van de frequentieregelaar in veel gevallen aanvaardbare prestaties opleveren, kunt u de regeling van het systeem vaak optimaliseren door een aantal parameters aan te passen.

3.2.5 Terugkoppelingsconversie

In sommige toepassingen kan het nuttig zijn om het terugkoppelingssignaal te converteren. Een voorbeeld hiervan is het gebruik van een druksignaal om een terugkoppeling van de flow te leveren. Aangezien de vierkantswortel van druk evenredig is aan flow, levert de vierkantswortel van het druksignaal een waarde op die evenredig is aan de flow. Zie *Afbeelding 3.20*.

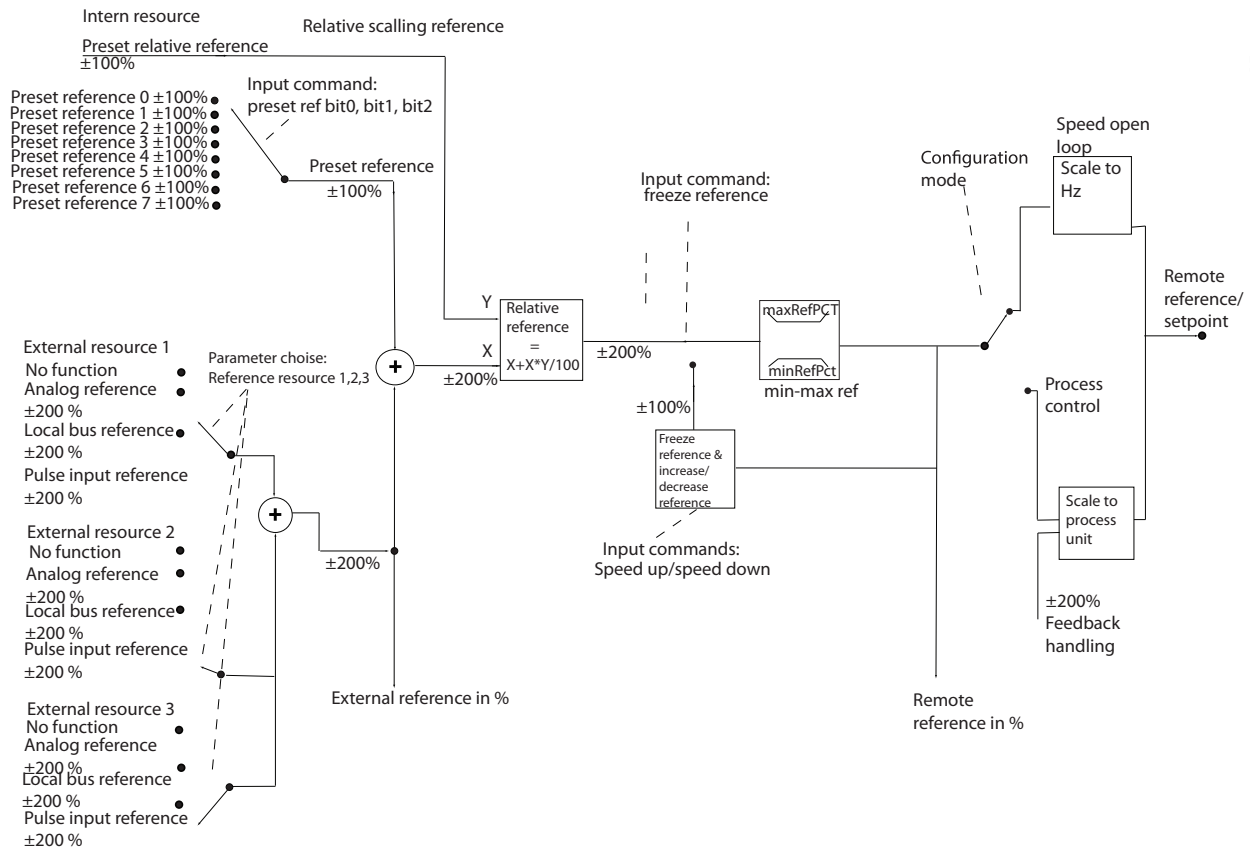


130BB895.10

Afbeelding 3.20 Conversie van terugkoppelingssignalen

3.2.6 Gebruik van referenties

Informatie over een regeling met of zonder terugkoppeling.



130BE842.10

3

Afbeelding 3.21 Blokschema voor externe referentie

De externe referentie bestaat uit:

- digitale referenties
- externe referenties (analoge ingangen en referenties uit een seriële-communicatiebus)
- de ingestelde relatieve referentie
- setpoint op basis van terugkoppeling.

In de frequentieregelaar kunnen maximaal 8 vooraf ingestelde (digitale) referenties worden geprogrammeerd. De actieve, vooraf ingestelde referentie kan worden geselecteerd via digitale ingangen of de seriële-communicatiebus. De referentie kan ook extern worden gegeven, meestal via een analoge ingang. Deze externe bron wordt geselecteerd door middel van 1 van de 3 referentiebronparameters (*parameter 3-15 Referentiebron 1*, *parameter 3-16 Referentiebron 2* en *parameter 3-17 Referentiebron 3*). Alle referentiebronnen en de busreferentie worden bij elkaar opgeteld om de totale externe referentie te bepalen. De externe referentie, de vooraf ingestelde referentie of de som van die 2 kan worden geselecteerd als de actieve referentie. Tot slot kan deze referentie worden

geschaald door middel van *parameter 3-14 Ingestelde relatieve ref.*

De geschaalde referentie wordt als volgt berekend:

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

waarbij X de externe referentie, de vooraf ingestelde referentie of de som van deze twee is, en Y *parameter 3-14 Ingestelde relatieve ref.* in [%] is.

Als Y, *parameter 3-14 Ingestelde relatieve ref.*, is ingesteld op 0% wordt de referentie niet beïnvloed door de schaling.

3.2.7 De terugkoppelingsregelaar van de frequentieregelaar optimaliseren

Test de prestaties van de terugkoppelingsregelaar van de frequentieregelaar nadat de regelaar is ingesteld. Vaak zullen de prestaties op basis van de standaardwaarden voor *parameter 20-93 PI prop. versterking* en *parameter 20-94 PI integratietijd* acceptabel zijn. In sommige gevallen kan het echter nuttig zijn om deze parameterwaarden te optimaliseren om te komen tot een snellere systeemreactie waarbij doorschieten van het toerental onder controle blijft.

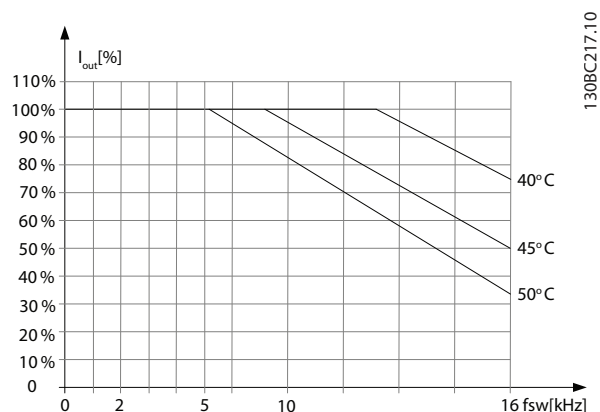
3.2.8 Handmatige aanpassing PI

1. Start de motor.
2. Stel *parameter 20-93 PI prop. versterking* in op 0,3 en verhoog deze waarde totdat het terugkoppelingssignaal begint te oscilleren. Start en stop de frequentieregelaar zo nodig om de stapgrootte voor de setpointreferentie te wijzigen om oscillatie te veroorzaken.
3. Verlaag de PI proportionele versterking totdat het terugkoppelingssignaal zich stabiliseert.
4. Verlaag de proportionele versterking met 40-60%.
5. Stel *parameter 20-94 PI integratietijd* in op 20 s en verlaag de waarde totdat het terugkoppelingssignaal begint te oscilleren. Start en stop de frequentieregelaar zo nodig om de stapgrootte voor de setpointreferentie te wijzigen om oscillatie te veroorzaken.
6. Verhoog de PI integratietijd totdat het terugkoppelingssignaal zich stabiliseert.
7. Verhoog de integratietijd met 15-50%.

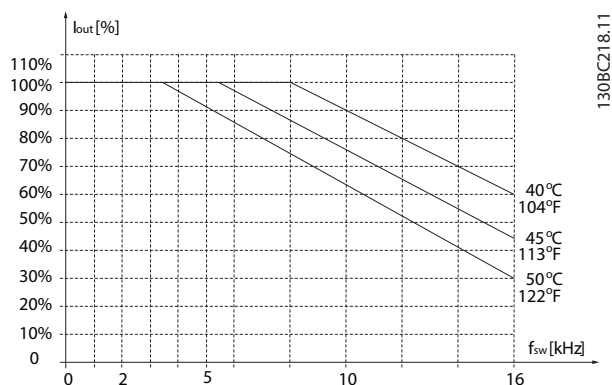
3.3 Omgevingscondities tijdens bedrijf

De frequentieregelaar is ontworpen volgens de norm EN-IEC 60068-2-3, EN 50178 § 9.4.2.2 bij 50 °C (122 °F).

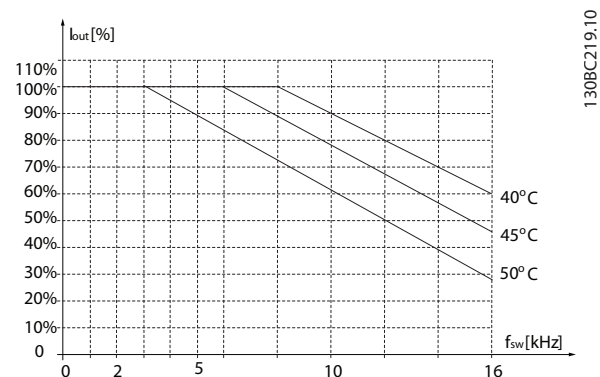
De gemiddelde temperatuur over 24 uur moet minstens 5 °C (9 °F) lager zijn dan de maximale omgevingstemperatuur. Als de frequentieregelaar in bedrijf is bij hoge omgevingstemperaturen, moet u de continue uitgangsstroom verlagen.



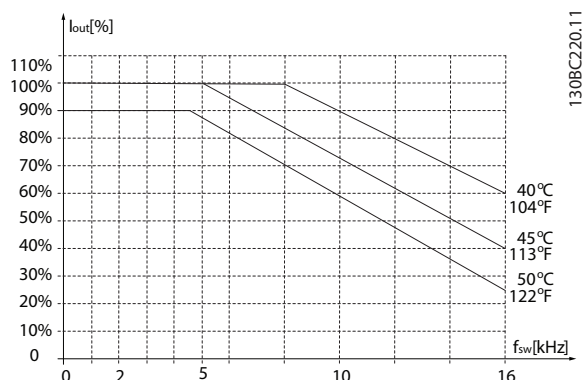
Afbeelding 3.22 0,25-0,75 kW (0,34-1,0 pk), 200 V, behuizingsgrootte H1, IP 20



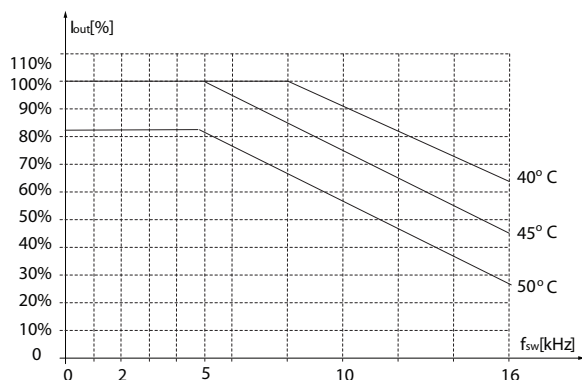
Afbeelding 3.23 0,37-1,5 kW (0,5-2,0 pk), 400 V, behuizingsgrootte H1, IP 20



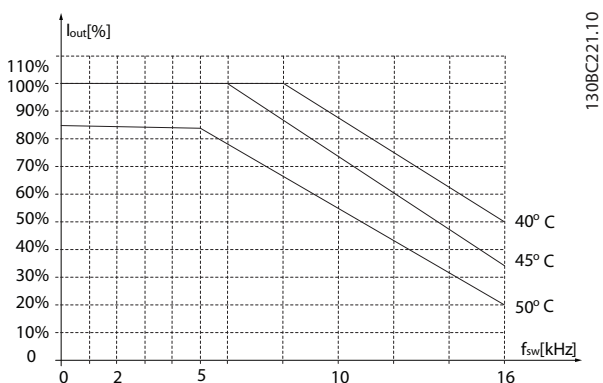
Afbeelding 3.24 2,2 kW (3,0 pk), 200 V, behuizingsgrootte H2, IP 20



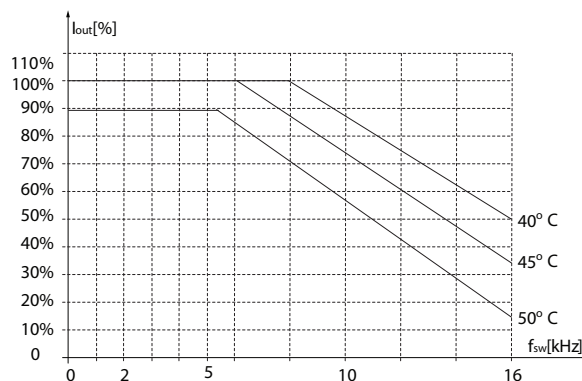
Afbeelding 3.25 2,2-4,0 kW (3,0-5,4 pk), 400 V, behuizingsgrootte H2, IP 20



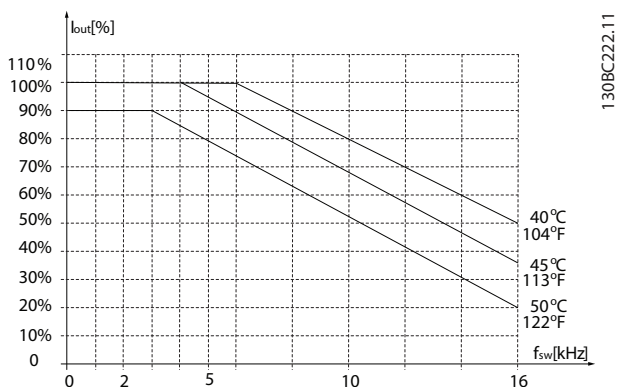
Afbeelding 3.28 5,5-7,5 kW (7,4-10 pk), 200 V, behuizingsgrootte H4, IP 20



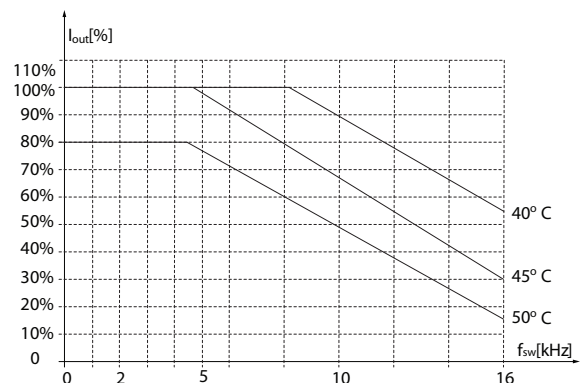
Afbeelding 3.26 3,7 kW (5,0 pk), 200 V, behuizingsgrootte H3, IP 20



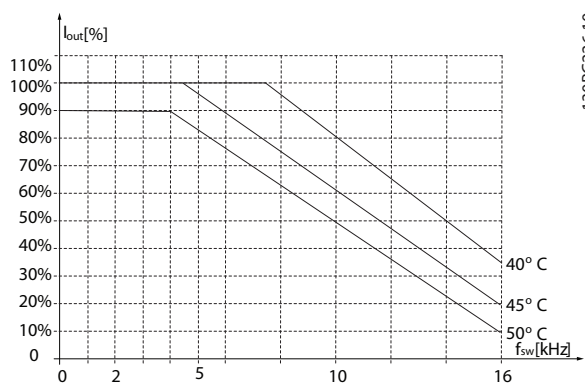
Afbeelding 3.29 11-15 kW (15-20 pk), 400 V, behuizingsgrootte H4, IP 20



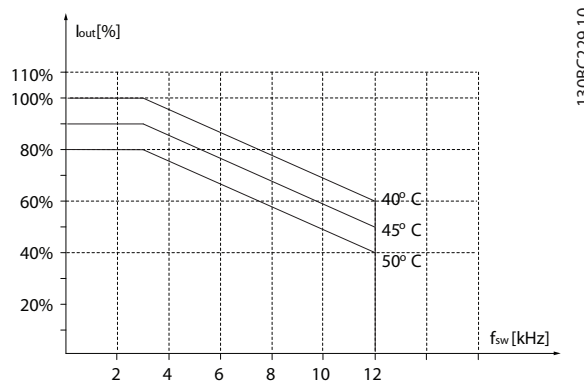
Afbeelding 3.27 5,5-7,5 kW (7,4-10 pk), 400 V, behuizingsgrootte H3, IP 20



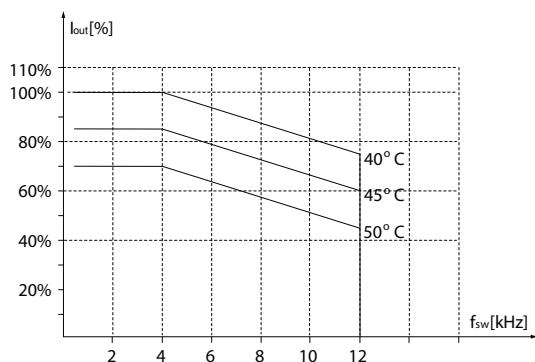
Afbeelding 3.30 11 kW (15 pk), 200 V, behuizingsgrootte H5, IP 20



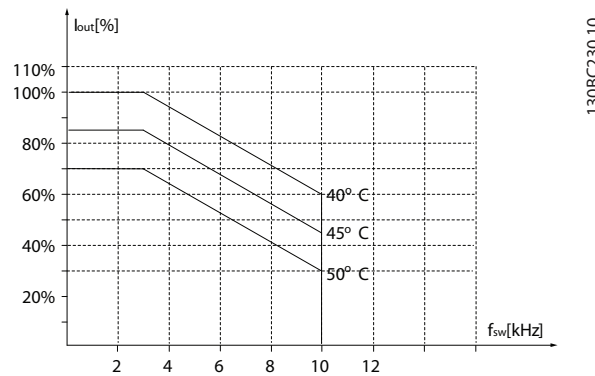
Afbeelding 3.31 18,5-22 kW (25-30 pk), 400 V, behuizingsgrootte H5, IP 20



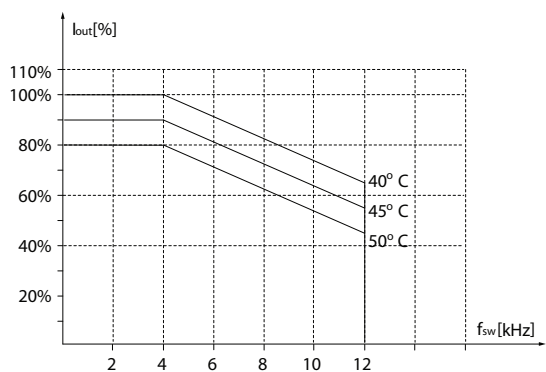
Afbeelding 3.34 45 kW (60 pk), 400 V, behuizingsgrootte H6, IP 20



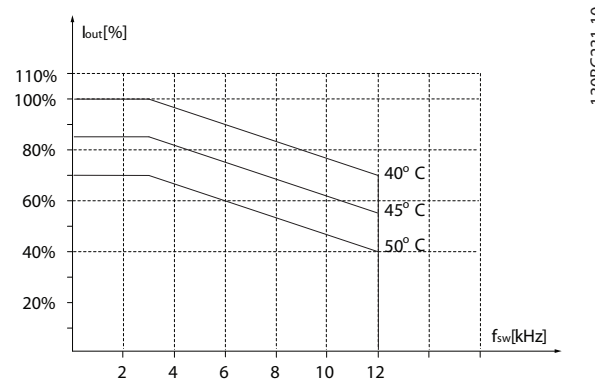
Afbeelding 3.32 15-18,5 kW (20-25 pk), 200 V, behuizingsgrootte H6, IP 20



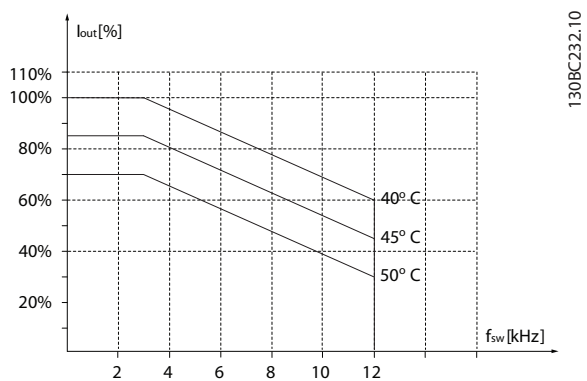
Afbeelding 3.35 22-30 kW (30-40 pk), 600 V, behuizingsgrootte H6, IP 20



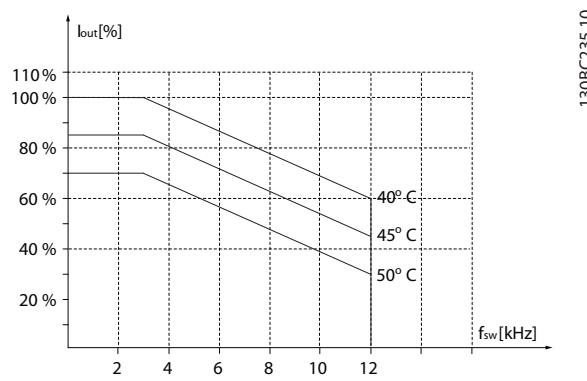
Afbeelding 3.33 30-37 kW (40-50 pk), 400 V, behuizingsgrootte H6, IP 20



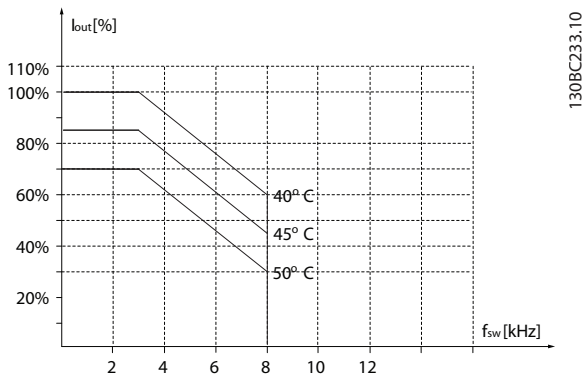
Afbeelding 3.36 22-30 kW (30-40 pk), 200 V, behuizingsgrootte H7, IP 20



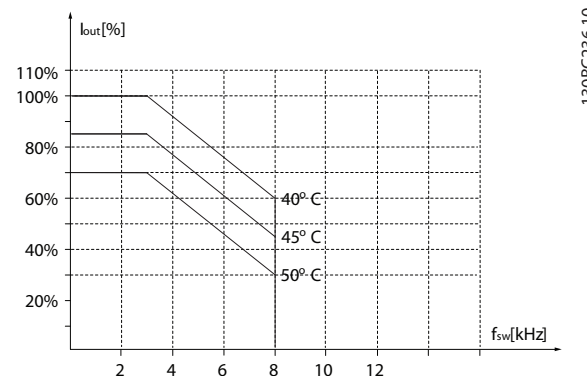
Afbeelding 3.37 55-75 kW (74-100 pk), 400 V, behuizingsgrootte H7, IP 20



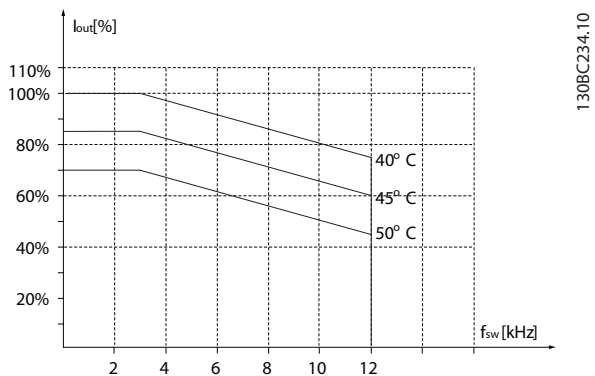
Afbeelding 3.40 90 kW (120 pk), 400 V, behuizingsgrootte H8, IP 20



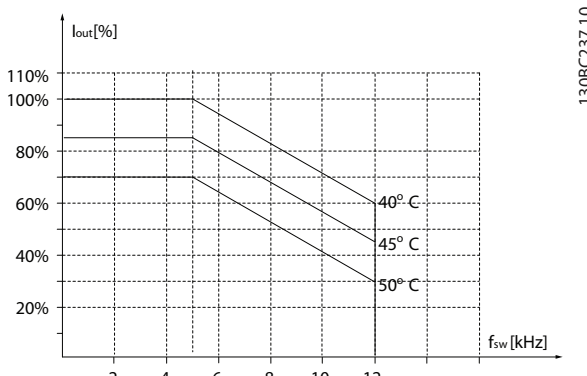
Afbeelding 3.38 45-55 kW (60-74 pk), 600 V, behuizingsgrootte H7, IP 20



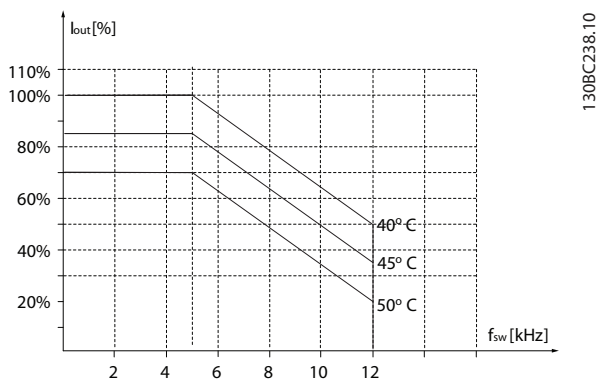
Afbeelding 3.41 75-90 kW (100-120 pk), 600 V, behuizingsgrootte H8, IP 20



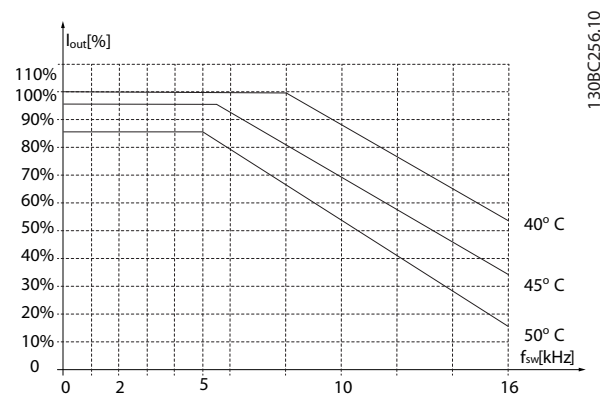
Afbeelding 3.39 37-45 kW (50-60 pk), 200 V, behuizingsgrootte H8, IP 20



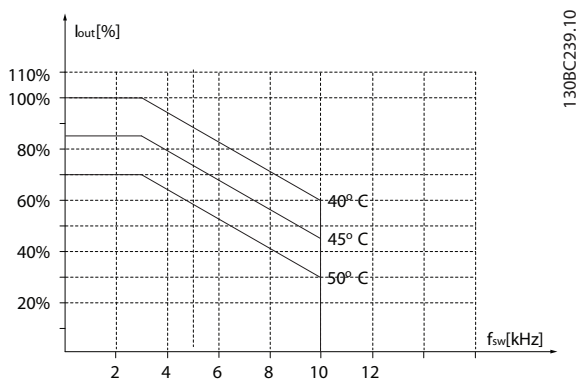
Afbeelding 3.42 2,2-3 kW (3,0-4,0 pk), 600 V, behuizingsgrootte H9, IP 20



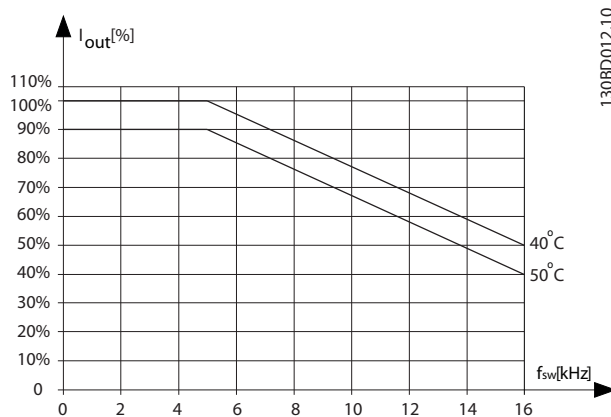
Afbeelding 3.43 5,5-7,5 kW (7,4-10 pk), 600 V, behuizingsgrootte H9, IP 20



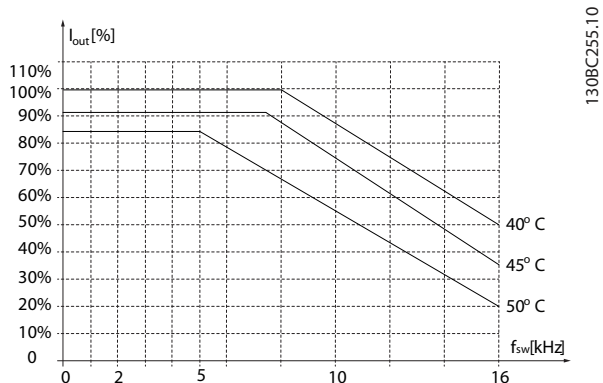
Afbeelding 3.46 5,5-7,5 kW (7,4-10 pk), 400 V, behuizingsgrootte I3, IP 54



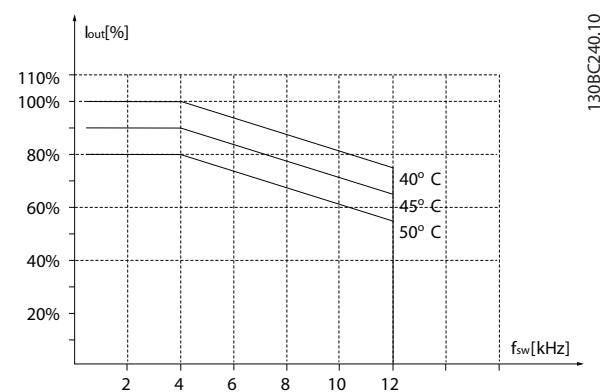
Afbeelding 3.44 11-15 kW (15-20 pk), 600 V, behuizingsgrootte H10, IP 20



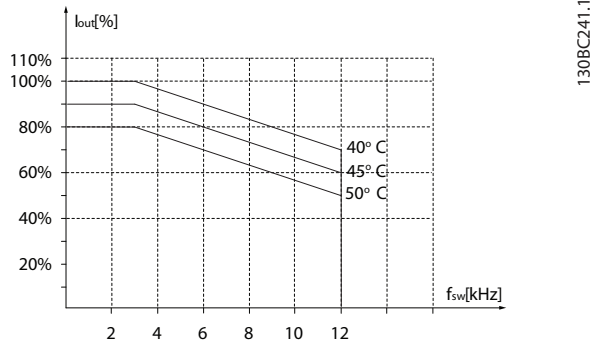
Afbeelding 3.47 11-18,5 kW (15-25 pk), 400 V, behuizingsgrootte I4, IP 54



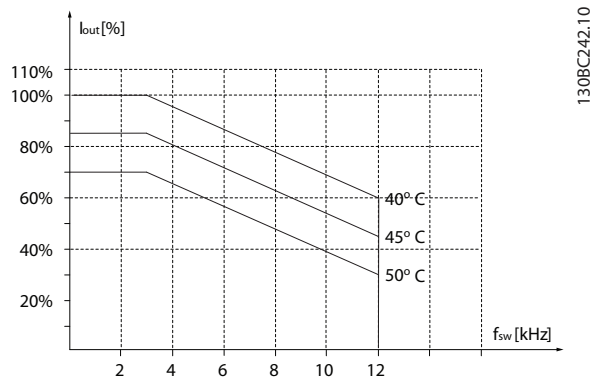
Afbeelding 3.45 0,75-4,0 kW (1,0-5,4 pk), 400 V, behuizingsgrootte I2, IP 54



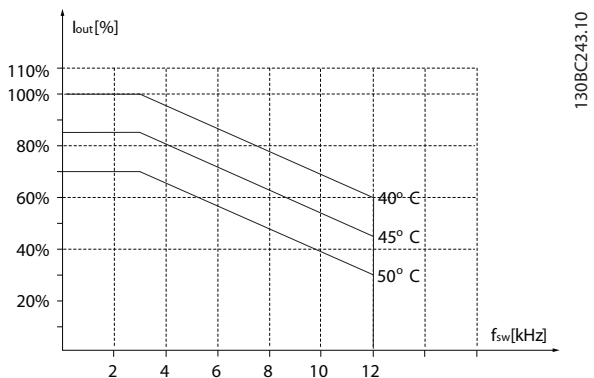
Afbeelding 3.48 22-30 kW (30-40 pk), 400 V, behuizingsgrootte I6, IP 54



Afbeelding 3.49 37 kW (50 pk), 400 V, behuizingsgrootte 16, IP 54



Afbeelding 3.50 45-55 kW (60-74 pk), 400 V, behuizingsgrootte 17, IP 54



Afbeelding 3.51 75-90 kW (100-120 pk), 400 V, behuizingsgrootte 18, IP 54

Als de motor of de door de motor aangedreven apparatuur, zoals een ventilator, bij bepaalde frequenties ruis of trillingen veroorzaakt, kunt u de volgende parameters of parametergroepen configureren om de ruis of trillingen te beperken of te elimineren:

- *Parametergroep 4-6* Snelh.-bypass.*
- *Stel parameter 14-03 Overmodulatie in op [0] Uit.*
- *Schakelpatroon en schakelfrequentie in parametergroep 14-0* Inverterschakeling.*
- *Parameter 1-64 Resonantiedemping.*

De akoestische ruis van de frequentieregelaar is afkomstig uit 3 bronnen:

- DC-tussenkringspoelen
- Ingebouwde ventilator
- RFI-filter (smoorspoel)

Behuizingsgrootte	Niveau [dBA] ¹⁾
H1	43,6
H2	50,2
H3	53,8
H4	64
H5	63,7
H6	71,5
H7	67,5 (75 kW (100 pk) 71,5 dB)
H8	73,5
H9	60
H10	62,9
I2	50,2
I3	54
I4	67,4
I6	70
I7	62
I8	65,6

Tabel 3.3 Karakteristieke waarden gemeten op een afstand van 1 m (3,28 ft) vanaf de eenheid

1) De waarden worden gemeten bij een achtergrondgeluid van 35 dBA en met een ventilator die op volle toeren draait.

De frequentieregelaar is getest volgens een procedure die is gebaseerd op de normen die staan vermeld in Tabel 3.4.

De frequentieregelaar voldoet aan de vereisten die gelden als de eenheid aan de wand of op de vloer van een productiehhal is gemonteerd of in panelen die met bouten aan de wand of de vloer zijn bevestigd.

EN-IEC 60068-2-6	Trilling (sinusvormig) – 1970
EN-IEC 60068-2-64	Trilling, breedband willekeurig

Tabel 3.4 Normen

Een frequentieregelaar bevat veel mechanische en elektronische componenten. Deze zijn tot op zekere hoogte gevoelig voor omgevingsfactoren.

⚠ VOORZICHTIG

INSTALLATIEOMGEVING

Installeer de frequentieregelaar niet in omgevingen waar vloeistoffen, deeltjes of gassen in de lucht aanwezig zijn die de elektrische componenten kunnen beïnvloeden of beschadigen. Als men geen beschermende maatregelen treft, neemt de kans op uitval toe, waarbij schade aan apparatuur en letsel bij personeel kan ontstaan.

Vloeistoffen kunnen via de lucht worden overgedragen en in de frequentieregelaar condenseren, wat kan leiden tot corrosie van de componenten en metalen onderdelen. Stoom, olie en zout water kunnen corrosie van componenten en metalen delen veroorzaken. Gebruik in dergelijke omgevingen apparatuur met een IP 54-behuizing. Voor extra bescherming in een dergelijke omgeving kunnen gecoate printplaten als optie worden besteld (standaard voor bepaalde vermogensklassen).

In de lucht aanwezige deeltjes, zoals stof, kunnen leiden tot mechanische, elektrische of thermische storingen in de frequentieregelaar. Een goede aanwijzing voor een te hoge concentratie stof in de lucht zijn stofdeeltjes in de buurt van de ventilator van de frequentieregelaar. Gebruik in stoffige omgevingen apparatuur met een IP 54-behuizing of een kast voor IP 20/Type 1-apparatuur.

In omgevingen met een hoge temperatuur en luchtvochtigheidsgraad leiden corrosieve gassen als zwavel, stikstof en chloorverbindingen tot chemische processen op componenten van de frequentieregelaar.

Dergelijke chemische reacties hebben al snel een negatief effect op de elektronische onderdelen en kunnen die beschadigen. Als de apparatuur in een dergelijke omgeving moet worden gebruikt, wordt aanbevolen deze in een kast met toevoer van verse lucht te monteren om te voorkomen dat agressieve gassen in de buurt van de frequentieregelaar kunnen komen.

Voor extra bescherming in een dergelijke omgeving kunnen gecoate printplaten worden besteld als optie.

Voordat de frequentieregelaar wordt geïnstalleerd, moet de omgevingslucht worden gecontroleerd op de aanwezigheid van vloeistoffen, deeltjes en gassen door bestaande installaties in de omgeving te bestuderen. Typische aanwijzingen voor schadelijke vloeistofniveaus zijn bijvoorbeeld water of olie op metalen delen of corrosie van metalen delen.

Grote hoeveelheden stof worden vaak aangetroffen op installatiekasten en aanwezige elektrische installaties. Een aanwijzing voor agressieve, in de lucht aanwezige gassen is de zwarte verkleuring van koperen rails en kabeluiteinden van bestaande installaties.

3.4 Algemene EMC-aspecten

3.4.1 Overzicht van EMC-emissies

Frequentieregelaars (en andere elektrische apparaten) genereren elektronische of magnetische velden die storingen kunnen veroorzaken in de omgeving. De elektromagnetische compatibiliteit (EMC) van deze effecten hangt af van het vermogen en de harmonische kenmerken van de apparatuur.

Onbeheerste interactie tussen elektrische apparaten in een systeem kan de compatibiliteit aantasten en een betrouwbare werking verstoren. Interferentie kan optreden in de vorm van harmonische vervorming op het net, elektrostatische ontladingen, snelle spanningsschommelingen of hoogfrequente interferentie. Elektrische apparaten genereren niet alleen interferentie, maar worden ook beïnvloed door interferentie van andere gegenereerde bronnen.

Elektrische verstoringen ontstaan meestal bij frequenties in het bereik van 150 kHz tot 30 MHz. Via de lucht verspreide interferentie vanuit het frequentieregelaarsysteem in het bereik van 30 MHz tot 1 GHz wordt gegenereerd door de omvormer, de motorkabel en de motor.

Capacitieve stromen in de motorkabel in combinatie met een hoge dU/dt van de motorspanning genereren lekstromen, zoals te zien is in *Afbeelding 3.52*.

Het gebruik van een afgeschermd motorkabel verhoogt de lekstroom (zie *Afbeelding 3.52*), omdat afgeschermd kabels een hogere capaciteit naar aarde hebben dan niet-afgeschermd kabels. Als de lekstroom niet wordt gefilterd, zal die meer interferentie in het net veroorzaken in het frequentiebereik lager dan ongeveer 5 MHz. Omdat de lekstroom (I_1) via de afscherming (I_3) naar de eenheid wordt teruggevoerd, wekt de afgeschermd motorkabel slechts een klein elektromagnetisch veld (I_4) op, zoals te zien is in *Afbeelding 3.52*.

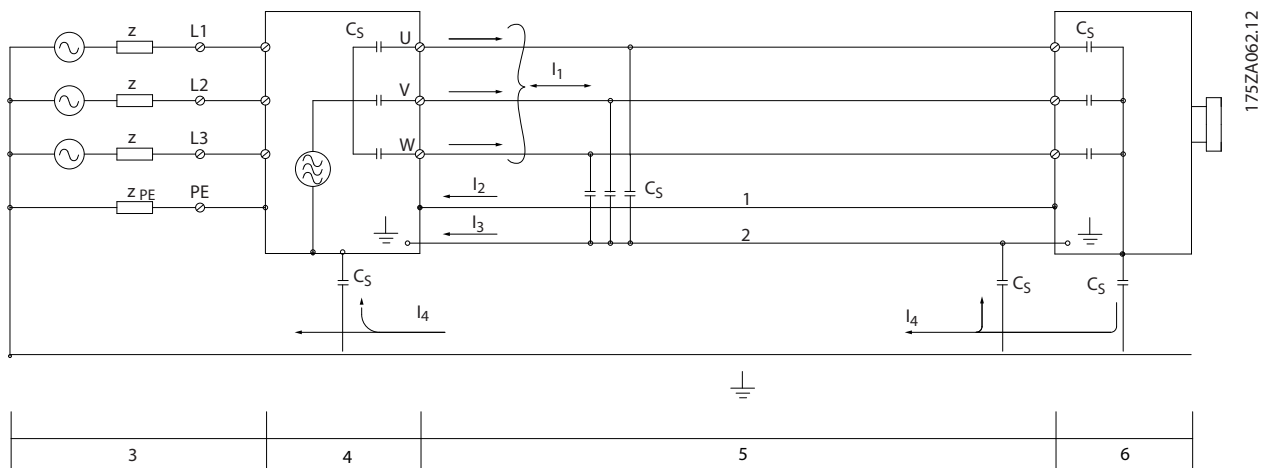
De afscherming vermindert de interferentie door straling, maar verhoogt de laagfrequente interferentie op het net. Sluit de afscherming van de motorkabel aan op zowel de behuizing van de frequentieregelaar als de motorbehuizing. De beste manier om dat te doen, is door geïntegreerde afschermingsklemmen te gebruiken om gedraaide afschermingsuiteinden (pigtaills) te vermijden. Pigtaills verhogen de impedantie van de afscherming bij hogere frequenties, waardoor het effect van de afscherming afneemt en de lekstroom (I_4) toeneemt. Als voor relais, stuurkabel, signaalinterface en rem een afgeschermd kabel wordt gebruikt, moet u de afscherming aan beide uiteinden aan de behuizing monteren. In enkele situaties zal het echter noodzakelijk zijn de afscherming te onderbreken om stroomlussen te vermijden.

Als de afscherming op een montageplaat voor de frequentieregelaar moet worden geplaatst, moet die montageplaat van metaal zijn, om de afschermstromen naar de eenheid terug te leiden. Zorg ook voor een goed elektrisch contact van de montageplaat, via de montagebouten, naar het chassis van de frequentieregelaar.

Bij gebruik van niet-afgeschermd kabels wordt niet voldaan aan bepaalde emissievereisten, hoewel er wel aan de meeste immuniteitsvereisten wordt voldaan.

Om het interferentieniveau van het totale systeem (eenheid + installatie) zo veel mogelijk te beperken, moet de bekabeling van de motor en remweerstand zo kort mogelijk zijn. Voorkom dat signaalgevoelige kabels naast motorkabels en remweerstandskabels worden geïnstalleerd. Radiostoring van meer dan 50 MHz (via de lucht) wordt met name gegenereerd door de besturings-elektronica.

3



Afbeelding 3.52 Genereren van lekstromen

3.4.2 Emissie-eisen

De EMC-productnorm voor frequentieregelaars definieert 4 categorieën (C1, C2, C3 en C4) met specifieke eisen voor emissie en immuniteit. *Tabel 3.5* geeft de definitie van de 4 categorieën en de corresponderende classificatie van EN 55011.

3

Categorie EN-IEC 61800-3	Definitie	Corresponderende emissieklasse in EN 55011
C1	Frequentieregelaars geïnstalleerd in de 1e omgeving (woonhuizen en kantoren) met een voedingsspanning van minder dan 1000 V.	Klasse B
C2	Frequentieregelaars geïnstalleerd in de 1e omgeving (woonhuizen en kantoren) met een voedingsspanning van minder dan 1000 V die niet ingeplugd of verplaatst kunnen worden en die bedoeld zijn om geïnstalleerd en in bedrijf gesteld te worden door een vakman.	Klasse A groep 1
C3	Frequentieregelaars geïnstalleerd in de 2e omgeving (industriële) met een voedingsspanning van minder dan 1000 V.	Klasse A groep 2
C4	Frequentieregelaars geïnstalleerd in de 2e omgeving (industriële) met een voedingsspanning van 1000 V of hoger of een nominale stroom van 400 A of hoger of bedoeld voor gebruik in complexe systemen.	Geen emissielimiet. Stel een EMC-plan op.

Tabel 3.5 Correlatie tussen IEC 61800-3 en EN 55011

Bij toepassing van de algemene emissienormen (m.b.t. geleide emissies) moeten de frequentieregelaars voldoen aan de limieten in *Tabel 3.6*.

Omgeving	Algemene emissienorm	Corresponderende emissieklasse in EN 55011
Eerste omgeving (woonhuizen en kantoren)	EN-IEC 61000-6-3 Emissienormen voor huishoudelijke, handels- en licht-industriële omgevingen.	Klasse B
Tweede omgeving (industriële omgeving)	EN-IEC 61000-6-4 Emissienorm voor industriële omgevingen.	Klasse A groep 1

Tabel 3.6 Correlatie tussen algemene emissienormen en EN 55011

3.4.3 Resultaten EMC-emissietest

De volgende testresultaten zijn verkregen bij gebruik van een systeem met een frequentieregelaar, een afgeschermd stuurkabel, een besturingskast met potentiometer en een afgeschermd motorkabel.

RFI-filtertype	Emissie via geleiding. Maximale lengte van afgeschermd kabel [m (ft)]						Emissie via straling			
	Industriële omgeving		Industriële omgeving		Industriële omgeving		Industriële omgeving		Industriële omgeving	
EN 55011	Klasse A groep 2 Industriële omgeving		Klasse A groep 1 Industriële omgeving		Klasse B Woonhuizen, kantoren en lichte industrie		Klasse A groep 1 Industriële omgeving		Klasse B Woonhuizen, kantoren en lichte industrie	
EN-IEC 61800-3	Categorie C3 Tweede omgeving Industriële		Categorie C2 Eerste omgeving Woonhuizen en kantoren		Categorie C1 Eerste omgeving Woonhuizen en kantoren		Categorie C2 Eerste omgeving Woonhuizen en kantoren		Categorie C1 Eerste omgeving Woonhuizen en kantoren	
	Zonder extern filter	Met extern filter	Zonder extern filter	Met extern filter	Zonder extern filter	Met extern filter	Zonder extern filter	Met extern filter	Zonder extern filter	Met extern filter

RFI-filtertype	Emissie via geleiding. Maximale lengte van afgeschermd kabel [m (ft)]						Emissie via straling			
	Industriële omgeving									
H4 RFI-filter (EN 55011 A1, EN-IEC 61800-3 C2)										
0,25-11 kW (0,34-15 pk) 3 x 200-240 V IP 20	-	-	25 (82)	50 (164)	-	20 (66)	Ja	Ja	-	Nee
0,37-22 kW (0,5-30 pk) 3 x 380-480 V IP 20	-	-	25 (82)	50 (164)	-	20 (66)	Ja	Ja	-	Nee
H2 RFI-filter (EN 55011 A2, EN-IEC 61800-3 C3)										
15-45 kW (20-60 pk) 3 x 200-240 V IP 20	25 (82)	-	-	-	-	-	Nee	-	Nee	-
30-90 kW (40-120 pk) 3 x 380-480 V IP 20	25 (82)	-	-	-	-	-	Nee	-	Nee	-
0,75-18,5 kW (1-25 pk) 3 x 380-480 V IP 54	25 (82)	-	-	-	-	-	Ja	-	-	-
22-90 kW (30-120 pk) 3 x 380-480 V IP 54	25 (82)	-	-	-	-	-	Nee	-	Nee	-
H3 RFI-filter (EN 55011 A1/B, EN-IEC 61800-3 C2/C1)										
15-45 kW (20-60 pk) 3 x 200-240 V IP 20	-	-	50 (164)	-	20 (66)	-	Ja	-	Nee	-
30-90 kW (40-120 pk) 3 x 380-480 V IP 20	-	-	50 (164)	-	20 (66)	-	Ja	-	Nee	-
0,75-18,5 kW (1-25 pk) 3 x 380-480 V IP 54	-	-	25 (82)	-	10 (33)	-	Ja	-	-	-
22-90 kW (30-120 pk) 3 x 380-480 V IP 54	-	-	25 (82)	-	10 (33)	-	Ja	-	Nee	-

Tabel 3.7 Resultaten EMC-emissietest

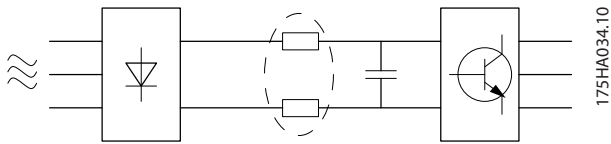
3.4.4 Overzicht van emissie van harmonischen

Een frequentieregelaar neemt een niet-sinusvormige stroom af van het net, waardoor de ingangsstroom I_{RMS} wordt verhoogd. Een niet-sinusvormige stroom wordt door middel van een Fourier-analyse getransformeerd en opgesplitst in sinus-golfstromen met verschillende frequenties, d.w.z. verschillende harmonische stromen I_n met 50 Hz als basisfrequentie:

	I_1	I_5	I_7
Hz	50	250	350

Tabel 3.8 Harmonische stromen

De harmonische stromen dragen niet rechtstreeks bij aan de vermogensopname, maar verhogen de warmteverliezen in de installatie (transformator, kabels). Houd de harmonische stromen bij installaties met een hoog percentage gelijkrichterbelasting daarom op een laag peil om overbelasting van de transformator en een hoge temperatuur in de kabels te vermijden.



Afbeelding 3.53 DC-tussenkringspoelen

LET OP

Sommige harmonische stromen kunnen storingen veroorzaken in communicatieapparatuur die op dezelfde transformator is aangesloten, of resonantie veroorzaken bij gebruik van condensatorbatterijen voor correctie van de arbeidsfactor.

Om te zorgen voor lage harmonische stromen is de frequentieregelaar standaard voorzien van DC-tussenkringspoelen. Gewoonlijk reduceert dit de ingangsstroom I_{RMS} met 40%.

De spanningsvervorming op de netvoeding hangt af van de grootte van de harmonische stromen vermenigvuldigd met de interne netimpedantie voor de betreffende frequentie. De totale spanningsvervorming THD_v wordt op basis van de harmonischen van de individuele spanningswaarden berekend met behulp van de volgende formule:

$$THD \% = \sqrt{U_{5}^2 + U_{7}^2 + \dots + U_{N}^2}$$

(U_N % van U)

3.4.5 Emissie-eisen m.b.t. harmonischen

Apparatuur die is aangesloten op het openbare net.

Opties	Definitie
1	EN-IEC 61000-3-2 klasse A voor gebalanceerde 3-faseapparatuur (voor professionele apparatuur met een totaalvermogen van maximaal 1 kW (1,3 pk)).
2	EN-IEC 61000-3-12 Apparatuur met een ingangsstroom van 16-75 A per fase en professionele apparatuur vanaf 1 kW (1,3 pk) met een ingangsstroom tot 16 A per fase.

Tabel 3.9 Aangesloten apparatuur

3.4.6 Testresultaten harmonischen (emissie)

De vermogensklassen tot PK75 in T4 en P3K7 in T2 voldoen aan EN-IEC 61000-3-2, klasse A. Vermogensklassen vanaf P1K1 en tot P18K in T2 en tot P90K in T4 voldoen aan EN-IEC 61000-3-12, tabel 4.

	Individuele harmonische stroom I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Actueel 0,25-11 kW (0,34-15 pk), IP 20, 200 V (typisch)	32,6	16,6	8,0	6,0
Limiet voor $R_{scc} \geq 120$	40	25	15	10
	Harmonische vervorming (%)			
	THDi		PWHD	
Actueel 0,25-11 kW (0,34-15 pk), 200 V (typisch)	39		41,4	
Limiet voor $R_{scc} \geq 120$	48		46	

Tabel 3.10 Harmonische stroom 0,25-11 kW (0,34-15 pk), 200 V

	Individuele harmonische stroom I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Actueel 0,37-22 kW (0,5-30 pk), IP 20, 380-480 V (typisch)	36,7	20,8	7,6	6,4
Limiet voor $R_{scc} \geq 120$	40	25	15	10
Harmonische vervorming (%)				
THDi		PWHD		
Actueel 0,37-22 kW (0,5-30 pk), 380-480 V (typisch)	44,4		40,8	
Limiet voor $R_{scc} \geq 120$	48		46	

Tabel 3.11 Harmonische stroom 0,37-22 kW (0,5-30 pk), 380-480 V

	Individuele harmonische stroom I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Actueel 30-90 kW (40-120 pk), IP 20, 380-480 V (typisch)	36,7	13,8	6,9	4,2
Limiet voor $R_{scc} \geq 120$	40	25	15	10
Harmonische vervorming (%)				
THDi		PWHD		
Actueel 30-90 kW (40-120 pk), 380-480 V (typisch)	40,6		28,8	
Limiet voor $R_{scc} \geq 120$	48		46	

Tabel 3.12 Harmonische stroom 30-90 kW (40-120 pk), 380-480 V

	Individuele harmonische stroom I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Actueel 2,2-15 kW (3,0-20 pk), IP 20, 525-600 V (typisch)	48	25	7	5
Harmonische vervorming (%)				
THDi		PWHD		
Actueel 2,2-15 kW (3,0-20 pk), 525-600 V (typisch)	55		27	

Tabel 3.13 Harmonische stroom 2,2-15 kW (3,0-20 pk), 525-600 V

	Individuele harmonische stroom I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Actueel 18,5-90 kW (25-120 pk), IP 20, 525-600 V (typisch)	48,8	24,7	6,3	5
Harmonische vervorming (%)				
THDi		PWHD		
Actueel 18,5-90 kW (25-120 pk), 525-600 V (typisch)	55,7		25,3	

Tabel 3.14 Harmonische stroom 18,5-90 kW (25-120 pk), 525-600 V

	Individuele harmonische stroom I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Actueel 22-90 kW (30-120 pk), IP 54, 400 V (typisch)	36,3	14	7	4,3
Limiet voor $R_{scc} \geq 120$	40	25	15	10
Harmonische vervorming (%)				
THDi		PWHD		
Actueel 22-90 kW (30-120 pk), IP 54 400 V (typisch)	40,1		27,1	
Limiet voor $R_{scc} \geq 120$	48		46	

Tabel 3.15 Harmonische stroom 22-90 kW (30-120 pk), 400 V

	Individuele harmonische stroom I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Actueel 0,75-18,5 kW (1,0-25 pk), IP 54, 380-480 V (typisch)	36,7	20,8	7,6	6,4
Limiet voor $R_{scc} \geq 120$	40	25	15	10
Harmonische vervorming (%)				
THDi		PWHD		
Actueel 0,75-18,5 kW (1,0-25 pk), IP 54, 380-480 V (typisch)	44,4		40,8	
Limiet voor $R_{scc} \geq 120$	48		46	

Tabel 3.16 Harmonische stroom 0,75-18,5 kW (1,0-25 pk), 380-480 V

	Individuele harmonische stroom I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Actueel 15-45 kW (20-60 pk), IP 20, 200 V (typisch)	26,7	9,7	7,7	5
Limiet voor $R_{scc} \geq 120$	40	25	15	10
	Harmonische vervorming (%)			
	THDi		PWhD	
Actueel 15-45 kW (20-60 pk), 200 V (typisch)	30,3		27,6	
Limiet voor $R_{scc} \geq 120$	48		46	

Tabel 3.17 Harmonische stroom 15-45 kW (20-60 pk), 200 V

Op voorwaarde dat het kortsluitvermogen van de voeding S_{sc} groter is dan of gelijk is aan:

$$S_{SC} = \sqrt{3} \times R_{SCE} \times U_{voeding} \times I_{equ} = \sqrt{3} \times 120 \times 400 \times I_{equ}$$

op het interfacepunt tussen de voeding van de gebruiker en het openbare net (R_{scc}).

Het is de verantwoordelijkheid van de installateur of de gebruiker van de apparatuur om ervoor te zorgen dat de apparatuur uitsluitend wordt aangesloten op een voeding met een kortsluitvermogen S_{sc} dat groter is dan of gelijk is aan bovenstaande waarde. Vraag de netbeheerder zo nodig om advies.

Andere vermogensklassen kunnen in overleg met de netbeheerder worden aangesloten op het openbare net.

Conformiteit met diverse richtlijnen op systeemniveau: De vermelde gegevens over harmonische stromen in Tabel 3.10 tot Tabel 3.17 zijn in overeenstemming met EN-IEC 61000-3-12 met betrekking tot de productnorm voor aandrijfsystemen. Ze kunnen worden gebruikt als basis voor het berekenen van de invloed van harmonische stromen op het voedingssysteem voor de documentatie met betrekking tot de naleving van de relevante regionale richtlijnen: IEEE 519-1992; G5/4.

3.4.7 Immuniteitseisen

De immuniteitseisen voor frequentieregelaars hangen af van de omgeving waarin ze geïnstalleerd zijn. De eisen voor industriële omgevingen zijn zwaarder dan de eisen voor woon- en kantooromgevingen. Alle Danfoss frequentieregelaars voldoen aan de eisen voor industriële omgevingen en voldoen hiermee automatisch aan de lagere eisen voor woon- en kantooromgevingen, met een hoge veiligheidsmarge.

3.5 Galvanische scheiding (PELV)

PELV biedt bescherming door middel van een extra lage spanning. Bescherming tegen elektrische schokken is gegarandeerd wanneer de voeding van het PELV-type is en de installatie is uitgevoerd volgens de lokale/nationale voorschriften met betrekking tot PELV-voedingen.

Alle stuurklemmen en relaisklemmen 01-03/04-06 voldoen aan de PELV-eisen (Protective Extra Low Voltage) (geldt niet voor gearde driehoekschakelingen (één zijde geard) boven 440 V).

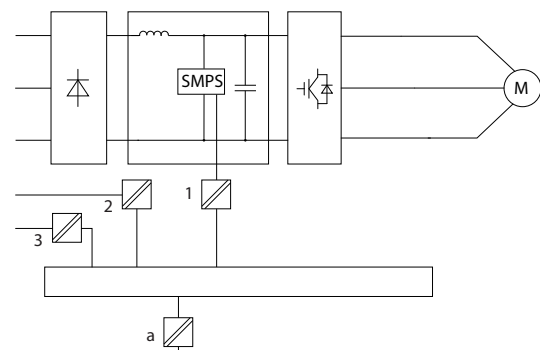
(Gegarandeerde) galvanische scheiding wordt verkregen door te voldoen aan de eisen voor hogere isolatie en door de relevante kruip-/spelingafstanden in acht te nemen. Deze eisen worden beschreven in de norm EN-IEC 61800-5-1.

De componenten die de elektrische scheiding vormen, zoals aangegeven, voldoen ook aan de eisen voor hogere isolatie en de relevante test zoals beschreven in EN-IEC 61800-5-1.

De galvanische PELV-scheiding kan worden getoond in *Afbeelding 3.55*.

Om aan de PELV-eisen te voldoen, moet elke afzonderlijke aansluiting op de stuurklemmen aan PELV voldoen. Thermistoren moeten bijvoorbeeld versterkt/dubbel geïsoleerd zijn.

0,25-22 kW (0,34-30 pk)

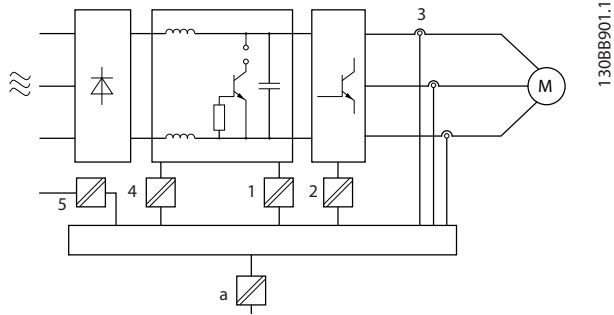


130BB896.10

1	Voeding (SMPS)
2	Optische koppelingen, communicatie tussen AOC en BOC
3	Eigen relais
a	Stuurkaartklemmen

Afbeelding 3.54 Galvanische scheiding

30-90 kW (40-120 pk)



130BB901.10

1	Voeding (SMPS) inclusief scheiding van het UDC-signaal, dat de tussenkringspanning aangeeft.
2	Poortschakeling die de IGBT's aanstuurt (triggertransformatoren/optische koppelingen).
3	Stroomtransductoren
4	Interne soft-charge-, RFI- en temperatuurmeetcircuits.
5	Eigen relais
a	Stuurkaartklemmen

Afbeelding 3.55 Galvanische scheiding

De functionele galvanische scheiding (zie Afbeelding 3.54) geldt voor de RS485-standaardbusinterface.

⚠ VOORZICHTIG

INSTALLATIE OP GROTE HOOGTE

Voor hoogtes boven 2000 m (6500 ft) moet u contact opnemen met Danfoss in verband met PELV.

3.6 Aardlekstroom

⚠ WAARSCHUWING

ONTLADINGSTIJD

Het aanraken van elektrische onderdelen kan fatale gevolgen hebben – ook nadat de apparatuur is afgeschakeld van het net.

Zorg er ook voor dat de andere spanningsingangen, zoals loadsharing (koppeling van de DC-tussenkring) en de motoraansluiting voor kinetische backup zijn afgeschakeld.

Wacht minimaal de tijd die is aangegeven in Tabel 2.1, voordat u elektrische onderdelen aanraakt.

Een kortere tijd is alleen toegestaan als dat op het typeplaatje van de betreffende frequentieregelaar wordt aangegeven.

⚠ WAARSCHUWING

GEVAAR VOOR LEKSTROOM

De aardlekstroom bedraagt meer dan 3,5 mA. Een onjuiste aarding van de frequentieregelaar kan leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

- Zorg dat de apparatuur correct is geaard door een erkende elektrisch installateur.

⚠ WAARSCHUWING

BESCHERMING VIA RESTSTROOMAPPARAAT

Dit product kan een DC-stroom veroorzaken in de beschermende geleider. Bij gebruik van een reststroomapparaat (RCD) als extra beveiliging mag aan de voedingszijde van dit product uitsluitend een RCD van type B (met vertraging) worden gebruikt. Pas anders een andere beschermende maatregel toe, zoals het afschermen van de omgeving door middel van dubbele of versterkte isolatie of isolatie via een transformator vanaf het voedingssysteem. Zie ook de toepassingsnotitie *Protection against Electrical Hazards*.

De aarding van de frequentieregelaar en het gebruik van RCD's moeten altijd voldoen aan de nationale en lokale voorschriften.

3.7 Extreme bedrijfsomstandigheden

Kortsluiting (motorfase-fase)

De frequentieregelaar is beveiligd tegen kortsluiting door middel van stroommetingen in elk van de 3 motorfasen of in de DC-tussenkring. Een kortsluiting tussen 2 uitgangsfasen veroorzaakt een overstroom in de omvormer. De omvormer wordt afzonderlijk uitgeschakeld als de kortsluitstroom de toegestane waarde (*alarm 16, Trip Lock (Uit & blokk.)*) overschrijdt.

Zie hoofdstuk 8.3.1 *Zekeringen en circuitbreakers* voor informatie over het beveiligen van de frequentieregelaar tegen kortsluiting aan de loadsharing- en remuitgangen.

Schakelen aan de uitgang

Schakelen aan de uitgang tussen de motor en de frequentieregelaar is toegestaan. De frequentieregelaar wordt op geen enkele wijze beschadigd door aan de uitgang te schakelen. Er kunnen echter wel foutmeldingen worden gegenereerd.

Door de motor gegenereerde overspanning

De spanning in de DC-tussenkring neemt toe wanneer de motor als generator werkt. Dat gebeurt in de volgende gevallen:

- De belasting drijft de motor aan (bij een constante uitgangsfrequentie vanuit de frequentieregelaar), wat betekent dat de belasting energie opwekt.
- Als gedurende het vertragen (uitlopen) het traagheidsmoment hoog is, de wrijving laag is en de uitlooptijd te kort is om de energie te kunnen afvoeren als een verlies in de frequentieregelaar, de motor en de installatie.
- Een onjuiste instelling van de slipcompensatie (*parameter 1-62 Slipcompensatie*) kan leiden tot een hogere DC-tussenkringspanning.

De besturingseenheid kan proberen om de uitloop te corrigeren als *parameter 2-17 Overspanningsreg.* is ingeschakeld.

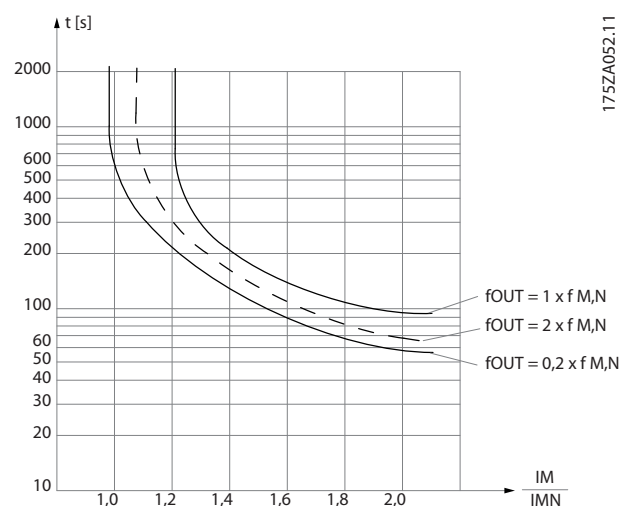
Om de transistoren en de tussenkringcondensatoren te beschermen, wordt de frequentieregelaar uitgeschakeld wanneer een bepaald spanningsniveau is bereikt.

Netstoring

Bij een netstoring blijft de frequentieregelaar in bedrijf totdat de DC-tussenkringspanning daalt tot onder het minimale stopniveau. Dat ligt gewoonlijk 15% onder de minimale nominale netspanning van de frequentieregelaar. De netspanning vóór de storing en de motorbelasting bepalen hoe lang het duurt voordat de frequentieregelaar gaat vrijlopen.

3.7.1 Thermische motorbeveiliging (ETR)

Danfoss maakt gebruik van ETR om de motor te beschermen tegen oververhitting. Het betreft een elektronische functie die een bimetaalrelais simuleert op basis van interne metingen. De karakteristieken worden getoond in *Afbeelding 3.56*.



Afbeelding 3.56 Karakteristiek thermische motorbeveiliging

De X-as toont de verhouding tussen I_{motor} en I_{motor} nominaal. De Y-as toont de tijd in seconden voordat het ETR afvalt en de frequentieregelaar uitschakelt. De curves tonen het karakteristieke nominale toerental bij twee keer het nominale toerental en bij 0,2 keer het nominale toerental.

Bij lagere toerentallen valt het ETR af bij een lagere warmteontwikkeling, vanwege de verminderde koeling van de motor. Op die manier wordt de motor beschermd tegen oververhitting, ook bij lage toerentallen. De ETR-functie berekent de motortemperatuur op basis van de actuele stroom en het actuele toerental.

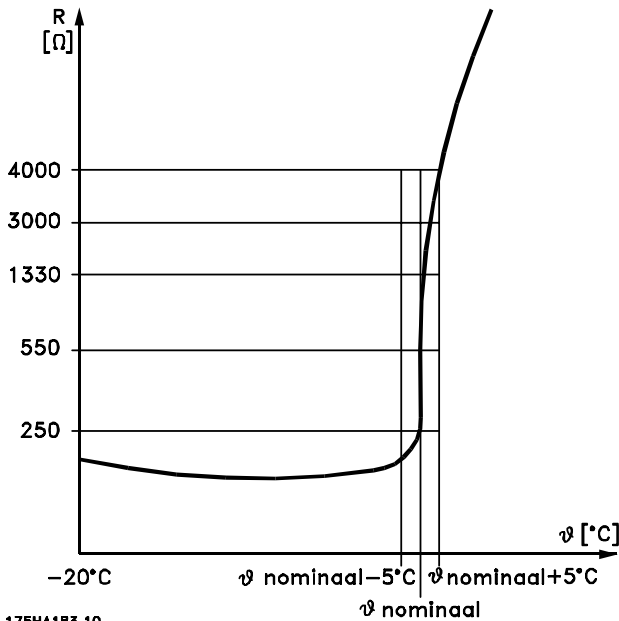
3.7.2 Thermistoringen

De uitschakelwaarde van de thermistor is $> 3 \text{ k}\Omega$.

Integreer een thermistor (PTC-sensor) in de motor om de wikkelingen te beschermen.

Motorbeveiliging kan met behulp van diverse technieken worden geïmplementeerd:

- PTC-sensor in motorwikkelingen
- thermomechanische schakelaar (type Klixon)
- elektronisch thermisch relais (ETR);



175HA183.10

Afbeelding 3.57 Uitschakeling (trip) wegens hoge motortemperatuur

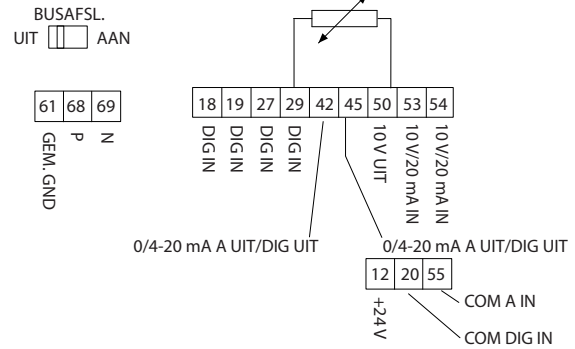
Voorbeeld met digitale ingang en 10 V-voeding

De frequentieregelaar wordt uitgeschakeld (trip) wanneer de motortemperatuur te hoog is.

Parametersetup:

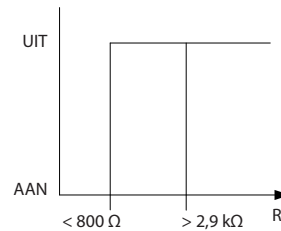
Stel *parameter 1-90 Thermische motorbeveiliging* in op [2] *Thermistoruitsch.*

Stel *parameter 1-93 Thermistorbron* in op [6] *Digital Input 29 (Dig. ingang 29)*.



13088898.10

3



Afbeelding 3.58 Digitale ingang/10 V-voeding

Voorbeeld met analoge ingang en 10 V-voeding

De frequentieregelaar wordt uitgeschakeld (trip) wanneer de motortemperatuur te hoog is.

Parametersetup:

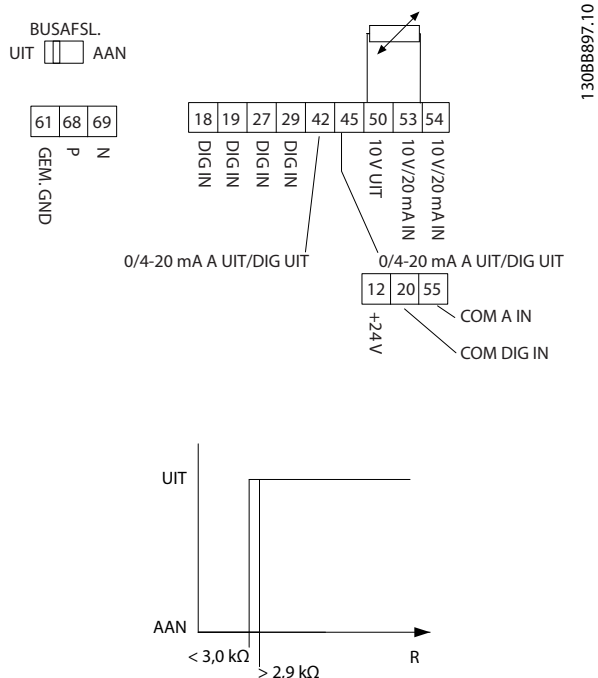
Stel *parameter 1-90 Thermische motorbeveiliging* in op [2] *Thermistoruitsch.*

Stel *parameter 1-93 Thermistorbron* in op [1] *Anal. ingang 53*.

LET OP

Stel Anal. ingang 54 niet in als een referentiebron.

3



130BB897.10

Afbeelding 3.59 Analoge ingang/10 V-voeding

Ingang	Voedings- spanning [V]	Drempelwaarden voor uitschakeling [Ω]
Digitaal	10	< 800 ⇒ 2,9 k
Analoog	10	< 800 ⇒ 2,9 k

Tabel 3.18 Voedingsspanning

LET OP

Verzekeer u ervan dat de geselecteerde voedingsspanning overeenkomt met de specificatie van het gebruikte thermistorelement.

ETR is in te schakelen via *parameter 1-90 Thermische motorbeveiliging*.

4 Selectie en bestellen

4.1 Typecode

Een typecode definieert een specifieke configuratie van de VLT® HVAC Basic Drive FC 101 frequentieregelaar. Gebruik *Afbeelding 4.1* om een typecodereeks voor de gewenste configuratie aan te maken.

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 - 1 0 1 P T H X X X S X X X X A X B X C X X X X D X

1308899.10

4

Afbeelding 4.1 Typecode

Beschrijving	Positie	Mogelijke keuze
Productgroep en FC-serie	1–6	FC 101
Vermogensklasse	7–10	0,25-90 kW (0,34-120 pk) (PK25-P90K)
Aantal fasen	11	3 fasen (T)
Netspanning	11–12	T2: 200-240 V AC T4: 380-480 V AC T6: 525-600 V AC
Behuizing	13–15	E20: IP 20/Chassis P20: IP 20/Chassis met achterwand E5A: IP 54 P5A: IP 54 met achterwand
RFI-filter	16–17	H1: RFI-filter, klasse A1/B H2: RFI-filter, klasse A2 H3: RFI-filter A1/B (beperkte kabellengte) H4: RFI-filter, klasse A1
Rem	18	X: zonder remchopper
Display	19	A: alfanumeriek lokaal bedieningspaneel X: geen lokaal bedieningspaneel
Coating printplaat	20	X: ongecoate printplaat C: gecoate printplaat
Netvoedingsoptie	21	X: geen netvoedingsoptie
Aanpassing	22	X: geen aanpassing
Aanpassing	23	X: geen aanpassing
Softwareversie	24–27	SXXXX: nieuwste versie – standaardsoftware
Softwaretaal	28	X: standaard
A-opties	29–30	AX: geen A-opties
B-opties	31–32	BX: geen B-opties
C0-opties MCO	33–34	CX: geen C-opties
C1-opties	35	X: geen C1-opties
Software voor C-optie	36–37	XX: geen opties
D-opties	38–39	DX: geen D0-opties

Tabel 4.1 Beschrijving typecode

4.2 Opties en accessoires

4.2.1 Lokaal bedieningspaneel (LCP)

Bestelnummer	Beschrijving
132B0200	LCP voor alle IP 20-eenheden

Tabel 4.2 Bestelnummer LCP

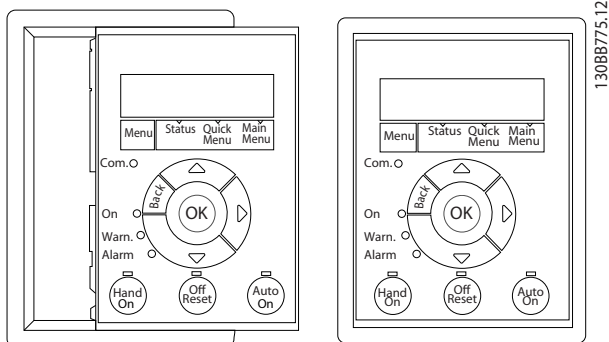
Behuizing	IP 55 met frontmontage
Maximale kabellengte naar eenheid	3 m (10 ft)
Communicatiestandaard	RS485

Tabel 4.3 Technische gegevens LCP

4.2.2 Montage van LCP in paneelfront

Stap 1

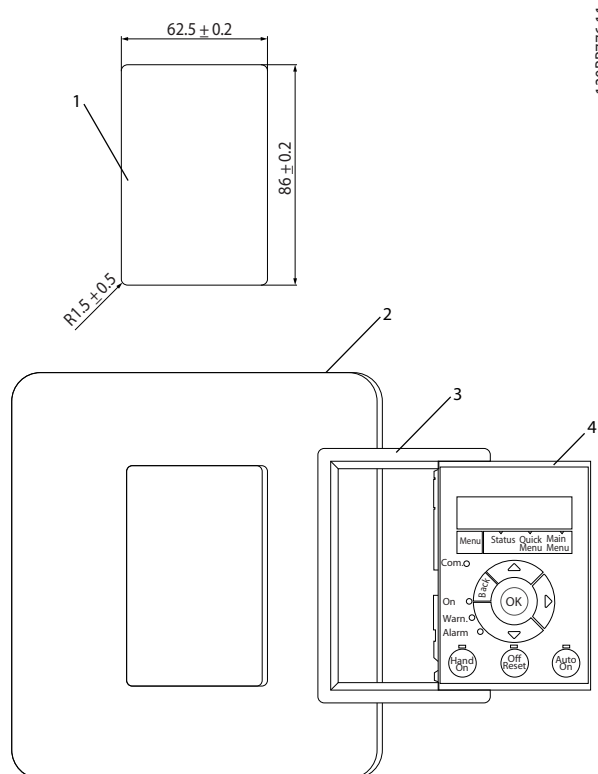
Bevestig pakking op LCP.



Afbeelding 4.2 Pakking bevestigen

Stap 2

Plaats LCP in paneel; zie gatafmetingen in Afbeelding 4.3.



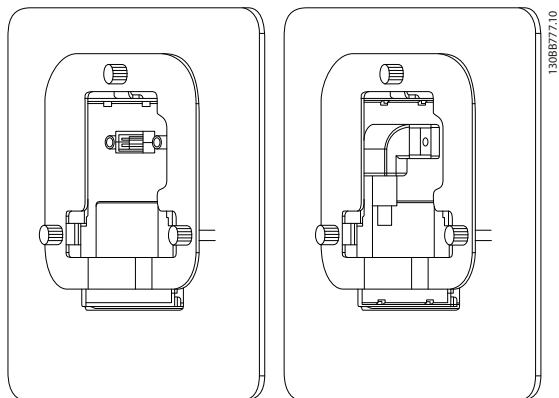
1	Uitsparing in paneel. Paneeldikte 1-3 mm (0,04-0,12 in)
2	Paneel
3	Pakking
4	LCP

Afbeelding 4.3 LCP in paneel plaatsen (frontmontage)

Stap 3

Plaats beugel aan achterzijde van het LCP; schuif vervolgens omlaag.

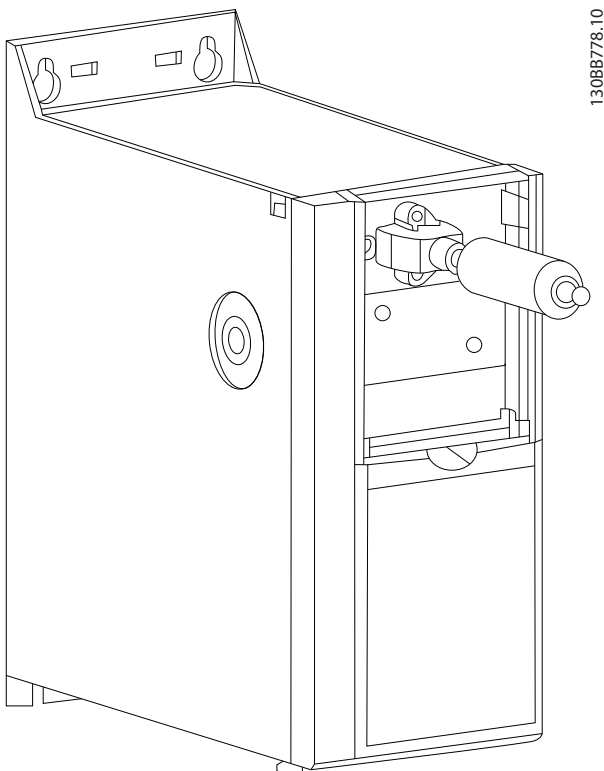
Draai schroeven vast en sluit het kabeluiteinde met de contrastekker aan op het LCP.



Afbeelding 4.4 Beugel op LCP plaatsen

Stap 4

Sluit de kabel aan op de frequentieregelaar.



Afbeelding 4.5 Kabel aansluiten

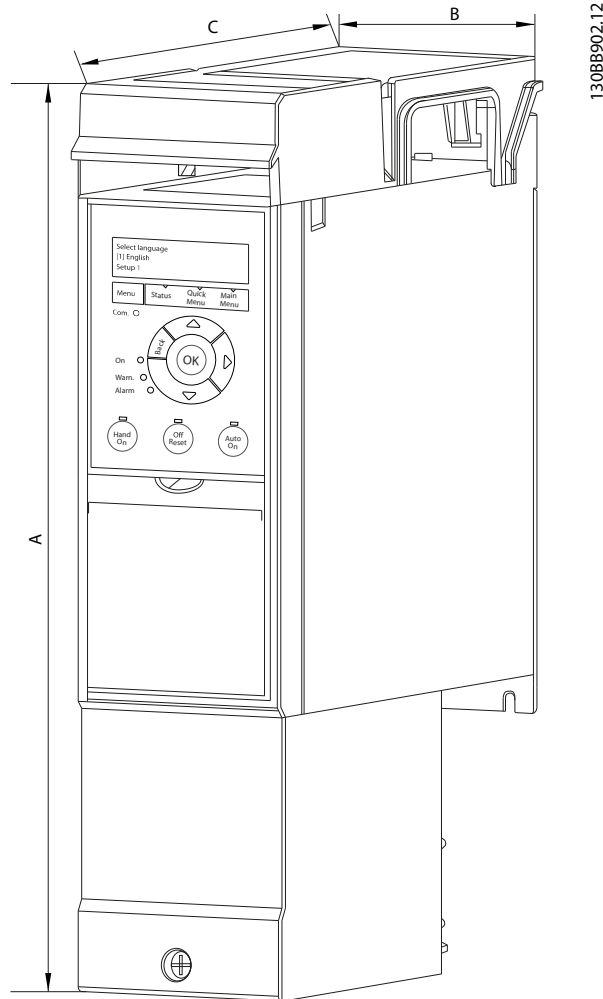
LET OP

Gebruik de bijgeleverde zelftappende schroeven om de connector aan te sluiten op de frequentieregelaar. Het aanhaalmoment bedraagt 1,3 Nm (11,5 in-lb).

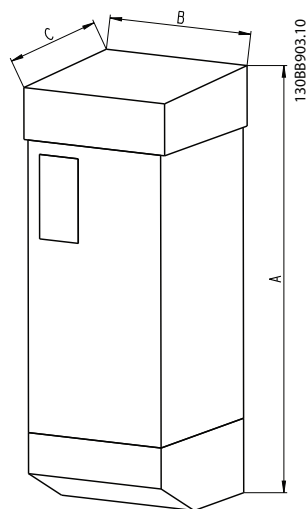
4.2.3 IP 21/NEMA type 1-behuizingsset

IP 21/NEMA type 1 is een optioneel behuizingselement dat leverbaar is voor IP 20-eenheden.

Door gebruik van de behuizingsset wordt een IP 20-eenheid opgewaardeerd om te voldoen aan behuizing IP 21/NEMA type 1.



Afbeelding 4.6 H1-H5 (zie gegevens in Tabel 4.4)



Afbeelding 4.7 Afmetingen (zie gegevens in Tabel 4.4)

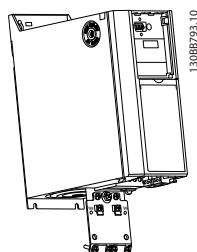
Frame	IP-klasse	Vermogen			Hoogte [mm (in)] A	Breedte [mm (in)] B	Diepte [mm (in)] C	Bestel- nummer IP 21-set	Bestel- nummer NEMA type 1-set
		3 x 200-240 V [kW (pk)]	3 x 380-480 V [kW (pk)]	3 x 525-600 V [kW (pk)]					
H1	IP20	0,25-1,5 (0,34-2,0)	0,37-1,5 (0,5-2,0)	–	293 (11,5)	81 (3,2)	173 (6,8)	132B0212	132B0222
H2	IP20	2,2 (3,0)	2,2-4,0 (3,0-5,4)	–	322 (12,7)	96 (3,8)	195 (7,7)	132B0213	132B0223
H3	IP20	3,7 (5,0)	5,5-7,5 (7,4-10)	–	346 (13,6)	106 (4,2)	210 (8,3)	132B0214	132B0224
H4	IP20	5,5-7,5 (7,4-10)	11-15 (15-20)	–	374 (14,7)	141 (5,6)	245 (9,6)	132B0215	132B0225
H5	IP20	11 (15)	18,5-22 (25-30)	–	418 (16,5)	161 (6,3)	260 (10,2)	132B0216	132B0226
H6	IP20	15-18,5 (20-25)	30-45 (40-60)	18,5-30 (25-40)	663 (26,1)	260 (10,2)	242 (9,5)	132B0217	132B0217
H7	IP20	22-30 (30-40)	55-75 (74-100)	37-55 (50-74)	807 (31,8)	329 (13,0)	335 (13,2)	132B0218	132B0218
H8	IP20	37-45 (50-60)	90 (120)	75-90 (100-120)	943 (37,1)	390 (15,3)	335 (13,2)	132B0219	132B0219
H9	IP20	–	–	2,2-7,5 (3,0-10)	372 (14,6)	130 (5,1)	205 (8,1)	132B0220	132B0220
H10	IP20	–	–	11-15 (15-20)	475 (18,7)	165 (6,5)	249 (9,8)	132B0221	132B0221

Tabel 4.4 Specificaties behuizingsset

4.2.4 Ontkoppelingsplaat

Gebruik de ontkoppelingsplaat voor een EMC-correcte installatie.

Afbeelding 4.8 toont de ontkoppelingsplaat op een H3-behuizing.



4

Afbeelding 4.8 Ontkoppelingsplaat

Frame	IP-klasse	Vermogen [kW (pk)]			Bestelnummers ontkoppelingsplaten
		3 x 200-240 V	3 x 380-480 V	3 x 525-600 V	
H1	IP20	0,25-1,5 (0,33-2,0)	0,37-1,5 (0,5-2,0)	–	132B0202
H2	IP20	2,2 (3,0)	2,2-4 (3,0-5,4)	–	132B0202
H3	IP20	3,7 (5,0)	5,5-7,5 (7,5-10)	–	132B0204
H4	IP20	5,5-7,5 (7,5-10)	11-15 (15-20)	–	132B0205
H5	IP20	11 (15)	18,5-22 (25-30)	–	130B0205
H6	IP20	15-18,5 (20-25)	30 (40)	18,5-30 (25-40)	132B0207
H6	IP20	–	37-45 (50-60)	–	132B0242
H7	IP20	22-30 (30-40)	55 (75)	37-55 (50-75)	132B0208
H7	IP20	–	75 (100)	–	132B0243
H8	IP20	37-45 (50-60)	90 (125)	75-90 (100-125)	132B0209

Tabel 4.5 Specificaties ontkoppelingsplaat

LET OP

Voor de frequentieregelaars H9 en H10 zijn de ontkoppelingsplaten opgenomen in de accessoires.

4.3 Bestelnummers

4.3.1 Opties en accessoires

	Behuizing grootte Netspanning	H1 [kW (pk)]	H2 [kW (pk)]	H3 [kW (pk)]	H4 [kW (pk)]	H5 [kW (pk)]	H6 [kW (pk)]		H7 [kW (pk)]		H8 [kW (pk)]
	T2 (200-240 V AC)	0,25-1,5 (0,33-2,0)	2,2 (3,0)	3,7 (5,0)	5,5-7,5 (7,5-10)	11 (15)	15-18,5 (20-25)	-	22-30 (30-40)	-	37-45 (50-60)
	T4 (380-480 V AC)	0,37-1,5 (0,5-2,0)	2,2-4,0 (3,0-5,4)	5,5-7,5 (7,5-10)	11-15 (15-20)	18,5-22 (25-30)	30 (40)	37-45 (50-60)	55 (75)	75 (100)	90 (125)
	T6 (525-600 V AC)	-	-	-	-	-	18,5-30 (25-40)	-	37-55 (50-75)	-	75-90 (100-125)
Beschrijving											
LCP ¹⁾		132B0200									
LCP-paneel- montageset IP 55 inclusief 3 m (9,8 ft) kabel		132B0201									
Conversieset LCP 31 naar RJ45		132B0203									
LCP-paneel- montageset IP 55 inclusief 3 m (9,8 ft) kabel		132B0206									
Ontkoppe- lingsplaat		132B0202	132B0202	132B0204	132B0205	132B0205	132B0207	132B0242	132B0208	132B0243	132B0209
IP 21-optie		132B0212	132B0213	132B0214	132B0215	132B0216	132B0217		132B0218		132B0219
NEMA type 1-set		132B0222	132B0223	132B0224	132B0225	132B0226	132B0217		132B0218		132B0219

Tabel 4.6 Opties en accessoires

1) Voor IP 20-eenheden wordt het LCP afzonderlijk besteld. Voor IP 54-eenheden is het LCP inbegrepen in de standaardconfiguratie en op de frequentieregelaar gemonteerd.

4.3.2 Harmonischenfilters

3 x 380-480 V 50 Hz					
Vermogen [kW (pk)]	Ingangsstroom frequentie-regelaar, continu [A]	Standaard schakelfrequentie [kHz]	THDi-niveau [%]	Bestelnummer filter IP 00	Bestelnummer filter IP 20
22 (30)	41,5	4	4	130B1397	130B1239
30 (40)	57	4	3	130B1398	130B1240
37 (50)	70	4	3	130B1442	130B1247
45 (60)	84	3	3	130B1442	130B1247
55 (74)	103	3	5	130B1444	130B1249
75 (100)	140	3	4	130B1445	130B1250
90 (120)	176	3	4	130B1445	130B1250

Tabel 4.7 AHF-filters (5% stroomvervorming)

3 x 380-480 V 50 Hz					
Vermogen [kW (pk)]	Ingangsstroom frequentie-regelaar, continu [A]	Standaard schakelfrequentie [kHz]	THDi-niveau [%]	Bestelnummer filter IP 00	Bestelnummer filter IP 20
22 (30)	41,5	4	6	130B1274	130B1111
30 (40)	57	4	6	130B1275	130B1176
37 (50)	70	4	9	130B1291	130B1201
45 (60)	84	3	9	130B1291	130B1201
55 (74)	103	3	9	130B1292	130B1204
75 (100)	140	3	8	130B1294	130B1213
90 (120)	176	3	8	130B1294	130B1213

Tabel 4.8 AHF-filters (10% stroomvervorming)

3 x 440-480 V 60 Hz					
Vermogen [kW (pk)]	Ingangsstroom frequentie-regelaar, continu [A]	Standaard schakelfrequentie [kHz]	THDi-niveau [%]	Bestelnummer filter IP 00	Bestelnummer filter IP 20
22 (30)	34,6	4	3	130B1792	130B1757
30 (40)	49	4	3	130B1793	130B1758
37 (50)	61	4	3	130B1794	130B1759
45 (60)	73	3	4	130B1795	130B1760
55 (74)	89	3	4	130B1796	130B1761
75 (100)	121	3	5	130B1797	130B1762
90 (120)	143	3	5	130B1798	130B1763

Tabel 4.9 AHF-filters (5% stroomvervorming)

3 x 440-480 V 60 Hz					
Vermogen [kW (pk)]	Ingangsstroom frequentie-regelaar, continu [A]	Standaard schakelfrequentie [kHz]	THDi-niveau [%]	Bestelnummer filter IP 00	Bestelnummer filter IP 20
22 (30)	34,6	4	6	130B1775	130B1487
30 (40)	49	4	8	130B1776	130B1488
37 (50)	61	4	7	130B1777	130B1491
45 (60)	73	3	9	130B1778	130B1492
55 (74)	89	3	8	130B1779	130B1493
75 (100)	121	3	9	130B1780	130B1494
90 (120)	143	3	10	130B1781	130B1495

Tabel 4.10 AHF-filters (10% stroomvervorming)

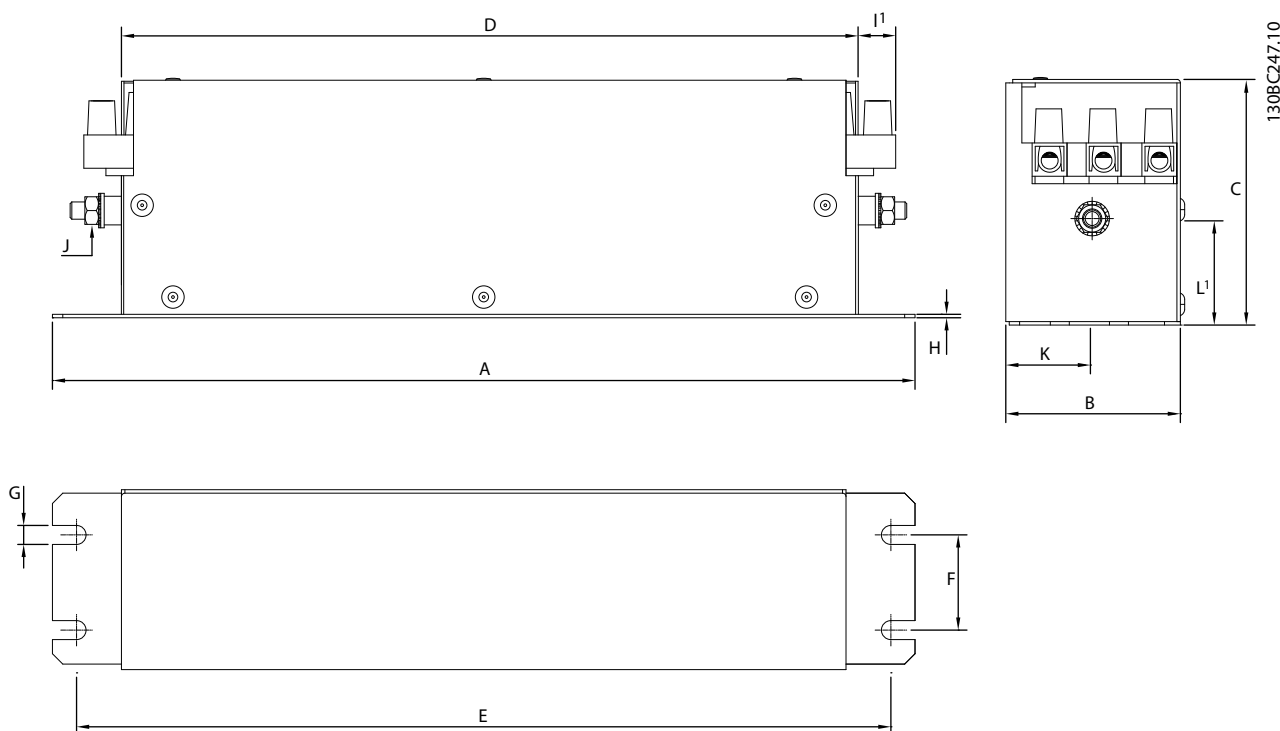
4.3.3 Extern RFI-filter

Bij gebruik van de in Tabel 4.11 vermelde externe filters kan worden voldaan aan de maximale afgeschermd kablengte van 50 m (164 ft) volgens EN-IEC 61800-3 C2 (EN 55011 A1) of 20 m (65,6 ft) volgens EN-IEC 61800-3 C1 (EN 55011 B).

Vermogen [kW (pk)] Grootte 380-480 V	Type	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L1	Aanhaalmoment [Nm (in-lb)]	Gewicht [kg (lb)]	Bestel- nummer
0,37-2,2 (0,5-3,0)	FN3258-7-45	190	40	70	160	180	20	4,5	1	10,6	M5	20	31	0,7-0,8 (6,2-7,1)	0,5 (1,1)	132B0244
3,0-7,5 (4,0-10)	FN3258-16-45	250	45	70	220	235	25	4,5	1	10,6	M5	22,5	31	0,7-0,8 (6,2-7,1)	0,8 (1,8)	132B0245
11-15 (15-20)	FN3258-30-47	270	50	85	240	255	30	5,4	1	10,6	M5	25	40	1,9-2,2 (16,8-19,5)	1,2 (2,6)	132B0246
18,5-22 (25-30)	FN3258-42-47	310	50	85	280	295	30	5,4	1	10,6	M5	25	40	1,9-2,2 (16,8-19,5)	1,4 (3,1)	132B0247

4

Tabel 4.11 RFI-filters – details

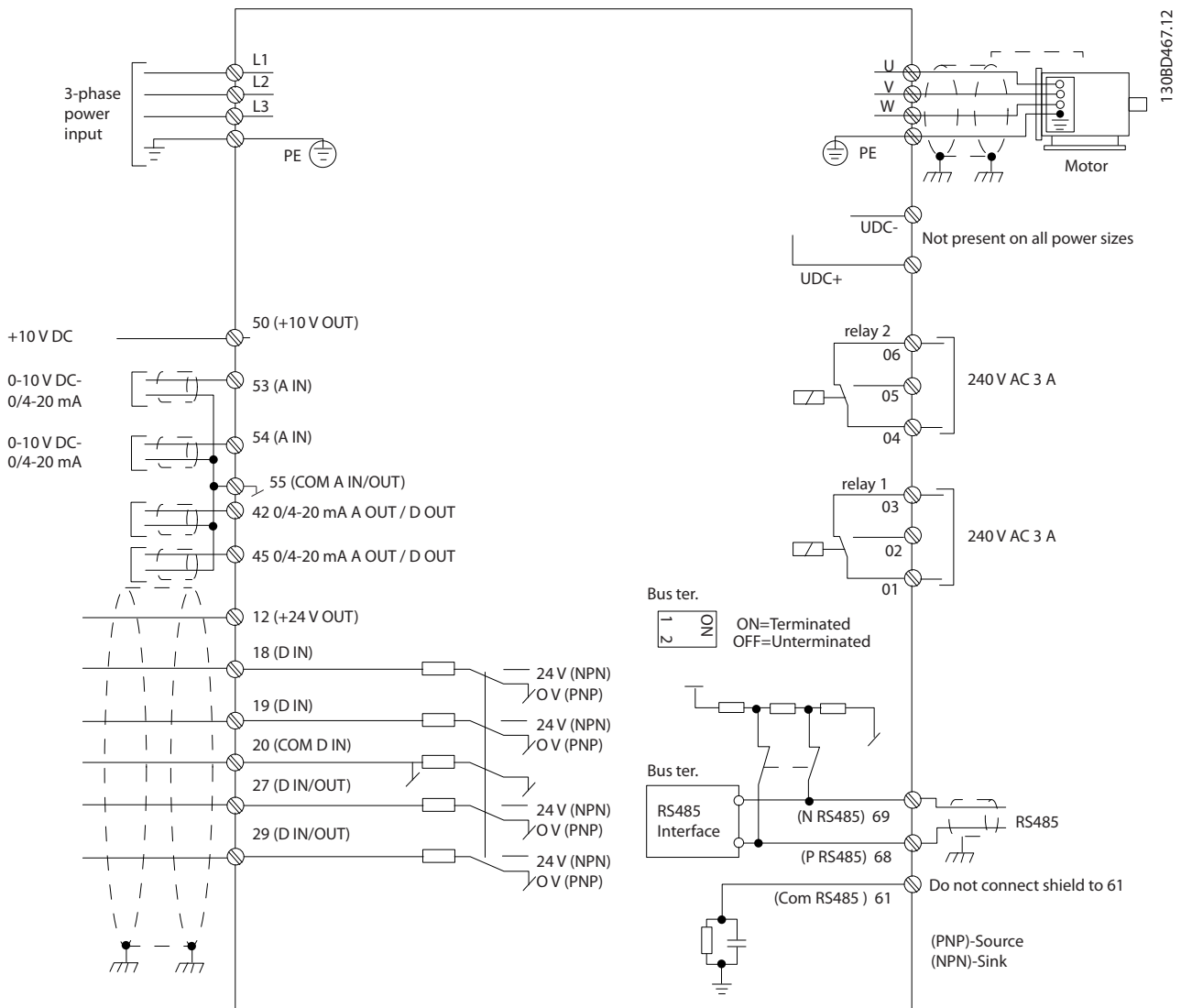


Afbeelding 4.9 RFI-filter – afmetingen

5 Installatie

5.1 Elektrische installatie

5



Afbeelding 5.1 Eenvoudig bedradingschema

LET OP

Houd er rekening mee dat UDC- en UDC+ niet toegankelijk zijn op de volgende eenheden:

- IP 20, 380-480 V, 30-90 kW (40-125 pk)
- IP 20, 200-240 V, 15-45 kW (20-60 pk)
- IP 20, 525-600 V, 2,2-90 kW (3,0-125 pk)
- IP 54, 380-480 V, 22-90 kW (30-125 pk)

Alle bekabeling moet voldoen aan de nationale en lokale voorschriften ten aanzien van kabeldoorsneden en omgevingstemperatuur. Koperen geleiders zijn vereist. 75 °C (167 °F) wordt aanbevolen.

Behuizing sgrootte	Vermogen [kW (pk)]			Aanhaalmoment [Nm (in-lb)]					
	IP-klasse	3 x 200-240 V	3 x 380-480 V	Net	Motor	DC- aansluiting	Stuurkle- mmen	Aarde	Relais
H1	IP20	0,25-1,5 (0,33-2,0)	0,37-1,5 (0,5-2,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
H2	IP20	2,2 (3,0)	2,2-4,0 (3,0-5,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
H3	IP20	3,7 (5,0)	5,5-7,5 (7,5-10)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
H4	IP20	5,5-7,5 (7,5-10)	11-15 (15-20)	1,2 (11)	1,2 (11)	1,2 (11)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
H5	IP20	11 (15)	18,5-22 (25-30)	1,2 (11)	1,2 (11)	1,2 (11)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
H6	IP20	15-18,5 (20-25)	30-45 (40-60)	4,5 (40)	4,5 (40)	-	0,5 (4,0)	3 (27)	0,5 (4,0)
H7	IP20	22-30 (30-40)	55 (70)	10 (89)	10 (89)	-	0,5 (4,0)	3 (27)	0,5 (4,0)
H7	IP20	-	75 (100)	14 (124)	14 (124)	-	0,5 (4,0)	3 (27)	0,5 (4,0)
H8	IP20	37-45 (50-60)	90 (125)	24 (212) ¹⁾	24 (212) ¹⁾	-	0,5 (4,0)	3 (27)	0,5 (4,0)

Tabel 5.1 Aanhaalmomenten voor behuizingsgrootte H1-H8, 3 x 200-240 V en 3 x 380-480 V

Behuizing sgrootte	Vermogen [kW (pk)]		Aanhaalmoment [Nm (in-lb)]					
	IP-klasse	3 x 380-480 V	Net	Motor	DC-aansluiting	Stuurkle- mmen	Aarde	Relais
I2	IP54	0,75-4,0 (1,0-5,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
I3	IP54	5,5-7,5 (7,5-10)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
I4	IP54	11-18,5 (15-25)	1,4 (12)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
I6	IP54	22-37 (30-50)	4,5 (40)	4,5 (40)	-	0,5 (4,0)	3 (27)	0,6 (5,0)
I7	IP54	45-55 (60-70)	10 (89)	10 (89)	-	0,5 (4,0)	3 (27)	0,6 (5,0)
I8	IP54	75-90 (100-125)	14 (124)/24 (212) ²⁾	14 (124)/24 (212) ²⁾	-	0,5 (4,0)	3 (27)	0,6 (5,0)

Tabel 5.2 Aanhaalmomenten voor behuizingsgrootte I2-I8

Behuizing sgrootte	Vermogen [kW (pk)]		Aanhaalmoment [Nm (in-lb)]					
	IP-klasse	3 x 525-600 V	Net	Motor	DC-aansluiting	Stuurkle- mmen	Aarde	Relais
H9	IP20	2,2-7,5 (3,0-10)	1,8 (16)	1,8 (16)	Niet aanbevolen	0,5 (4,0)	3 (27)	0,6 (5,0)
H10	IP20	11-15 (15-20)	1,8 (16)	1,8 (16)	Niet aanbevolen	0,5 (4,0)	3 (27)	0,6 (5,0)
H6	IP20	18,5-30 (25-40)	4,5 (40)	4,5 (40)	-	0,5 (4,0)	3 (27)	0,5 (4,0)
H7	IP20	37-55 (50-70)	10 (89)	10 (89)	-	0,5 (4,0)	3 (27)	0,5 (4,0)
H8	IP20	75-90 (100-125)	14 (124)/24 (212) ²⁾	14 (124)/24 (212) ²⁾	-	0,5 (4,0)	3 (27)	0,5 (4,0)

Tabel 5.3 Aanhaalmomenten voor behuizingsgrootte H6-H10, 3 x 525-600 V

 1) Kabelmaten > 95 mm²

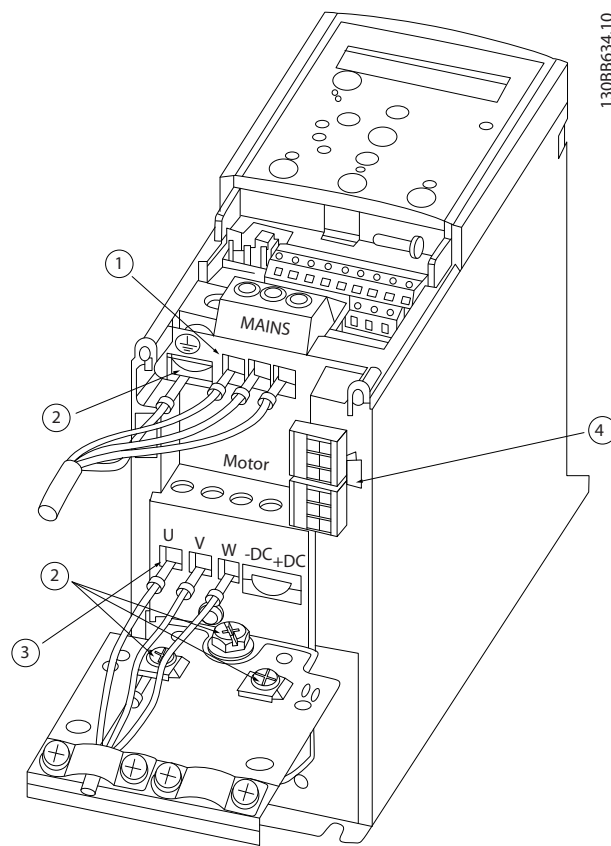
 2) Kabelmaten ≤ 95 mm²

5.1.1 Aansluiting netvoeding en motor

De frequentieregelaar is ontworpen voor gebruik met alle standaard 3-fasige asynchrone motoren. Zie hoofdstuk 8.4 *Algemene technische gegevens* voor de maximale kabeldoorsneden.

- Gebruik een afgeschermd/gewapende motorkabel om te voldoen aan de EMC-emissie-normen en sluit deze kabel aan op zowel de ontkoppelingsplaat als de motor.
- Houd de motorkabel zo kort mogelijk, om interferentieniveau en lekstromen te beperken.
- Zie FC 101 *De-coupling Plate Mounting Instruction* voor meer informatie over het monteren van de ontkoppelingsplaat.
- Zie ook *EMC-correcte installatie* in hoofdstuk 5.1.2 *EMC-correcte elektrische installatie*.
- Zie het hoofdstuk *Aansluiting op net en motor* in de *VLT® HVAC Basic Drive FC 101 Snelgids* voor meer informatie over het aansluiten van de frequentieregelaar op de netvoeding en de motor.

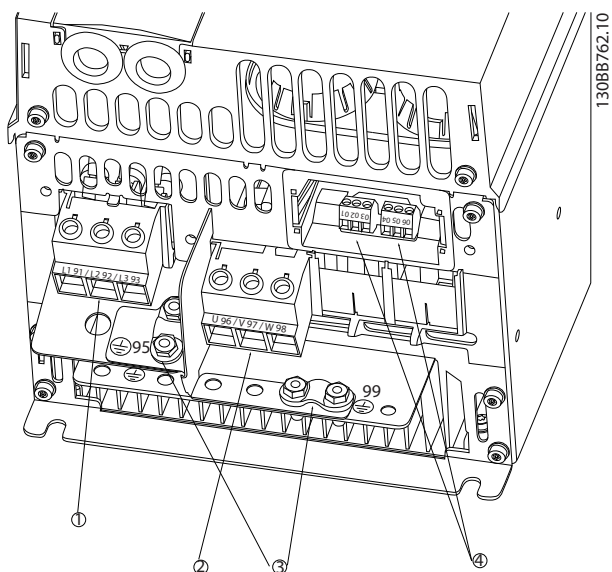
Relais en klemmen op behuizingsgrootte H1-H5



1	Net
2	Aarde
3	Motor
4	Relais

Afbeelding 5.2 Behuizingsgrootte H1-H5
 IP 20, 200-240 V, 0,25-11 kW (0,33-15 pk)
 IP 20, 380-480 V, 0,37-22 kW (0,5-30 pk)

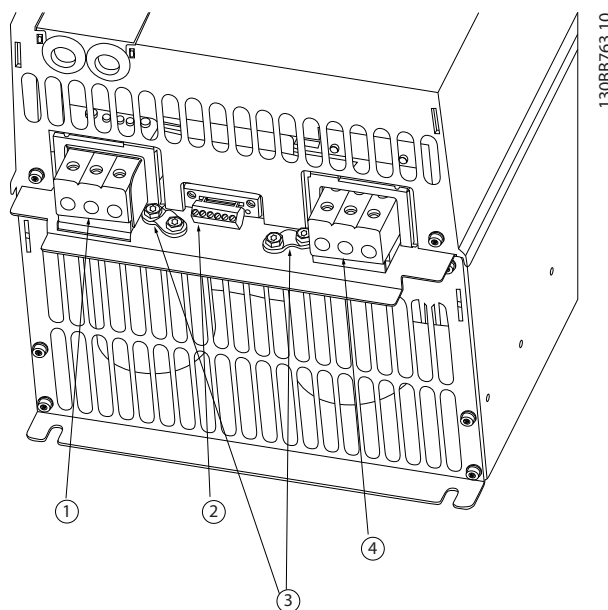
Relais en klemmen op behuizingsgrootte H6



1	Net
2	Motor
3	Aarde
4	Relais

Afbeelding 5.3 Behuizingsgrootte H6
 IP 20, 380-480 V, 30-45 kW (40-60 pk)
 IP 20, 200-240 V, 15-18,5 kW (20-25 pk)
 IP 20, 525-600 V, 22-30 kW (30-40 pk)

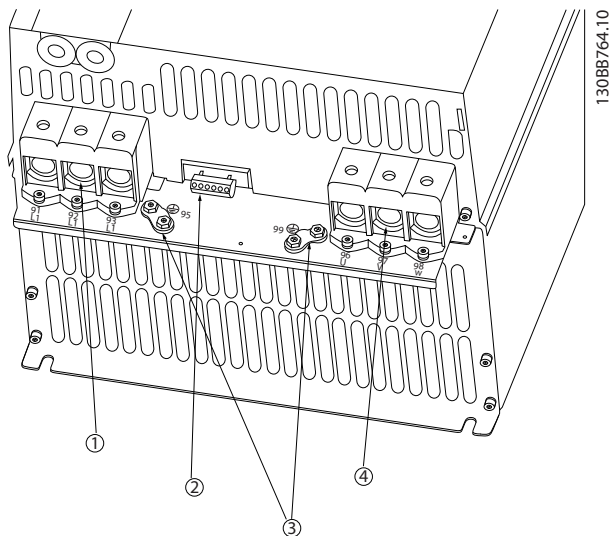
Relais en klemmen op behuizingsgrootte H7



1	Net
2	Relais
3	Aarde
4	Motor

Afbeelding 5.4 Behuizingsgrootte H7
 IP 20, 380-480 V, 55-75 kW (70-100 pk)
 IP 20, 200-240 V, 22-30 kW (30-40 pk)
 IP 20, 525-600 V, 45-55 kW (60-70 pk)

Relais en klemmen op behuizingsgrootte H8

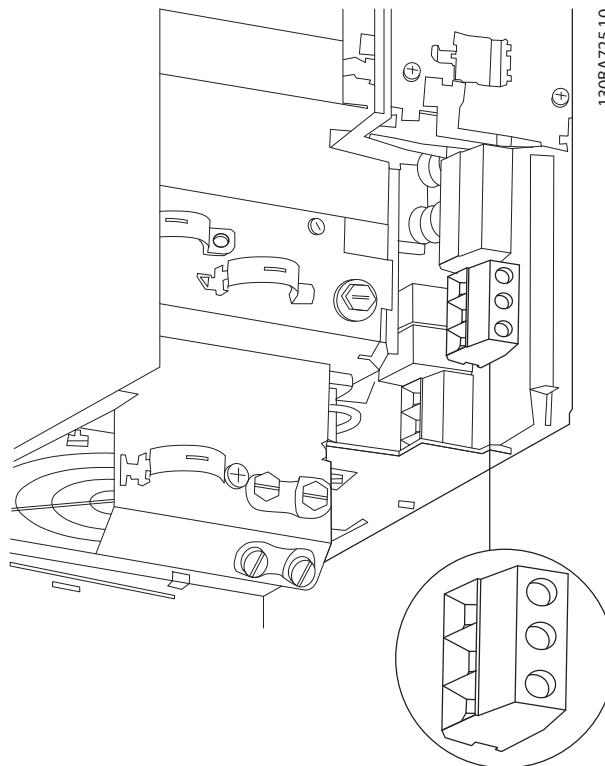


1	Net
2	Relais
3	Aarde
4	Motor

Afbeelding 5.5 Behuizingsgrootte H8
 IP 20, 380-480 V, 90 kW (125 pk)
 IP 20, 200-240 V, 37-45 kW (50-60 pk)
 IP 20, 525-600 V, 75-90 kW (100-125 pk)

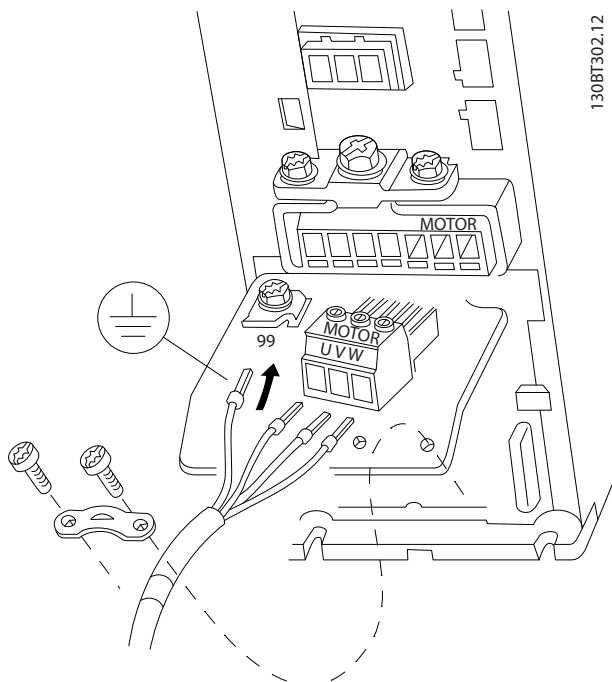
Zorg dat de netkabels voor behuizingsgrootte H9 op de juiste wijze worden aangesloten. Zie het hoofdstuk *Aansluiting op net en motor* in de *VLT® HVAC Basic Drive FC 101 Snelgids* voor meer informatie. Gebruik de aanhaalmomenten die zijn gespecificeerd in hoofdstuk 5.1.1 *Elektrische installatie in het algemeen*.

Relais en klemmen op behuizingsgrootte H10



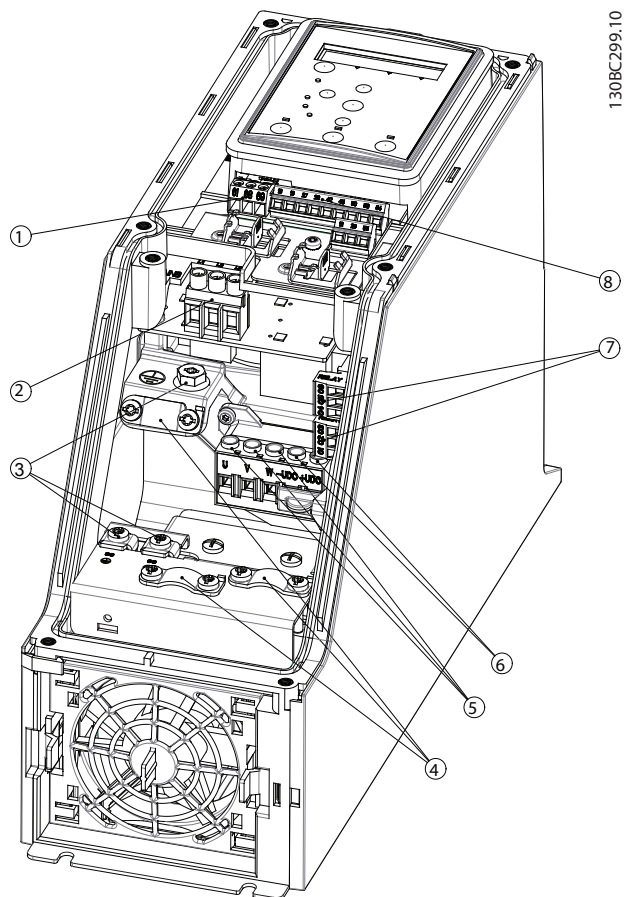
Afbeelding 5.7 Behuizingsgrootte H10
 IP 20, 600 V, 11-15 kW (15-20 pk)

Aansluiting op net en motor voor behuizingsgrootte H9



Afbeelding 5.6 Motoraansluiting voor behuizingsgrootte H9
 IP 20, 600 V, 2,2-7,5 kW (3,0-10 pk)

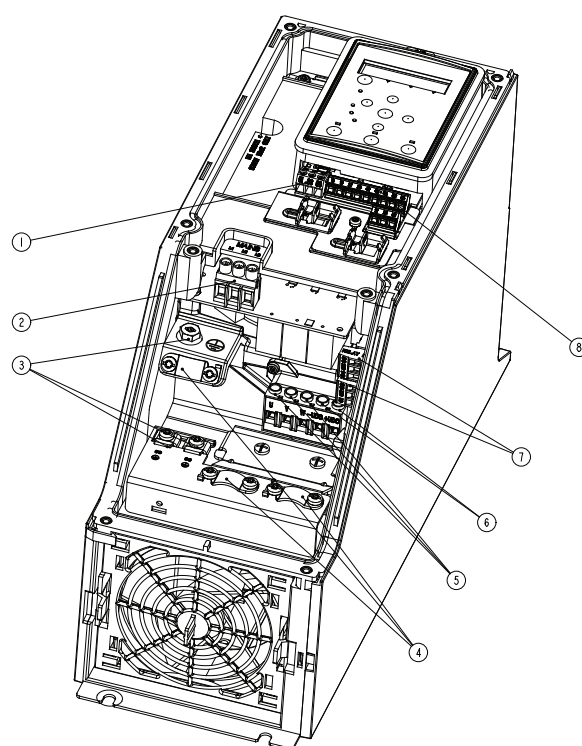
Behuizingsgrootte I2



1	RS485
2	Net
3	Aarde
4	Kabelklemmen
5	Motor
6	UDC
7	Relais
8	I/O

Afbeelding 5.8 Behuizingsgrootte I2
IP54, 380-480 V, 0,75-4,0 kW (1,0-5,0 pk)

Behuizingsgrootte I3



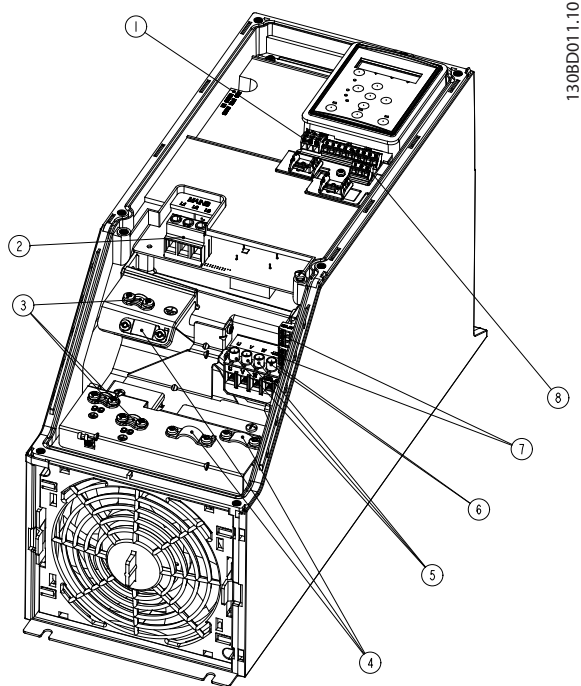
1	RS485
2	Net
3	Aarde
4	Kabelklemmen
5	Motor
6	UDC
7	Relais
8	I/O

Afbeelding 5.9 Behuizingsgrootte I3
IP 54, 380-480 V, 5,5-7,5 kW (7,5-10 pk)

5

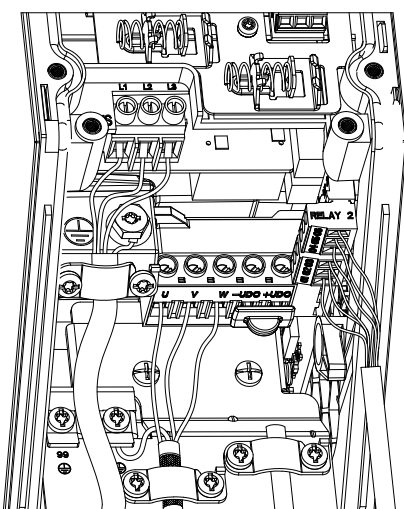
5

Behuizingsgrootte I4



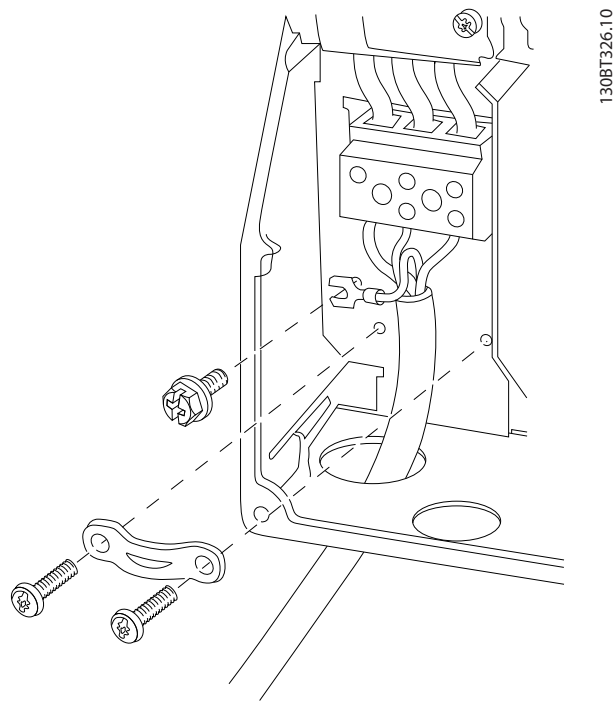
1	RS485
2	Net
3	Aarde
4	Kabelklemmen
5	Motor
6	UDC
7	Relais
8	I/O

Afbeelding 5.10 Behuizingsgrootte I4
IP54, 380-480 V, 0,75-4,0 kW (1,0-5,0 pk)

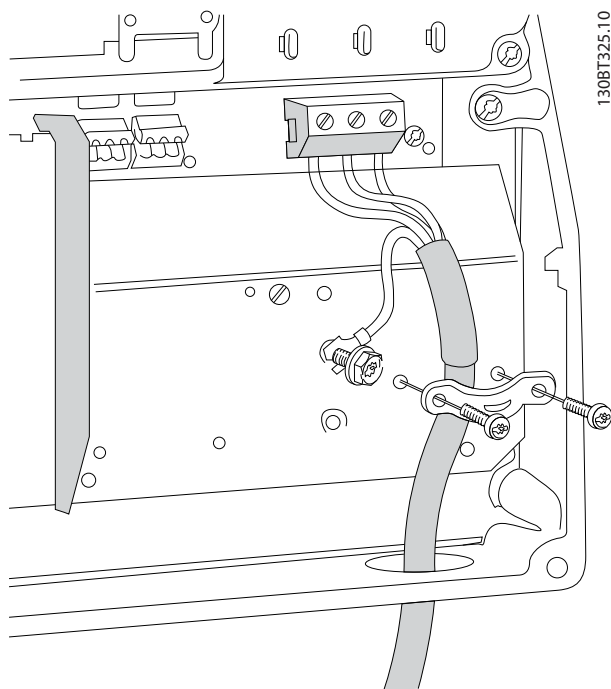


Afbeelding 5.11 IP 54, behuizingsgrootte I2, I3, I4

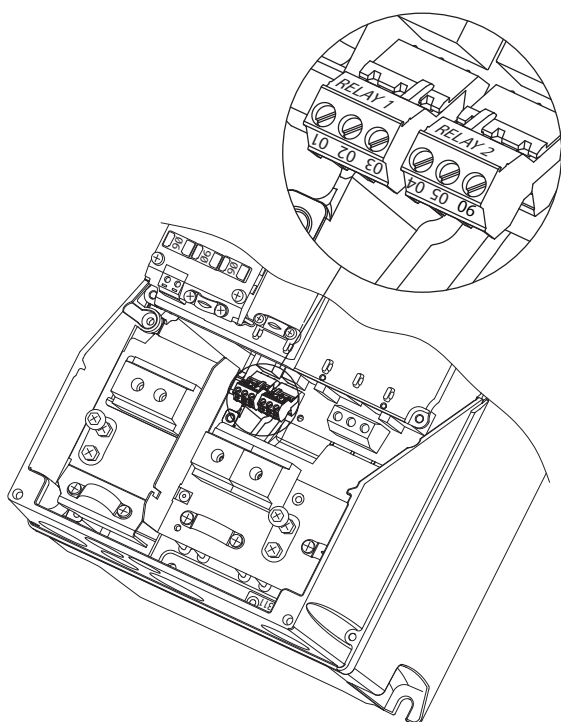
Behuizingsgrootte I6



Afbeelding 5.12 Netvoeding voor behuizingsgrootte I6
IP 54, 380-480 V, 22-37 kW (30-50 pk)



Afbeelding 5.13 Motoraansluiting voor behuizing I6
IP 54, 380-480 V, 22-37 kW (30-50 pk)



130BA215:10

5.1.2 EMC-correcte elektrische installatie

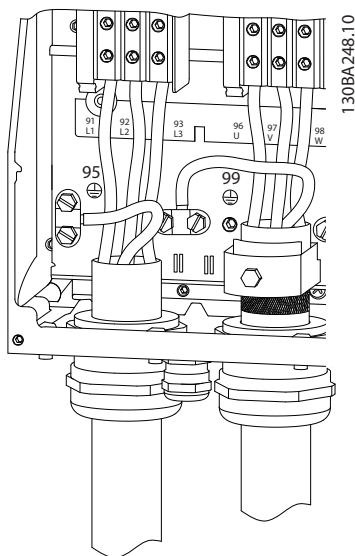
Let op de volgende aanbevelingen om een EMC-correcte elektrische installatie te waarborgen.

- Gebruik uitsluitend afgeschermd/gewapende motorkabels en afgeschermd/gewapende stuurkabels.
- Sluit de afscherming aan beide uiteinden aan op aarde.
- Vermijd het gebruik van kabelafschermingen met gedraaide uiteinden (pigtaills), omdat dit het afschermingseffect bij hoge frequenties kan verlagen. Gebruik in plaats daarvan de meegeleverde kabelklemmen.
- Zorg voor een goed elektrisch contact van de montageplaat, via de montagebouten, naar de metalen kast van de frequentieregelaar.
- Gebruik tandveerringen en elektrisch geleidende montageplaten.
- Gebruik geen niet-afgeschermd/niet-gewapende motorkabels in de installatiekasten.

5

Afbeelding 5.14 Relais op behuizingsgrootte I6
IP 54, 380-480 V, 22-37 kW (30-50 pk)

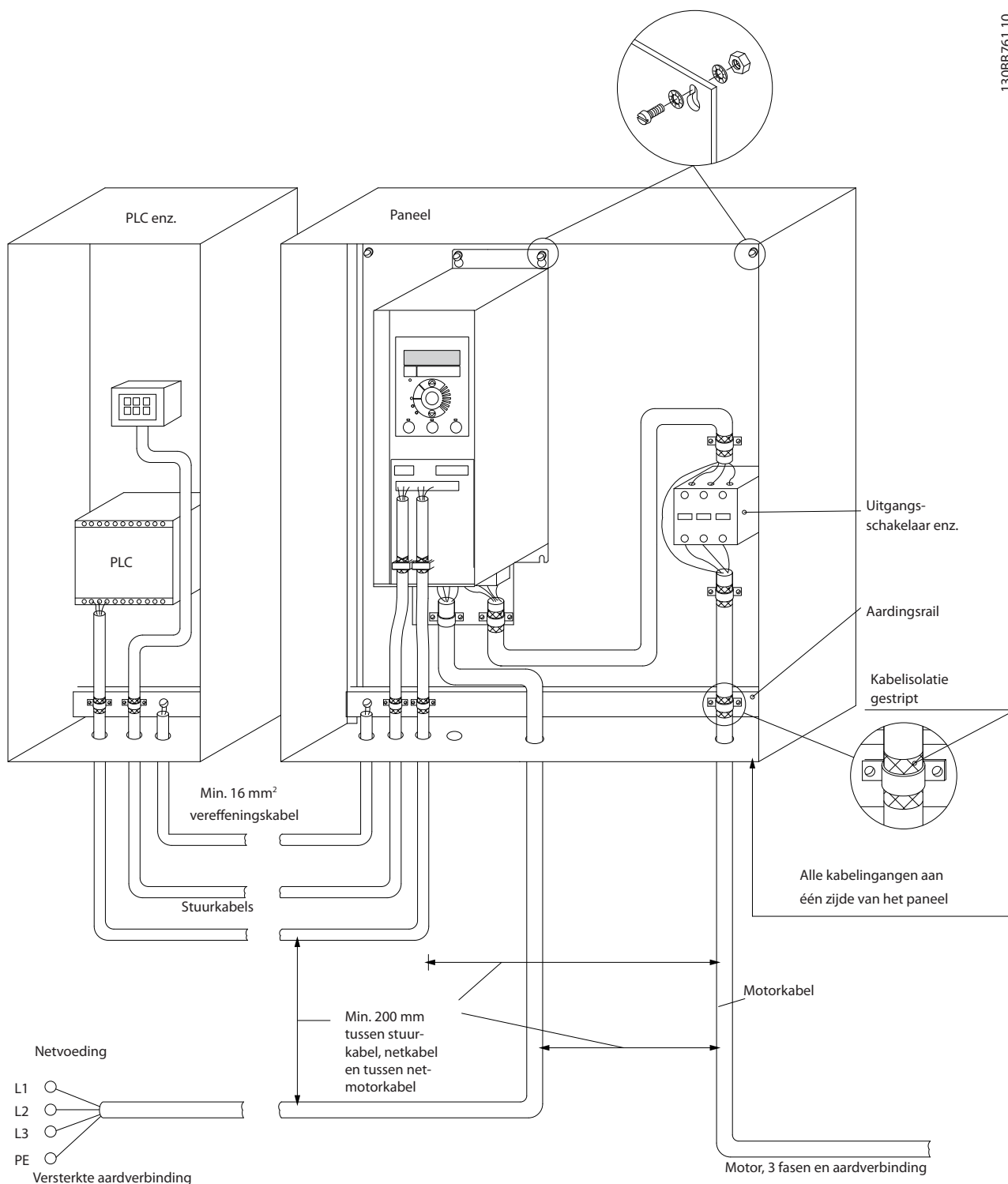
Behuizingsgrootte I7, I8



130BA248:10

Afbeelding 5.15 Behuizingsgrootte I7, I8
IP 54, 380-480 V, 45-55 kW (60-70 pk)
IP 54, 380-480 V, 75-90 kW (100-125 pk)

5



Afbeelding 5.16 EMC-correcte elektrische installatie

LET OP

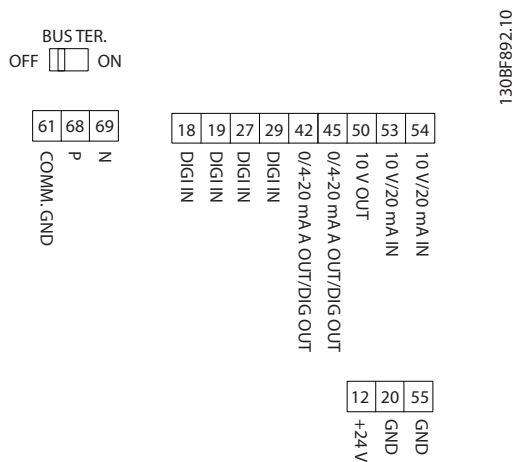
Gebruik voor Noord-Amerika metalen kabelgoten in plaats van afgeschermd kabels.

5.1.3 Stuurklemmen

Raadpleeg de *VLT® HVAC Basic Drive FC 101 Snelgids* en zorg ervoor dat de klemafdekking op de juiste wijze wordt verwijderd.

Afbeelding 5.17 toont alle stuurklemmen van de frequentieregelaar. De frequentieregelaar wordt gestart via een startsignaal (klem 18), een verbinding tussen klem 12 en 27 en een analoge referentie (klem 53 of 54, en 55).

De modus voor digitale ingang 18, 19 en 27 wordt ingesteld in *parameter 5-00 Dig. I/O-modus* (PNP is de standaardwaarde). De modus voor digitale ingang 29 wordt ingesteld in *parameter 5-03 Modus dig. ingang 29* (PNP is de standaardwaarde).



Afbeelding 5.17 Stuurklemmen

6 Programmeren

6.1 Inleiding

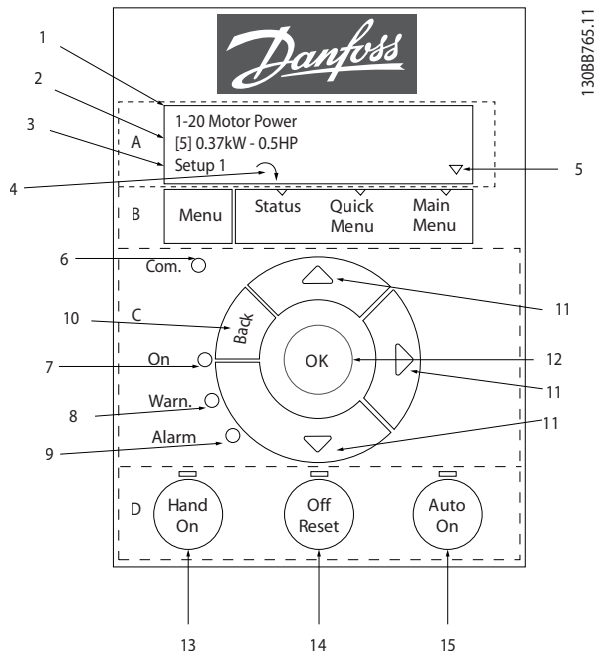
De frequentieregelaar kan worden geprogrammeerd via het LCP of vanaf een pc via de RS485-COM-poort. Voor dit laatste moet u MCT 10 setupsoftware installeren. Zie hoofdstuk 1.5 Aanvullende informatiebronnen voor meer informatie over de software.

6.2 Lokaal bedieningspaneel (LCP)

De functies van het LCP zijn onderverdeeld in 4 groepen.

- A. Display
- B. Menu-toets
- C. Navigatietoetsen en indicatielampjes
- D. Bedieningstoetsen en indicatielampjes

6



Afbeelding 6.1 Lokaal bedieningspaneel (LCP)

A. Display

Het lcd-display is verlicht en heeft 2 alfanumerieke regels. Alle gegevens worden op het LCP weergegeven.

Afbeelding 6.1 beschrijft de gegevens die kunnen worden uitgelezen via het display.

1	Nummer en naam van de parameter.
2	Parameterwaarde.
3	Het setupnummer toont het nummer van de actieve setup en het nummer van de setup die wordt gewijzigd. Als de actieve setup ook de setup is die wordt bewerkt, wordt alleen het nummer van deze setup getoond (fabrieksinstelling). Als de actieve en de te wijzigen setup niet dezelfde zijn, worden beide nummers op het display weergegeven (setup 12). Het nummer van de te bewerken setup zal knipperen.
4	De draairichting van de motor wordt linksonder op het display aangegeven door middel van een pijltje dat rechtsom of linksom wijst.
5	Het driehoekje geeft aan of het LCP de status, het snelmenu of het hoofdmenu weergeeft.

Tabel 6.1 Legenda bij Afbeelding 6.1, deel I

B. Menu-toets

Druk op [Menu] om te schakelen tussen status, snelmenu en hoofdmenu.

C. Navigatietoetsen en indicatielampjes

6	Com.-led: knippert tijdens buscommunicatie.
7	Groene led/On: de besturingssectie werkt correct.
8	Gele led/Warn.: geeft een waarschuwing aan.
9	Knipperende rode led/Alarm: geeft een alarm aan.
10	[Back]: dient om terug te keren naar de vorige stap of laag in de navigatiestructuur.
11	[▲] [▼] [▶]: dienen om te navigeren tussen parametergroepen en parameters en binnen parameters. Ze kunnen ook worden gebruikt voor het instellen van de lokale referentie.
12	[OK]: dient om een parameter te selecteren en wijzigingen van de parameterinstelling te accepteren.

Tabel 6.2 Legenda bij Afbeelding 6.1, deel II

D. Bedieningstoetsen en indicatielampjes

13	[Hand On]: start de motor en maakt het mogelijk om de frequentieregelaar via het LCP te besturen. LET OP [2] Coast inverse (Vrijloop geïnverteerd) is de standaardoptie voor parameter 5-12 Klem 27 digitale ingang. [Hand On] start de motor niet als er geen 24 V is aangesloten op klem 27. Verbind klem 12 met klem 27.
14	[Off/Reset]: stopt de motor (Off). Een eventueel aanwezig alarm wordt gereset.
15	[Auto On]: de frequentieregelaar wordt bestuurd via stuurklemmen of seriële communicatie.

Tabel 6.3 Legenda bij Afbeelding 6.1, deel III

6.3 Menu's

6.3.1 Statusmenu

De selectiemogelijkheden in het menu *Status* zijn:

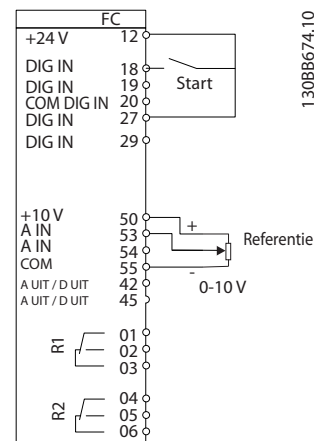
- Motorfrequentie [Hz], *parameter 16-13 Frequentie*.
- Motorstroom [A], *parameter 16-14 Motorstroom*.
- Referentie motortoerental als percentage [%], *parameter 16-02 Referentie [%]*.
- Terugkoppeling, *parameter 16-52 Terugk. [Eenh]*.
- Motorvermogen, *parameter 16-10 Verm. [kW]* voor kW, *parameter 16-11 Verm. [pk]* voor pk. Als *parameter 0-03 Regionale instellingen* is ingesteld op [1] *Noord-Amerika*, wordt het motorvermogen niet in kW maar in pk weergegeven.
- Uitlezing gebruiker, *parameter 16-09 Standaard uitlez.*
- Motortoerental [tpm], *parameter 16-17 Snelh. [RPM]*.

6.3.2 Quick Menu

Gebruik het snelmenu om de meestgebruikte functies te programmeren. Via [Quick Menu] hebt u toegang tot de volgende onderdelen:

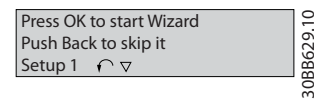
- Opstartwizard voor toepassingen zonder terugkoppeling. Zie *Afbeelding 6.4* voor meer informatie.
- Wizard voor toepassingen met terugkoppeling. Zie *Afbeelding 6.5* voor meer informatie.
- Motorsetup. Zie *Tabel 6.6* voor meer informatie.
- Gemaakte wijzigingen.

De ingebouwde wizard leidt de installateur op duidelijke en gestructureerde wijze door de setup van de frequentieregelaar voor het configureren van toepassingen met of zonder terugkoppeling en voor een snelle configuratie van de motorinstellingen.



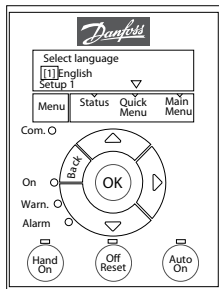
Afbeelding 6.2 Bedrading frequentieregelaar

De wizard wordt na inschakeling weergegeven totdat er een parameter is gewijzigd. De wizard kan altijd opnieuw worden opgestart via het snelmenu. Druk op [OK] om de wizard te starten. Druk op [Back] om terug te keren naar de statusweergave.



Afbeelding 6.3 Wizard voor opstarten/afsluiten

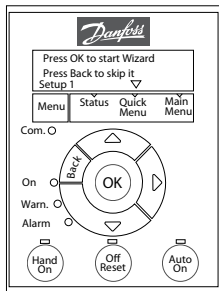
At power-up, select the preferred language.



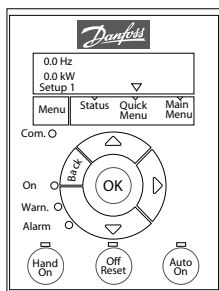
Power-up Screen



The next screen is the Wizard screen.

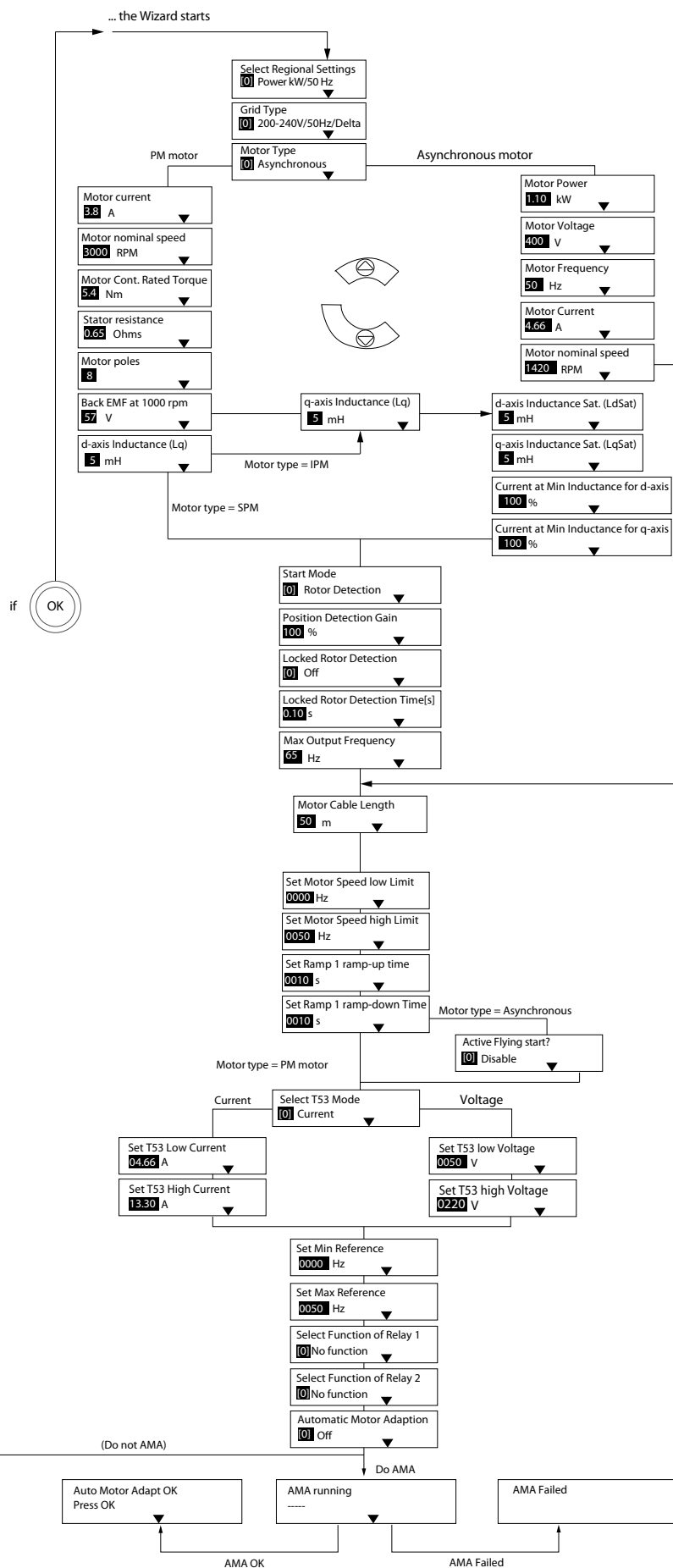


Wizard Screen



Status Screen

The Wizard can always be reentered via the Quick Menu



130BC244.16

Afbeelding 6.4 Setupwizard voor toepassingen zonder terugkoppeling

Setupwizard voor toepassingen zonder terugkoppeling

Parameter	Optie	Standard	Gebruik
Parameter 0-03 Regionale instellingen	[0] International (Internationaal) [1] US (VS)	[0] Internationaal	–
Parameter 0-06 Type net	[0] 200–240 V/50 Hz/IT-grid [1] 200–240 V/50 Hz/Delta [2] 200–240 V/50 Hz [10] 380–440 V/50 Hz/IT-grid [11] 380–440 V/50 Hz/Delta [12] 380–440 V/50 Hz [20] 440–480 V/50 Hz/IT-grid [21] 440–480 V/50 Hz/Delta [22] 440–480 V/50 Hz [30] 525–600 V/50 Hz/IT-grid [31] 525–600 V/50 Hz/Delta [32] 525–600 V/50 Hz [100] 200–240 V/60 Hz/IT-grid [101] 200–240 V/60 Hz/Delta [102] 200–240 V/60 Hz [110] 380–440 V/60 Hz/IT-grid [111] 380–440 V/60 Hz/Delta [112] 380–440 V/60 Hz [120] 440–480 V/60 Hz/IT-grid [121] 440–480 V/60 Hz/Delta [122] 440–480 V/60 Hz [130] 525–600 V/60 Hz/IT-grid [131] 525–600 V/60 Hz/Delta [132] 525–600 V/60 Hz	Afhankelijk van grootte	Selecteer de bedieningsmodus die bij het starten actief moet zijn wanneer de frequentieregelaar na een uitschakeling weer wordt aangesloten op de netvoeding.

Parameter	Optie	Standard	Gebruik
Parameter 1-10 Motorconstructie	*[0] Asynchroon (Asynchroon) [1] PM, non-salient SPM (PM, niet-uitspringende SPM) [3] PM, salient IPM (PM, uitspringende IPM)	[0] Asynchroon (Asynchroon)	Door het instellen van deze parameter kan de instelling van de volgende parameters wijzigen: <ul style="list-style-type: none"> • Parameter 1-01 Motorbesturingsprincipe. • Parameter 1-03 Koppelkarakteristiek. • Parameter 1-08 Motor Control Bandwidth (Bandbreedte motorregeling). • Parameter 1-14 Verst. demping. • Parameter 1-15 Filtertijdconstante lage snelh. • Parameter 1-16 Filtertijdconstante hoge snelh. • Parameter 1-17 Filtertijdconstante spanning • Parameter 1-20 Motorverm. • Parameter 1-22 Motorspanning. • Parameter 1-23 Motorfrequentie. • Parameter 1-24 Motorstroom. • Parameter 1-25 Nom. motorsnelheid. • Parameter 1-26 Cont. nom. motorkoppel. • Parameter 1-30 Statorweerstand (Rs). • Parameter 1-33 Statorleakreactantie (X1). • Parameter 1-35 Hoofdreactantie (Xh). • Parameter 1-37 Inductantie d-as (Ld). • Parameter 1-38 q-axis Inductance (Lq). • Parameter 1-39 Motorpolen. • Parameter 1-40 Tegen-EMK bij 1000 TPM. • Parameter 1-44 Inductantie d-as verz. (LdSat). • Parameter 1-45 q-axis Inductance Sat. (LqSat). • Parameter 1-46 Verst. positiedetectie. • Parameter 1-48 Current at Min Inductance for d-axis (Stroom bij min. inductantie voor d-as). • Parameter 1-49 Current at Min Inductance for q-axis (Stroom bij min. inductantie voor q-as). • Parameter 1-66 Min. stroom bij lage snelh. • Parameter 1-70 Startmodus. • Parameter 1-72 Startfunctie. • Parameter 1-73 Vlieg. start. • Parameter 1-80 Functie bij stop. • Parameter 1-82 Min. snelh. voor functie bij stop [Hz]. • Parameter 1-90 Thermische motorbeveiliging. • Parameter 2-00 DC-houd/voorverw.stroom. • Parameter 2-01 DC-remstroom. • Parameter 2-02 DC-remtijd. • Parameter 2-04 Inschakelsnelh. DC-rem. • Parameter 2-10 Remfunctie. • Parameter 4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz]. • Parameter 4-19 Max. uitgangsfreq. • Parameter 4-58 Motorfasefunctie ontbreekt. • Parameter 14-65 Toerentalreductie dodetijdcompensatie.

Parameter	Optie	Standard	Gebruik
Parameter 1-20 Motorverm.	0,12-110 kW/ 0,16-150 pk	Afhankelijk van grootte	Stel het motorvermogen in volgens de gegevens van het typeplaatje
Parameter 1-22 Motorspanning	50-1000 V	Afhankelijk van grootte	Stel de motorspanning in volgens de gegevens van het typeplaatje.
Parameter 1-23 Motorfrequentie	20-400 Hz	Afhankelijk van grootte	Voer de motorfrequentie in volgens de gegevens van het typeplaatje.
Parameter 1-24 Motorstroom	0,01-10000,00 A	Afhankelijk van grootte	Stel de motorstroom in volgens de gegevens van het typeplaatje.
Parameter 1-25 Nom. motorsnelheid	50-9999 tpm	Afhankelijk van grootte	Voer het nominale motortoerental in volgens de gegevens van het typeplaatje.
Parameter 1-26 Cont. nom. motorkoppel	0,1-1000,0 Nm	Afhankelijk van grootte	Deze parameter is alleen beschikbaar als <i>parameter 1-10 Motorconstructie</i> is ingesteld op een optie die het gebruik van een permanentmagneetmotor mogelijk maakt. LET OP Het wijzigen van deze parameterwaarde beïnvloedt de instelling van andere parameters.
Parameter 1-29 Autom. aanpassing motorgeg. (AMA)	Zie <i>parameter 1-29 Autom. aanpassing motorgeg. (AMA)</i> .	Off (Uit)	Het uitvoeren van een AMA optimaliseert de motorprestaties.
Parameter 1-30 Statorweerstand (Rs)	0,000-99,990 Ω	Afhankelijk van grootte	Stel de statorweerstandswaarde in.
Parameter 1-37 Inductantie d-as (Ld)	0,000-1000,000 mH	Afhankelijk van grootte	Stel de waarde voor de inductantie van de d-as in. Raadpleeg het datablad voor de permanentmagneetmotor voor de juiste waarde.
Parameter 1-38 q-axis Inductantie (Lq)	0,000-1000,000 mH	Afhankelijk van grootte	Stel de waarde voor de inductantie van de q-as in.
Parameter 1-39 Motorpolen	2-100	4	Stel het aantal motorpolen in.
Parameter 1-40 Tege n-EMK bij 1000 TPM	10-9000 V	Afhankelijk van grootte	Lijnspanning (rms-waarde) tegen-EMK bij 1000 tpm.

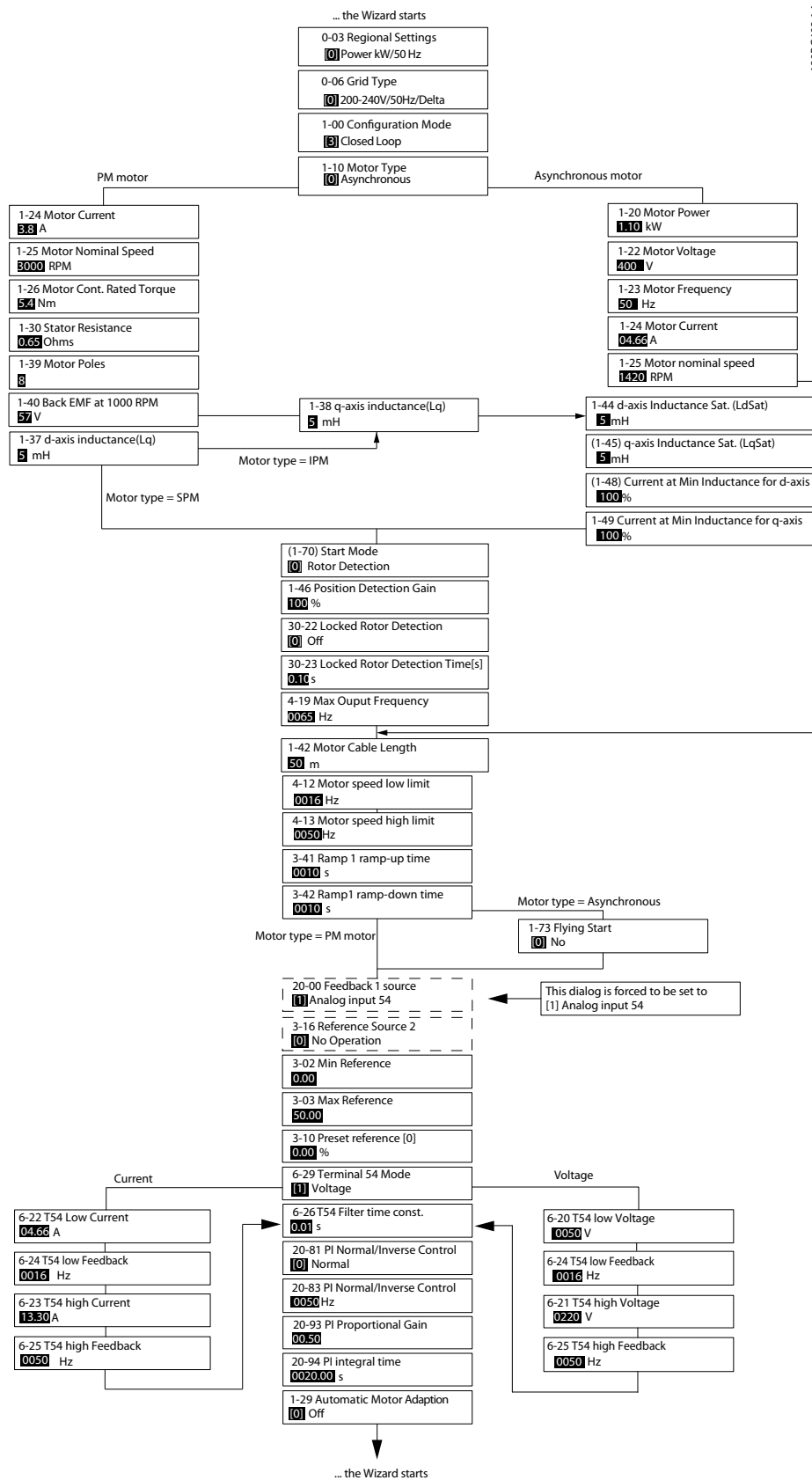
Parameter	Optie	Standard	Gebruik
Parameter 1-42 Lengte motorkabel:	0-100 m	50 m	Voer de lengte van de motorkabel in.
Parameter 1-44 Inductantie d-as verz. (LdSat)	0,000-1000,000 mH	Afhankelijk van grootte	Deze parameter komt overeen met de inductantieverzadiging van Ld. In het ideale geval heeft deze parameter dezelfde waarde als <i>parameter 1-37 Inductantie d-as (Ld)</i> . Als de motorfabrikant echter een inductiecurve heeft vermeld, voert u de inductiewaarde in; dit is 200% van de nominale waarde.
Parameter 1-45 q-axis Inductance Sat. (LqSat)	0,000-1000,000 mH	Afhankelijk van grootte	Deze parameter komt overeen met de inductantieverzadiging van Lq. In het ideale geval heeft deze parameter dezelfde waarde als <i>parameter 1-38 q-axis Inductance (Lq)</i> . Als de motorfabrikant echter een inductiecurve heeft vermeld, voert u de inductiewaarde in; dit is 200% van de nominale waarde.
Parameter 1-46 Verst. positie-detectie	20-200%	100%	Past de hoogte van de testpuls tijdens positiedetectie bij het starten aan.
Parameter 1-48 Current at Min Inductance for d-axis (Stroom bij min. inductantie voor d-as)	20-200%	100%	Voer het verzadigingspunt van de inductantie in.
Parameter 1-49 Current at Min Inductance for q-axis (Stroom bij min. inductantie voor q-as)	20-200%	100%	Deze parameter specificeert de verzadigingscurve van de d- en q-inductantiewaarden. Bij een waarde van deze parameter van 20-100% wordt een lineaire benadering van de inductanties toegepast, vanwege de parameters <i>parameter 1-37 Inductantie d-as (Ld)</i> , <i>parameter 1-38 q-axis Inductance (Lq)</i> , <i>parameter 1-44 Inductantie d-as verz. (LdSat)</i> en <i>parameter 1-45 q-axis Inductance Sat. (LqSat)</i> .
Parameter 1-70 Startmodus	[0] Rotor Detection (Rotordetectie) [1] Parking (Parkeren)	[0] Rotor Detection (Rotordetectie)	Selecteer de startmodus voor de PM-motor.
Parameter 1-73 Vliegstart	[0] Disabled (Uitgesch.) [1] Enabled (Ingesch.)	[0] Disabled (Uitgesch.)	Selecteer [1] Enabled (Ingesch.) als de frequentieregelaar in staat moet zijn een draaiende motor op te vangen bij een netstoring. Selecteer [0] Disabled (Uitgesch.) als deze functie niet vereist is. Als deze parameter is ingesteld op [1] Enabled (Ingesch.), zijn <i>parameter 1-71 Startvertraging</i> en <i>parameter 1-72 Startfunctie</i> niet van toepassing. <i>Parameter 1-73 Vliegstart</i> is alleen actief in de modus VVC+.

Parameter	Optie	Standard	Gebruik
Parameter 3-02 Minimumreferentie	-4999,000-4999,000	0	De minimumreferentie is de laagste waarde die wordt bepaald door de som van alle referenties.
Parameter 3-03 Max. referentie	-4999,000-4999,000	50	De maximumreferentie is de hoogste waarde die wordt bepaald door de som van alle referenties.
Parameter 3-41 Ramp 1 aanlooptijd	0,05-3600,00 s	Afhankelijk van grootte	Bij gebruik van een asynchrone motor bedraagt de aanlooptijd 0 tot de nominale waarde in <i>parameter 1-23 Motorfrequentie</i> . Bij gebruik van een PM-motor bedraagt de aanlooptijd 0 tot <i>parameter 1-25 Nom. motorsnelheid</i> .
Parameter 3-42 Ramp 1 uitlooptijd	0,05-3600,00 s	Afhankelijk van grootte	Voor asynchrone motoren geldt een uitlooptijd vanaf de nominale waarde in <i>parameter 1-23 Motorfrequentie</i> tot 0. Voor PM-motoren geldt een uitlooptijd vanaf <i>parameter 1-25 Nom. motorsnelheid</i> tot 0.
Parameter 4-12 Motorsnelh. lage begr. [Hz]	0,0-400,0 Hz	0 Hz	Stel de minimumbegrenzing voor een laag toerental in.
Parameter 4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz]	0,0-400,0 Hz	100 Hz	Stel de maximumbegrenzing voor een hoog toerental in.
Parameter 4-19 Max. uitgangsfreq.	0,0-400,0 Hz	100 Hz	Stel de waarde voor de maximale uitgangsfrequentie in. Als <i>parameter 4-19 Max. uitgangsfreq.</i> wordt ingesteld op een waarde lager dan <i>parameter 4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz]</i> , wordt <i>parameter 4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz]</i> automatisch ingesteld op de waarde in <i>parameter 4-19 Max. uitgangsfreq.</i>
Parameter 5-40 Functierelais	Zie <i>parameter 5-40 Functierelais</i> .	[9] Alarm	Selecteer de functie voor het besturen van uitgangsrelais 1.
Parameter 5-40 Functierelais	Zie <i>parameter 5-40 Functierelais</i> .	[5] Drive running (Frequentieregelaar actief)	Selecteer de functie voor het besturen van uitgangsrelais 2.
Parameter 6-10 Klemspanning 53 lage spanning	0,00-10,00 V	0,07 V	Voer de spanning in die overeenkomt met de lage referentiewaarde.
Parameter 6-11 Klemspanning 53 hoge spanning	0,00-10,00 V	10 V	Voer de spanning in die overeenkomt met de hoge referentiewaarde.
Parameter 6-12 Klemspanning 53 lage stroom	0,00-20,00 mA	4 mA	Voer de stroom in die overeenkomt met de lage referentiewaarde.

Parameter	Optie	Standard	Gebruik
Parameter 6-13 Klem 53 hoge stroom	0,00-20,00 mA	20 mA	Voer de stroom in die overeenkomt met de hoge referentiewaarde.
Parameter 6-19 Terminal 53 mode	[0] Current (Stroom) [1] Voltage (Spanning)	[1] Spanning	Selecteer of klem 53 wordt gebruikt als stroom- of als spanningsingang.
Parameter 30-22 Beveiliging geblokkeerde rotor	[0] Off (Uit) [1] On (Aan)	[0] Off (Uit)	–
Parameter 30-23 Locked Rotor Detection Time [s]	0,05-1 s	0,10 s	–

Tabel 6.4 Setupwizard voor toepassingen zonder terugkoppeling

Setupwizard voor toepassingen met terugkoppeling



6

Afbeelding 6.5 Setupwizard voor toepassingen met terugkoppeling

Parameter	Bereik	Stand- ard	Gebruik
Parameter 0-03 Regio nale instel- lingen	[0] International (Internationaal) [1] US (VS)	[0] Interna- tionaal	–
Parameter 0-06 Type net	[0]–[132] Zie Tabel 6.4.	Geselec- teerde grootte	Selecteer de bedieningsmodus die bij het starten actief moet zijn wanneer de frequentieregelaar na een uitschakeling weer wordt aangesloten op de netvoeding.
Parameter 1-00 Confi- guratiemo- dus	[0] Open loop (Zonder terugkoppeling) [3] Closed loop (Met terugkop- peling)	[0] Open loop (Zonder terugkop- peling)	Selecteer [3] Closed loop (Met terugkoppeling).

Parameter	Bereik	Stand- ard	Gebruik
Parameter 1-10 Motorconstructie	*[0] Asynchroon (Asynchroon) [1] PM, non-salient SPM (PM, niet-uitspringende SPM) [3] PM, salient IPM (PM, uitspringende IPM)	[0] Asynchroon (Asynchroon)	Door het instellen van deze parameter kan de instelling van de volgende parameters wijzigen: <ul style="list-style-type: none"> • Parameter 1-01 Motorbesturingsprincipe. • Parameter 1-03 Koppelkarakteristiek. • Parameter 1-08 Motor Control Bandwidth (Bandbreedte motorregeling). • Parameter 1-14 Verst. demping. • Parameter 1-15 Filtertijdconstante lage snelh. • Parameter 1-16 Filtertijdconstante hoge snelh. • Parameter 1-17 Filtertijdconstante spanning • Parameter 1-20 Motorverm. • Parameter 1-22 Motorspanning. • Parameter 1-23 Motorfrequentie. • Parameter 1-24 Motorstroom. • Parameter 1-25 Nom. motorsnelheid. • Parameter 1-26 Cont. nom. motorkoppel. • Parameter 1-30 Statorweerstand (Rs). • Parameter 1-33 Statorlecreactantie (X1). • Parameter 1-35 Hoofdreactantie (Xh). • Parameter 1-37 Inductantie d-as (Ld). • Parameter 1-38 q-axis Inductance (Lq). • Parameter 1-39 Motorpolen. • Parameter 1-40 Tegen-EMK bij 1000 TPM. • Parameter 1-44 Inductantie d-as verz. (LdSat). • Parameter 1-45 q-axis Inductance Sat. (LqSat). • Parameter 1-46 Verst. positiedetectie. • Parameter 1-48 Current at Min Inductance for d-axis (Stroom bij min. inductantie voor d-as). • Parameter 1-49 Current at Min Inductance for q-axis (Stroom bij min. inductantie voor q-as). • Parameter 1-66 Min. stroom bij lage snelh. • Parameter 1-70 Startmodus. • Parameter 1-72 Startfunctie. • Parameter 1-73 Vlieg. start. • Parameter 1-80 Functie bij stop. • Parameter 1-82 Min. snelh. voor functie bij stop [Hz]. • Parameter 1-90 Thermische motorbeveiliging. • Parameter 2-00 DC-houd/voorverw.stroom. • Parameter 2-01 DC-remstroom. • Parameter 2-02 DC-remtijd. • Parameter 2-04 Inschakelsnelh. DC-rem. • Parameter 2-10 Remfunctie. • Parameter 4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz]. • Parameter 4-19 Max. uitgangsfreq. • Parameter 4-58 Motorfasefunctie ontbreekt. • Parameter 14-65 Toerentalreductie dodetijdcompensatie.

Parameter	Bereik	Stand- ard	Gebruik
Parameter 1-20 Motorverm.	0,09-110 kW	Afhankelijk van grootte	Stel het motorvermogen in volgens de gegevens van het typeplaatje
Parameter 1-22 Motorspanning	50-1000 V	Afhankelijk van grootte	Stel de motorspanning in volgens de gegevens van het typeplaatje.
Parameter 1-23 Motorfrequentie	20-400 Hz	Afhankelijk van grootte	Voer de motorfrequentie in volgens de gegevens van het typeplaatje.
Parameter 1-24 Motorstroom	0-10000 A	Afhankelijk van grootte	Stel de motorstroom in volgens de gegevens van het typeplaatje.
Parameter 1-25 Nom. motorsnelheid	50-9999 tpm	Afhankelijk van grootte	Voer het nominale motortoerental in volgens de gegevens van het typeplaatje.
Parameter 1-26 Cont. nom. motorkoppel	0,1-1000,0 Nm	Afhankelijk van grootte	Deze parameter is alleen beschikbaar als <i>parameter 1-10 Motorconstructie</i> is ingesteld op een optie die het gebruik van een permanentmagneetmotor mogelijk maakt. LET OP Het wijzigen van deze parameterwaarde beïnvloedt de instelling van andere parameters.
Parameter 1-29 Autom. aanpassing motorgeg. (AMA)		Off (Uit)	Het uitvoeren van een AMA optimaliseert de motorprestaties.
Parameter 1-30 Statorweerstand (Rs)	0-99,990 Ω	Afhankelijk van grootte	Stel de statorweerstandswaarde in.
Parameter 1-37 Inductantie d-as (Ld)	0,000-1000,000 mH	Afhankelijk van grootte	Stel de waarde voor de inductantie van de d-as in. Raadpleeg het datablad voor de permanentmagneetmotor voor de juiste waarde.
Parameter 1-38 q-axis Inductance (Lq)	0,000-1000,000 mH	Afhankelijk van grootte	Stel de waarde voor de inductantie van de q-as in.
Parameter 1-39 Motorpolen	2-100	4	Stel het aantal motorpolen in.
Parameter 1-40 Tegen-EMK bij 1000 TPM	10-9000 V	Afhankelijk van grootte	Lijnspanning (rms-waarde) tegen-EMK bij 1000 tpm.
Parameter 1-42 Lengte motorkabel:	0-100 m	50 m	Voer de lengte van de motorkabel in.

Parameter	Bereik	Stand- ard	Gebruik
<i>Parameter 1-44 Inductantie d-as verz. (LdSat)</i>	0,000-1000,000 mH	Afhankelijk van grootte	Deze parameter komt overeen met de inductantieverzadiging van Ld. In het ideale geval heeft deze parameter dezelfde waarde als <i>parameter 1-37 Inductantie d-as (Ld)</i> . Als de motorfabrikant echter een inductiecurve heeft vermeld, voert u de inductiewaarde in; dit is 200% van de nominale waarde.
<i>Parameter 1-45 q-axis Inductance Sat. (LqSat)</i>	0,000-1000,000 mH	Afhankelijk van grootte	Deze parameter komt overeen met de inductantieverzadiging van Lq. In het ideale geval heeft deze parameter dezelfde waarde als <i>parameter 1-38 q-axis Inductance (Lq)</i> . Als de motorfabrikant echter een inductiecurve heeft vermeld, voert u de inductiewaarde in; dit is 200% van de nominale waarde.
<i>Parameter 1-46 Verst. positiedetectie</i>	20–200%	100%	Past de hoogte van de testpuls tijdens positiedetectie bij het starten aan.
<i>Parameter 1-48 Current at Min Inductance for d-axis (Stroom bij min. inductantie voor d-as)</i>	20–200%	100%	Voer het verzadigingspunt van de inductantie in.
<i>Parameter 1-49 Current at Min Inductance for q-axis (Stroom bij min. inductantie voor q-as)</i>	20–200%	100%	Deze parameter specificeert de verzadigingscurve van de d- en q-inductantiewaarden. Bij een waarde van deze parameter van 20-100% wordt een lineaire benadering van de inductanties toegepast, vanwege de parameters <i>parameter 1-37 Inductantie d-as (Ld)</i> , <i>parameter 1-38 q-axis Inductance (Lq)</i> , <i>parameter 1-44 Inductantie d-as verz. (LdSat)</i> en <i>parameter 1-45 q-axis Inductance Sat. (LqSat)</i> .
<i>Parameter 1-70 Startmodus</i>	[0] Rotor Detection (Rotordetectie) [1] Parking (Parkeren)	[0] Rotor Detection (Rotorde- tectie)	Selecteer de startmodus voor de PM-motor.
<i>Parameter 1-73 Vlieg. start</i>	[0] Disabled (Uitgesch.) [1] Enabled (Ingesch.)	[0] Disabled (Uitgesch.) [1] Enabled (Ingesch.)	Selecteer [1] Enabled (Ingesch.) als de frequentieregelaar in staat moet zijn een draaiende motor op te vangen, bijvoorbeeld in ventilatortoepassingen. Als PM is geselecteerd, is deze parameter ingeschakeld.
<i>Parameter 3-02 Minimumreferentie</i>	-4999,000-4999,000	0	De minimumreferentie is de laagste waarde die wordt bepaald door de som van alle referenties.
<i>Parameter 3-03 Max. referentie</i>	-4999,000-4999,000	50	De maximumreferentie is de hoogste waarde die wordt bepaald door de som van alle referenties.
<i>Parameter 3-10 Ingeselde ref.</i>	-100–100%	0	Voer het setpoint in.

Parameter	Bereik	Stand-ard	Gebruik
Parameter 3-41 Ramp 1 aanlooptijd	0,05-3600,0 s	Afhankelijk van grootte	Aanlooptijd vanaf 0 tot de nominale waarde in <i>parameter 1-23 Motorfrequentie</i> voor asynchrone motoren. Aanlooptijd vanaf 0 tot <i>parameter 1-25 Nom. motorsnelheid</i> voor PM-motoren.
Parameter 3-42 Ramp 1 uitlooptijd	0,05-3600,0 s	Afhankelijk van grootte	Uitlooptijd vanaf de nominale waarde in <i>parameter 1-23 Motorfrequentie</i> tot 0 voor asynchrone motoren. Uitlooptijd vanaf <i>parameter 1-25 Nom. motorsnelheid</i> tot 0 voor PM-motoren.
Parameter 4-12 Motorsnelh. lage begr. [Hz]	0,0-400,0 Hz	0,0 Hz	Stel de minimumbegrenzing voor een laag toerental in.
Parameter 4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz]	0,0-400,0 Hz	100 Hz	Stel de maximumbegrenzing voor een hoog toerental in.
Parameter 4-19 Max. uitgangsfreq.	0,0-400,0 Hz	100 Hz	Stel de waarde voor de maximale uitgangsfrequentie in. Als <i>parameter 4-19 Max. uitgangsfreq.</i> wordt ingesteld op een waarde lager dan <i>parameter 4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz]</i> , wordt <i>parameter 4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz]</i> automatisch ingesteld op de waarde in <i>parameter 4-19 Max. uitgangsfreq.</i>
Parameter 6-20 Klem 54 lage spanning	0,00-10,00 V	0,07 V	Voer de spanning in die overeenkomt met de lage referentiewaarde.
Parameter 6-21 Klem 54 hoge spanning	0,00-10,00 V	10,00 V	Voer de spanning in die overeenkomt met de hoge referentiewaarde.
Parameter 6-22 Klem 54 lage stroom	0,00-20,00 mA	4,00 mA	Voer de stroom in die overeenkomt met de lage referentiewaarde.
Parameter 6-23 Klem 54 hoge stroom	0,00-20,00 mA	20,00 mA	Voer de stroom in die overeenkomt met de hoge referentiewaarde.
Parameter 6-24 Klem 54 lage ref./terugkopp. waarde	-4999-4999	0	Voer de terugkoppelingswaarde in die overeenkomt met de in <i>parameter 6-20 Klem 54 lage spanning/parameter 6-22 Klem 54 lage stroom</i> ingestelde spanning of stroom.
Parameter 6-25 Klem 54 hoge ref./terugkopp. waarde	-4999-4999	50	Voer de terugkoppelingswaarde in die overeenkomt met de in <i>parameter 6-21 Klem 54 hoge spanning/parameter 6-23 Klem 54 hoge stroom</i> ingestelde spanning of stroom.

Parameter	Bereik	Stand- ard	Gebruik
Parameter 6-26 Klem 54 filter tijdconstante	0,00-10,00 s	0,01	Stel de filtertijdconstante in.
Parameter 6-29 Klem 54 modus	[0] Current (Stroom) [1] Voltage (Spanning)	[1] Spanning	Selecteer of klem 54 wordt gebruikt als stroom- of als spanningsingang.
Parameter 20-81 PI normaal/inv regeling	[0] Normal (Normaal) [1] Inverse (Geïnverteerd)	[0] Normal (Normaal)	Selecteer [0] Normal (Normaal) om de procesregeling zo in te stellen dat de uitgangssnelheid wordt verhoogd wanneer de procesfout positief is. Selecteer [1] Inverse (Geïnverteerd) om de uitgangssnelheid te verlagen.
Parameter 20-83 PI startsnellid [Hz]	0-200 Hz	0 Hz	Stel het motortoerental in dat moet worden bereikt als startsignaal voor de PI-regeling.
Parameter 20-93 PI prop. versterking	0,00-10,00	0,01	Stel de proportionele versterking voor de procesregelaar in. Een hoge versterking zorgt voor een snelle regeling. Als de versterking echter te hoog is, kan het proces instabiel worden.
Parameter 20-94 PI Integral Time	0,1-999,0 s	999,0 s	Stel de integratietijd voor de procesregelaar in. Een korte integratietijd zorgt voor een snelle regeling. Als de integratietijd echter te kort is, kan het proces instabiel worden. Een extreem lange integratietijd schakelt de integratieactie uit.
Parameter 30-22 Beveiliging geblokkeerde rotor	[0] Off (Uit) [1] On (Aan)	[0] Off (Uit)	–
Parameter 30-23 Locked Rotor Detection Time [s]	0,05-1,00 s	0,10 s	–

Tabel 6.5 Setupwizard voor toepassingen met terugkoppeling

Motorsetup

De motorsetupwizard leidt gebruikers stap voor stap door de benodigde motorparameters.

Parameter	Bereik	Stand- ard	Gebruik
Parameter 0-03 Regionale instellingen	[0] International (Internationaal) [1] US (VS)	0	–
Parameter 0-06 Type net	[0]–[132] Zie Tabel 6.4.	Afhankelijk van grootte	Selecteer de bedieningsmodus die bij het starten actief moet zijn wanneer de frequentieregelaar na een uitschakeling weer wordt aangesloten op de netvoeding.

Parameter	Bereik	Stand- ard	Gebruik
Parameter 1-10 Motorconstructie	*[0] Asynchroon (Asynchroon) [1] PM, non-salient SPM (PM, niet-uitspringende SPM) [3] PM, salient IPM (PM, uitspringende IPM)	[0] Asynchroon (Asynchroon)	Door het instellen van deze parameter kan de instelling van de volgende parameters wijzigen: <ul style="list-style-type: none"> • Parameter 1-01 Motorbesturingsprincipe. • Parameter 1-03 Koppelkarakteristiek. • Parameter 1-08 Motor Control Bandwidth (Bandbreedte motorregeling). • Parameter 1-14 Verst. demping. • Parameter 1-15 Filtertijdconstante lage snelh. • Parameter 1-16 Filtertijdconstante hoge snelh. • Parameter 1-17 Filtertijdconstante spanning • Parameter 1-20 Motorverm. • Parameter 1-22 Motorspanning. • Parameter 1-23 Motorfrequentie. • Parameter 1-24 Motorstroom. • Parameter 1-25 Nom. motorsnelheid. • Parameter 1-26 Cont. nom. motorkoppel. • Parameter 1-30 Statorweerstand (Rs). • Parameter 1-33 Statorlecreactantie (X1). • Parameter 1-35 Hoofdreactantie (Xh). • Parameter 1-37 Inductantie d-as (Ld). • Parameter 1-38 q-axis Inductance (Lq). • Parameter 1-39 Motorpolen. • Parameter 1-40 Tegen-EMK bij 1000 TPM. • Parameter 1-44 Inductantie d-as verz. (LdSat). • Parameter 1-45 q-axis Inductance Sat. (LqSat). • Parameter 1-46 Verst. positiedetectie. • Parameter 1-48 Current at Min Inductance for d-axis (Stroom bij min. inductantie voor d-as). • Parameter 1-49 Current at Min Inductance for q-axis (Stroom bij min. inductantie voor q-as). • Parameter 1-66 Min. stroom bij lage snelh. • Parameter 1-70 Startmodus. • Parameter 1-72 Startfunctie. • Parameter 1-73 Vlieg. start. • Parameter 1-80 Functie bij stop. • Parameter 1-82 Min. snelh. voor functie bij stop [Hz]. • Parameter 1-90 Thermische motorbeveiliging. • Parameter 2-00 DC-houd/voorverw.stroom. • Parameter 2-01 DC-remstroom. • Parameter 2-02 DC-remtijd. • Parameter 2-04 Inschakelsnelh. DC-rem. • Parameter 2-10 Remfunctie. • Parameter 4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz]. • Parameter 4-19 Max. uitgangsfreq. • Parameter 4-58 Motorfasefunctie ontbreekt. • Parameter 14-65 Toerentalreductie dodetijdcompensatie.

Parameter	Bereik	Stand- ard	Gebruik
Parameter 1-20 Motorverm.	0,12-110 kW/ 0,16-150 pk	Afhankelijk van grootte	Stel het motorvermogen in volgens de gegevens van het typeplaatje
Parameter 1-22 Motorspanning	50-1000 V	Afhankelijk van grootte	Stel de motorspanning in volgens de gegevens van het typeplaatje.
Parameter 1-23 Motorfrequentie	20-400 Hz	Afhankelijk van grootte	Voer de motorfrequentie in volgens de gegevens van het typeplaatje.
Parameter 1-24 Motorstroom	0,01-10000,00 A	Afhankelijk van grootte	Stel de motorstroom in volgens de gegevens van het typeplaatje.
Parameter 1-25 Nom. motorsnelheid	50-9999 tpm	Afhankelijk van grootte	Voer het nominale motortoerental in volgens de gegevens van het typeplaatje.
Parameter 1-26 Cont. nom. motorkoppel	0,1-1000,0 Nm	Afhankelijk van grootte	Deze parameter is alleen beschikbaar als <i>parameter 1-10 Motorconstructie</i> is ingesteld op een optie die het gebruik van een permanentmagneetmotor mogelijk maakt. LET OP Het wijzigen van deze parameterwaarde beïnvloedt de instelling van andere parameters.
Parameter 1-30 Statorweerstand (Rs)	0-99,990 Ω	Afhankelijk van grootte	Stel de statorweerstandswaarde in.
Parameter 1-37 Inductantie d-as (Ld)	0,000-1000,000 mH	Afhankelijk van grootte	Stel de waarde voor de inductantie van de d-as in. Raadpleeg het datablad voor de permanentmagneetmotor voor de juiste waarde.
Parameter 1-38 q-axis Inductance (Lq)	0,000-1000,000 mH	Afhankelijk van grootte	Stel de waarde voor de inductantie van de q-as in.
Parameter 1-39 Motorpolen	2-100	4	Stel het aantal motorpolen in.
Parameter 1-40 Tegen-EMK bij 1000 TPM	10-9000 V	Afhankelijk van grootte	Lijnspanning (rms-waarde) tegen-EMK bij 1000 tpm.
Parameter 1-42 Lengte motorkabel:	0-100 m	50 m	Voer de lengte van de motorkabel in.
Parameter 1-44 Inductantie d-as verz. (LdSat)	0,000-1000,000 mH	Afhankelijk van grootte	Deze parameter komt overeen met de inductantieverzadiging van Ld. In het ideale geval heeft deze parameter dezelfde waarde als <i>parameter 1-37 Inductantie d-as (Ld)</i> . Als de motorfabrikant echter een inductiecurve heeft vermeld, voert u de inductiewaarde in; dit is 200% van de nominale waarde.

Parameter	Bereik	Stand- ard	Gebruik
<i>Parameter 1-45 q-axis Inductance Sat. (LqSat)</i>	0,000-1000,000 mH	Afhankelijk van grootte	Deze parameter komt overeen met de inductantieverzadiging van Lq. In het ideale geval heeft deze parameter dezelfde waarde als <i>parameter 1-38 q-axis Inductance (Lq)</i> . Als de motorfabrikant echter een inductiecurve heeft vermeld, voert u de inductiewaarde in; dit is 200% van de nominale waarde.
<i>Parameter 1-46 Verst. positiedetectie</i>	20–200%	100%	Past de hoogte van de testpuls tijdens positiedetectie bij het starten aan.
<i>Parameter 1-48 Current at Min Inductance for d-axis (Stroom bij min. inductantie voor d-as)</i>	20–200%	100%	Voer het verzadigingspunt van de inductantie in.
<i>Parameter 1-49 Current at Min Inductance for q-axis (Stroom bij min. inductantie voor q-as)</i>	20–200%	100%	Deze parameter specificeert de verzadigingscurve van de d- en q-inductantiewaarden. Bij een waarde van deze parameter van 20-100% wordt een lineaire benadering van de inductanties toegepast, vanwege de parameters <i>parameter 1-37 Inductantie d-as (Ld)</i> , <i>parameter 1-38 q-axis Inductance (Lq)</i> , <i>parameter 1-44 Inductantie d-as verz. (LdSat)</i> en <i>parameter 1-45 q-axis Inductance Sat. (LqSat)</i> .
<i>Parameter 1-70 Startmodus</i>	[0] Rotor Detection (Rotordetectie) [1] Parking (Parkeren)	[0] Rotor Detection (Rotorde- tectie)	Selecteer de startmodus voor de PM-motor.
<i>Parameter 1-73 Vlieg. start</i>	[0] Disabled (Uitgesch.) [1] Enabled (Ingesch.)	[0] Disabled (Uitgesch.)	Selecteer [1] Enabled (Ingesch.) als de frequentieregelaar in staat moet zijn een draaiende motor op te vangen.
<i>Parameter 3-41 Ramp 1 aanlooptijd</i>	0,05-3600,0 s	Afhankelijk van grootte	Aanlooptijd vanaf 0 tot de nominale waarde in <i>parameter 1-23 Motorfrequentie</i> .
<i>Parameter 3-42 Ramp 1 uitlooptijd</i>	0,05-3600,0 s	Afhankelijk van grootte	Uitlooptijd vanaf de nominale waarde in <i>parameter 1-23 Motorfrequentie</i> tot 0.
<i>Parameter 4-12 Motorsnelh. lage begr. [Hz]</i>	0,0-400,0 Hz	0,0 Hz	Stel de minimumbegrenzing voor een laag toerental in.

Parameter	Bereik	Stand- ard	Gebruik
Parameter 4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz]	0,0-400,0 Hz	100,0 Hz	Stel de maximumbegrenzing voor een hoog toerental in.
Parameter 4-19 Max. uitgangsfreq.	0,0-400,0 Hz	100,0 Hz	Stel de waarde voor de maximale uitgangsfrequentie in. Als parameter 4-19 Max. uitgangsfreq. wordt ingesteld op een waarde lager dan parameter 4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz], wordt parameter 4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz] automatisch ingesteld op de waarde in parameter 4-19 Max. uitgangsfreq.
Parameter 30-22 Beveiliging geblokkeerde rotor	[0] Off (Uit) [1] On (Aan)	[0] Off (Uit)	-
Parameter 30-23 Locked Rotor Detection Time [s]	0,05-1,00 s	0,10 s	-

Tabel 6.6 Instellingen Motorsetupwizard

Gemaakte wijzigingen

De functie Changes Made (Gemaakte wijzigingen) toont alle parameters die zijn gewijzigd ten opzichte van de standaardinstelling.

- De lijst toont alleen parameters die zijn gewijzigd in de huidige, te bewerken setup.
- Parameters die weer op de standaardwaarde zijn ingesteld, worden niet vermeld.
- De melding *Empty (Leeg)* geeft aan dat geen van de parameters is gewijzigd.

Parameterinstellingen wijzigen

1. Om het snelmenu te activeren, drukt u herhaaldelijk op de [Menu]-toets totdat het lampje boven Quick Menu brandt.
2. Gebruik [▲] [▼] voor het selecteren van de wizard, de setup voor een regeling met terugkoppeling, de motorsetup of de gemaakte wijzigingen.
3. Druk op [OK].
4. Gebruik [▲] [▼] om door de parameters in het snelmenu te navigeren.
5. Druk op [OK] om een parameter te selecteren.
6. Gebruik [▲] [▼] om de waarde van de geselecteerde parameter te wijzigen.
7. Druk op [OK] om de wijziging op te slaan.
8. Druk twee keer op [Back] om naar Status te gaan of druk één keer op [Menu] om naar Main Menu te gaan.

Het hoofdmenu biedt toegang tot alle parameters

1. Druk herhaaldelijk op de [Menu]-toets totdat het lampje boven Main Menu brandt.
2. Gebruik [▲] [▼] om door de parametergroepen te navigeren.
3. Druk op [OK] om een parametergroep te selecteren.
4. Gebruik [▲] [▼] om door de parameters binnen een bepaalde groep te navigeren.
5. Druk op [OK] om de parameter te selecteren.
6. Gebruik [▲] [▼] om de waarde van de geselecteerde parameter in te stellen of te wijzigen.
7. Druk op [OK] om de wijziging op te slaan.

6.3.3 Main Menu

Druk op [Menu] om toegang te krijgen tot het hoofdmenu en alle parameters te programmeren. De parameters van het hoofdmenu zijn direct toegankelijk, tenzij er een wachtwoord is ingesteld via *parameter 0-60 Wachtw. hoofdmenu*.

Voor de meeste toepassingen is het niet nodig om parameters te selecteren via het hoofdmenu. Het snelmenu biedt de snelste en eenvoudigste manier om toegang te krijgen tot de typisch vereiste parameters.

6.4 Snel overzetten van parameterinstellingen naar andere frequentieomvormers

Wanneer de setup van een frequentieregelaar voltooid is, kunt u de gegevens het beste in het LCP of met behulp van de MCT 10 setupsoftware op een pc opslaan.

Gegevens overzetten van frequentieregelaar naar LCP

1. Ga naar *parameter 0-50 LCP kopiëren*.
2. Druk op [OK].
3. Selecteer [1] *Alles naar LCP*.
4. Druk op [OK].

Sluit het LCP aan op een andere frequentieregelaar en kopieer de parameterinstellingen ook naar die frequentieregelaar.

Gegevens overzetten van LCP naar frequentieregelaar

1. Ga naar *parameter 0-50 LCP kopiëren*.
2. Druk op [OK].
3. Selecteer [2] *Alles vanaf LCP*.
4. Druk op [OK].

6.5 Geïndexeerde parameters uitlezen en programmeren

Selecteer de parameter, druk op [OK] en gebruik [▲]/[▼] om door de geïndexeerde waarden te schuiven. Wijzig de waarde van de parameter door de geïndexeerde waarde te selecteren en op [OK] te drukken. Wijzig de waarde met behulp van [▲]/[▼]. Druk op [OK] om de nieuwe instelling op te slaan. Druk op [Cancel] om te annuleren. Druk op [Back] om de parameter te verlaten.

6.6 Initialiseren naar standaardinstellingen

Er zijn 2 manieren om de standaardinstellingen van de frequentieregelaar te herstellen.

Aanbevolen initialisatie

1. Selecteer *parameter 14-22 Bedrijfsmodus*.
2. Druk op [OK].
3. Selecteer [2] *Initialisatie* en druk op [OK].
4. Onderbreek de voeding naar de frequentieregelaar en wacht totdat het display uitgaat.
5. Sluit de netvoeding weer aan. De frequentieregelaar is nu gereset, met uitzondering van de volgende parameters:
 - *Parameter 1-06 Richting rechtsom*
 - *Parameter 8-30 Protocol*
 - *Parameter 8-31 Adres*

- *Parameter 8-32 Baudsnelheid*
- *Parameter 8-33 Par./stopbits*
- *Parameter 8-35 Min. responsvertr.*
- *Parameter 8-36 Max. responsvertr.*
- *Parameter 8-37 Max. tss.-tekenvertr.*
- *Parameter 8-70 BACnet Device Voorbl*
- *Parameter 8-72 MS/TP Max Masters (Max. masters MS/TP)*
- *Parameter 8-73 MS/TP Max Info Frames (Max. informatieframes MS/TP)*
- *Parameter 8-74 "Startup I am"*
- *Parameter 8-75 Initialisatie wachtw.*
- *Parameter 15-00 Bedrijfsuren tot parameter 15-05 x Overspann.*
- *Parameter 15-03 Inschakelingen*
- *Parameter 15-04 x Overtemp.*
- *Parameter 15-05 x Overspann.*
- *Parameter 15-30 Alarmlog: foutcode*
- *Parameter group 15-4* Drive identification (ID frequentieregelaar)*
- *Parameter 18-10 Brandmoduslog: event*

2-vingerige initialisatie

De andere manier om de frequentieregelaar terug te zetten naar de standaardinstellingen is door middel van 2-vingerige initialisatie:

1. Schakel de frequentieregelaar uit.
2. Druk op [OK] en [Menu].
3. Schakel de frequentieregelaar in terwijl u deze toetsen 10 s ingedrukt houdt.
4. De frequentieregelaar is nu gereset, met uitzondering van de volgende parameters:

- *Parameter 1-06 Richting rechtsom*
- *Parameter 15-00 Bedrijfsuren*
- *Parameter 15-03 Inschakelingen*
- *Parameter 15-04 x Overtemp.*
- *Parameter 15-05 x Overspann.*
- *Parameter group 15-4* Drive identification (ID frequentieregelaar)*
- *Parameter 18-10 Brandmoduslog: event*

De initialisatie van de parameters wordt na inschakeling bevestigd door de melding *alarm 80, Drive initialised (Omv. geinitial.)* op het display.

7 Installatie en setup RS485

7.1 RS485

7.1.1 Overzicht

RS485 is een 2-draads businterface die compatibel is met de multi-droptopologie, d.w.z. dat busdeelnemers kunnen worden aangesloten als bus of via dropkabels vanaf een gemeenschappelijke hoofdlijn. Op 1 netwerksegment kunnen in totaal 32 busdeelnemers worden aangesloten. De netwerksegmenten worden onderling gekoppeld door middel van repeaters.

LET OP

Elke repeater fungeert als een busdeelnemer binnen het segment waarin deze geïnstalleerd is. Elke busdeelnemer in een bepaald netwerk moet een (bus)adres hebben dat binnen alle segmenten uniek is.

Sluit elk segment aan beide uiteinden af met behulp van de eindschakelaar (S801) van de frequentieregelaars of een afsluitweerstandnetwerk. Gebruik altijd afgeschermd kabels met gedraaide paren (STP – screened twisted pair) voor de busbekabeling en werk volgens goede standaard installatiepraktijken.

Het is belangrijk om ervoor te zorgen dat de afscherming voor elke busdeelnemer is voorzien van een aardverbinding met lage impedantie. Verbind een groot oppervlak van de afscherming met aarde, bijvoorbeeld door middel van een kabelklem of een geleidende kabelwartel. Gebruik potentiaalvereffeningskabels om in het gehele netwerk dezelfde aardpotentiaal te handhaven, met name in installaties met lange kabels.

Gebruik altijd hetzelfde type kabel binnen het gehele netwerk om problemen met verschillende impedanties te voorkomen. Gebruik altijd een afgeschermd motorkabel om een motor aan te sluiten op de frequentieregelaar.

Kabel	Afgeschermd met gedraaide paren (STP)
Impedantie [Ω]	120
Kabellengte [m (ft)]	Maximaal 1200 m (3937 ft) (inclusief dropkabels). Maximaal 500 m (1640 ft) van station naar station.

Tabel 7.1 Kabelspecificaties

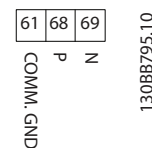
7.1.2 Netwerkaansluiting

Sluit de frequentieregelaar als volgt aan op het RS485-netwerk (zie tevens *Afbeelding 7.1*):

1. Sluit de signaaldraden aan op klem 68 (P+) en klem 69 (N-) op de hoofdstuurkaart van de frequentieregelaar.
2. Sluit de kabelafscherming aan op de kabelklemmen.

LET OP

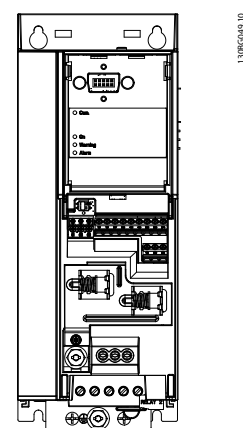
Gebruik afgeschermd kabels met gedraaide paren om ruis tussen geleiders te beperken.



Afbeelding 7.1 Netwerkaansluiting

7.1.3 Hardwaresetup voor frequentieregelaar

Gebruik de afsluiter-DIP-switch op de hoofdstuurkaart van de frequentieregelaar om de RS485-bus af te sluiten.



Afbeelding 7.2 Fabrieksinstelling eindschakelaar

De fabrieksinstelling voor de DIP-switch is UIT.

7.1.4 Parameterinstellingen voor Modbus-communicatie

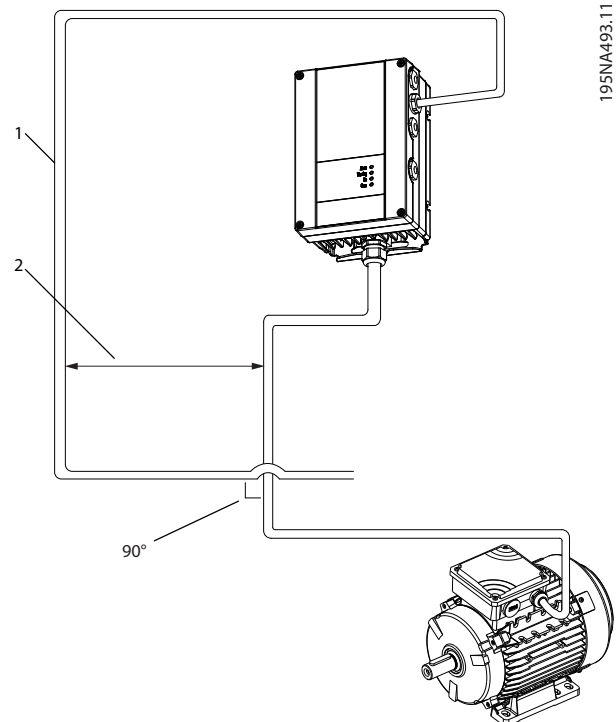
Parameter	Functie
Parameter 8-30 Protocol	Selecteer het voor de RS485-interface te gebruiken toepassingsprotocol.
Parameter 8-31 Adres	Stel het (bus)adres in. LET OP Het adresbereik is afhankelijk van het protocol dat is geselecteerd in parameter 8-30 Protocol.
Parameter 8-32 Baudsnelheid	Stel de baudsnelheid in. LET OP De standaard baudsnelheid is afhankelijk van het protocol dat is geselecteerd in parameter 8-30 Protocol.
Parameter 8-33 Pariteit/stopbits	Stel de pariteit en het aantal stopbits in. LET OP De standaardinstelling is afhankelijk van het protocol dat is geselecteerd in parameter 8-30 Protocol.
Parameter 8-35 Min. responsvertr.	Specificeer de minimale vertragingstijd tussen het ontvangen van een verzoek en het verzenden van een respons. Deze functie wordt gebruikt om responsvertragingen van het modem af te handelen.
Parameter 8-36 Max. responsvertr.	Specificeer de maximaal toegestane vertragingstijd tussen het verzenden van een verzoek en het ontvangen van een respons.
Parameter 8-37 Max. tss.-tekenvertr.	Specificeer de maximaal toegestane vertragingstijd tussen 2 ontvangen bytes om te zorgen voor een time-out wanneer het zenden wordt onderbroken. LET OP De standaardinstelling is afhankelijk van het protocol dat is geselecteerd in parameter 8-30 Protocol.

Tabel 7.2 Parameterinstellingen Modbus-communicatie

7.1.5 EMC-voorzorgsmaatregelen

LET OP

Zorg dat relevante nationale en lokale voorschriften ten aanzien van aardverbindingen worden nageleefd. Een onjuiste aarding van de kabels kan leiden tot aantasting van de communicatie en schade aan apparatuur. Houd de RS485-communicatiekabel uit de buurt van kabels voor motor en remweerstand, om koppeling van hoogfrequente ruis tussen de kabels te vermijden. Gewoonlijk is een afstand van 200 mm (8 in) voldoende. Houd een zo groot mogelijke afstand tussen de kabels aan, vooral wanneer kabels parallel lopen over lange afstanden. Als kruisen onvermijdelijk is, moet de RS485-kabel de kabels voor motor en remweerstand kruisen onder een hoek van 90°.



195NA493.11

1	Veldbuskabel
2	Afstand van minimaal 200 mm (8 in)

Afbeelding 7.3 Minimumafstand tussen communicatiekabels en voedingskabels

7.2 FC-protocol

7.2.1 Overzicht

Het FC-protocol, ook wel aangeduid als FC-bus of standaardbus, is de standaard veldbus van Danfoss. Het specificeert een toegangsmethode op basis van het master-slaveprincipe voor communicatie via een seriële bus.

Op de bus kunnen één master en maximaal 126 slaves worden aangesloten. De master selecteert de afzonderlijke slaves via een adresteken in het telegram. Een slave kan zelf nooit zenden zonder een verzoek hiertoe, en rechtstreeks berichtenverkeer tussen afzonderlijke slaves is dan ook niet mogelijk. Communicatie vindt plaats in de halfduplexmodus.

De masterfunctie kan niet worden overgedragen aan een andere busdeelnemer (systeem met één master).

De fysieke laag wordt gevormd door RS485. Hiervoor wordt dus de RS485-poort gebruikt die is ingebouwd in de frequentieregelaar. Het FC-protocol ondersteunt diverse telegramindelingen:

- Een korte gegevensindeling met 8 bytes voor procesdata.
- Een lange gegevensindeling van 16 bytes inclusief een parameterkanaal.
- Een gegevensindeling die wordt gebruikt voor tekst.

7.2.2 FC met Modbus RTU

Het FC-protocol biedt toegang tot het stuurwoord en de busreferentie van de frequentieregelaar.

Het stuurwoord stelt de Modbus-master in staat om diverse belangrijke functies van de frequentieregelaar te besturen.

- Start
- De frequentieregelaar kan op verschillende manieren worden gestopt:
 - Vrijloop
 - Snelle stop
 - Stop via DC-rem
 - Normale (ramp)stop
- Reset na een uitschakeling (trip)
- Draaien op diverse vooraf ingestelde toerentallen
- Omgekeerd draaien
- Wijziging van de actieve setup
- Besturing van de 2 in de frequentieregelaar ingebouwde relais

De busreferentie wordt gewoonlijk gebruikt voor een snelheidsregeling. Het is ook mogelijk om toegang te krijgen tot deze parameters, deze uit te lezen en, waar mogelijk, er waarden naartoe te schrijven. Toegang tot deze parameters biedt een reeks besturingsopties, waaronder het regelen van het setpoint van de frequentieregelaar als gebruik wordt gemaakt van de interne PI-regelaar.

7.3 Parameterinstellingen om het protocol in te schakelen

Stel de volgende parameters in om het FC-protocol voor de frequentieregelaar in te schakelen.

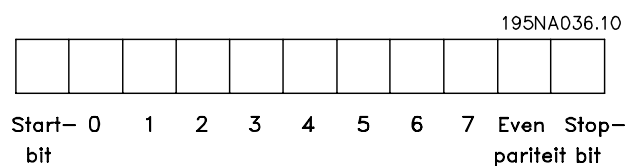
Parameter	Instelling
Parameter 8-30 Protocol	FC
Parameter 8-31 Adres	1-126
Parameter 8-32 Baudsnelheid	2400-115200
Parameter 8-33 Par./stopbits	Even Parity, 1 Stop Bit (Even pariteit, 1 stopbit) (standaard)

Tabel 7.3 Parameters om het protocol in te schakelen

7.4 Berichtframingstructuur FC-protocol

7.4.1 Inhoud van een teken (byte)

Elk overgedragen teken begint met een startbit. Dan volgen 8 databits, dat wil zeggen één byte. Elk teken wordt beveiligd via een pariteitsbit. Deze bit wordt op 1 ingesteld wanneer pariteit wordt bereikt. Pariteit houdt in dat het aantal binaire enen in de 8 databits en de pariteitsbit samen even is. Het teken eindigt met een stopbit en bestaat in totaal dus uit 11 bits.



Afbeelding 7.4 Inhoud van een teken

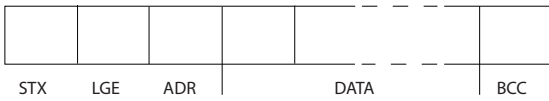
7.4.2 Telegramstructuur

Elk telegram heeft de volgende structuur:

- Startteken (STX) = 02 hex
- Een byte die de telegramlengte aangeeft (LGE)
- Een byte die het adres van de frequentieregelaar aangeeft (ADR)

Dan volgt een aantal databytes (variabel, afhankelijk van het telegramtype).

Het telegram eindigt met een datastuurbyte (BCC).



Afbeelding 7.5 Telegramstructuur

195NA099.10

7.4.3 Telegramlengte (LGE)

De telegramlengte is het aantal databytes plus de adresbyte ADR en de datastuurbyte BCC.

4 databytes	$LGE = 4 + 1 + 1 = 6$ bytes
12 databytes	$LGE = 12 + 1 + 1 = 14$ bytes
Telegrammen die tekst bevatten	$10^{11}+n$ bytes

Tabel 7.4 Telegramlengte

1) De 10 staat voor de vaste tekens, terwijl n variabel is (afhankelijk van de lengte van de tekst).

7.4.4 Adres frequentieregelaar (ADR)

Adresindeling 1-126

- Bit 7 = 1 (adresindeling 1-126 actief)
- Bit 0-6 = frequentieregelaaradres 1-126
- Bit 0-6 = 0 broadcast

De slave zendt de ongewijzigde adresbyte terug naar de master in het antwoordtelegram.

7.4.5 Datastuurbyte (BCC)

De checksum wordt berekend als een XOR-functie. Voordat de eerste byte van het telegram ontvangen is, is de berekende checksum 0.

7.4.6 Het dataveld

De structuur van datablokken hangt af van het type telegram. Er zijn 3 telegramtypen; het type telegram geldt voor zowel stuurtelegrammen (master → slave) als antwoordtelegrammen (slave → master).

De 3 telegramtypen zijn:

Procesblok (PCD)

Het PCD bestaat uit een datablok van 4 bytes (2 woorden) en bevat:

- stuurwoord en referentiewaarde (van master naar slave)
- statuswoord en actuele uitgangsfrequentie (van slave naar master).

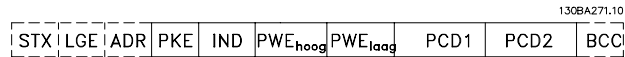


Afbeelding 7.6 Procesblok

130BA271.10

Parameterblok

Het parameterblok wordt gebruikt voor het overdragen van parameters tussen master en slave. Het datablok bestaat uit 12 bytes (6 woorden) en bevat ook het procesblok.

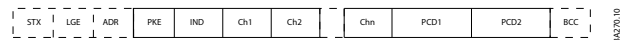


Afbeelding 7.7 Parameterblok

130BA271.10

Tekstblok

Het tekstblok wordt gebruikt om teksten te lezen of te schrijven via het datablok.



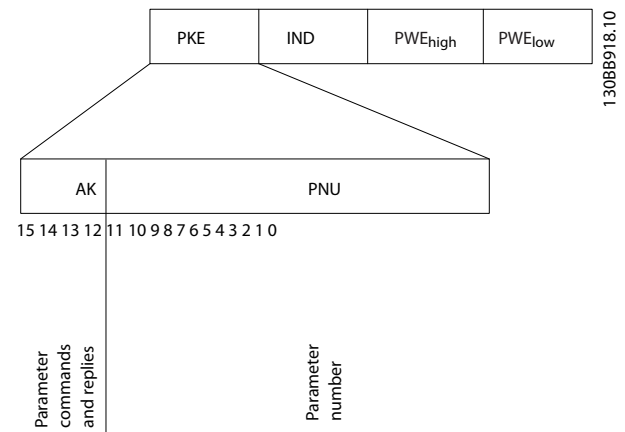
Afbeelding 7.8 Tekstblok

130BA271.10

7.4.7 Het PKE-veld

Het PKE-veld bevat 2 subvelden:

- parametercommando en antwoord (AK)
- Parameternummer (PNU)



Afbeelding 7.9 PKE-veld

130BB918.10

De bits 12-15 worden gebruikt voor het overdragen van parametercommando's van master naar slave en voor de verwerkte antwoorden van de slave terug naar de master.

Parametercommando's master ⇒ slave				
Bitnummer				Parametercommando
15	14	13	12	
0	0	0	0	Geen commando
0	0	0	1	Lezen parameterwaarde
0	0	1	0	Schrijven parameterwaarde in RAM (woord)
0	0	1	1	Schrijven parameterwaarde in RAM (dubbel woord)
1	1	0	1	Schrijven parameterwaarde in RAM en EEPROM (dubbel woord)
1	1	1	0	Schrijven parameterwaarde in RAM en EEPROM (woord)
1	1	1	1	Lezen tekst

Tabel 7.5 Parametercommando's

Antwoord slave ⇒ master				
Bitnummer				Antwoord
15	14	13	12	
0	0	0	0	Geen antwoord
0	0	0	1	Parameterwaarde overgedragen (woord)
0	0	1	0	Parameterwaarde overgedragen (dubbel woord)
0	1	1	1	Commando kan niet worden uitgevoerd
1	1	1	1	Tekst overgedragen

Tabel 7.6 Antwoord

Als het commando niet kan worden uitgevoerd, stuurt de slave het antwoord *0111 Commando kan niet worden uitgevoerd* en wordt de volgende foutmelding weergegeven in *Tabel 7.7*.

Foutcode	Specificatie FC
0	Ongeldig parameternummer
1	Parameter kan niet worden gewijzigd
2	Bovenste of onderste begrenzing is overschreden
3	Subindex is beschadigd
4	Geen array
5	Verkeerd datatype
6	Niet gebruikt
7	Niet gebruikt
9	Beschrijving element is niet beschikbaar
11	Geen toegang voor schrijven van parameters
15	Geen tekst beschikbaar
17	Niet van toepassing tijdens bedrijf
18	Overige fouten
100	–
>100	–
130	Geen bustoegang voor deze parameter
131	Schrijven naar fabriekssetup is niet mogelijk
132	Geen LCP-toegang

Foutcode	Specificatie FC
252	Onbekende viewer
253	Verzoek wordt niet ondersteund
254	Onbekend attribuut
255	Geen fout

Tabel 7.7 Slaverapport

7.4.8 Parameternummer (PNU)

De bitnummers 0-11 dragen parameternummers over. De functie van de betreffende parameter wordt toegelicht in de parameterbeschrijving in *hoofdstuk 6 Programmeren*.

7.4.9 Index (IND)

De index wordt samen met het parameternummer gebruikt voor lees-/schrijftoegang tot parameters met een index, bijvoorbeeld *parameter 15-30 Alarmlog: foutcode*. De index bestaat uit 2 bytes: een lage byte en een hoge byte.

Alleen de lage byte wordt gebruikt als index.

7.4.10 Parameterwaarde (PWE)

Het parameterwaardeblok bestaat uit 2 woorden (4 bytes) en de waarde hangt af van het gegeven commando (AK). De master vraagt om een parameterwaarde wanneer het PWE-blok geen waarde bevat. Om een parameterwaarde te wijzigen (schrijven), schrijft u de nieuwe waarde in het PWE-blok en verzendt u dit van de master naar de slave.

Als de slave antwoordt op een parameterverzoek (leescommando), wordt de actuele parameterwaarde naar het PWE-blok overgedragen en teruggezonden naar de master. Als een parameter geen numerieke waarde bevat maar verschillende dataopties, bijvoorbeeld *parameter 0-01 Taal*, selecteert u de gewenste datawaarde door de waarde in te voeren in het PWE-blok. Via seriële communicatie is het alleen mogelijk om parameters met datatype 9 (tekstreeks) te lezen.

Parameter 15-40 FC-type tot parameter 15-53 Serienr. voedingskaart bevatten datatype 9.

Zo kunt u bijvoorbeeld het vermogen van de eenheid en het netspanningsbereik uitlezen via *parameter 15-40 FC-type*. Wanneer een tekstreeks wordt overgedragen (lezen), is de lengte van het telegram variabel, aangezien de teksten in lengte variëren. De telegramlengte wordt gedefinieerd in de 2e byte van het telegram (LGE). Bij tekstoverdracht geeft het indexteken aan of het om een lees- of een schrijfcommando gaat.

Om een tekst via het PWE-blok te lezen, stelt u het parametercommando (AK) in op F hex. De hoge byte van het indexteken moet 4 zijn.

7.4.11 Datatypen die door de frequentieregelaar worden ondersteund

Zonder teken betekent dat er geen teken in het telegram opgenomen is.

Datatypes	Beschrijving
3	Integer 16
4	Integer 32
5	Zonder teken 8
6	Zonder teken 16
7	Zonder teken 32
9	Tekstreeks

Tabel 7.8 Datatypes

7.4.12 Conversie

De *programmeerhandleiding* bevat een beschrijving van de attributen van elke parameter. Parameterwaarden worden enkel als gehele getallen overgedragen. Om decimalen over te dragen, worden conversiefactoren gebruikt.

Parameter 4-12 Motorsnelh. lage begr. [Hz] heeft een conversiefactor van 0,1. Om de minimumfrequentie op 10 Hz in te stellen, moet de waarde 100 worden overgedragen. Een conversiefactor van 0,1 betekent dat de overgebrachte waarde met 0,1 vermenigvuldigd zal worden. Een waarde van 100 wordt dus geïnterpreteerd als 10,0.

Conversie-index	Conversiefactor
74	3600
2	100
1	10
0	1
-1	0,1
-2	0,01
-3	0,001
-4	0,0001
-5	0,00001

Tabel 7.9 Conversie

7.4.13 Proceswoorden (PCD)

Het blok proceswoorden is verdeeld in 2 blokken van 16 bits, die altijd in de gegeven volgorde voorkomen.

PCD 1	PCD 2
Stuurtelegram (master ⇒ slave) Stuurwoord	Referentiewaarde
Stuurtelegram (slave ⇒ master) Statuswoord	Actuele uitgangsfrequentie

Tabel 7.10 Proceswoorden (PCD)

7.5 Voorbeelden

7.5.1 Een parameterwaarde schrijven

Stel *parameter 4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz]* in op 100 Hz.

Schrijf de gegevens in EEPROM.

PKE = E19E hex – schrijf één woord in *parameter 4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz]*:

- IND = 0000 hex
- PWEHIGH = 0000 hex
- PWELOW = 03E8 hex

Datawaarde 1000, komt overeen met 100 Hz; zie *hoofdstuk 7.4.12 Conversie*.

Afbeelding 7.10 toont hoe het telegram eruitziet.

E19E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

130BA092.10

Afbeelding 7.10 Telegram

LET OP

Parameter 4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz] is één woord en het parametercommando voor het schrijven naar EEPROM is *E*. *Parameter 4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz]* komt overeen met 19E hex.

Het antwoord van de slave aan de master wordt weergegeven in *Afbeelding 7.11*.

119E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

130BA093.10

Afbeelding 7.11 Antwoord van master

7.5.2 Een parameterwaarde lezen

Lees de waarde in *parameter 3-41 Ramp 1 aanlooptijd*.

PKE = 1155 hex – lees parameterwaarde in *parameter 3-41 Ramp 1 aanlooptijd*:

- IND = 0000 hex
- PWE_{HIGH} = 0000 hex
- PWE_{LOW} = 0000 hex

1155	H	0000	H	0000	H	0000	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

130BA094.10

Afbeelding 7.12 Telegram

Als de waarde in *parameter 3-41 Ramp 1 aanlooptijd* 10 s is, is het antwoord van de slave aan de master zoals aangegeven in *Afbeelding 7.13*.

1155	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

130BA267.10

Afbeelding 7.13 Antwoord

3E8 hex komt overeen met 1000 decimaal. De conversie-index voor *parameter 3-41 Ramp 1 aanlooptijd* is -2, oftewel 0,01.

Parameter 3-41 Ramp 1 aanlooptijd is van het type *Zonder teken 32*.

7.6 Overzicht Modbus RTU

7.6.1 Inleiding

Danfoss gaat ervan uit dat de geïnstalleerde regelaar de interfaces in dit document ondersteunt en dat strikt wordt voldaan aan de vereisten voor de regelaar en de frequentieregelaar, inclusief de gespecificeerde beperkingen.

De ingebouwde Modbus RTU (Remote Terminal Unit) dient om te communiceren met elke mogelijke regelaar die de in dit document vermelde interfaces ondersteunt. Er is aangenomen dat de gebruiker volledig op de hoogte is van de functies en beperkingen van de regelaar.

7.6.2 Overzicht

In deze sectie wordt het proces beschreven dat een regelaar gebruikt om toegang te vragen tot een ander apparaat. Dit proces is hetzelfde voor alle netwerktypen voor fysieke communicatie. Dit proces bepaalt bijvoorbeeld hoe de Modbus RTU reageert op verzoeken van een ander apparaat en de wijze waarop fouten worden gedetecteerd en gerapporteerd. Het zorgt tevens voor een standaard formaat voor de indeling en inhoud van telegramvelden.

Tijdens communicatie over een Modbus RTU-netwerk bepaalt het protocol hoe elke regelaar

- het adres van het apparaat verkrijgt
- een aan de regelaar geadresseerd telegram herkent
- bepaalt welke acties moeten worden ondernomen
- gegevens of andere informatie uit het telegram haalt.

Als een antwoord nodig is, zal de regelaar het antwoordtelegram opstellen en verzenden.

Regelaars communiceren via een master-slavemethode waarbij enkel de master transacties (zogenaamde query's) kan initiëren. Slaves reageren door de gevraagde data aan de master te leveren of de via de query gevraagde actie uit te voeren.

De master kan afzonderlijke slaves aanspreken of een broadcasttelegram naar alle slaves sturen. Wanneer een slave een query ontvangt die specifiek aan hem is geadresseerd, zendt hij een antwoord terug. Na een broadcastquery van de master wordt geen antwoord teruggezonden.

Het Modbus RTU-protocol bepaalt de indeling voor de master-query door de volgende gegevens aan te leveren:

- het adres van het apparaat (of de broadcast)
- een functiecode die de gevraagde actie definieert
- eventuele te verzenden data
- een foutcontroleveld.

Ook het antwoordtelegram van het slaveapparaat wordt gedefinieerd op basis van het Modbus-protocol. Het bevat velden voor het bevestigen van de uitgevoerde actie, eventuele terug te zenden data, en een foutcontroleveld. Als bij de ontvangst van het telegram een fout optreedt, of als de slave niet in staat is om de gevraagde actie uit te voeren, zal de slave een foutmelding genereren en die als antwoord terugzenden. In plaats hiervan kan er ook een time-out optreden.

7

7.6.3 Frequentieregelaar met Modbus RTU

De frequentieregelaar communiceert in Modbus RTU-indeling over de ingebouwde RS485-interface. Modbus RTU biedt toegang tot het stuurwoord en de busreferentie van de frequentieregelaar.

Het stuurwoord stelt de Modbus-master in staat om diverse belangrijke functies van de frequentieregelaar te besturen.

- Start
- Diverse stops:
 - Vrijloop
 - Snelle stop
 - Stop via DC-rem
 - Normale (ramp)stop
- Reset na een uitschakeling (trip)
- Draaien op diverse vooraf ingestelde toerentallen
- Omgekeerd draaien
- Wijzigen van de actieve setup
- Besturen van het ingebouwde relais van de frequentieregelaar

De busreferentie wordt gewoonlijk gebruikt voor een snelheidsregeling. Het is ook mogelijk om toegang te krijgen tot deze parameters, deze uit te lezen en, waar mogelijk, er waarden naartoe te schrijven. Toegang tot deze parameters biedt een reeks besturingsopties, waaronder het regelen van het setpoint van de frequentieregelaar als gebruik wordt gemaakt van de interne PI-regelaar.

7.7 Netwerkconfiguratie

Stel de volgende parameters in om Modbus RTU op de frequentieregelaar in te schakelen:

Parameter	Instelling
Parameter 8-30 Protocol	Modbus RTU
Parameter 8-31 Adres	1-247
Parameter 8-32 Baudsnelheid	2400-115200
Parameter 8-33 Par./stopbits	Even Parity, 1 Stop Bit (Even pariteit, 1 stopbit) (standaard)

Tabel 7.11 Netwerkconfiguratie

7.8 Berichtframingstructuur Modbus RTU

7.8.1 Inleiding

De regelaars zijn ingesteld voor communicatie op het Modbus-netwerk via de RTU (Remote Terminal Unit) modus, waarbij elke byte in een telegram 2 hexadecimale tekens van 4 bits bevat. De gegevensindeling voor elke byte wordt aangegeven in *Tabel 7.12*.

Start bit	Databyte								Stop/pariteit	Stop

Tabel 7.12 Gegevensindeling voor elke byte

Coderingssysteem	8-bits binair, hexadecimaal 0-9, A-F 2 hexadecimale tekens in elk 8-bits veld van het telegram
Bits per byte	<ul style="list-style-type: none"> • 1 startbit • 8 databits; de minst significante bit wordt het eerst verzonden • 1 bit voor even/oneven pariteit; geen bit voor geen pariteit • 1 stopbit bij gebruik pariteit; 2 bits bij geen pariteit
Foutcontroleveld	Cyclical Redundancy Check (CRC)

Tabel 7.13 Bytegegevens

7.8.2 Telegramstructuur Modbus RTU

Het zendende apparaat plaatst een Modbus RTU-telegram in een frame met een bekend start- en eindpunt. Hierdoor kunnen ontvangende apparaten aan het begin van het telegram beginnen, het adresgedeelte lezen, bepalen aan welk apparaat (of alle apparaten bij een broadcasttelegram) het telegram geadresseerd is en herkennen wanneer het telegram volledig is. Onvolledige telegrammen worden gedetecteerd en fouten worden als resultaat gezonden. Tekens voor verzending moeten voor elk veld in hexadecimale notatie 00-FF zijn gesteld. De frequentieregelaar bewaakt de netwerkbus continu, ook tijdens stille intervallen. Wanneer het eerste veld (het adresveld) wordt ontvangen, wordt het door elke frequentieregelaar of apparaat gedecodeerd om te bepalen welk apparaat wordt geadresseerd. Modbus RTU-telegrammen die aan 0 zijn geadresseerd, zijn broadcasttelegrammen. Voor broadcasttelegrammen is geen antwoord toegestaan. In *Tabel 7.14* wordt een typisch telegramframe weergegeven.

Start	Adres	Functie	Data	CRC-controle	Einde
T1-T2-T3-T4	8 bits	8 bits	N x 8 bits	16 bits	T1-T2-T3-T4

Tabel 7.14 Typische telegramstructuur Modbus RTU

7.8.3 Start-/stopveld

Telegrammen starten met een stille periode met een tijdsduur van minstens 3,5 tekens. De stille periode wordt geïmplementeerd als een meervoud van tekenintervallen bij de geselecteerde baudsnelheid van het netwerk (aangegeven als Start T1-T2-T3-T4). Het eerste veld dat moet worden verzonden, is het apparaatadres. Na het laatste verzonden teken volgt een vergelijkbare periode met een tijdsduur van minstens 3,5 tekens om het einde van het telegram aan te geven. Na deze periode kan er een nieuw telegram beginnen.

Verzend het gehele telegramframe als een continue stroom. Als er vóór voltooiing van het frame een stilte valt met een interval van meer dan 1,5 tekens, gooit het ontvangende apparaat het onvolledige telegram weg en gaat het ervan uit dat de volgende byte het adresveld van een nieuw telegram zal bevatten. En als een nieuw telegram begint binnen een interval van 3,5 tekens na een voorgaand telegram, gaat het ontvangende apparaat ervan uit dat dit telegram een vervolg is op het eerdere telegram. Dit gedrag veroorzaakt een time-out (geen antwoord van de slave), omdat de waarde in het laatste CRC-veld niet geldig is voor de gecombineerde telegrammen.

7.8.4 Adresveld

Het adresveld van een telegramframe bevat 8 bits. Geldige adressen voor slaveapparaten liggen in het bereik van 0-247 decimaal. De individuele slaveapparaten krijgen adressen toegewezen in het bereik van 1-247. 0 is gereserveerd voor de broadcastmodus en wordt door alle slaves herkend. Een master adresseert een slave door het slaveadres in het adresveld van het telegram te plaatsen. Wanneer de slave zijn antwoord zendt, plaatst hij het eigen adres in dit adresveld om de master te laten weten welke slave reageert.

7.8.5 Functieveld

Het functieveld van een telegramframe bevat 8 bits. Geldige codes liggen in het bereik van 1-FF. Functievelden worden gebruikt om telegrammen te verzenden tussen master en slave. Wanneer een telegram van een master naar een slaveapparaat wordt verzonden, vertelt het functieveld de slave wat voor actie hij moet uitvoeren. Wanneer de slave antwoord geeft aan de master, gebruikt hij het functieveld om een normaal (foutvrij) antwoord te geven dan wel aan te geven dat er een fout is opgetreden (uitzonderingsantwoord genoemd).

Voor een normaal antwoord zendt de slave simpelweg de originele functiecode terug. Voor een uitzonderingsantwoord zendt de slave een code terug die overeenkomt met de originele functiecode, maar waarbij de meest significante bit op logische 1 is ingesteld. Bovendien plaatst de slave een unieke code in het dataveld van het antwoordtelegram. Deze code vertelt de master wat voor type fout is opgetreden of de reden voor de uitzondering. Zie ook *hoofdstuk 7.8.11 Door Modbus RTU ondersteunde functiecodes* en *hoofdstuk 7.8.12 Uitzonderingscodes Modbus*.

7.8.6 Dataveld

Het dataveld wordt opgebouwd met behulp van 2 hexadecimale getallen, in het bereik van 00-FF hex. Deze getallen bestaan uit 1 RTU-teken. Het dataveld van telegrammen die van een master naar een slaveapparaat worden gezonden, bevat aanvullende informatie die de slave moet gebruiken om overeenkomstig te handelen.

De informatie kan items omvatten zoals:

- speel- of registeradressen
- het aantal items dat moet worden afgehandeld
- het daadwerkelijke aantal databytes in het veld.

7.8.7 CRC-controleveld

Telegrammen bevatten een controleveld dat werkt op basis van de Cyclical Redundancy Check (CRC)-methode. Het CRC-veld controleert de inhoud van het volledige telegram. Deze controle wordt ook toegepast als voor afzonderlijke tekens van het telegram al een pariteitscontrolemethode wordt uitgevoerd. Het zendende apparaat berekent de CRC-waarde en voegt de CRC vervolgens als laatste veld toe aan het telegram. Het ontvangende apparaat berekent opnieuw een CRC bij ontvangst van het telegram en vergelijkt de berekende waarde met de actuele waarde die werd ontvangen in het CRC-veld. 2 ongelijke waarden resulteren in een bus time-out. Het controleveld bevat een 16-bits binaire waarde die wordt geïmplementeerd als 2 bytes van 8 bits. Na implementatie wordt eerst de lage byte van het veld toegevoegd, gevolgd door de hoge byte. De hoge byte van de CRC is de laatste byte die in het telegram wordt verzonden.

7.8.8 Adressering spoelregister

In Modbus zijn alle data georganiseerd in spoelen en registers. Een spoel bevat één bit, terwijl een register een woord van 2 bytes (d.w.z. 16 bits) bevat. Alle data-adressen in Modbus-telegrammen worden berekend vanaf 0. De eerste keer dat een data-item voorkomt, wordt hieraan itemnummer 0 toegewezen. Bijvoorbeeld: de spoel die in een programmeerbare regelaar bekend is als spoel 1, wordt in het adresveld van een Modbus-telegram geadresseerd als spoel 0000. Spoel 127 decimaal wordt geadresseerd als spoel 007E hex (126 decimaal). Register 40001 wordt in het data-adresveld van het telegram geadresseerd als register 0000. Het functievoeld specificiert al een registeractie. Daarom is de referentie 4XXXX impliciet. Register 40108 wordt geadresseerd als register 006B hex (107 decimaal).

7

Spoelnummer	Beschrijving	Signaalrichting
1–16	Stuurwoord frequentieregelaar (zie Tabel 7.16)	Master naar slave
17–32	Bereik toerental of setpointreferentie frequentieregelaar 0x0-0xFFFF (-200% ... ~200%)	Master naar slave
33–48	Statuswoord frequentieregelaar (zie Tabel 7.17)	Slave naar master
49–64	Modus zonder terugkoppeling: uitgangsfrequentie frequentieregelaar. Modus met terugkoppeling: terugkoppelingssignaal frequentieregelaar.	Slave naar master
65	Besturing voor schrijven parameter (master naar slave)	Master naar slave
	0 = wijzigingen van parameterwaarden worden geschreven naar het RAM van de frequentieregelaar	
	1 = wijzigingen van parameterwaarden worden geschreven naar het RAM en EEPROM van de frequentieregelaar	
66–65536	Gereserveerd	–

Tabel 7.15 Spoelregister

Spoel	0	1
01	Digitale referentie, lsb	
02	Digitale referentie, msb	
03	DC-rem	Geen DC-rem
04	Vrijloop na stop	Geen vrijloop na stop
05	Snelle stop	Geen snelle stop
06	Frequentie vasthouden	Frequentie niet vasthouden
07	Rampstop	Start
08	Niet resetten	Reset
09	Geen jog	Jog
10	Ramp 1	Ramp 2
11	Data niet geldig	Data geldig
12	Relais 1 uit	Relais 1 aan
13	Relais 2 uit	Relais 2 aan
14	Setup lsb	
15	–	
16	Niet omkeren	Omkeren

Tabel 7.16 Stuurwoord frequentieregelaar (FC-profiel)

Spoel	0	1
33	Besturing niet gereed	Besturing gereed
34	Frequentieregelaar niet gereed	Frequentieregelaar gereed
35	Vrijloop na stop	Veiligheidsvergrendeling
36	Geen alarm	Alarm
37	Niet gebruikt	Niet gebruikt
38	Niet gebruikt	Niet gebruikt
39	Niet gebruikt	Niet gebruikt
40	Geen waarschuwing	Waarschuwing
41	Niet op referentie	Op referentie
42	Handmodus	Automodus
43	Buiten frequentiebereik	Binnen frequentiebereik
44	Gestopt	Actief
45	Niet gebruikt	Niet gebruikt
46	Geen spanningswaarschuwing	Spanning overschreden
47	Niet binnen stroomgrens	Stroomgrens
48	Thermisch niveau is OK	Thermisch niveau overschreden

Tabel 7.17 Statuswoord frequentieregelaar (FC-profiel)

Busadres	Busregister ¹⁾	PLC-register	Inhoud	Toegang	Beschrijving
0	1	40001	Gereserveerd	–	Gereserveerd voor oudere frequentieregelaars van het type VLT [®] 5000 en VLT [®] 2800.
1	2	40002	Gereserveerd	–	Gereserveerd voor oudere frequentieregelaars van het type VLT [®] 5000 en VLT [®] 2800.
2	3	40003	Gereserveerd	–	Gereserveerd voor oudere frequentieregelaars van het type VLT [®] 5000 en VLT [®] 2800.
3	4	40004	Vrij	–	–
4	5	40005	Vrij	–	–
5	6	40006	Modbus-configuratie	Lezen/ schrijven	Alleen TCP. Gereserveerd voor Modbus TCP (<i>parameter 12-28 Datawaarden opsl.</i> en <i>parameter 12-29 Altijd opslaan</i> – bijvoorbeeld opgeslagen in EEPROM).
6	7	40007	Laatste foutcode	Alleen lezen	Ontvangen foutcode van parameterdatabase; zie WHAT 38295 voor meer informatie.
7	8	40008	Laatste foutregister	Alleen lezen	Adres van het register waar de laatste fout zich voordeed; zie WHAT 38296 voor meer informatie.
8	9	40009	Indexverwijzing	Lezen/ schrijven	Subindex van parameter waarvoor toegang nodig is. Zie WHAT 38297 voor meer informatie.
9	10	40010	<i>Parameter 0-01 Taal</i>	Afhankelijk van toegang tot parameter	<i>Parameter 0-01 Taal</i> (Modbus-register = 10 parameter-nummer) Ruimte van 20 bytes gereserveerd voor parameter in Modbus Map.
19	20	40020	Vrij	–	–
29	30	40030	<i>Parameter 0-03 Regionale instellingen</i>	Afhankelijk van toegang tot parameter	<i>Parameter 0-03 Regionale instellingen</i> Ruimte van 20 bytes gereserveerd voor parameter in Modbus Map.

Tabel 7.18 Adres/registers

1) De waarde die in een Modbus RTU-telegram wordt geschreven, moet 1 cijfer lager zijn dan het registernummer. Zo moet u bijvoorbeeld de waarde 0 in het telegram schrijven om Modbus-register 1 uit te lezen.

7.8.9 Toegang via PCD schrijven/lezen

Het gebruik van de PCD-schrijf/lees-configuratie heeft het voordeel dat de regelaar meer gegevens in 1 telegram kan schrijven of lezen. Via de functiecode Register lezen of Meerdere registers schrijven kunnen tot 63 registers worden geschreven of gelezen in 1 telegram. Ook de opbouw is flexibel, zodat er slechts 2 registers naar de regelaar kunnen worden geschreven, terwijl er 10 registers kunnen worden uitgelezen uit de regelaar.

De PCD-schrijflijst bestaat uit data die vanuit de regelaar naar de frequentieregelaar worden verzonden. Deze data omvatten het stuurwoord, de referentie en toepassings-specifieke data zoals minimumreferentie en ramp-tijden, enzovoort.

7

LET OP

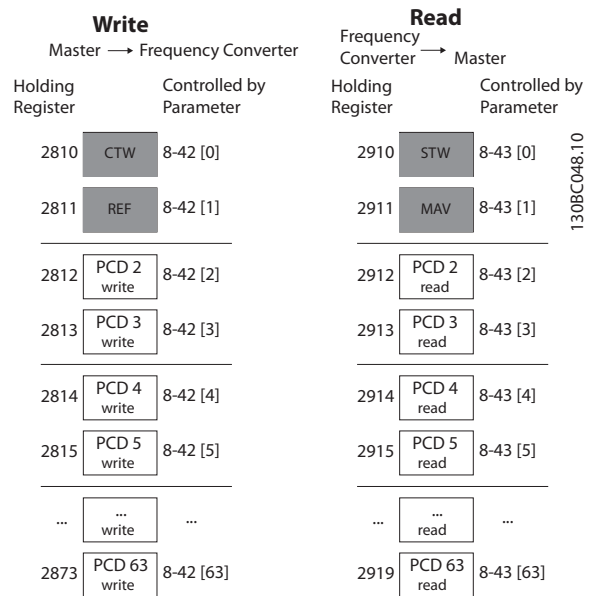
Het stuurwoord en de referentie worden altijd verzonden in de lijst vanuit de regelaar naar de frequentieregelaar.

De PCD-schrijflijst is te configureren in *parameter 8-42 PCD-schrijfconfig*.

De PCD-leeslijst bestaat uit data die vanuit de frequentieregelaar naar de regelaar worden verzonden, zoals statuswoord, voornaamste huidige waarde en toepassings-specifieke data zoals draaiuren, motorstroom en alarmwoord.

LET OP

Het statuswoord en de voornaamste huidige waarde worden altijd verzonden in de lijst vanuit de frequentieregelaar naar de regelaar.



Afbeelding 7.14 Toegang via PCD schrijven/lezen

LET OP

De grijs gemarkeerde velden geven standaardwaarden aan en kunnen niet worden gewijzigd.

LET OP

De 32-bits parameters moeten worden gemapt binnen de grenzen van 32 bits (PCD2 & PCD3 of PCD4 & PCD5, enzovoort), waarbij het parameternummer twee keer wordt gemapt naar *parameter 8-42 PCD-schrijfconfig*, of *parameter 8-43 PCD-leesconfig*.

7.8.10 De frequentieregelaar besturen

Deze sectie beschrijft de codes die kunnen worden gebruikt in de functie- en datavelden van een Modbus RTU-telegram.

7.8.11 Door Modbus RTU ondersteunde functiecodes

Modbus RTU ondersteunt het gebruik van de volgende codes in het functieveld van een telegram.

Functie	Functiecode (hex)
Spoelen lezen	1
Registers lezen	3
Eén spoel schrijven	5
Eén register schrijven	6
Meerdere spoelen schrijven	F
Meerdere registers schrijven	10
Haal comm.geb.teller op	B
Slave-ID rapporteren	11
Meerdere registers lezen/schrijven	17

Tabel 7.19 Functiecodes

Functie	Functiecode	Subfunctiecode	Subfunctie
Diagnostiek	8	1	Communicatie hervatten
		2	Diagnostisch register terugzenden
		10	Tellers en diagnostisch register wissen
		11	Busberichtenteller terugzenden
		12	Buscommunicatiefoutenteller terugzenden
		13	Slavefoutenteller terugzenden
		14	Slaveberichtenteller terugzenden

Tabel 7.20 Functiecodes

7.8.12 Uitzonderingscodes Modbus

Zie hoofdstuk 7.8.5 *Functieveld* voor een volledige beschrijving van de opbouw van een uitzonderingscode.

Code	Naam	Betekenis
1	Ongeldige functie	De functiecode die in de query is ontvangen, is geen geldige actie voor de server (of slave). Dit kan zijn omdat de functiecode alleen van toepassing is op nieuwere apparaten en niet geïmplementeerd is in de geselecteerde eenheid. De code kan ook aangeven dat de server (of slave) niet in de juiste toestand verkeert om een verzoek van dit type te verwerken, bijvoorbeeld omdat hij niet geconfigureerd is en een verzoek krijgt om registerwaarden terug te zenden.

Code	Naam	Betekenis
2	Ongeldig data-adres	Het data-adres dat in de query is ontvangen, is geen geldig adres voor de server (of slave). Beter gezegd: de combinatie van referentienummer en overdrachtslengte is ongeldig. Voor een regelaar met 100 registers zal een verzoek met offset 96 en lengte 4 succesvol zijn; een verzoek met offset 96 en lengte 5 resulteert in uitzondering 02.
3	Ongeldige datawaarde	Een waarde in het queryveld is geen geldige waarde voor de server (of slave). Dit geeft een fout aan in de opbouw van het resterende deel van een complex verzoek, zodat de geïmpliceerde lengte onjuist is. Het betekent NIET dat een data-item dat voor opslag in een register wordt aangeleverd, een waarde heeft die buiten de verwachting van het toepassingsprogramma ligt, omdat het Modbus-protocol zich niet bewust is van de betekenis van specifieke waarden in een bepaald register.
4	Fout slaveapparaat	Er is een onherstelbare fout opgetreden terwijl de server (of slave) probeerde om de gevraagde actie uit te voeren.

Tabel 7.21 Uitzonderingscodes Modbus

7.9 Toegang krijgen tot parameters

7.9.1 Parameterafhandeling

Het PNU (parameternummer) wordt vertaald vanuit het registeradres dat is opgenomen in het Modbus schrijf- of leesbericht. Het parameternummer wordt naar Modbus vertaald als (10 x parameternummer) decimaal. Voorbeeld: Uitlezing *parameter 3-12 Versnell.-/vertrag.-waarde* (16 bits): register 3120 bevat de waarde van de parameter. Een waarde van 1352 (decimaal) betekent dat de parameter is ingesteld op 12,52%.

Uitlezing *parameter 3-14 Ingestelde relatieve ref.* (32 bits): de registers 3410 en 3411 bevatten de waarden van de parameters. Een waarde van 11300 (decimaal) betekent dat de parameter is ingesteld op 1113,00.

Informatie over de parameters, de grootte en de conversie-index vindt u in *hoofdstuk 6 Programmeren*.

7.9.2 Dataopslag

Spoel 65 decimaal bepaalt of data die naar de frequentieregelaar worden geschreven, in EEPROM en RAM (spoel 65 = 1) of enkel in RAM (spoel 65 = 0) worden opgeslagen.

7.9.3 IND (index)

Sommige parameters in de frequentieregelaar zijn arrayparameters, zoals *parameter 3-10 Ingestelde ref.* Omdat Modbus geen ondersteuning biedt voor arrays in de registers, reserveert de frequentieregelaar register 9 als verwijzing naar de array. Voordat u een arrayparameter leest of schrijft, moet u register 9 instellen. Als het register wordt ingesteld op de waarde 2, wordt bij lezen/schrijven naar arrayparameters in het vervolg altijd de index 2 gebruikt.

7.9.4 Tekstblokken

Parameters die als een tekstreeks zijn opgeslagen, kunnen op dezelfde manier worden benaderd als andere parameters. De maximumgrootte van tekstblokken is 20 tekens. Als een leesverzoek voor een parameter om meer tekens vraagt dan in de parameter zijn opgeslagen, wordt het antwoord afgekapt. Als het leesverzoek voor een parameter om minder tekens vraagt dan in de parameter zijn opgeslagen, wordt de ruimte in het antwoord helemaal opgevuld.

7.9.5 Conversiefactor

Een parameterwaarde kan alleen als een geheel getal worden overgedragen. Gebruik een conversiefactor om decimalen over te dragen.

7.9.6 Parameterwaarden

Standaard datatypen

Standaard datatypen zijn int16, int32, uint8, uint16 en uint32. Deze worden opgeslagen als 4x-registers (40001-4FFFF). De parameters worden gelezen met behulp van de functie 03 hex Registers lezen. Parameters worden geschreven met behulp van de functie 6 hex Eén register schrijven voor 1 register (16 bits) en de functie 10 hex Meerdere registers schrijven voor 2 registers (32 bits). Leesbare groottes variëren van 1 register (16 bits) tot 10 registers (20 tekens).

Niet-standaard datatypen

Niet-standaard datatypen zijn tekstreeksen en worden opgeslagen als 4x-registers (40001-4FFFF). De parameters worden gelezen met behulp van functie 03 hex Registers lezen en geschreven met behulp van functie 10 hex Meerdere registers schrijven. Leesbare groottes variëren van 1 register (2 tekens) tot 10 registers (20 tekens).

7.10 Voorbeelden

In de volgende voorbeelden ziet u diverse Modbus RTU-commando's.

7.10.1 Spoelstatus lezen (01 hex)

Beschrijving

Deze functie leest de AAN/UIT-status van discrete uitgangen (spoelen) in de frequentieregelaar. Broadcast is nooit beschikbaar voor leescommando's.

Query

Het querytelegram specificeert de startspoel en het aantal te lezen spoelen. Spoeladressen beginnen bij 0, d.w.z. dat spoel 33 wordt geadresseerd als 32.

Voorbeeld van een verzoek om de spoelen 33-48 (statuswoord) te lezen van slaveapparaat 01.

Veldnaam	Voorbeeld (hex)
Slaveadres	01 (adres frequentieregelaar)
Functie	01 (spoelen lezen)
Startadres HI	00
Startadres LO	20 (32 decimalen) spoel 33
Aantal punten HI	00
Aantal punten LO	10 (16 decimalen)
Foutcontrole (CRC)	-

Tabel 7.22 Query

Antwoord

De spoelstatus in het antwoordtelegram is verpakt als 1 spoel per bit van het dataveld. De status wordt aangegeven als: 1 = AAN; 0 = UIT. De lsb van de eerste databyte bevat de spoel die in de query wordt aangesproken. De andere spoelen volgen in de richting van de meest significante kant van deze byte en van 'minst significant naar meest significant' in de volgende bytes. Als de teruggezonden hoeveelheid spoelen geen meervoud van 8 is, worden de overige bits in de laatste databyte opgevuld met 0-waarden (in de richting van de meest significante kant van de byte). Het bytetellerveld specificeert het aantal complete databytes.

Veldnaam	Voorbeeld (hex)
Slaveadres	01 (adres frequentieregelaar)
Functie	01 (spoelen lezen)
Byteteller	02 (2 bytes met data)
Data (spoel 40-33)	07
Data (spoel 48-41)	06 (STW = 0607 hex)
Foutcontrole (CRC)	-

Tabel 7.23 Antwoord

LET OP

Spoelen en registers worden in Modbus expliciet geadresseerd met een offset van -1. Spoel 33 wordt bijvoorbeeld geadresseerd als spoel 32.

7.10.2 Eén spoel forceren/schrijven (05 hex)

Beschrijving

Deze functie forceert de spoel naar AAN dan wel UIT. In geval van een broadcast dwingt de functie alle aangesloten slaves om dezelfde spoelreferenties te schrijven.

Query

Het querytelegram specificeert dat spoel 65 (besturing voor schrijven parameter) wordt geforceerd. Spoeladressen beginnen bij 0, d.w.z. dat spoel 65 wordt geadresseerd als 64. Data forceren = 00 00 hex (UIT) of FF 00 hex (AAN).

Veldnaam	Voorbeeld (hex)
Slaveadres	01 (adres frequentieregelaar)
Functie	05 (één spoel schrijven)
Spoeladres HI	00
Spoeladres LO	40 (64 decimaal) spoel 65
Data HI forceren	FF
Data LO forceren	00 (FF 00 = AAN)
Foutcontrole (CRC)	-

Tabel 7.24 Query

Antwoord

Het normale antwoord is een echo van de query en wordt teruggezonden nadat de spoelstatus is geforceerd.

Veldnaam	Voorbeeld (hex)
Slaveadres	01
Functie	05
Data HI forceren	FF
Data LO forceren	00
Aantal spoelen HI	00
Aantal spoelen LO	01
Foutcontrole (CRC)	-

Tabel 7.25 Antwoord

7.10.3 Meerdere spoelen forceren/schrijven (0F hex)

Beschrijving

Deze functie forceert elke spoel in een reeks spoelen naar aan dan wel uit. Tijdens een broadcast dwingt de functie alle aangesloten slaves om dezelfde spoelreferenties te schrijven.

Query

Het querytelegram specificeert dat de spoelen 17 tot 32 (toerentalsetpoint) moeten worden geforceerd.

LET OP

Spoeladressen beginnen bij 0, d.w.z. dat spoel 17 wordt geadresseerd als 16.

Veldnaam	Voorbeeld (hex)
Slaveadres	01 (adres frequentieregelaar)
Functie	0F (meerdere spoelen schrijven)
Spoeladres HI	00
Spoeladres LO	10 (spoeladres 17)
Aantal spoelen HI	00
Aantal spoelen LO	10 (16 spoelen)
Byteteller	02
Data HI forceren (spoel 8-1)	20
Data LO forceren (spoel 16-9)	00 (referentie = 2000 hex)
Foutcontrole (CRC)	-

Tabel 7.26 Query

Antwoord

Het normale antwoord zendt het slaveadres, de functiecode, het startadres en het aantal geforceerde spoelen terug.

Veldnaam	Voorbeeld (hex)
Slaveadres	01 (adres frequentieregelaar)
Functie	0F (meerdere spoelen schrijven)
Spoeladres HI	00
Spoeladres LO	10 (spoeladres 17)
Aantal spoelen HI	00
Aantal spoelen LO	10 (16 spoelen)
Foutcontrole (CRC)	-

Tabel 7.27 Antwoord

7.10.4 Registers lezen (03 hex)

Beschrijving

Deze functie leest de inhoud van de registers in de slave.

Query

Het querytelegram specificeert het startregister en het aantal te lezen registers. Registeradressen beginnen bij 0, d.w.z. dat de registers 1-4 worden geadresseerd als 0-3.

Voorbeeld: lees *parameter 3-03 Max. referentie*, register 03030.

Veldnaam	Voorbeeld (hex)
Slaveadres	01
Functie	03 (registers lezen)
Startadres HI	0B (registeradres 3029)
Startadres LO	D5 (registeradres 3029)
Aantal punten HI	00
Aantal punten LO	02 - (parameter 3-03 Max. referentie is 32 bits lang, d.w.z. 2 registers)
Foutcontrole (CRC)	-

Tabel 7.28 Query

Antwoord

De registerdata in het antwoordtelegram zijn verpakt als 2 bytes per register, waarbij de binaire inhoud binnen elke byte rechts wordt uitgelijnd. Voor elk register geldt dat de eerste byte de meest significante bits bevat en het tweede byte de minst significante bits.

Voorbeeld: hex 000088B8 = 35.000 = 35 Hz.

Veldnaam	Voorbeeld (hex)
Slaveadres	01
Functie	03
Byteteller	04
Data HI (register 3030)	00
Data LO (register 3030)	16
Data HI (register 3031)	E3
Data LO (register 3031)	60
Foutcontrole (CRC)	-

Tabel 7.29 Antwoord

7.10.5 Eén register schrijven (06 hex)

Beschrijving

Deze functie stelt een waarde voor één register in.

Query

Het querytelegram specificeert de in te stellen registerreferentie. Registeradressen beginnen bij 0, d.w.z. dat register 1 wordt geadresseerd als 0.

Voorbeeld: Schrijf naar *parameter 1-00 Configuratiemodus*, register 1000.

Veldnaam	Voorbeeld (hex)
Slaveadres	01
Functie	06
Registeradres HI	03 (registeradres 999)
Registeradres LO	E7 (registeradres 999)
Vooraf ingestelde data HI	00
Vooraf ingestelde data LO	01
Foutcontrole (CRC)	-

Tabel 7.30 Query

Antwoord

Het normale antwoord is een echo van de query en wordt teruggezonden nadat de inhoud van het register is overgedragen.

Veldnaam	Voorbeeld (hex)
Slaveadres	01
Functie	06
Registeradres HI	03
Registeradres LO	E7
Vooraf ingestelde data HI	00
Vooraf ingestelde data LO	01
Foutcontrole (CRC)	-

Tabel 7.31 Antwoord

7.10.6 Meerdere registers schrijven (10 hex)

Beschrijving

Deze functie stelt een waarde voor een reeks registers in.

Query

Het querytelegram specificeert de in te stellen registerreferenties. Registeradressen beginnen bij 0, d.w.z. dat register 1 wordt geadresseerd als 0. Voorbeelden van een verzoek om 2 registers in te stellen (stel parameter *parameter 1-24 Motorstroom* in op 738 (7,38 A)):

Veldnaam	Voorbeeld (hex)
Slaveadres	01
Functie	10
Startadres HI	04
Startadres LO	07
Aantal registers HI	00
Aantal registers LO	02
Byteteller	04
Schrijf data HI (register 4: 1049)	00
Schrijf data LO (register 4: 1049)	00
Schrijf data HI (register 4: 1050)	02
Schrijf data LO (register 4: 1050)	E2
Foutcontrole (CRC)	-

Tabel 7.32 Query

Antwoord

Het normale antwoord zendt het slaveadres, de functiecode, het startadres en het aantal ingestelde registers terug.

Veldnaam	Voorbeeld (hex)
Slaveadres	01
Functie	10
Startadres HI	04
Startadres LO	19
Aantal registers HI	00
Aantal registers LO	02
Foutcontrole (CRC)	-

Tabel 7.33 Antwoord

7.10.7 Meerdere registers lezen/schrijven (17 hex)

Beschrijving

Deze functiecode voert een combinatie van 1 leesbewerking en 1 schrijfbewerking uit in één MODBUS-transactie. De schrijfbewerking wordt vóór de leesbewerking uitgevoerd.

Query

Het querybericht specificeert het startadres en het aantal registers dat moet worden gelezen, en tevens het startadres, het aantal registers en de gegevens die moeten worden geschreven. Registeradressen beginnen vanaf nul. Voorbeelden van een verzoek om *parameter 1-24 Motorstroom* in te stellen op 738 (7,38 A) en *parameter 3-03 Max. referentie* te lezen; de waarde hiervan is 50000 (50.000 Hz):

Veldnaam	Voorbeeld (hex)
Slaveadres	01
Functie	17
Startadres HI lezen	0B (registeradres 3029)
Startadres LO lezen	D5 (registeradres 3029)
Aantal te lezen HI	00
Aantal te lezen LO	02 (Parameter 3-03 Max. referentie is 32 bits lang, d.w.z. 2 registers)
Startadres HI schrijven	04 (registeradres 1239)
Startadres LO schrijven	D7 (registeradres 1239)
Aantal te schrijven HI	00
Aantal te schrijven LO	02
Byteteller schrijven	04
Registerwaarde HI schrijven	00
Registerwaarde LO schrijven	00
Registerwaarde HI schrijven	02
Registerwaarde LO schrijven	0E
Foutcontrole (CRC)	-

Tabel 7.34 Query

Antwoord

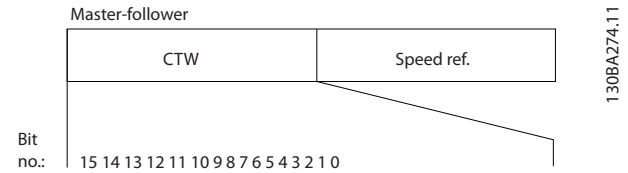
Het normale antwoord bevat de gegevens van de groep registers die werd gelezen. Het bytetellerveld specificeert het aantal bytes dat moet volgen in het leesdataveld.

Veldnaam	Voorbeeld (hex)
Slaveadres	01
Functie	17
Byteteller	04
Registerwaarde HI lezen	00
Registerwaarde LO lezen	00
Registerwaarde HI lezen	C3
Registerwaarde LO lezen	50
Foutcontrole (CRC)	-

Tabel 7.35 Antwoord

7.11 Danfoss FC-stuurprofiel

7.11.1 Stuurwoord volgens het FC-profiel (8-10 Control Profile = FC profile)



Abbeelding 7.15 Stuurwoord volgens het FC-profiel

Bit	Bitwaarde = 0	Bitwaarde = 1
00	Referentiewaarde	Externe selectie, lsb
01	Referentiewaarde	Externe selectie, msb
02	DC-rem	Ramp
03	Vrijloop	Geen vrijloop
04	Snelle stop	Ramp
05	Uitgangsfrequentie vasthouden	Aan-/uitloop gebruiken
06	Rampstop	Start
07	Geen functie	Reset
08	Geen functie	Jog
09	Ramp 1	Ramp 2
10	Data ongeldig	Data geldig
11	Relais 01 open	Relais 01 actief
12	Relais 02 open	Relais 02 actief
13	Parametersetup	Selectie lsb
15	Geen functie	Omkeren

Tabel 7.36 Stuurwoord volgens het FC-profiel

Beschrijving van de stuurbits

Bit 00/01

Bit 00 en 01 worden gebruikt om een keuze te maken tussen de 4 referentiewaarden die zijn voorgeprogrammeerd in *parameter 3-10 Ingestelde ref.* volgens Tabel 7.37.

Geprogrammeerde referentiewaarde	Parameter	Bit 01	Bit 00
1	Parameter 3-10 Ingestelde ref. [0]	0	0
2	Parameter 3-10 Ingestelde ref. [1]	0	1
3	Parameter 3-10 Ingestelde ref. [2]	1	0
4	Parameter 3-10 Ingestelde ref. [3]	1	1

Tabel 7.37 Stuurbits

LET OP

Selecteer een optie in *parameter 8-56 Select. ingestelde ref.* om in te stellen hoe bit 00/01 wordt gecombineerd (gated) met de corresponderende functie op de digitale ingangen.

Bit 02, DC-rem

Bit 02 = 0: leidt tot DC-remmen en stop. Stel de remstroom en de remtijd in via *parameter 2-01 DC-remstroom* en *parameter 2-02 DC-remtijd*.

Bit 02 = 1: leidt tot aan-/uitlopen.

Bit 03, Vrijloop

Bit 03 = 0: de frequentieregelaar geeft de motor onmiddellijk vrij (de uitgangstransistoren worden uitgeschakeld), waarna de motor vrijloopt tot stilstand.
Bit 03 = 1: de frequentieregelaar start de motor als aan de andere startvoorwaarden wordt voldaan.

Selecteer een optie in *parameter 8-50 Vrijlooptselectie* om in te stellen hoe bit 03 wordt gecombineerd (gated) met de corresponderende functie op een digitale ingang.

Bit 04, Snelle stop

Bit 04 = 0: regelt het motortoerental terug tot stop (ingesteld in *parameter 3-81 Snelle stop ramp-tijd*).

Bit 05, Uitgangsfrequentie vasthouden

Bit 05 = 0: de huidige uitgangsfrequentie (in Hz) wordt vastgehouden. Wijzig de vastgehouden uitgangsfrequentie alleen via de digitale ingangen (*parameter 5-10 Klem 18 digitale ingang* tot *parameter 5-13 Klem 29 digitale ingang*), ingesteld op [21] *Speed up (Snelh. omh.)* en [22] *Speed down (Snelh. omlaag)*.

LET OP

Als *Uitgang vasthouden* actief is, kan de frequentieregelaar alleen op 1 van de volgende manieren worden gestopt:

- Bit 03 vrijloop na stop
- Bit 02 DC-rem
- Digitale ingang (*parameter 5-10 Klem 18 digitale ingang* tot *parameter 5-13 Klem 29 digitale ingang*) ingesteld op [5] *DC-brake inverse (DC-rem geïnv.)*, [2] *Coast inverse (Vrijloop geïnv.)* of [3] *Coast and reset inv (Vrijloop & reset inv.)*.

Bit 06, Uitloop stop/start

Bit 06 = 0: leidt tot stop, waarbij het toerental van de motor uitloopt naar stop via de geselecteerde uitloopparameter.

Bit 06 = 1: bit 06 staat toe dat de frequentieregelaar de motor start als aan de andere startcondities wordt voldaan.

Selecteer een optie in *parameter 8-53 Startselectie* om in te stellen hoe bit 06 Rampstop/start wordt gecombineerd (gated) met de corresponderende functie op een digitale ingang.

Bit 07, Reset

Bit 07 = 0: niet resetten.

Bit 07 = 1: heft een uitschakeling op. Reset wordt geactiveerd op de voorflank van een signaal, dat wil zeggen wanneer logische 0 wordt gewijzigd in logische 1.

Bit 08, Jog

Bit 08 = 1: *Parameter 3-11 Jog-snelh. [Hz]* bepaalt de uitgangsfrequentie.

Bit 09, Keuze van aan-/uitloop 1/2

Bit 09 = 0: ramp 1 is actief (*parameter 3-41 Ramp 1 aanlooptijd* tot *parameter 3-42 Ramp 1 uitlooptijd*).

Bit 09 = 1: ramp 2 is actief (*parameter 3-51 Ramp 2 aanlooptijd* tot *parameter 3-52 Ramp 2 uitlooptijd*).

Bit 10, Data niet geldig/data geldig

Bepaal of de frequentieregelaar het stuurwoord moet gebruiken of negeren.

Bit 10 = 0: het stuurwoord wordt genegeerd.

Bit 10 = 1: het stuurwoord wordt gebruikt. Deze functie is van belang omdat het telegram altijd een stuurwoord bevat, ongeacht het telegramtype. Schakel het stuurwoord uit als dat niet hoeft te worden gebruikt bij het bijwerken of lezen van parameters.

Bit 11, Relais 01

Bit 11 = 0: relais niet geactiveerd.

Bit 11 = 1: relais 01 is geactiveerd als [36] *Control word bit 11 (Stuurwoord bit 11)* is geselecteerd in *parameter 5-40 Functierelais*.

Bit 12, relais 02

Bit 12 = 0: relais 02 is niet geactiveerd.

Bit 12 = 1: relais 02 is geactiveerd als [37] *Control word bit 12 (Stuurwoord bit 12)* is geselecteerd in *parameter 5-40 Functierelais*.

Bit 13, Setupselectie

Gebruik bit 13 om een van de 2 menusetups te kiezen aan de hand van *Tabel 7.38*.

Setup	Bit 13
1	0
2	1

Tabel 7.38 Menusetups

De functie is alleen beschikbaar als [9] *Multi Set-up (Multi setup)* is geselecteerd in *parameter 0-10 Actieve setup*.

Selecteer een optie in *parameter 8-55 Setupselectie* om in te stellen hoe bit 13 wordt gecombineerd (gated) met de corresponderende functie op de digitale ingangen.

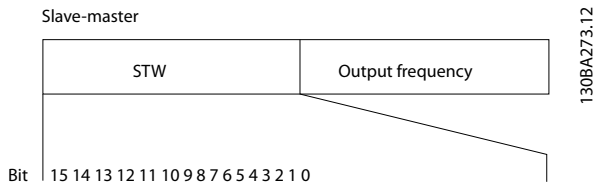
Bit 15 Omkeren

Bit 15 = 0: niet omkeren.

Bit 15 = 1: omkeren. Bij de standaardinstelling is omkeren ingesteld op digitaal in *parameter 8-54 Omkeersselectie*. Bit 15 leidt alleen tot omkeren wanneer [2] *Log. OR* of [3] *Log. AND* is geselecteerd.

7.11.2 Statuswoord volgens FC-profiel (STW)

Stel *parameter 8-30 Protocol* in op [0] FC.



Afbeelding 7.16 Statuswoord

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Besturing niet gereed	Besturing gereed
01	Frequentieregelaar niet gereed	Frequentieregelaar gereed
02	Vrijloop	Ingesch.
03	Geen fout	Uitschakeling (trip)
04	Geen fout	Fout (geen uitschakeling)
05	Gereserveerd	–
06	Geen fout	Uitschakeling met blokkering
07	Geen waarschuwing	Waarschuwing
08	Snelheid ≠ referentie	Snelheid = referentie
09	Lokale bediening	Busbest.
10	Buiten frequentiebegrenzing	Frequentiebegrenzing OK
11	Geen functie	In bedrijf
12	Frequentieregelaar OK	Gestopt, autostart
13	Spanning OK	Spanning overschreden
14	Stroom OK	Stroom overschreden
15	Thermisch niveau OK	Thermisch niveau overschreden

Tabel 7.39 Statuswoord volgens het FC-profiel

Beschrijving van de statusbits

Bit 00, Besturing niet gereed/gereed

Bit 00 = 0: de frequentieregelaar wordt uitgeschakeld.

Bit 00 = 1: de besturingen van de frequentieregelaar zijn gereed, maar het vermogensdeel hoeft niet noodzakelijk-kerwijs spanning te ontvangen (in het geval van een externe 24 V-voeding naar de besturingen).

Bit 01, Frequentieregelaar gereed

Bit 01 = 0: de frequentieregelaar is niet gereed.

Bit 01 = 1: de frequentieregelaar is gereed voor bedrijf, maar het vrijloopcommando is actief via de digitale ingangen of via seriële communicatie.

Bit 02, Vrijloop na stop

Bit 02 = 0: de frequentieregelaar heeft de motor vrijgegeven.

Bit 02 = 1: de frequentieregelaar start de motor met een startcommando.

Bit 03, Geen fout/uitschakeling

Bit 03 = 0: de frequentieregelaar staat niet in de foutmodus.

Bit 03 = 1: de frequentieregelaar wordt uitgeschakeld. Druk op [Reset] om de frequentieregelaar weer in bedrijf te stellen.

Bit 04, Geen fout/fout (geen uitschakeling)

Bit 04 = 0: de frequentieregelaar staat niet in de foutmodus.

Bit 04 = 1: de frequentieregelaar geeft een fout aan, maar wordt niet uitgeschakeld.

Bit 05, Niet gebruikt

Bit 05 wordt niet gebruikt in het statuswoord.

Bit 06, Geen fout/uitschakeling met blokkering

Bit 06 = 0: de frequentieregelaar staat niet in de foutmodus.

Bit 06 = 1: de frequentieregelaar is uitgeschakeld en geblokkeerd.

Bit 07, Geen waarschuwing/waarschuwing

Bit 07 = 0: er zijn geen waarschuwingen.

Bit 07 = 1: er is een waarschuwing.

Bit 08, Toerental ≠ referentie/toerental = referentie

Bit 08 = 0: de motor loopt, maar het huidige toerental wijkt af van de ingestelde toerentalreferentie. Dat kan gebeuren wanneer het toerental wordt verhoogd/verlaagd tijdens starten/stoppen.

Bit 08 = 1: het motortoerental komt overeen met de ingestelde toerentalreferentie.

Bit 09, Lokale bediening/busbesturing

Bit 09 = 0: [Off/Reset] is geactiveerd op de bedienings-eenheid of [2] *Local (Lokaal)* is geselecteerd in *parameter 3-13 Referentieplaats*. De frequentieregelaar kan niet via seriële communicatie worden bestuurd.

Bit 09 = 1: de frequentieregelaar kan via de veldbus/seriële communicatie worden bestuurd.

Bit 10, Buiten frequentiebegrenzing

Bit 10 = 0: de uitgangsfrequentie heeft de ingestelde waarde in *parameter 4-12 Motorsnelh. lage begr. [Hz]* of *parameter 4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz]* bereikt.

Bit 10 = 1: de uitgangsfrequentie bevindt zich binnen de gedefinieerde begrenzings.

Bit 11, Niet in bedrijf/in bedrijf

Bit 11 = 0: de motor loopt niet.

Bit 11 = 1: de frequentieregelaar heeft een startsignaal zonder vrijloop ontvangen.

Bit 12, Frequentieregelaar OK/gestopt, autostart

Bit 12 = 0: er is geen tijdelijke overtemperatuur in de frequentieregelaar.

Bit 12 = 1: de frequentieregelaar stopt vanwege een overtemperatuur, maar de eenheid wordt niet uitgeschakeld en het bedrijf wordt hervat wanneer de overtemperatuur verdwijnt.

Bit 13, Spanning OK/begrenzing overschreden

Bit 13 = 0: er zijn geen spanningswaarschuwingen.

Bit 13 = 1: de DC-spanning in de DC-tussenkring van de frequentieregelaar is te laag of te hoog.

Bit 14, Stroom OK/begrenzing overschreden

Bit 14 = 0: de motorstroom is lager dan de in *parameter 4-18 Current Limit* ingestelde stroomgrens.

Bit 14 = 1: de stroomgrens in *parameter 4-18 Current Limit* is overschreden.

Bit 15, Thermisch niveau OK/begrenzing overschreden

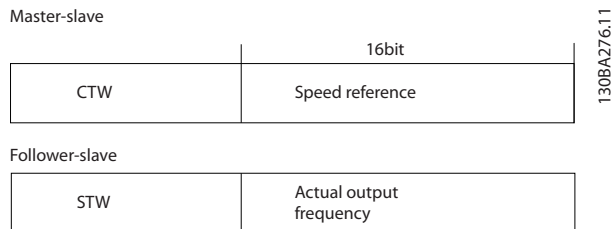
Bit 15 = 0: de timers voor thermische motorbeveiliging en thermische beveiliging hebben de 100% niet overschreden.

Bit 15 = 1: 1 van de timers heeft de 100% overschreden.

7.11.3 Referentiewaarde bussnelheid

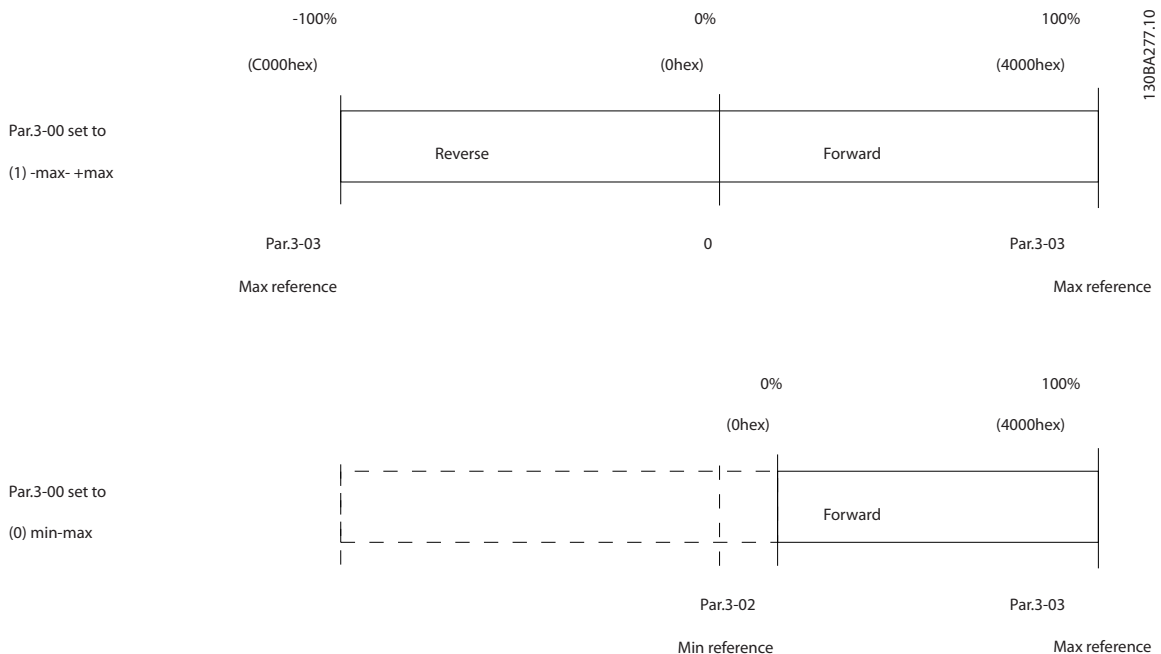
De referentiewaarde voor het toerental wordt naar de frequentieregelaar verzonden als een relatieve waarde in %. De waarde wordt verzonden in de vorm van een 16-bits woord. De integerwaarde 16384 (4000 hex) komt overeen met 100%. Negatieve getallen worden weergegeven in de 2-complementnotatie. De actuele uitgangsfrequentie (MAV) wordt op dezelfde wijze geschaald als de busreferentie.

7



Afbeelding 7.17 Actuele uitgangsfrequentie (MAV)

De referentie en MAV worden als volgt geschaald:



Afbeelding 7.18 Referentie en MAV

8 Algemene specificaties

8.1 Mechanische afmetingen

8.1.1 Installatie naast elkaar

Frequentieregelaars kunnen naast elkaar worden geïnstalleerd met inachtneming van een vrije ruimte boven en onder de eenheid in verband met koeling.

Grootte	IP-klasse	Vermogen [kW (pk)]			Vrije ruimte boven/onder [mm (in)]
		3 x 200-240 V	3 x 380-480 V	3 x 525-600 V	
H1	IP20	0,25-1,5 (0,33-2)	0,37-1,5 (0,5-2)	–	100 (4)
H2	IP20	2,2 (3)	2,2-4 (3-5)	–	100 (4)
H3	IP20	3,7 (5)	5,5-7,5 (7,5-10)	–	100 (4)
H4	IP20	5,5-7,5 (7,5-10)	11-15 (15-20)	–	100 (4)
H5	IP20	11 (15)	18,5-22 (25-30)	–	100 (4)
H6	IP20	15-18,5 (20-25)	30-45 (40-60)	18,5-30 (25-40)	200 (7,9)
H7	IP20	22-30 (30-40)	55-75 (70-100)	37-55 (50-70)	200 (7,9)
H8	IP20	37-45 (50-60)	90 (125)	75-90 (100-125)	225 (8,9)
H9	IP20	–	–	2,2-7,5 (3-10)	100 (4)
H10	IP20	–	–	11-15 (15-20)	200 (7,9)
I2	IP54	–	0,75-4,0 (1-5)	–	100 (4)
I3	IP54	–	5,5-7,5 (7,5-10)	–	100 (4)
I4	IP54	–	11-18,5 (15-25)	–	100 (4)
I6	IP54	–	22-37 (30-50)	–	200 (7,9)
I7	IP54	–	45-55 (60-70)	–	200 (7,9)
I8	IP54	–	75-90 (100-125)	–	225 (8,9)

Tabel 8.1 Vereiste vrije ruimte voor koeling

LET OP

Wanneer een IP 21/NEMA type 1-optieset is gemonteerd, is een vrije ruimte van 50 mm (2 in) tussen de eenheden vereist.

8.1.2 Afmetingen frequentieregelaar

Behuizing	Vermogen [kW (pk)]			Hoogte [mm (in)]		Breedte [mm (in)]		Diepte [mm (in)]	Bevestigingsgat [mm (in)]			Maximum gewicht [kg (lb)]		
	Grootte	IP-klasse	3 x 200-240 V	3 x 380-480 V	3 x 525-600 V	A	A ¹⁾		a	B	b		c	d
H1	IP20	0,25-1,5 (0,33-2,0)	0,37-1,5 (0,5-2,0)	-	195 (7,7)	273 (10,7)	183 (7,2)	75 (3,0)	168 (6,6)	56 (2,2)	9 (0,35)	4,5 (0,18)	5,3 (0,21)	2,1 (4,6)
H2	IP20	2,2 (3,0)	2,2-4,0 (3,0-5,0)	-	227 (8,9)	303 (11,9)	212 (8,3)	90 (3,5)	190 (7,5)	65 (2,6)	11 (0,43)	5,5 (0,22)	7,4 (0,29)	3,4 (7,5)
H3	IP20	3,7 (5,0)	5,5-7,5 (7,5-10)	-	255 (10,0)	329 (13,0)	240 (9,4)	100 (3,9)	206 (8,1)	74 (2,9)	11 (0,43)	5,5 (0,22)	8,1 (0,32)	4,5 (9,9)
H4	IP20	5,5-7,5 (7,5-10)	11-15 (15-20)	-	296 (11,7)	359 (14,1)	275 (10,8)	135 (5,3)	241 (9,5)	105 (4,1)	12,6 (0,50)	7 (0,28)	8,4 (0,33)	7,9 (17,4)
H5	IP20	11 (15)	18,5-22 (25-30)	-	334 (13,1)	402 (15,8)	314 (12,4)	150 (5,9)	255 (10)	120 (4,7)	12,6 (0,50)	7 (0,28)	8,5 (0,33)	9,5 (20,9)
H6	IP20	15-18,5 (20-25)	30-45 (40-60)	18,5-30 (25-40)	518 (20,4)	595 (23,4)/635 (25), 45 kW	495 (19,5)	239 (9,4)	242 (9,5)	200 (7,9)	-	8,5 (0,33)	15 (0,6)	24,5 (54)
H7	IP20	22-30 (30-40)	55-75 (70-100)	37-55 (50-70)	550 (21,7)	630 (24,8)/690 (27,2), 75 kW	521 (20,5)	313 (12,3)	335 (13,2)	270 (10,6)	-	8,5 (0,33)	17 (0,67)	36 (79)
H8	IP20	37-45 (50-60)	90 (125)	75-90 (100-125)	660 (26)	800 (31,5)	631 (24,8)	375 (14,8)	335 (13,2)	330 (13)	-	8,5 (0,33)	17 (0,67)	51 (112)
H9	IP20	-	-	2,2-7,5 (3,0-10)	269 (10,6)	374 (14,7)	257 (10,1)	130 (5,1)	205 (8,0)	110 (4,3)	11 (0,43)	5,5 (0,22)	9 (0,35)	6,6 (14,6)
H10	IP20	-	-	11-15 (15-20)	399 (15,7)	419 (16,5)	380 (15)	165 (6,5)	248 (9,8)	140 (5,5)	12 (0,47)	6,8 (0,27)	7,5 (0,30)	12 (26,5)

1) Inclusief ontkoppingsplaat

Behuizing		Vermogen [kW (pk)]		Hoogte [mm (in)]		Breedte [mm (in)]		Diepte [mm (in)]		Bevestigingsgat [mm (in)]		Maximum gewicht		
Grootte	IP-Klasse	3 x 200-240 V	3 x 380-480 V	3 x 525-600 V	A	A ¹⁾	a	B	b	C	d	e	f	kg (lb)
<p>LET OP Bij installatie in een toepassing moet boven en onder de eenheden extra ruimte aanwezig zijn in verband met koeling. De benodigde ruimte voor vrije luchtstroming is te vinden in <i>Tabel 8.1</i>.</p>														

Tabel 8.2 Afmetingen, behuizingsgrootte H1-H10

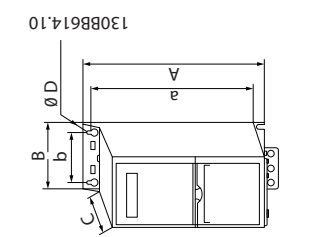
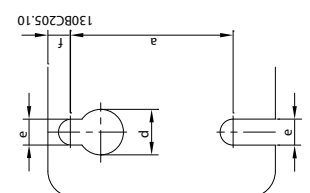
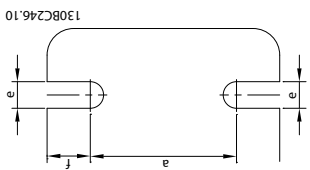
Behuizing		Vermogen [kW (pk)]		Hoogte [mm (in)]		Breedte [mm (in)]		Diepte [mm (in)]		Bevestigingsgat [mm (in)]		Maximum gewicht		
Grootte	IP-klasse	3 x 200-240 V	3 x 380-480 V	3 x 525-600 V	A	A ¹⁾	a	B	b	C	d	e	f	kg (lb)
I2	IP54	-	0,75-4,0 (1,0-5,0)	-	332 (13,1)	-	318,5 (12,53)	115 (4,5)	74 (2,9)	225 (8,9)	11 (0,43)	5,5 (0,22)	9 (0,35)	5,3 (11,7)
I3	IP54	-	5,5-7,5 (7,5-10)	-	368 (14,5)	-	354 (13,9)	135 (5,3)	89 (3,5)	237 (9,3)	12 (0,47)	6,5 (0,26)	9,5 (0,37)	7,2 (15,9)
I4	IP54	-	11-18,5 (15-25)	-	476 (18,7)	-	460 (18,1)	180 (7,0)	133 (5,2)	290 (11,4)	12 (0,47)	6,5 (0,26)	9,5 (0,37)	13,8 (30,42)
I6	IP54	-	22-37 (30-50)	-	650 (25,6)	-	624 (24,6)	242 (9,5)	210 (8,3)	260 (10,2)	19 (0,75)	9 (0,35)	9 (0,35)	27 (59,5)
I7	IP54	-	45-55 (60-70)	-	680 (26,8)	-	648 (25,5)	308 (12,1)	272 (10,7)	310 (12,2)	19 (0,75)	9 (0,35)	9,8 (0,39)	45 (99,2)
I8	IP54	-	75-90 (100-125)	-	770 (30)	-	739 (29,1)	370 (14,6)	334 (13,2)	335 (13,2)	19 (0,75)	9 (0,35)	9,8 (0,39)	65 (143,3)

1) Inclusief ontkoppelingsplaat

De vermelde afmetingen gelden enkel voor de fysieke eenheden.

LET OP

Bij installatie in een toepassing moet boven en onder de eenheden extra ruimte aanwezig zijn in verband met koeling. De benodigde ruimte voor vrije luchtstroming is te vinden in Tabel 8.1.



Tabel 8.3 Afmetingen, behuizingsgrootte I2-I8

8.1.3 Afmetingen voor transport

Behuizing, framegrootte Netspanning	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
T2 (200-240 V AC) [kW/pk]	0,25-1,5/ 0,33-2	2,2/3	3,7/5	5,5-7,5/ 7,5-10	11/15	15-18,5/ 20-25	22-30/ 30-40	37-45/ 50-60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T4 (380-480 V AC) [kW/pk]	0,37-1,5/ 0,5-2	2,2-4/ 3-5,5	5,5-7,5/ 7,5-10	11-15/ 15-20	18,5-22/ 25-30	30-45/ 40-60	55-75/ 75-100	90/ 125	-	-	0,75-4,0/ 1,0-5,0	5,5-7,5/ 7,5-10	11-18,5/ 15-25	11-18,5/ 15-25	22-37/ 30-50	45-55/ 60-70	75-90/ 100-125
T6 (525-600 V AC) [kW/pk]	-	-	-	-	-	18,5-30/ 25-40	37-55/ 50-75	75-90/ 100-125	2,2-7,5/ 3-10	11-15/ 15-20	-	-	-	-	-	-	-
IP-klasse frame																	
IP20																	
Maximumgewicht [kg (lb)]	2,1 (4,6)	3,4 (7,5)	4,5 (9,9)	7,9 (17,4)	9,5 (20,9)	24,5 (54,0)	36 (79,4)	51 (112,4)	6,6 (14,6)	11,5 (25,4)	6,1 (13,4)	7,8 (17,2)	13,8 (30,4)	23,3 (51,4)	28,3 (62,4)	41,5 (91,5)	60,5 (133,4)
Hoogte [mm/in]	265/ 10,4	300/ 11,8	280/ 11,0	380/ 15,0	395/ 15,6	850/ 33,5	850/ 33,5	850/ 33,5	380/ 15,0	500/ 19,7	310/ 12,2	325/ 12,8	390/ 15,4	850/ 33,5	850/ 33,5	850/ 33,5	950/ 37,4
Breedte [mm/in]	230/ 9,1	265/ 10,4	155/ 6,1	200/ 7,9	233/ 9,2	370/ 15,6	410/ 16,1	490/ 19,3	290/ 11,4	330/ 13,0	205/ 8,1	230/ 9,1	295/ 11,6	370/ 15,6	370/ 15,6	410/ 16,1	490/ 19,3
Diepte [mm/in]	135/ 5,3	155/ 6,1	320/ 12,6	315/ 12,4	380/ 15,0	460/ 18,1	540/ 21,3	490/ 19,3	200/ 7,9	350/ 13,8	435/ 17,1	480/ 18,9	635/ 25,0	460/ 18,1	460/ 18,1	540/ 21,3	490/ 19,3
IP54																	

Tabel 8.4 Afmetingen

8.1.4 Externe installatie

Als vanwege het milieu, de luchtkwaliteit of de omgeving extra bescherming vereist is, kan er een IP 21/NEMA type 1-set worden besteld en op de frequentieregelaar worden gemonteerd. De frequentieregelaar kan echter ook in een IP 54-uitvoering worden besteld en geleverd.

LET OP

De IP 20-, IP 21- en IP 54-uitvoeringen zijn niet geschikt voor buitenopstelling.

8.2 Specificaties netvoeding

8.2.1 3 x 200-240 V AC

Frequentieregelaar	PK25	PK37	PK75	P1K5	P2K2	P3K7	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K
Typisch asvermogen [kW]	0,25	0,37	0,75	1,5	2,2	3,7	5,5	7,5	11,0	15,0	18,5	22,0	30,0	37,0	45,0
Typisch asvermogen [pk]	0,33	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	40,0	50,0	60,0
Beschermingsklasse behuizing IP 20	H1	H1	H1	H1	H2	H3	H4	H4	H5	H6	H6	H7	H7	H8	H8
Maximale kabelgrootte in klemmen (net, motor) [mm ² (AWG)]	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	35 (2)	35 (2)	50 (1)	50 (1)	95 (0)	120 (4/0)
Uitgangsstroom															
Omgevingstemperatuur 40 °C (104 °F)															
Continu (3 x 200-240 V) [A]	1,5	2,2	4,2	6,8	9,6	15,2	22,0	28,0	42,0	59,4	74,8	88,0	115,0	143,0	170,0
Intermitterend (3 x 200-240 V) [A]	1,7	2,4	4,6	7,5	10,6	16,7	24,2	30,8	46,2	65,3	82,3	96,8	126,5	157,3	187,0
Maximale ingangsstroom															
Continu (3 x 200-240 V) [A]	1,1	1,6	2,8	5,6	8,6/ 7,2	14,1/ 12,0	21,0/ 18,0	28,3/ 24,0	41,0/ 38,2	52,7	65,0	76,0	103,7	127,9	153,0
Intermitterend (3 x 200-240 V) [A]	1,2	1,8	3,1	6,2	9,5/ 7,9	15,5/ 13,2	23,1/ 19,8	31,1/ 26,4	45,1/ 42,0	58,0	71,5	83,7	114,1	140,7	168,3
Maximale netzekeringen	Zie hoofdstuk 8.3.1 Zekeringen en circuitbreakers.														
Geschat vermogensverlies [W], optimaal/typisch ¹⁾	12/ 14	15/ 18	21/ 26	48/ 60	80/ 102	97/ 120	182/ 204	229/ 268	369/ 386	512	697	879	1149	1390	1500
Gewicht, beschermings- klasse behuizing IP 20, [kg (lb)]	2,0 (4,4)	2,0 (4,4)	2,0 (4,4)	2,1 (4,6)	3,4 (7,5)	4,5 (9,9)	7,9 (17,4)	7,9 (17,4)	9,5 (20,9)	24,5 (54)	24,5 (54)	36,0 (79,4)	36,0 (79,4)	51,0 (112, 4)	51,0 (112, 4)
Rendement [%], optimaal/ typisch ²⁾	97,0/ 96,5	97,3/ 96,8	98,0/ 97,6	97,6/ 97,0	97,1/ 96,3	97,9/ 97,4	97,3/ 97,0	98,5/ 97,1	97,2/ 97,1	97,0	97,1	96,8	97,1	97,1	97,3
Uitgangsstroom															
Omgevingstemperatuur 50 °C (122 °F)															
Continu (3 x 200-240 V) [A]	1,5	1,9	3,5	6,8	9,6	13,0	19,8	23,0	33,0	41,6	52,4	61,6	80,5	100,1	119
Intermitterend (3 x 200-240 V) [A]	1,7	2,1	3,9	7,5	10,6	14,3	21,8	25,3	36,3	45,8	57,6	67,8	88,6	110,1	130,9

Tabel 8.5 3 x 200-240 V AC, 0,25-45 kW (0,33-60 pk)

1) Geldt voor dimensionering van de koeling van de frequentieregelaar. Als de schakelfrequentie hoger is dan de standaardinstelling, kunnen de vermogensverliezen toenemen. Hierbij is rekening gehouden met het typische energieverbruik van de stuurkaart en het LCP. Gegevens over vermogensverliezen volgens EN 50598-2 vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

2) Rendement gemeten bij nominale stroom. Zie hoofdstuk 8.4.12 Omgevingscondities voor energierendementsklassen.. Informatie over verliezen bij gedeeltelijke belastingen vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

8.2.2 3 x 380-480 V AC

Frequentieregelaar	PK37	PK75	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5	P11K	P15K
Typisch asvermogen [kW]	0,37	0,75	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5	11,0	15,0
Typisch asvermogen [pk]	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0
Beschermingsklasse behuizing IP 20	H1	H1	H1	H2	H2	H2	H3	H3	H4	H4
Maximale kabelgrootte in klemmen (net, motor) [mm ² (AWG)]	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	16 (6)	16 (6)
Uitgangsstroom – omgevingstemperatuur 40 °C (104 °F)										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	1,2	2,2	3,7	5,3	7,2	9,0	12,0	15,5	23,0	31,0
Intermitterend (3 x 380-440 V) [A]	1,3	2,4	4,1	5,8	7,9	9,9	13,2	17,1	25,3	34,0
Continu (3 x 441-480 V) [A]	1,1	2,1	3,4	4,8	6,3	8,2	11,0	14,0	21,0	27,0
Intermitterend (3 x 441-480 V) [A]	1,2	2,3	3,7	5,3	6,9	9,0	12,1	15,4	23,1	29,7
Maximale ingangsstroom										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	1,2	2,1	3,5	4,7	6,3	8,3	11,2	15,1	22,1	29,9
Intermitterend (3 x 380-440 V) [A]	1,3	2,3	3,9	5,2	6,9	9,1	12,3	16,6	24,3	32,9
Continu (3 x 441-480 V) [A]	1,0	1,8	2,9	3,9	5,3	6,8	9,4	12,6	18,4	24,7
Intermitterend (3 x 441-480 V) [A]	1,1	2,0	3,2	4,3	5,8	7,5	10,3	13,9	20,2	27,2
Maximale netzekeringen	Zie hoofdstuk 8.3.1 Zekeringen en circuitbreakers.									
Geschat vermogensverlies [W], optimaal/typisch ¹⁾	13/15	16/21	46/57	46/58	66/83	95/118	104/131	159/198	248/274	353/379
Gewicht, beschermingsklasse behuizing IP 20, [kg (lb)]	2,0 (4,4)	2,0 (4,4)	2,1 (4,6)	3,3 (7,3)	3,3 (7,3)	3,4 (7,5)	4,3 (9,5)	4,5 (9,9)	7,9 (17,4)	7,9 (17,4)
Rendement [%], optimaal/typisch ²⁾	97.8/97.3	98.0/97.6	97.7/97.2	98.3/97.9	98.2/97.8	98.0/97.6	98.4/98.0	98.2/97.8	98.1/97.9	98.0/97.8
Uitgangsstroom – omgevingstemperatuur 50 °C (122 °F)										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	1,04	1,93	3,7	4,85	6,3	8,4	10,9	14,0	20,9	28,0
Intermitterend (3 x 380-440 V) [A]	1,1	2,1	4,07	5,4	6,9	9,2	12,0	15,4	23,0	30,8
Continu (3 x 441-480 V) [A]	1,0	1,8	3,4	4,4	5,5	7,5	10,0	12,6	19,1	24,0
Intermitterend (3 x 441-480 V) [A]	1,1	2,0	3,7	4,8	6,1	8,3	11,0	13,9	21,0	26,4

Tabel 8.6 3 x 380-480 V AC, 0,37-15 kW (0,5-20 pk), behuizingsgrootte H1-H4

1) Geldt voor dimensionering van de koeling van de frequentieregelaar. Als de schakelfrequentie hoger is dan de standaardinstelling, kunnen de vermogensverliezen toenemen. Hierbij is rekening gehouden met het typische energieverbruik van de stuurkaart en het LCP. Gegevens over vermogensverliezen volgens EN 50598-2 vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

2) Typisch: onder nominale omstandigheden.

Optimaal: onder optimale omstandigheden, bijvoorbeeld bij een hogere ingangsspanning en een lagere schakelfrequentie.

Frequentieregelaar	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Typisch asvermogen [kW]	18,5	22,0	30,0	37,0	45,0	55,0	75,0	90,0
Typisch asvermogen [pk]	25,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	100,0	125,0
Beschermingsklasse behuizing IP 20	H5	H5	H6	H6	H6	H7	H7	H8
Maximale kabelgrootte in klemmen (net, motor) [mm ² (AWG)]	16 (6)	16 (6)	35 (2)	35 (2)	35 (2)	50 (1)	95 (0)	120 (250 MCM)
Uitgangsstroom – omgevingstemperatuur 40 °C (104 °F)								
Continu (3 x 380-440 V) [A]	37,0	42,5	61,0	73,0	90,0	106,0	147,0	177,0
Intermitterend (3 x 380-440 V) [A]	40,7	46,8	67,1	80,3	99,0	116,0	161,0	194,0
Continu (3 x 441-480 V) [A]	34,0	40,0	52,0	65,0	80,0	105,0	130,0	160,0
Intermitterend (3 x 441-480 V) [A]	37,4	44,0	57,2	71,5	88,0	115,0	143,0	176,0
Maximale ingangsstroom								
Continu (3 x 380-440 V) [A]	35,2	41,5	57,0	70,0	84,0	103,0	140,0	166,0
Intermitterend (3 x 380-440 V) [A]	38,7	45,7	62,7	77,0	92,4	113,0	154,0	182,0
Continu (3 x 441-480 V) [A]	29,3	34,6	49,2	60,6	72,5	88,6	120,9	142,7
Intermitterend (3 x 441-480 V) [A]	32,2	38,1	54,1	66,7	79,8	97,5	132,9	157,0
Maximale netzekeringen	Zie hoofdstuk 8.3.1 Zekeringen en circuitbreakers.							
Geschat vermogensverlies [W], optimaal/typisch ¹⁾	412/456	475/523	733	922	1067	1133	1733	2141
Gewicht, beschermingsklasse behuizing IP 20, [kg (lb)]	9,5 (20,9)	9,5 (20,9)	24,5 (54)	24,5 (54)	24,5 (54)	36,0 (79,4)	36,0 (79,4)	51,0 (112,4)
Rendement [%], optimaal/typisch ²⁾	98.1/97.9	98.1/97.9	97,8	97,7	98	98,2	97,8	97,9
Uitgangsstroom – omgevingstemperatuur 50 °C (122 °F)								
Continu (3 x 380-440 V) [A]	34,1	38,0	48,8	58,4	72,0	74,2	102,9	123,9
Intermitterend (3 x 380-440 V) [A]	37,5	41,8	53,7	64,2	79,2	81,6	113,2	136,3
Continu (3 x 441-480 V) [A]	31,3	35,0	41,6	52,0	64,0	73,5	91,0	112,0
Intermitterend (3 x 441-480 V) [A]	34,4	38,5	45,8	57,2	70,4	80,9	100,1	123,2

Tabel 8.7 3 x 380-480 V AC, 18,5-90 kW (25-125 pk), behuizingsgrootte H5-H8

1) Geldt voor dimensionering van de koeling van de frequentieregelaar. Als de schakelfrequentie hoger is dan de standaardinstelling, kunnen de vermogensverliezen toenemen. Hierbij is rekening gehouden met het typische energieverbruik van de stuurkaart en het LCP. Gegevens over vermogensverliezen volgens EN 50598-2 vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

2) Rendement gemeten bij nominale stroom. Zie hoofdstuk 8.4.12 Omgevingscondities voor energierendementsklassen.. Informatie over verliezen bij gedeeltelijke belastingen vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

Frequentieregelaar	PK75	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K
Typisch asvermogen [kW]	0,75	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5	11	15	18,5
Typisch asvermogen [pk]	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	7,5	10,0	15	20	25
Beschermingsklasse behuizing IP 54	I2	I2	I2	I2	I2	I3	I3	I4	I4	I4
Maximale kabelgrootte in klemmen (net, motor) [mm ² (AWG)]	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	16 (6)	16 (6)	16 (6)
Uitgangsstroom										
Omgevingstemperatuur 40 °C (104 °F)										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	2,2	3,7	5,3	7,2	9,0	12,0	15,5	23,0	31,0	37,0
Intermitterend (3 x 380-440 V) [A]	2,4	4,1	5,8	7,9	9,9	13,2	17,1	25,3	34,0	40,7
Continu (3 x 441-480 V) [A]	2,1	3,4	4,8	6,3	8,2	11,0	14,0	21,0	27,0	34,0
Intermitterend (3 x 441-480 V) [A]	2,3	3,7	5,3	6,9	9,0	12,1	15,4	23,1	29,7	37,4
Maximale ingangsstroom										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	2,1	3,5	4,7	6,3	8,3	11,2	15,1	22,1	29,9	35,2
Intermitterend (3 x 380-440 V) [A]	2,3	3,9	5,2	6,9	9,1	12,3	16,6	24,3	32,9	38,7
Continu (3 x 441-480 V) [A]	1,8	2,9	3,9	5,3	6,8	9,4	12,6	18,4	24,7	29,3
Intermitterend (3 x 441-480 V) [A]	2,0	3,2	4,3	5,8	7,5	10,3	13,9	20,2	27,2	32,2
Maximale netzekeringen	Zie hoofdstuk 8.3.1 Zekeringen en circuitbreakers.									
Geschat vermogensverlies [W], optimaal/ typisch ¹⁾	21/ 16	46/ 57	46/ 58	66/ 83	95/ 118	104/ 131	159/ 198	248/ 274	353/ 379	412/ 456
Gewicht, beschermingsklasse behuizing IP 54, [kg (lb)]	5,3 (11,7)	5,3 (11,7)	5,3 (11,7)	5,3 (11,7)	5,3 (11,7)	7,2 (15,9)	7,2 (15,9)	13,8 (30,4)	13,8 (30,4)	13,8 (30,4)
Rendement [%], optimaal/typisch ²⁾	98.0/ 97.6	97.7/ 97.2	98.3/ 97.9	98.2/ 97.8	98.0/ 97.6	98.4/ 98.0	98.2/ 97.8	98.1/ 97.9	98.0/ 97.8	98.1/ 97.9
Uitgangsstroom – omgevingstemperatuur 50 °C (122 °F)										
Continu (3 x 380-440 V) [A]	1,93	3,7	4,85	6,3	7,5	10,9	14,0	20,9	28,0	33,0
Intermitterend (3 x 380-440 V) [A]	2,1	4,07	5,4	6,9	9,2	12,0	15,4	23,0	30,8	36,3
Continu (3 x 441-480 V) [A]	1,8	3,4	4,4	5,5	6,8	10,0	12,6	19,1	24,0	30,0
Intermitterend (3 x 441-480 V) [A]	2,0	3,7	4,8	6,1	8,3	11,0	13,9	21,0	26,4	33,0

Tabel 8.8 3 x 380-480 V AC, 0,75-18,5 kW (1-25 pk), behuizingsgrootte I2-I4

1) Geldt voor dimensionering van de koeling van de frequentieregelaar. Als de schakelfrequentie hoger is dan de standaardinstelling, kunnen de vermogensverliezen toenemen. Hierbij is rekening gehouden met het typische energieverbruik van de stuurkaart en het LCP. Gegevens over vermogensverliezen volgens EN 50598-2 vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

2) Rendement gemeten bij nominale stroom. Zie hoofdstuk 8.4.12 Omgevingscondities voor energierendementsklassen.. Informatie over verliezen bij gedeeltelijke belastingen vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

Frequentieregelaar	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Typisch asvermogen [kW]	22,0	30,0	37,0	45,0	55,0	75,0	90,0
Typisch asvermogen [pk]	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	100,0	125,0
Beschermingsklasse behuizing IP 54	I6	I6	I6	I7	I7	I8	I8
Maximale kabelgrootte in klemmen (net, motor) [mm ² (AWG)]	35 (2)	35 (2)	35 (2)	50 (1)	50 (1)	95 (3/0)	120 (4/0)
Uitgangsstroom							
Omgevingstemperatuur 40 °C (104 °F)							
Continu (3 x 380-440 V) [A]	44,0	61,0	73,0	90,0	106,0	147,0	177,0
Intermitterend (3 x 380-440 V) [A]	48,4	67,1	80,3	99,0	116,6	161,7	194,7
Continu (3 x 441-480 V) [A]	40,0	52,0	65,0	80,0	105,0	130,0	160,0
Intermitterend (3 x 441-480 V) [A]	44,0	57,2	71,5	88,0	115,5	143,0	176,0
Maximale ingangsstroom							
Continu (3 x 380-440 V) [A]	41,8	57,0	70,3	84,2	102,9	140,3	165,6
Intermitterend (3 x 380-440 V) [A]	46,0	62,7	77,4	92,6	113,1	154,3	182,2
Continu (3 x 441-480 V) [A]	36,0	49,2	60,6	72,5	88,6	120,9	142,7
Intermitterend (3 x 441-480 V) [A]	39,6	54,1	66,7	79,8	97,5	132,9	157,0
Maximale netzekeringen							
Geschat vermogensverlies [W], optimaal/typisch ¹⁾	496	734	995	840	1099	1520	1781
Gewicht, beschermingsklasse behuizing IP 54, [kg (lb)]	27 (59,5)	27 (59,5)	27 (59,5)	45 (99,2)	45 (99,2)	65 (143,3)	65 (143,3)
Rendement [%], optimaal/typisch ²⁾	98,0	97,8	97,6	98,3	98,2	98,1	98,3
Uitgangsstroom – omgevingstemperatuur 50 °C (122 °F)							
Continu (3 x 380-440 V) [A]	35,2	48,8	58,4	63,0	74,2	102,9	123,9
Intermitterend (3 x 380-440 V) [A]	38,7	53,9	64,2	69,3	81,6	113,2	136,3
Continu (3 x 441-480 V) [A]	32,0	41,6	52,0	56,0	73,5	91,0	112,0
Intermitterend (3 x 441-480 V) [A]	35,2	45,8	57,2	61,6	80,9	100,1	123,2

Tabel 8.9 3 x 380-480 V AC, 22-90 kW (30-125 pk), behuizingsgrootte I6-I8

1) Geldt voor dimensionering van de koeling van de frequentieregelaar. Als de schakelfrequentie hoger is dan de standaardinstelling, kunnen de vermogensverliezen toenemen. Hierbij is rekening gehouden met het typische energieverbruik van de stuurkaart en het LCP. Gegevens over vermogensverliezen volgens EN 50598-2 vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

2) Rendement gemeten bij nominale stroom. Zie hoofdstuk 8.4.12 Omgevingscondities voor energierendementsklassen.. Informatie over verliezen bij gedeeltelijke belastingen vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

8.2.3 3 x 525-600 V AC

Frequentieregelaar	P2K2	P3K0	P3K7	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Typisch asvermogen [kW]	2,2	3,0	3,7	5,5	7,5	11,0	15,0	18,5	22,0	30,0	37	45,0	55,0	75,0	90,0
Typisch asvermogen [pk]	3,0	4,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	100,0	125,0
Beschermingsklasse behuizing IP 20	H9	H9	H9	H9	H9	H10	H10	H6	H6	H6	H7	H7	H7	H8	H8
Maximale kabelgrootte in klemmen (net, motor) [mm ² (AWG)]	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	10 (8)	10 (8)	35 (2)	35 (2)	35 (2)	50 (1)	50 (1)	50 (1)	95 (0)	120 (4/0)
Uitgangsstroom – omgevingstemperatuur 40 °C (104 °F)															
Continu (3 x 525-550 V) [A]	4,1	5,2	6,4	9,5	11,5	19,0	23,0	28,0	36,0	43,0	54,0	65,0	87,0	105,0	137,0
Intermitterend (3 x 525-550 V) [A]	4,5	5,7	7,0	10,5	12,7	20,9	25,3	30,8	39,6	47,3	59,4	71,5	95,7	115,5	150,7
Continu (3 x 551-600 V) [A]	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0	18,0	22,0	27,0	34,0	41,0	52,0	62,0	83,0	100,0	131,0
Intermitterend (3 x 551-600 V) [A]	4,3	5,4	6,7	9,9	12,1	19,8	24,2	29,7	37,4	45,1	57,2	68,2	91,3	110,0	144,1
Maximale ingangsstroom															
Continu (3 x 525-550 V) [A]	3,7	5,1	5,0	8,7	11,9	16,5	22,5	27,0	33,1	45,1	54,7	66,5	81,3	109,0	130,9
Intermitterend (3 x 525-550 V) [A]	4,1	5,6	6,5	9,6	13,1	18,2	24,8	29,7	36,4	49,6	60,1	73,1	89,4	119,9	143,9
Continu (3 x 551-600 V) [A]	3,5	4,8	5,6	8,3	11,4	15,7	21,4	25,7	31,5	42,9	52,0	63,3	77,4	103,8	124,5
Intermitterend (3 x 551-600 V) [A]	3,9	5,3	6,2	9,2	12,5	17,3	23,6	28,3	34,6	47,2	57,2	69,6	85,1	114,2	137,0
Maximale netzekeringen	Zie hoofdstuk 8.3.1 Zekeringen en circuitbreakers.														
Geschat vermogensverlies [W], optimaal/typisch ¹⁾	65	90	110	132	180	216	294	385	458	542	597	727	1092	1380	1658
Gewicht, beschermingsklasse behuizing IP 54, [kg (lb)]	6,6 (14,6)	6,6 (14,6)	6,6 (14,6)	6,6 (14,6)	6,6 (14,6)	11,5 (25,3)	11,5 (25,3)	24,5 (54)	24,5 (54)	24,5 (54)	36,0 (79,3)	36,0 (79,3)	36,0 (79,3)	51,0 (112,4)	51,0 (112,4)
Rendement [%], optimaal/typisch ²⁾	97,9	97	97,9	98,1	98,1	98,4	98,4	98,4	98,4	98,5	98,5	98,7	98,5	98,5	98,5
Uitgangsstroom – omgevingstemperatuur 50 °C (122 °F)															
Continu (3 x 525-550 V) [A]	2,9	3,6	4,5	6,7	8,1	13,3	16,1	19,6	25,2	30,1	37,8	45,5	60,9	73,5	95,9
Intermitterend (3 x 525-550 V) [A]	3,2	4,0	4,9	7,4	8,9	14,6	17,7	21,6	27,7	33,1	41,6	50,0	67,0	80,9	105,5
Continu (3 x 551-600 V) [A]	2,7	3,4	4,3	6,3	7,7	12,6	15,4	18,9	23,8	28,7	36,4	43,3	58,1	70,0	91,7
Intermitterend (3 x 551-600 V) [A]	3,0	3,7	4,7	6,9	8,5	13,9	16,9	20,8	26,2	31,6	40,0	47,7	63,9	77,0	100,9

Tabel 8.10 3 x 525-600 V AC, 2,2-90 kW (3-125 pk), behuizingsgrootte H6-H10

1) Geldt voor dimensionering van de koeling van de frequentieregelaar. Als de schakelfrequentie hoger is dan de standaardinstelling, kunnen de vermogensverliezen toenemen. Hierbij is rekening gehouden met het typische energieverbruik van de stuurkaart en het LCP. Gegevens over vermogensverliezen volgens EN 50598-2 vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

2) Rendement gemeten bij nominale stroom. Zie hoofdstuk 8.4.12 Omgevingscondities voor energierendementsklassen.. Informatie over verliezen bij gedeeltelijke belastingen vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

8.3 Zekeringen en circuitbreakers

Aftakcircuitbeveiliging

Beveilig de aftakcircuits in een installatie – schakelinrichtingen, machines en dergelijke – tegen kortsluiting en overstroom, om brandgevaar tegen te gaan. Volg de nationale en lokale voorschriften op.

Kortsluitbeveiliging

Danfoss raadt het gebruik van de in *Tabel 8.11* vermelde zekeringen en circuitbreakers aan om onderhoudspersoneel en apparatuur te beschermen in geval van een interne storing in de frequentieregelaar of een kortsluiting in de DC-tussenkring. De frequentieregelaar biedt een algehele beveiliging tegen eventuele kortsluiting op de motor.

Overstroombeveiliging

Zorg voor een overbelastingsbeveiliging om oververhitting van de kabels in de installatie te voorkomen. Overstroombeveiliging moet altijd worden uitgevoerd volgens de nationale en lokale voorschriften. De circuitbreakers en zekeringen moeten bescherming bieden in een circuit dat maximaal 100.000 A_{rms} (symmetrisch) en 480 V kan leveren.

Wel/geen UL-conformiteit

Gebruik de in *Tabel 8.11* vermelde circuitbreakers of zekeringen om te voldoen aan UL of IEC 61800-5-1. De circuitbreakers moeten bescherming bieden in een circuit dat maximaal 10.000 A_{rms} (symmetrisch) en 480 V kan leveren.

LET OP

Bij een storing kan het niet opvolgen van de beveiligingsaanbeveling leiden tot schade aan de frequentieregelaar.

	Circuitbreaker		Zekering				
	UL	Niet-UL	UL				Niet-UL
			Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Max. zekering
Vermogen [kW (pk)]			Type RK5	Type RK1	Type J	Type T	Type G
3 x 200-240 V IP 20							
0,25 (0,33)	-	-	FRS-R-10	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	10
0,37 (0,5)			FRS-R-10	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	10
0,75 (1,0)			FRS-R-10	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	10
1,5 (2,0)			FRS-R-10	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	10
2,2 (3,0)			FRS-R-15	KTN-R15	JKS-15	JJN-15	16
3,7 (5,0)			FRS-R-25	KTN-R25	JKS-25	JJN-25	25
5,5 (7,5)			FRS-R-50	KTN-R50	JKS-50	JJN-50	50
7,5 (10)			FRS-R-50	KTN-R50	JKS-50	JJN-50	50
11 (15)			FRS-R-80	KTN-R80	JKS-80	JJN-80	65
15 (20)			Cutler-Hammer EGE3100FFG	Moeller NZMB1- A125	FRS-R-100	KTN-R100	JKS-100
18,5 (25)	FRS-R-100	KTN-R100			JKS-100	JJN-100	125
22 (30)	Cutler-Hammer JGE3150FFG	Moeller NZMB1- A160	FRS-R-150	KTN-R150	JKS-150	JJN-150	160
30 (40)			FRS-R-150	KTN-R150	JKS-150	JJN-150	160
37 (50)	Cutler-Hammer JGE3200FFG	Moeller NZMB1- A200	FRS-R-200	KTN-R200	JKS-200	JJN-200	200
45 (60)			FRS-R-200	KTN-R200	JKS-200	JJN-200	200
3 x 380-480 V IP 20							
0,37 (0,5)	-	-	FRS-R-10	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	10
0,75 (1,0)			FRS-R-10	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	10
1,5 (2,0)			FRS-R-10	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	10
2,2 (3,0)			FRS-R-15	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	16
3,0 (4,0)			FRS-R-15	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	16
4,0 (5,0)			FRS-R-15	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	16
5,5 (7,5)			FRS-R-25	KTS-R25	JKS-25	JJS-25	25
7,5 (10)			FRS-R-25	KTS-R25	JKS-25	JJS-25	25
11 (15)			FRS-R-50	KTS-R50	JKS-50	JJS-50	50
15 (20)			FRS-R-50	KTS-R50	JKS-50	JJS-50	50
18,5 (25)			FRS-R-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	65
22 (30)			FRS-R-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	65

	Circuitbreaker		Zekering					
	UL	Niet-UL	UL				Niet-UL	
Vermogen [kW (pk)]			Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Max. zekering	
			Type RK5	Type RK1	Type J	Type T	Type G	
30 (40)	Cutler-Hammer EGE3125FFG	Moeller NZMB1- A125	FRS-R-125	KTS-R125	JKS-R125	JJS-R125	80	
37 (50)			FRS-R-125	KTS-R125	JKS-R125	JJS-R125	100	
45 (60)			FRS-R-125	KTS-R125	JKS-R125	JJS-R125	125	
55 (70)	Cutler-Hammer JGE3200FFG	Moeller NZMB1- A200	FRS-R-200	KTS-R200	JKS-R200	JJS-R200	150	
75 (100)			FRS-R-200	KTS-R200	JKS-R200	JJS-R200	200	
90 (125)	Cutler-Hammer JGE3250FFG	Moeller NZMB2- A250	FRS-R-250	KTS-R250	JKS-R250	JJS-R250	250	
3 x 525-600 V IP 20								
2,2 (3)	-	-	FRS-R-20	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	20	
3,0 (4,0)			FRS-R-20	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	20	
3,7 (5,0)			FRS-R-20	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	20	
5,5 (7,5)			FRS-R-20	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	20	
7,5 (10)			FRS-R-20	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	30	
11 (15)	-	-	FRS-R-30	KTS-R30	JKS-30	JJS-30	35	
15 (20)			FRS-R-30	KTS-R30	JKS-30	JJS-30	35	
18,5 (25)	Cutler-Hammer EGE3080FFG	Cutler-Hammer EGE3080FFG	FRS-R-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	80	
22 (30)			FRS-R-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	80	
30 (40)			FRS-R-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	80	
37 (50)	Cutler-Hammer JGE3125FFG	Cutler-Hammer JGE3125FFG	FRS-R-125	KTS-R125	JKS-125	JJS-125	125	
45 (60)			FRS-R-125	KTS-R125	JKS-125	JJS-125	125	
55 (70)			FRS-R-125	KTS-R125	JKS-125	JJS-125	125	
75 (100)	Cutler-Hammer JGE3200FAG	Cutler-Hammer JGE3200FAG	FRS-R-200	KTS-R200	JKS-200	JJS-200	200	
90 (125)		-	FRS-R-200	KTS-R200	JKS-200	JJS-200	200	
3 x 380-480 V IP 54								
0,75 (1,0)	-	PKZM0-16	FRS-R-10	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	16	
1,5 (2,0)		PKZM0-16	FRS-R-10	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	16	
2,2 (3,0)		PKZM0-16	FRS-R-15	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	16	
3,0 (4,0)		PKZM0-16	FRS-R-15	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	16	
4,0 (5,0)		PKZM0-16	FRS-R-15	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	16	
5,5 (7,5)		PKZM0-25	FRS-R-25	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	25	
7,5 (10)		PKZM0-25	FRS-R-25	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	25	
11 (15)		PKZM4-63	FRS-R-50	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	63	
15 (20)		PKZM4-63	FRS-R-50	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	63	
18,5 (25)		PKZM4-63	FRS-R-80	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	63	
22 (30)		Moeller NZMB1-A125	-	FRS-R-80	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	125
30 (40)				FRS-R-125	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	125
37 (50)				FRS-R-125	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	125
45 (60)	Moeller NZMB2-A160	-	FRS-R-125	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	160	
55 (70)			FRS-R-200	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	160	
75 (100)	Moeller NZMB2-A250	-	FRS-R-200	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	200	
90 (125)			FRS-R-250	KTS-R-250	JKS-200	JJS-200	200	

Tabel 8.11 Circuitbreakers en zekeringen

8.4 Algemene technische gegevens

Bescherming en functies

- Thermische motorbeveiliging tegen overbelasting.
- Temperatuurbewaking van het koellichaam zorgt ervoor dat de frequentieregelaar uitschakelt in geval van overtemperatuur.
- De frequentieregelaar is beveiligd tegen kortsluiting tussen de motorklemmen U, V, W.
- Als er een motorfase ontbreekt, wordt de frequentieregelaar uitgeschakeld (trip) en wordt er een alarm gegenereerd.
- Als er een netfase ontbreekt, wordt de frequentieregelaar uitgeschakeld (trip) of wordt er een waarschuwing gegenereerd (afhankelijk van de belasting).
- Bewaking van de DC-tussenkringspanning zorgt ervoor dat de frequentieregelaar wordt uitgeschakeld als de DC-tussenkringspanning te laag of te hoog is.
- De frequentieregelaar is beveiligd tegen aardfouten op de motorklemmen U, V, W.

8.4.1 Netvoeding (L1, L2, L3)

Voedingsspanning	200-240 V \pm 10%
Voedingsspanning	380-480 V \pm 10%
Voedingsspanning	525-600 V \pm 10%
Netfrequentie	50/60 Hz
Maximale tijdelijke onbalans tussen netfasen	3,0% van de nominale netspanning
Werkelijke arbeidsfactor (λ)	$\geq 0,9$ nominaal bij nominale belasting
Verschuivingsfactor ($\cos \varphi$) dicht bij 1	(> 0,98)
Schakelen aan voedingsingang L1, L2, L3 (inschakelingen) behuizingsgrootte H1-H5, I2, I3, I4	maximaal 1 keer/30 s
Schakelen aan voedingsingang L1, L2, L3 (inschakelingen) behuizingsgrootte H6-H10, I6-I8	maximaal 1 keer/min
Omgeving volgens EN 60664-1	overspanningscategorie III/verontreinigingsgraad 2
De eenheid is geschikt voor gebruik in een circuit dat maximaal 100.000 A_{rms} symmetrisch en 240/480 V kan leveren.	

8.4.2 Motoruitgang (U, V, W)

Uitgangsspanning	0-100% van de voedingsspanning
Uitgangsfrequentie	0-400 Hz
Schakelen in de uitgang	onbeperkt
Aan- en uitlooptijden	0,05-3600 s

8.4.3 Kabellengte en dwarsdoorsnede

Maximale lengte motorkabel, afgeschermd/gewapend (EMC-correcte installatie)	Zie hoofdstuk 3.4.3 Resultaten EMC-emissietest
Maximale lengte motorkabel, niet-afgeschermd/niet-gewapend	50 m (164 ft)
Maximale kabeldoorsnede naar motor, net ¹⁾	
Dwarsdoorsnede DC-klemmen voor filterterugkoppeling op behuizingsgrootte H1-H3, I2, I3, I4	4 mm ² /11 AWG
Dwarsdoorsnede DC-klemmen voor filterterugkoppeling op behuizingsgrootte H4-H5	16 mm ² /6 AWG
Maximale kabeldoorsnede naar stuurklemmen, kabel met massieve kern	2,5 mm ² /14 AWG
Maximale kabeldoorsnede naar stuurklemmen, buigzame kabel	2,5 mm ² /14 AWG
Minimale kabeldoorsnede naar stuurklemmen	0,05 mm ² /30 AWG

1) Zie hoofdstuk 8.2.2 3 x 380-480 V AC voor meer informatie.

8.4.4 Digitale ingangen

Programmeerbare digitale ingangen	4
Klemnummer	18, 19, 27, 29
Logica	PNP of NPN
Spanningsniveau	0-24 V DC
Spanningsniveau, logische 0 PNP	< 5 V DC
Spanningsniveau, logische 1 PNP	> 10 V DC
Spanningsniveau, logische 0 NPN	> 19 V DC
Spanningsniveau, logische 1 NPN	< 14 V DC
Maximale spanning op ingang	28 V DC
Ingangsweerstand, R_i	ongeveer 4 k Ω
Digitale ingang 29 als thermistoringang	fout: > 2,9 k Ω en geen fout: < 800 Ω
Digitale ingang 29 als pulsingang	maximale frequentie 32 kHz (push-pull) en 5 kHz (open collector)

8.4.5 Analoge ingangen

Aantal analoge ingangen	2
Klemnummer	53, 54
Klem 53 modus	Parameter 16-61 Klem 53 schakelinstell.: 1 = spanning, 0 = stroom
Klem 54 modus	Parameter 16-63 Klem 54 schakelinstell.: 1 = spanning, 0 = stroom
Spanningsniveau	0-10 V
Ingangsweerstand, R_i	ongeveer 10 k Ω
Maximale spanning	20 V
Stroomniveau	0/4-20 mA (schaalbaar)
Ingangsweerstand, R_i	< 500 Ω
Maximale stroom	29 mA
Resolutie op analoge ingang	10 bit

8.4.6 Analoge uitgang

Aantal programmeerbare analoge uitgangen	2
Klemnummer	42, 45 ¹⁾
Stroombereik bij analoge uitgang	0/4-20 mA
Maximale belasting naar common bij analoge uitgang	500 Ω
Maximale spanning bij analoge uitgang	17 V
Nauwkeurigheid van analoge uitgang	maximale fout: 0,4% van volledige schaal
Resolutie op analoge uitgang	10 bit

1) De klemmen 42 en 45 kunnen ook worden geprogrammeerd als digitale uitgangen.

8.4.7 Digitale uitgang

Aantal digitale uitgangen	4
Klem 27 en 29	
Klemnummer	27, 29 ¹⁾
Spanningsniveau digitale uitgang	0-24 V
Maximale uitgangsstroom (sink en source)	40 mA
Klem 42 en 45	
Klemnummer	42, 45 ²⁾
Spanningsniveau digitale uitgang	17 V
Maximale uitgangsstroom bij digitale uitgang	20 mA
Maximale belasting bij digitale uitgang	1 k Ω

1) De klemmen 27 en 29 kunnen ook worden geprogrammeerd als ingangen.

2) De klemmen 42 en 45 kunnen ook worden geprogrammeerd als analoge uitgangen.

De digitale uitgangen zijn galvanisch gescheiden van de voedingsspanning (PELV) en andere klemmen met hoge spanning.

8.4.8 Stuurkaart, RS485 seriële communicatie

Klemnummer	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
Klemnummer	61 gemeenschappelijk voor klem 68 en 69

8.4.9 Stuurkaart, 24 V DC-uitgang

Klemnummer	12
Maximale belasting	80 mA

8.4.10 Relaisuitgang

Programmeerbare relaisuitgangen	2
Relais 01 en 02 (behuizingsgrootte H1-H5 en I2-I4)	01-03 (NC), 01-02 (NO), 04-06 (NC), 04-05 (NO)
Maximale klembelasting (AC-1) ¹⁾ op 01-02/04-05 (NO) (resistieve belasting)	250 V AC, 3 A
Maximale klembelasting (AC-15) ¹⁾ op 01-02/04-05 (NO) (inductieve belasting bij $\cos \varphi 0,4$)	250 V AC, 0,2 A
Maximale klembelasting (DC-1) ¹⁾ op 01-02/04-05 (NO) (resistieve belasting)	30 V DC, 2 A
Maximale klembelasting (DC-13) ¹⁾ op 01-02/04-05 (NO) (inductieve belasting)	24 V DC, 0,1 A
Maximale klembelasting (AC-1) ¹⁾ op 01-03/04-06 (NC) (resistieve belasting)	250 V AC, 3 A
Maximale klembelasting (AC-15) ¹⁾ op 01-03/04-06 (NC) (inductieve belasting bij $\cos \varphi 0,4$)	250 V AC, 0,2 A
Maximale klembelasting (DC-1) ¹⁾ op 01-03/04-06 (NC) (resistieve belasting)	30 V DC, 2 A
Minimale klembelasting op 01-03 (NC), 01-02 (NO)	24 V DC 10 mA, 24 V AC 20 mA
Omgeving volgens EN 60664-1	overspanningscategorie III/verontreinigingsgraad 2

1) IEC 60947 deel 4 en 5, Het weerstandsvermogen van het relais is afhankelijk van het type belasting, de schakelstroom, de omgevingstemperatuur, de aandrijfconfiguratie, het bedrijfsprofiel enzovoort. Het wordt aanbevolen om een snubbercircuit te installeren als er inductieve belastingen op de relais worden aangesloten.

Programmeerbare relaisuitgangen	
Relais 01 klemnummer (behuizingsgrootte H9)	01-03 (NC), 01-02 (NO)
Maximale klembelasting (AC-1) ¹⁾ op 01-03 (NC), 01-02 (NO) (resistieve belasting)	240 V AC, 2 A
Maximale klembelasting (AC-15) ¹⁾ (inductieve belasting bij $\cos \varphi 0,4$)	240 V AC, 0,2 A
Maximale klembelasting (DC-1) ¹⁾ op 01-02 (NO), 01-03 (NC) (resistieve belasting)	60 V DC, 1 A
Maximale klembelasting (DC-13) ¹⁾ (inductieve belasting)	24 V DC, 0,1 A
Relais 01 en 02 klemnummer (behuizingsgrootte H6, H7, H8, H9 (alleen relais 2), H10 en I6-I8)	01-03 (NC), 01-02 (NO), 04-06 (NC), 04-05 (NO)
Maximale klembelasting (AC-1) ¹⁾ op 04-05 (NO) (resistieve belasting) ^{2,3)}	400 V AC, 2 A
Maximale klembelasting (AC-15) ¹⁾ op 04-05 (NO) (inductieve belasting bij $\cos \varphi 0,4$)	240 V AC, 0,2 A
Maximale klembelasting (DC-1) ¹⁾ op 04-05 (NO) (resistieve belasting)	80 V DC, 2 A
Maximale klembelasting (DC-13) ¹⁾ op 04-05 (NO) (inductieve belasting)	24 V DC, 0,1 A
Maximale klembelasting (AC-1) ¹⁾ op 04-06 (NC) (resistieve belasting)	240 V AC, 2 A
Maximale klembelasting (AC-15) ¹⁾ op 04-06 (NO) (inductieve belasting bij $\cos \varphi 0,4$)	240 V AC, 0,2 A
Maximale klembelasting (DC-1) ¹⁾ op 04-06 (NC) (resistieve belasting)	50 V DC, 2 A
Maximale klembelasting (DC-13) ¹⁾ op 04-06 (NO) (inductieve belasting)	24 V DC, 0,1 A
Minimale klembelasting op 01-03 (NC), 01-02 (NO), 04-06 (NC), 04-05 (NO)	24 V DC 10 mA, 24 V AC 20 mA
Omgeving volgens EN 60664-1	overspanningscategorie III/verontreinigingsgraad 2

1) IEC 60947 deel 4 en 5, Het weerstandsvermogen van het relais is afhankelijk van het type belasting, de schakelstroom, de omgevingstemperatuur, de aandrijfconfiguratie, het bedrijfsprofiel enzovoort. Het wordt aanbevolen om een snubbercircuit te installeren als er inductieve belastingen op de relais worden aangesloten.

2) Overspanningscategorie II.

3) UL-toepassingen 300 V AC 2 A.

8.4.11 Stuurkaart, 10 V DC-uitgang

Klemnummer	50
Uitgangsspanning	10,5 V ± 0,5 V
Maximale belasting	25 mA

8.4.12 Omgevingscondities

Beschermingsklasse behuizing	IP 20, IP 54
Behuizingsset leverbaar	IP 21/Type 1
Triltest	1,0 g
Max. relatieve vochtigheid	5-95% (IEC 60721-3-3; klasse 3K3 (niet-condenserend) tijdens bedrijf)
Agressieve omgeving (IEC 60721-3-3), gecoat (standaard), behuizingsgrootte H1-H5	klasse 3C3
Agressieve omgeving (IEC 60721-3-3), ongecoat, behuizingsgrootte H6-H10	klasse 3C2
Agressieve omgeving (IEC 60721-3-3), gecoat (optioneel), behuizingsgrootte H6-H10	klasse 3C3
Agressieve omgeving (IEC 60721-3-3), ongecoat, behuizingsgrootte I2-I8	klasse 3C2
Testmethode volgens IEC 60068-2-43 H2S (10 dagen)	
Omgevingstemperatuur	Zie maximale uitgangsstroom bij 40/50 °C (104/122 °F) in hoofdstuk 8.2.2 3 x 380-480 V AC.
Minimale omgevingstemperatuur bij volledig bedrijf	0 °C (32 °F)
Minimale omgevingstemperatuur bij gereduceerde prestaties, behuizingsgrootte H1-H5 en I2-I4	-20 °C (-4 °F)
Minimale omgevingstemperatuur bij gereduceerde prestaties, behuizingsgrootte H6-H10 en I6-I8	-10 °C (14 °F)
Temperatuur tijdens opslag/vervoer	-30 tot +65/70 °C (-22 tot +149/158 °F)
Maximumhoogte boven zeeniveau zonder reductie	1000 m (3281 ft)
Maximumhoogte boven zeeniveau met reductie	3000 m (9843 ft)
Veiligheidsnormen	EN-IEC 61800-5-1, UL 508C
EMC-normen, emissie	EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011, IEC 61800-3 EN 61800-3, EN 61000-3-12, EN 61000-6-1/2, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6
EMC-normen, immuniteit	EN 61000-4-5, EN 61000-4-6
Energierendementsklasse ¹⁾	IE2

1) Bepaald volgens EN 50598-2 bij:

- nominale belasting
- 90% van de nominale frequentie
- fabrieksinstelling schakelfrequentie
- fabrieksinstelling schakelpatroon.

8.5 dU/dt

	Kabellengte [m (ft)]	Netspanning [V]	Stijgtijd [μ s]	V _{peak} [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
200 V 0,25 kW (0,34 pk)	5 (16)	240	0,121	0,498	3,256
	25 (82)	240	0,182	0,615	2,706
	50 (164)	240	0,258	0,540	1,666
200 V 0,37 kW (0,5 pk)	5 (16)	240	0,121	0,498	3,256
	25 (82)	240	0,182	0,615	2,706
	50 (164)	240	0,258	0,540	1,666
200 V 0,75 kW (1,0 pk)	5 (16)	240	0,121	0,498	3,256
	25 (82)	240	0,182	0,615	2,706
	50 (164)	240	0,258	0,540	1,666
200 V 1,5 kW (2,0 pk)	5 (16)	240	0,121	0,498	3,256
	25 (82)	240	0,182	0,615	2,706
	50 (164)	240	0,258	0,540	1,666
200 V 2,2 kW (3,0 pk)	5 (16)	240	0,18	0,476	2,115
	25 (82)	240	0,230	0,615	2,141
	50 (164)	240	0,292	0,566	1,550
200 V 3,7 kW (5,0 pk)	5 (16)	240	0,168	0,570	2,714
	25 (82)	240	0,205	0,615	2,402
	50 (164)	240	0,252	0,620	1,968
200 V 5,5 kW (7,4 pk)	5 (16)	240	0,128	0,445	2,781
	25 (82)	240	0,224	0,594	2,121
	50 (164)	240	0,328	0,596	1,454
200 V 7,5 kW (10 pk)	5 (16)	240	0,18	0,502	2,244
	25 (82)	240	0,22	0,598	2,175
	50 (164)	240	0,292	0,615	1,678
200 V 11 kW (15 pk)	36 (118)	240	0,176	0,56	2,545
	50 (164)	240	0,216	0,599	2,204
400 V 0,37 kW (0,5 pk)	5 (16)	400	0,160	0,808	4,050
	25 (82)	400	0,240	1,026	3,420
	50 (164)	400	0,340	1,056	2,517
400 V 0,75 kW (1,0 pk)	5 (16)	400	0,160	0,808	4,050
	25 (82)	400	0,240	1,026	3,420
	50 (164)	400	0,340	1,056	2,517
400 V 1,5 kW (2,0 pk)	5 (16)	400	0,160	0,808	4,050
	25 (82)	400	0,240	1,026	3,420
	50 (164)	400	0,340	1,056	2,517
400 V 2,2 kW (3,0 pk)	5 (16)	400	0,190	0,760	3,200
	25 (82)	400	0,293	1,026	2,801
	50 (164)	400	0,422	1,040	1,971
400 V 3,0 kW (4,0 pk)	5 (16)	400	0,190	0,760	3,200
	25 (82)	400	0,293	1,026	2,801
	50 (164)	400	0,422	1,040	1,971
400 V 4,0 kW (5,4 pk)	5 (16)	400	0,190	0,760	3,200
	25 (82)	400	0,293	1,026	2,801
	50 (164)	400	0,422	1,040	1,971
400 V 5,5 kW (7,4 pk)	5 (16)	400	0,168	0,81	3,857
	25 (82)	400	0,239	1,026	3,434
	50 (164)	400	0,328	1,05	2,560
400 V 7,5 kW (10 pk)	5 (16)	400	0,168	0,81	3,857
	25 (82)	400	0,239	1,026	3,434
	50 (164)	400	0,328	1,05	2,560

	Kabellengte [m (ft)]	Netspanning [V]	Stijgtijd [μ s]	V _{peak} [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
400 V 11 kW (15 pk)	5 (16)	400	0,116	0,69	4,871
	25 (82)	400	0,204	0,985	3,799
	50 (164)	400	0,316	1,01	2,563
400 V 15 kW (20 pk)	5 (16)	400	0,139	0,864	4,955
	50 (82)	400	0,338	1,008	2,365
400 V 18,5 kW (25 pk)	5 (16)	400	0,132	0,88	5,220
	25 (82)	400	0,172	1,026	4,772
	50 (164)	400	0,222	1,00	3,603
400 V 22 kW (30 pk)	5 (16)	400	0,132	0,88	5,220
	25 (82)	400	0,172	1,026	4,772
	50 (164)	400	0,222	1,00	3,603
400 V 30 kW (40 pk)	10 (33)	400	0,376	0,92	1,957
	50 (164)	400	0,536	0,97	1,448
	100 (328)	400	0,696	0,95	1,092
	150 (492)	400	0,8	0,965	0,965
	10 (33)	480	0,384	1,2	2,5
	50 (164)	480	0,632	1,18	1,494
	100 (328)	480	0,712	1,2	1,348
	150 (492)	480	0,832	1,17	1,125
	10 (33)	500	0,408	1,24	2,431
	50 (164)	500	0,592	1,29	1,743
	100 (328)	500	0,656	1,28	1,561
	150 (492)	500	0,84	1,26	1,2
400 V 37 kW (50 pk)	10 (33)	400	0,276	0,928	2,69
	50 (164)	400	0,432	1,02	1,889
	10 (33)	480	0,272	1,17	3,441
	50 (164)	480	0,384	1,21	2,521
	10 (33)	500	0,288	1,2	3,333
	50 (164)	500	0,384	1,27	2,646
400 V 45 kW (60 pk)	10 (33)	400	0,3	0,936	2,496
	50 (164)	400	0,44	0,924	1,68
	100 (328)	400	0,56	0,92	1,314
	150 (492)	400	0,8	0,92	0,92
	10 (33)	480	0,3	1,19	3,173
	50 (164)	480	0,4	1,15	2,3
	100 (328)	480	0,48	1,14	1,9
	150 (492)	480	0,72	1,14	1,267
	10 (33)	500	0,3	1,22	3,253
	50 (164)	500	0,38	1,2	2,526
	100 (328)	500	0,56	1,16	1,657
400 V 55 kW (74 pk)	10 (33)	400	0,46	1,12	1,948
		480	0,468	1,3	2,222
400 V 75 kW (100 pk)	10 (33)	400	0,502	1,048	1,673
		480	0,52	1,212	1,869
		500	0,51	1,272	1,992
400 V 90 kW (120 pk)	10 (33)	400	0,402	1,108	2,155
		400	0,408	1,288	2,529
		400	0,424	1,368	2,585

	Kabellengte [m (ft)]	Netspanning [V]	Stijgtijd [μ s]	V _{peak} [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
600 V 7,5 kW (10 pk)	5 (16)	525	0,192	0,972	4,083
	50 (164)	525	0,356	1,32	2,949
	5 (16)	600	0,184	1,06	4,609
	50 (164)	600	0,42	1,49	2,976

Tabel 8.12 dU/dt-gegevens

Trefwoordenregister
A

Aanbevolen initialisatie.....	86
Aanpassing PI, handmatig.....	30
Aansluiting op motor.....	58
Aardlekbeveiliging.....	36
Aardlekstroom.....	43
Accessoire.....	52
Afkorting.....	7
Agressieve omgeving.....	36
Akoestische ruis.....	35
Arbeidsfactor.....	10

B

Bedieningstoets.....	66
Bedradingsschema.....	56
Bescherming.....	36, 42
Betere regeling.....	17
Beveiliging.....	119, 121
Bypassfrequentiebereik.....	22

C

CAV-systeem.....	21
Centraal VAV-systeem.....	20
Circuitbreaker.....	119
CO2-sensor.....	21
Condensaatpomp.....	23
Conformiteit	
CE-markering.....	10, 11
UL Listed.....	11
Constant luchtvolume.....	21

D

Datatype, ondersteund.....	92
DC-rem.....	104
Definitie.....	8, 38
Display.....	66
Drukverschil.....	26
Dwarsdoorsnede.....	121

E

EAC-markering.....	11
Eisen, emissie van harmonischen.....	40
Elektrische installatie.....	56
Elektrische installatie, EMC-correct.....	63

EMC

EMC.....	36, 38
EMC-correcte installatie.....	63
EMC-plan.....	38
Emissie.....	36
Emissie-eisen.....	37, 38
Energiebesparing.....	14, 16
Energierendement.....	113, 115, 116, 117, 118
Energierendementsklasse.....	124
Externe (Auto On) besturing.....	27
Extreme bedrijfsomstandigheden.....	44

F

FC-profiel	
FC met Modbus RTU.....	89
FC-profiel.....	103
Overzicht protocol.....	89
Flowmeter.....	24
Functiecode.....	99

G

Galvanische scheiding.....	42
Geavanceerde vectorregeling.....	8
Gebouwbeheersysteem, GBS.....	15
Gebruik van referenties.....	29
Gekwalificeerd personeel.....	12
Gemaakte wijzigingen.....	67

H

Handmatige aanpassing PI.....	30
Hardwaresetup.....	87
Harmonischen	
Emissie van harmonischen.....	40
Emissie-eisen m.b.t. harmonischen.....	40
Harmonische stroom.....	40
Harmonische vervorming.....	36
Testresultaat harmonischen (emissie).....	40
Hoge spanning.....	12

I

IGV.....	20
Immunitateisen.....	37, 42
Inbedrijfsteller.....	24
IND.....	91
Index (IND).....	91
Indicatielampje.....	66
Ingangen	
Analoge ingang.....	8, 122
Digitale ingang.....	122
Initialisatie.....	86

Initialisatie, 2-vingerig.....	86	Netvoeding 3 x 200-240 V AC.....	113
Installatie en setup RS485.....	87	Netvoeding 3 x 380-480 V AC.....	114
Installatie naast elkaar.....	107	Netvoeding 3 x 525-600 V AC.....	118
IP 21/NEMA type 1-behuizingsset.....	49	Netwerkaansluiting.....	87
J		Netwerkconfiguratie.....	94
Jog.....	8, 104	Nominaal motortoerental.....	8
K		O	
Kabel		Omgeving	
Kabellengte.....	121	Huishoudelijk.....	38
Motorkabel.....	36	Industrieel.....	38
Klemmen		Omgevingsconditie.....	124
Klem 50.....	124	Onbedoelde start.....	12
Koeltorenventilator.....	22	Ontkoppelingsplaat.....	51
L		Ontladingstijd.....	12
L1, L2, L3.....	121	Openbaar net.....	40
Lage verdampertemperatuur.....	24	Optie.....	52
LCP.....	8, 9, 27, 66	Optie en accessoire.....	48
LCP kopiëren.....	86	Overstroombeveiliging.....	119
Lekstroom.....	13, 43	Overzicht Modbus RTU.....	93
Loadsharing.....	12	P	
Lokale (Hand On) besturing.....	27	Parameternummer (PNU).....	91
Lokale bepaling toerental.....	24	PELV, Protective Extra Low Voltage.....	42
Losbreekkoppel.....	8	PNU.....	91
Luchtvochtigheid.....	30	Pompwaaier.....	23
M		Primaire pomp.....	24
Meerdere pompen.....	26	Programmeerbare instelling minimumfrequentie.....	22
Menutoets.....	66	Programmeren	
Modbus RTU.....	94, 99	Programmeren.....	66
Modbus RTU-commando's.....	100	Programmering met de MCT 10 setupsoftware.....	66
Modbus-communicatie.....	88	Publicaties.....	7
Motor		R	
Bescherming motoroverbelasting.....	121	RCD.....	8
Door de motor gegenereerde overspanning.....	44	Regeling pomp.....	14
Kortsluiting (motorfase-fase).....	44	Regeling ventilator.....	14
Motorfase.....	44	Regelklep.....	20
Motorkabel.....	37	Regelpotentieel.....	26
Motorsetup.....	67	Regelstructuur met terugkoppeling.....	28
Thermische motorbeveiliging.....	44, 106	Regelstructuur zonder terugkoppeling.....	27
Uitgang (U, V, W).....	121	Registers.....	100
N		Registers lezen (03 hex).....	101
Navigatietoets.....	66	Rendement.....	114
Netstoring.....	44		
Netvoeding.....	10		
Netvoeding (L1, L2, L3).....	121		

Richtlijn		Typecodereeks.....	47
EMC.....	10	U	
EMC-richtlijn.....	11	Uitgang vasthouden.....	8
ErP-richtlijn.....	11	Uitgangen	
Laagspanning.....	10	Analoge uitgang.....	122
Laagspanningsrichtlijn.....	10	Digitale uitgang.....	122
RS485.....	87	Uitgangsfrequentie vasthouden.....	104
S		Uitlezing/programming, geïndexeerde parameters.....	86
Schakelen aan de uitgang.....	44	Uitzonderingscode Modbus.....	99
Schokken.....	35	UKrSEPRO-certificaat.....	11
Secundaire pomp.....	26	UL-conformiteit.....	119
Seriële-communicatiepoort.....	8	V	
Setup, hardware.....	87	Variabel luchtvolume.....	20
Setupwizard voor een regeling met terugkoppeling.....	67	Variabele regeling, flow en druk.....	17
Smookklep.....	23	VAV.....	20
Snel overzetten.....	86	Veiligheid.....	13
Snelmenu.....	67	Verdamperflow.....	24
Softstarter.....	17	Vergelijking, energiebesparing.....	15
Spanningsvervorming.....	40	Voorbeeld energiebesparing.....	14
Spoel.....	100	Vrijloop.....	8, 104, 105
Spoel lezen.....	100	VVC+.....	10
Statusmenu.....	67	W	
Statuswoord.....	105	Wisselende flow (1 jaar).....	16
Ster-driehoekschakeling.....	17	Wizard, regeling met terugkoppeling.....	67
Stroom		Wizard, toepassing zonder terugkoppeling.....	67
Lekstroom.....	36	Z	
Nominale stroom.....	38	Zekering.....	119
Stroomlus.....	37		
Stuur-			
Stuurwoord.....	103		
Stuurkaart			
RS485 seriële communicatie.....	123		
Stuurkaart, 10 V DC-uitgang.....	124		
Stuurkaart, 24 V DC-uitgang.....	123		
T			
Telegramlengte (LGE).....	90		
Terugkoppelingsconversie.....	28		
Terugkoppelingsregelaar frequentieregelaar, optimaliseren			
.....	30		
Terugverdiëntijd.....	16		
THD.....	40		
Thermische beveiliging.....	11		
Thermische beveiliging, motor.....	44		
Thermistor.....	8		
Totale spanningsvervorming.....	40		
Traagheidsmoment.....	44		
Trilling.....	22, 35		
Tussenkring.....	35, 44		



.....
Danfoss kan niet verantwoordelijk worden gesteld voor mogelijke fouten in catalogi, handboeken en andere documentatie. Danfoss behoudt zich het recht voor zijn producten zonder voorafgaande kennisgeving te wijzigen. Dit geldt eveneens voor reeds bestelde producten, mits zulke wijzigingen aangebracht kunnen worden zonder dat veranderingen in reeds overeengekomen specificaties noodzakelijk zijn. Alle in deze publicatie genoemde handelsmerken zijn eigendom van de respectievelijke bedrijven. Danfoss en het Danfoss-logo zijn handelsmerken van Danfoss A/S. Alle rechten voorbehouden.
.....

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

