MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

Design Guide

VLT® AutomationDrive FC 301/302

0,25-75 kW

www.danfoss.com/drives

THE REAL DRIVE

Inhoud

1 Inleiding 8
1.1 Doel van de Design Guide 8
1.2 Aanvullende hulpmiddelen 8
1.3 Afkortingen, symbolen en conventies 8
1.4 Definities 9
1.5 Document- en softwareversie 10
1.6 Conformiteit ten aanzien van regelgeving 10
1.6.1 CE-markering 10
1.6.1.1 Laagspanningsrichtlijn 10
1.6.1.2 EMC-richtlijn 11
1.6.1.3 Machinerichtlijn 11
1.6.2 UL-conformiteit 11
1.6.3 C-tick-conformiteit 11
1.6.4 Maritieme conformiteit 11
1.7 Verwijderingsinstructie 11
1.8 Veiligheid 12

2 Veiligheid 13
2.1 Veiligheidssymbolen 13
2.2 Gekwalificeerd personeel 13
2.3 Veiligheidsmaatregelen 13

3 Elementaire werkingsprincipes 15
3.1 Algemeen 15
3.2 Beschrijving van de werking 15
3.3 Volgorde van werken 15
3.3.1 Gelijkrichterdeel 15
3.3.2 Tussenkringdeel 15
3.3.3 Omvormerdeel 15
3.3.4 Remoptie 16
3.3.5 Loadsharing 16
3.4 Besturingsinterface 16
3.5 Bedradingsschema 17
3.6 Regelaars 19
3.6.1 Besturingsprincipe 19
3.6.2 FC 301 vs. FC 302 besturingsprincipe 20
3.6.3 Regelstructuur op basis van VVC^{plus} 21
3.6.4 Regelstructuur op basis van Flux sensorvrij (alleen FC 302) 22
3.6.5 Regelstructuur op basis van Flux met motorterugkoppeling (alleen FC 302) 23

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Alle rechten voorbehouden.

3.6.6 PID 24
3.6.6.1 Snelheids-PID-regeling 24
3.6.6.2 De PID-snelheidsregelaar afstellen 27
3.6.6.3 Proces-PID-regeling 27
3.6.6.4 Geavanceerde PID-regeling 29
3.6.7 Interne stroomregeling in de modus VVC^{plus} 29
3.6.8 Lokale (Hand On) en externe (Auto On) besturing 29
3.7 Gebruik van referenties 31
3.7.1 Referenties 31
3.7.2 Referentielimieten 33
3.7.3 Schaling van vooraf ingestelde referenties en busterugkoppelingen 34
3.7.4 Schaling van analoge en pulsreferenties en terugkoppeling 34
3.7.5 Dode band rond nul 35

4 Productfuncties 39
4.1 Automatische operationele functies 39
4.1.1 Kortsluitbeveiliging 39
4.1.2 overspanningsbeveiliging 39
4.1.3 Detectie ontbrekende motorfase 40
4.1.4 Detectie onbalans netfase 40
4.1.5 Schakelen aan de uitgang 40
4.1.6 Overbelastingsbeveiliging 40
4.1.7 Beveiliging geblokkeerde rotor 40
4.1.8 Automatische reductie 40
4.1.9 Automatische energieoptimalisatie 41
4.1.10 Automatic Switching Frequency Modulation (ASFM) 41
4.1.11 Automatische reductie wegens hoge draagfrequentie 41
4.1.12 Prestaties bij spanningsschommelingen 41
4.1.13 Resonantiedemping 41
4.1.14 Temperatuurgeregelde ventilatoren 41
4.1.15 EMC-conformiteit 41
4.1.16 Galvanische scheiding van stuurklemmen 41
4.2 Klantspecifieke toepassingsfuncties 42
4.2.1 Automatische aanpassing motorgegevens 42
4.2.2 Thermische motorbeveiliging 42
4.2.3 Netstoring 43
4.2.4 Ingebouwde PID-regelaar 43
4.2.5 Automatische herstart 43
4.2.6 Vliegende start 43
4.2.7 Volledig koppel bij gereduceerd toerental 43
4.2.8 Frequentiebypass 43

4.2.9 Voorverwarming van de motor 44
4.2.10 4 programmeerbare setups 44
4.2.11 Dynamisch remmen 44
4.2.12 Mechanische rembesturing zonder terugkoppeling 44
4.2.13 Mechanische rembesturing met terugkoppeling/mechanische rem voor hijstoepassingen 45
4.2.14 Smart Logic Control (SLC) 47
4.2.15 Veilige uitschakeling van het koppel 48
4.3 Danfoss VLT® FlexConcept® 48

5 Systeemintegratie 49
5.1 Omgevingscondities 49
5.1.1 Vochtigheid 49
5.1.2 Temperatuur 49
5.1.3 Temperatuur en koeling 49
5.1.4 Handmatige reductie 50
5.1.4.1 Reductie wegens lage bedrijfssnelheid 50
5.1.4.2 Reductie wegens lage luchtdruk 50
5.1.5 Akoestische ruis 51
5.1.6 Trillingen en schokken 51
5.1.7 Agressieve omgevingen 51
5.1.7.1 Gassen 51
5.1.7.2 Blootstelling aan stof 52
5.1.7.3 Explosiegevaarlijke omgevingen 52
5.1.8 Onderhoud 53
5.1.9 Opslag 53
5.2 Algemene EMC-aspecten 54
5.2.1 EMC-testresultaten 55
5.2.2 Emissie-eisen 56
5.2.3 Immuniteitseisen: 56
5.2.4 Motorisolatie 57
5.2.5 Motorlagerstromen 58
5.3 Interferentie via het net/harmonischen 58
5.3.1 Het effect van harmonischen in een vermogendistributiesysteem 59
5.3.2 Normen en voorschriften voor het beperken van harmonischen 59
5.3.3 Beperking van de harmonischen 60
5.3.4 Harmonischenberekening 60
5.4 Galvanische scheiding (PELV) 60
5.4.1 PELV – Protective Extra Low Voltage 60
5.5 Remfuncties 61
5.5.1 Keuze van de remweerstand 61

6 Productspecificaties 64

6.1 Elektrische gegevens 64

6.1.1 Netvoeding 200-240 V 64

6.1.2 Netvoeding 380-500 V 66

6.1.3 Netvoeding 525-600 V (alleen FC 302) 69

6.1.4 Netvoeding 525-690 V (alleen FC 302) 72

6.2 Algemene specificaties 75

6.2.1 Netvoeding 75

6.2.2 Uitgangsvermogen van de motor en motorgegevens 75

6.2.3 Omgevingscondities 76

6.2.4 Kabelspecificaties 76

6.2.5 Stuuringang/-uitgang en stuurgegevens 76

6.2.6 Reductie wegens omgevingstemperatuur 80

6.2.6.1 Reductie wegens omgevingstemperatuur, behuizingstype A 80

6.2.6.2 Reductie wegens omgevingstemperatuur, behuizingstype B 80

6.2.6.3 Reductie wegens omgevingstemperatuur, behuizingstype C 83

6.2.7 Gemeten waarden voor dU/dt-tests 85

6.2.8 Rendement 88

6.2.9 Akoestische ruis 89

7 Bestellen 90

7.1 Drive Configurator 90

7.1.1 Typecode 90

7.1.2 Taal 92

7.2 Bestelnummers 93

7.2.1 Opties en accessoires 93

7.2.2 Reserveonderdelen 95

7.2.3 Accessoiretassen 95

7.2.4 VLT AutomationDrive FC 301 96

7.2.5 Remweerstanden voor FC 302 98

7.2.6 Andere flatpackremweerstanden 102

7.2.7 Harmonischenfilters 103

7.2.8 Sinusfilters 105

7.2.9 dU/dt-filters 107

8 Mechanische installatie 109

8.1 Veiligheid 109

8.2 Mechanische afmetingen 110

8.2.1 Mechanische bevestiging 112

8.2.1.1 Vrije ruimte 112

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Alle rechten voorbehouden.

8.2.1.2 wandmontage 112

9 Elektrische installatie 114

9.1 Veiligheid 114

9.2 Kabels 115

9.2.1 Aanhaalmoment 115

9.2.2 Invoergaten 116

9.2.3 Aanhalen van de afdekking nadat de aansluitingen zijn gemaakt 119

9.3 Aansluiting netvoeding 120

9.3.1 Zekeringen en circuitbreakers 124

9.3.1.1 Zekeringen 124

9.3.1.2 Aanbevelingen 124

9.3.1.3 CE-conformiteit 125

9.3.1.4 UL-conformiteit 128

9.4 Motoraansluiting 133

9.5 Aardlekstroombeveiliging 136

9.6 Extra aansluitingen 137

9.6.1 Relais 137

9.6.2 Netschakelaars en contactors 138

9.6.3 Loadsharing 139

9.6.4 Remweerstand 139

9.6.5 Pc-software 139

9.6.5.1 MCT 10 140

9.6.5.2 MCT 31 140

9.6.5.3 Harmonic Calculation Software (HCS) 140

9.7 Extra motorgegevens 141

9.7.1 Motorkabel 141

9.7.2 Aansluiten van meerdere motoren 141

9.8 Veiligheid 143

9.8.1 Hoogspanningstest 143

9.8.2 EMC-aarding 143

9.8.3 ADN-conforme installatie 144

10 Toepassingsvoorbeelden 145

10.1 Gangbare toepassingen 145

10.1.1 Omvormersysteem met terugkoppeling 150

10.1.2 Programmeren van koppelbegrenzing en stop 150

10.1.3 Programmeren van snelheidsregeling 151

11 Opties en accessoires 153

11.1 Communicatieopties 153

11.2 Opties voor I/O, terugkoppeling en veiligheid 153
11.2.1 VLT® General Purpose I/O MCB 101 153
11.2.2 VLT® Encoder Input MCB 102 155
11.2.3 VLT® Resolver Option MCB 103 157
11.2.4 VLT® Relay Card MCB 105 159
11.2.5 VLT® Safe PLC I/O MCB 108 161
11.2.6 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 162
11.2.7 VLT® Extended Relay Card MCB 113 163
11.2.8 VLT® Sensor Input MCB 114 165
11.2.9 VLT® Safe Option MCB 15x 166
11.2.10 VLT® C Option Adapter MCF 106 170
11.3 Motion Control-opties 170
11.4 Accessoires 172
11.4.1 Remweerstanden 172
11.4.2 Sinusfilters 172
11.4.3 dU/dt-filters 172
11.4.4 Common-modefilters 172
11.4.5 Harmonischenfilters 172
11.4.6 IP 21/Type 1-behuizingsset 173
11.4.7 Bevestigingsset voor externe bediening van LCP 175
11.4.8 Montagebeugel voor behuizingstype A5, B1, B2, C1 en C2 176

12 Installatie en setup RS-485 178
12.1 Installatie en setup 178
12.1.1 Overzicht 178
12.2 Netwerkaansluiting 179
12.3 Busafsluiting 179
12.4 Installatie en setup RS-485 179
12.5 Overzicht FC-protocol 180
12.6 Netwerkconfiguratie 180
12.7 Berichtframingstructuur FC-protocol 180
12.7.1 Inhoud van een teken (byte) 180
12.7.2 Telegramstructuur 180
12.7.3 Telegramlengte (LGE) 181
12.7.4 Adres frequentieomvormer (ADR) 181
12.7.5 Datastuurbyte (BCC) 181
12.7.6 Het dataveld 182
12.7.7 Het PKE-veld 183
12.7.8 Parameternummer (PNU) 183
12.7.9 Index (IND) 183

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Alle rechten voorbehouden.

12.7.10 Parameterwaarde (PWE) 184
12.7.11 Datatypen die worden ondersteund 184
12.7.12 Conversie 184
12.7.13 Proceswoorden (PCD) 185
12.8 Voorbeelden 185
12.8.1 Een parameterwaarde schrijven 185
12.8.2 Een parameterwaarde lezen 185
12.9 Overzicht Modbus RTU 186
12.9.1 Aannames 186
12.9.2 Wat de gebruiker al moet weten 186
12.9.3 Overzicht Modbus RTU 186
12.9.4 Frequentieomvormer met Modbus RTU 186
12.10 Netwerkconfiguratie 187
12.11 Berichtframingstructuur Modbus RTU 187
12.11.1 Frequentieomvormer met Modbus RTU 187
12.11.2 Berichtenstructuur Modbus RTU 187
12.11.3 Start-/stopveld 187
12.11.4 Adresveld 188
12.11.5 Functieveld 188
12.11.6 Dataveld 188
12.11.7 CRC-controleveld 188
12.11.8 Adressering spoelregister 188
12.11.9 De frequentieomvormer besturen 190
12.11.10 Door Modbus RTU ondersteunde functiecodes 190
12.11.11 Uitzonderingscodes Modbus 190
12.12 Toegang krijgen tot parameters 191
12.12.1 Parameterafhandeling 191
12.12.2 Dataopslag 191
12.12.3 IND (index) 191
12.12.4 Tekstblokken 191
12.12.5 Conversiefactor 191
12.12.6 Parameterwaarden 191
12.13 Danfoss FC-stuurwoordprofiel 192
12.13.1 Stuurwoord volgens het FC-profiel (*8-10 Stuurwoordprofiel* = FC-profiel) 192
12.13.2 Statuswoord volgens het FC-profiel (STW) (*8-10 Stuurwoordprofiel* = FC-profiel) 193
12.13.3 Referentiewaarde bussnelheid 194
12.13.4 Stuurwoord overeenkomstig het PROFIdrive-profiel (CTW) 195
12.13.5 Statuswoord overeenkomstig het PROFIdrive-profiel (STW) 196

Trefwoordenregister 198

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Alle rechten voorbehouden.

1

1 Inleiding

1.1 Doel van de Design Guide

De Design Guide bevat informatie die nodig is om de frequentieomvormer te kunnen integreren in uiteenlopende toepassingen.

VLT® is een gedeponeerd handelsmerk.

1.2 Aanvullende hulpmiddelen

Er zijn andere hulpmiddelen beschikbaar om inzicht te krijgen in de geavanceerde bedienings- en programmeerfuncties van de frequentieomvormer en naleving van richtlijnen.

- De *Bedieningshandleiding* biedt gedetailleerde informatie over de installatie en het opstarten van de frequentieomvormer.
- De *Programmeerhandleiding* gaat dieper in op het gebruik van parameters en bevat veel toepassingsvoorbeelden.
- In *VLT® Frequency Converters - Safe Torque Off Operating Instructions* vindt u informatie over het gebruik van Danfoss-frequentieomvormers in toepassingen met functionele veiligheid.
- Aanvullende documentatie en handleidingen zijn verkrijgbaar bij Danfoss. Zie *danfoss.com/Product/Literature/Technical+Documentation.htm* voor een overzicht.
- Een deel van de informatie in deze documentatie is mogelijk niet van toepassing bij gebruik van beschikbare optionele apparatuur. Zorg dat u de bijgeleverde instructies voor de opties doorleest met het oog op specifieke vereisten.

Neem contact op met een Danfoss-leverancier of ga naar *www.danfoss.com* voor meer informatie.

1.3 Afkortingen, symbolen en conventies

Conventies
Genummerde lijsten geven procedures aan.
Lijsten met opsommingstekens geven andere informatie en beschrijvingen van afbeeldingen aan.
Cursieve tekst geeft een van de volgende zaken aan:

- kruisverwijzing
- koppeling
- voetnoot
- parameternaam, naam parametergroep, parameteroptie

60° AVM	60° Asynchrone Vectormodulatie
A	Ampère/AMP
AC	Wisselstroom
AD	Luchtontlading
AI	Analoge ingang
AMA	Automatische aanpassing motorgegevens
AWG	American Wire Gauge
°C	Graden Celsius
CD	Constante ontlading
CM	Common mode
CT	Constant koppel
DC	Gelijkstroom
DI	Digitale ingang
DM	Differentiële modus
D-TYPE	Afhankelijk van de omvormer
EMC	Elektromagnetische compatibiliteit
ETR	Elektronisch thermisch relais
f_{JOG}	De motorfrequentie wanneer de jogfunctie is geactiveerd
f_M	Motorfrequentie
f_{MAX}	De maximale uitgangsfrequentie die de frequentieomvormer op zijn uitgang schakelt
f_{MIN}	De minimale motorfrequentie van de frequentieomvormer
$f_{M,N}$	Nominale motorfrequentie
FC	Frequentieomvormer
g	Gram
Hiperface®	Hiperface® is een gedeponeerd handelsmerk van Stegmann
pk	Paardenkracht
HTL	HTL-encoder (10-30 V) pulsen – hoogspanningstransistorlogica
Hz	Hertz
I_{INV}	Nominale uitgangsstroom van de omvormer
I_{LIM}	Stroomgrens
$I_{M,N}$	Nominale motorstroom
$I_{VLT,MAX}$	De maximale uitgangsstroom
$I_{VLT,N}$	De nominale uitgangsstroom die door de frequentieomvormer wordt geleverd
kHz	Kilohertz
LCP	Lokaal bedieningspaneel
lsb	Minst significante bit
m	Meter
mA	Milliampère
MCM	Mille Circular Mil
MCT	Motion Control Tool
mH	Inductantie in millihenry
min	Minuut
ms	Milliseconde
msb	Meest significante bit

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Alle rechten voorbehouden.

η_{VLT}	Het rendement van de frequentieomvormer gedefinieerd als de verhouding tussen uitgangsvermogen en ingangsvermogen
nF	Nanofarad
NLCP	Numeriek lokaal bedieningspaneel (NLCP)
Nm	Newtonmeter
n_s	Synchroonmotortoerental
Online-/offline-parameters	Wijzigingen van onlineparameters worden meteen geactiveerd nadat de datawaarde is gewijzigd.
$P_{br,cont.}$	Nominaal vermogen van de remweerstand (gemiddeld vermogen tijdens continu remmen)
PCB	Printed Circuit Board – printplaat
PCD	Procesdata
PELV	Protective Extra Low Voltage
P_m	Het nominale uitgangsvermogen van de frequentieomvormer als HO
$P_{M,N}$	Nominaal motorvermogen
PM-motor	Permanentmagneetmotor
Proces-PID	De PID-regelaar handhaaft het gewenste niveau voor toerental, druk, temperatuur enz.
$R_{br,nom}$	De nominale weerstandswaarde die zorgt voor een remvermogen op de motoras van 150/160% gedurende 1 minuut
RCD	Reststroomapparaat
Regen	Regeneratieve klemmen
R_{min}	Door de frequentieomvormer toegestane minimale remweerstand
RMS	Root Mean Square – effectieve waarde
tpm	Toeren per minuut
R_{rec}	Weerstandswaarde en weerstand van de remweerstand
s	Seconde
SFAVM	Stator Flux Oriented Asynchronous Vector Modulation
STW	Statuswoord
SMPS	Schakelende voeding
THD	Totale harmonische vervorming
T_{LIM}	Koppelbegrenzing
TTL	TTL-encoder (5 V) pulsen – transistor-transistorlogica
$U_{M,N}$	Nominale motorspanning
V	Volt
VT	Variabel koppel
VVC^{plus}	Voltage Vector Control

Tabel 1.1 Afkortingen

De volgende symbolen worden gebruikt in dit document:

⚠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 werkpraktijken.

LET OP

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

1.4 Definities

Vrijloop
De motoras bevindt zich in de vrije modus. Geen koppel op de motor.

Remweerstand
De remweerstand is een module die het remvermogen dat bij regeneratief remmen wordt gegenereerd, kan absorberen. Dit regeneratieve remvermogen verhoogt de tussenkringspanning en een remchopper zorgt ervoor dat het vermogen wordt overgebracht naar de remweerstand.

CT-karakteristieken
Constant-koppelkarakteristieken, gebruikt voor alle toepassingen, zoals transportbanden, verdringerpompen en kranen.

Initialisatie
Bij initialisatie (*14-22 Bedrijfsmodus*) keert de frequentieomvormer terug naar de standaardinstelling.

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

Setup
U kunt parameterinstellingen in 4 setups opslaan. Het is mogelijk om tussen de 4 parametersetups te schakelen en de ene setup te bewerken terwijl een andere setup actief is.

Slipcompensatie
De frequentieomvormer compenseert het slippen van de motor met een aanvulling op de frequentie op basis van de gemeten motorbelasting, waardoor het motortoerental vrijwel constant wordt gehouden.

Smart Logic Control (SLC)
De SLC is een reeks van gebruikersgedefinieerde acties die wordt uitgevoerd als de bijbehorende gebruikersgedefinieerde gebeurtenis door de Smart Logic Controller wordt geëvalueerd als TRUE. (Parametergroep *13-** Smart Logic*)

FC-bus
Omvat een RS-485-bus met FC-protocol of MC-protocol. Zie *8-30 Protocol*.

1

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

Uitschakeling (trip)
Een toestand die zich voordoet in foutsituaties, bijv. als de frequentieomvormer wordt blootgesteld aan een overtemperatuur of wanneer de frequentieomvormer 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. Een uitschakeling (trip) mag niet worden gebruikt voor persoonlijke veiligheid.

Uitschakeling met blokkering
Een toestand die zich voordoet in foutsituaties waarbij de frequentieomvormer zichzelf beschermt en fysiek ingrijpen noodzakelijk is, bijv. als de frequentieomvormer onderhevig is aan een kortsluiting op de uitgang. Een uitschakeling met blokkering kan alleen worden opgeheven door de netvoeding af te schakelen, de oorzaak van de fout weg te nemen en de frequentieomvormer 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. Een uitschakeling (trip) mag niet worden gebruikt voor persoonlijke veiligheid.

VT-karakteristieken
Variabel-koppelkarakteristieken die worden gebruikt voor pompen en ventilatoren.

Arbeidsfactor
De werkelijke arbeidsfactor (lambda) houdt rekening met alle harmonischen en is altijd lager dan de arbeidsfactor (cos phi) die alleen rekening houdt met de eerste harmonische van stroom en spanning.

$$\cos\varphi = \frac{P\,[\mathrm{kW}]}{P\,[\mathrm{kVA}]} = \frac{U\lambda \times I\lambda \times \cos\varphi}{U\lambda \times I\lambda}$$

Cos phi wordt ook wel verschuivingsfactor genoemd.

Zowel lambda als cos phi worden in *hoofdstuk 6.2.1 Netvoeding* gespecificeerd voor Danfoss VLT®-frequentieomvormers.

De arbeidsfactor geeft aan in hoeverre een frequentieomvormer de netvoeding belast.
Hoe lager de arbeidsfactor, hoe hoger de I_{RMS} voor dezelfde kW-prestatie.

Bovendien betekent een hoge arbeidsfactor dat de verschillende harmonische stromen zwak zijn.
Alle Danfoss-frequentieomvormers zijn uitgerust met in de DC-tussenkring ingebouwde DC-spoelen. Dit zorgt voor een hoge arbeidsfactor en beperkt de totale harmonische vervorming (THD) op de netvoeding.

1.5 Document- en softwareversie

Deze handleiding wordt regelmatig herzien en bijgewerkt. Alle suggesties voor verbetering zijn welkom. *Tabel 1.2* toont de documentversie en de bijbehorende softwareversie.

Versie	Opmerkingen	Softwareversie
MG33BFxx	Vervangt MG33BExx	6.72

Tabel 1.2 Document- en softwareversie

1.6 Conformiteit ten aanzien van regelgeving

Frequentieomvormers zijn ontworpen overeenkomstig de richtlijnen in deze sectie.

1.6.1 CE-markering

De CE-markering (Communauté Européenne) geeft aan dat de fabrikant van het product voldoet aan alle relevante EU-richtlijnen. De 3 EU-richtlijnen die van toepassing zijn op het ontwerp en de productie van frequentieomvormers, zijn de Laagspanningsrichtlijn, de EMC-richtlijn en (voor eenheden met ingebouwde veiligheidsfunctie) de Machinerichtlijn.

De CE-markering is bedoeld om technische barrières voor vrije handel tussen EU- en EVA-staten binnen de ECU weg te nemen. 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.

1.6.1.1 Laagspanningsrichtlijn

Frequentieomvormers zijn geclassificeerd als elektronische componenten en moeten zijn voorzien van een CE-markering overeenkomstig de Laagspanningsrichtlijn. Deze richtlijn is van toepassing op alle elektrische apparaten in het spanningsbereik van 50-1000 V AC en 75-1600 V DC.

De richtlijn schrijft voor dat het ontwerp van de apparatuur de veiligheid en gezondheid van mens en dier niet in gevaar mag brengen en dat de materiële waarde behouden moet blijven zolang de apparatuur correct wordt geïnstalleerd en onderhouden, en wordt gebruikt zoals bedoeld.Danfoss CE-markeringen worden aangebracht volgens de richtlijn. Op verzoek wordt een Conformiteitsverklaring afgegeven.

1.6.1.2 EMC-richtlijn

Elektromagnetische compatibiliteit (EMC) houdt in dat de elektromagnetische interferentie tussen verschillende apparaten niet van invloed is op de prestaties. De minimale beschermingsvereiste van de EMC-richtlijn 2004/108/EG stelt dat apparaten die elektromagnetische interferentie (EMI) genereren, of waarvan de werking door EMI kan worden beïnvloed, zodanig 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.

Een frequentieomvormer kan als een zelfstandig apparaat worden gebruikt of deel uitmaken van een complexere installatie. 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 CE-markering, maar moeten wel voldoen aan de minimale beschermingsvereisten van de EMC-richtlijn.

1.6.1.3 Machinerichtlijn

Frequentieomvormers zijn geclassificeerd als elektronische componenten die onder de Laagspanningsrichtlijn vallen, maar frequentieomvormers met ingebouwde veiligheidsfunctie moeten voldoen aan de Machinerichtlijn 2006/42/EG. Frequentieomvormers zonder veiligheidsfunctie vallen niet onder de Machinerichtlijn. Wanneer een frequentieomvormer is geïntegreerd in een machinesysteem, geeft Danfoss informatie over de veiligheidsaspecten met betrekking tot de frequentieomvormer.

De Machinerichtlijn 2006/42/EG is van toepassing op machines die bestaan uit een groep onderling verbonden componenten of apparaten waarvan er ten minste één mechanische bewegingen kan uitvoeren. De richtlijn schrijft voor dat het ontwerp van de apparatuur de veiligheid en gezondheid van mens en dier niet in gevaar mag brengen en dat de materiële waarde behouden moet blijven zolang de apparatuur correct wordt geïnstalleerd en onderhouden, en wordt gebruikt zoals bedoeld.

Wanneer frequentieomvormers worden gebruikt in machines met ten minste één bewegend deel, moet de machinefabrikant een verklaring afgeven dat het product voldoet aan alle relevante statuten en veiligheidsmaatregelen.Danfoss CE-markeringen worden aangebracht volgens de Machinerichtlijn voor frequentieomvormers met ingebouwde veiligheidsfunctie. Op verzoek wordt een conformiteitsverklaring afgegeven.

1.6.2 UL-conformiteit

UL Listed

Afbeelding 1.1 UL

LET OP

Frequentieomvormers van behuizingstype T7 (525-690 V) zijn niet gecertificeerd voor UL.

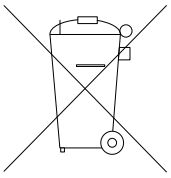
De frequentieomvormer voldoet aan de eisen van UL 508C ten aanzien van het behoud van het thermische geheugen. Zie de sectie *Thermische motorbeveiliging* in de *Design Guide* voor meer informatie.

1.6.3 C-tick-conformiteit

1.6.4 Maritieme conformiteit

Zie *hoofdstuk 9.8.3 ADN-conforme installatie* voor conformiteit met het Europees Verdrag inzake het internationale vervoer van gevaarlijke goederen over de binnenwateren (ADN).

1.7 Verwijderingsinstructie



Apparatuur die elektrische componenten bevat, mag niet als huishoudelijk afval worden afgevoerd.
Voer dergelijke apparatuur apart af volgens de geldende lokale voorschriften.

Tabel 1.3 Verwijderingsinstructie

1

1.8 Veiligheid

Frequentieomvormers bevatten componenten die onder hoge spanning staan, en kunnen bij onjuiste hantering dodelijk letsel veroorzaken. Deze apparatuur mag uitsluitend worden geïnstalleerd of bediend door goed opgeleid personeel.

Voer geen reparatiewerkzaamheden uit voordat de spanning naar de frequentieomvormer is afgeschakeld en de voorgeschreven ontladingstijd voor het afvoeren van opgeslagen elektrische energie is verstreken. Zie de *Bedieningshandleiding,* die bij de eenheid is geleverd en ook online beschikbaar is, voor informatie over:

- ontladingstijd en
- uitgebreide veiligheidsvoorschriften en waarschuwingen

Strikte naleving van de veiligheidsmaatregelen en -kennisgevingen is verplicht voor een veilige bediening van de frequentieomvormer.

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Alle rechten voorbehouden.

2 Veiligheid

2.1 Veiligheidssymbolen

De volgende symbolen worden gebruikt in dit document:

⚠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 werkpraktijken.

LET OP

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

2.2 Gekwalificeerd personeel

Een probleemloze en veilige werking van de frequentieomvormer is enkel mogelijk als de frequentieomvormer op correcte en betrouwbare wijze wordt vervoerd, opgeslagen, 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 overeenkomstig relevante wetten en voorschriften. Daarnaast moet het personeel bekend zijn met de instructies en veiligheidsmaatregelen die in dit document staan beschreven.

2.3 Veiligheidsmaatregelen

⚠WAARSCHUWING

HOGE SPANNING

Frequentieomvormers werken met een hoge spanning wanneer ze zijn aangesloten op de netvoeding. Wanneer de installatie, het opstarten en het onderhoud niet worden uitgevoerd door gekwalificeerd personeel kan dit leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

- **Installatie, opstarten en onderhoud mogen uitsluitend worden uitgevoerd door gekwalificeerd personeel.**

⚠WAARSCHUWING

ONBEDOELDE START

Wanneer de frequentieomvormer op de netvoeding is aangesloten, kan de motor op elk moment starten, wat kan leiden tot ernstig of dodelijk letsel of tot schade aan apparatuur of eigendommen. De motor kan worden gestart door middel van een externe schakelaar, een seriëlebuscommando, een ingangsreferentiesignaal vanaf het LCP, of door het opheffen van een foutconditie.

1. **Schakel de frequentieomvormer altijd af van het net wanneer een onbedoelde start vanwege de persoonlijke veiligheid moet worden vermeden.**
2. **Druk op [Off] op het LCP voordat u parameters gaat programmeren.**
3. **De frequentieomvormer, motor en eventuele door de motor aangedreven apparatuur moeten bedrijfsklaar zijn als de frequentieomvormer op de netvoeding wordt aangesloten.**

2

⚠WAARSCHUWING

ONTLADINGSTIJD

De frequentieomvormer bevat DC-tussenkringcondensatoren waarop spanning kan blijven staan, ook wanneer de frequentieomvormer niet van spanning wordt voorzien. Als u de aangegeven wachttijd na afschakeling niet in acht neemt voordat u onderhouds- of reparatiewerkzaamheden uitvoert, kan dit leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

1. **Stop de motor.**
2. **Schakel de netvoeding, permanentmagneetmotoren en externe DC-tussenkringvoedingen af, inclusief backupvoedingen, UPS-eenheden en DC-tussenkringaansluitingen naar andere frequentieomvormers.**
3. **Wacht tot de condensatoren volledig zijn ontladen voordat u onderhouds- of reparatiewerkzaamheden uitvoert. De vereiste wachttijd staat vermeld in *Tabel 2.1*.**

Spanning [V]	Minimale wachttijd (minuten)		
	4	7	15
200-240	0,25-3,7 kW		5,5-37 kW
380-500	0,25-7,5 kW		11-75 kW
525-600	0,75-7,5 kW		11-75 kW
525-690		1,5-7,5 kW	11-75 kW
Er kan hoge spanning aanwezig zijn, ook wanneer de waarschuwingsleds uit zijn.			

Tabel 2.1 Ontladingstijd

⚠WAARSCHUWING

GEVAARLIJKE LEKSTROOM

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

- **Laat een erkende elektrisch installateur zorgen voor een correcte aarding van de apparatuur.**

⚠WAARSCHUWING

GEVAARLIJKE APPARATUUR

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

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

⚠VOORZICHTIG

WINDMILLING

Het onbedoeld draaien van permanentmagneetmotoren kan leiden tot lichamelijk letsel en schade aan apparatuur.

- **Zorg dat permanentmagneetmotoren zijn geblokkeerd om onbedoeld draaien te voorkomen.**

⚠VOORZICHTIG

POTENTIEEL GEVAAR BIJ INTERNE FOUT

Er bestaat een kans op lichamelijk letsel wanneer de frequentieomvormer niet goed is gesloten.

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

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Alle rechten voorbehouden.

3 Elementaire werkingsprincipes

3.1 Algemeen

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de primaire componenten en circuits van de frequentieomvormer. Het is bedoeld om de interne elektrische en signaalverwerkingsfuncties te beschrijven. Ook een beschrijving van de interne regelstructuur is opgenomen.

Het hoofdstuk beschrijft tevens automatische en optionele frequentieomvormerfuncties die beschikbaar zijn voor het ontwerpen van robuuste besturingssystemen met geavanceerde prestaties op het gebied van regeling en statusrapportage.

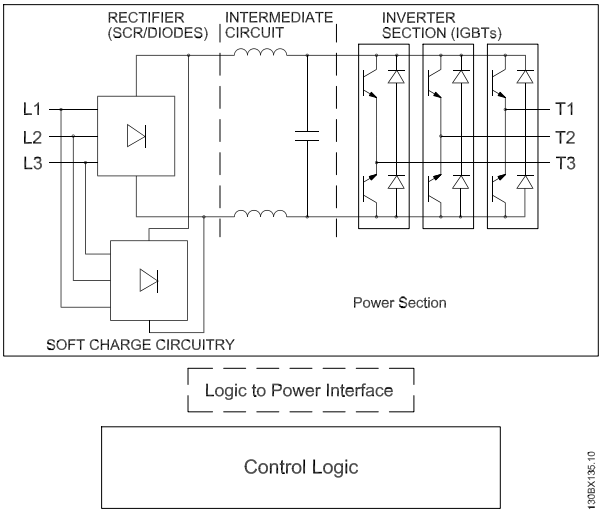
3.2 Beschrijving van de werking

De frequentieomvormer voorziet een standaard 3-fasedraaistroommotor van een gereguleerde hoeveelheid netspanning om het motortoerental te regelen. De frequentieomvormer levert een variabele frequentie en spanning aan de motor.

De frequentieomvormer is onderverdeeld in 4 hoofdmodules.

- Gelijkrichter
- Tussenkring
- Omvormer
- Besturing en regeling

In *hoofdstuk 3.3 Volgorde van werken* worden deze modules uitgebreider behandeld en wordt beschreven hoe vermogen en stuursignalen in de frequentieomvormer bewegen.



Afbeelding 3.1 Interne besturingslogica

3.3 Volgorde van werken

3.3.1 Gelijkrichterdeel

Op het moment dat er vermogen aan de frequentieomvormer wordt geleverd, komt dit binnen via de ingangsklemmen (L1, L2 en L3) en gaat het vervolgens naar de netschakelaar- en/of de RFI-filteroptie, afhankelijk van de configuratie van de eenheid.

3.3.2 Tussenkringdeel

Na het gelijkrichterdeel gaat de spanning naar het tussenkringdeel. Deze gelijkgerichte spanning wordt afgevlakt door een sinusfiltercircuit dat bestaat uit de DC-businductor en de DC-condensatorbatterij.

De DC-businductor voorziet in serie-impedantie voor de wisselende stroom. Dit draagt bij aan het filteringsproces en beperkt tevens de harmonische vervorming naar het AC-ingangssignaal, die gewoonlijk optreedt in gelijkrichtercircuits.

3.3.3 Omvormerdeel

Zodra een startcommando en een snelheidsreferentie aanwezig zijn, beginnen in het omvormerdeel de IGBT's te schakelen om het uitgangssignaal te creëren. Dit uitgangssignaal, gegenereerd door het Danfoss VVC^{plus} PWM-principe op de stuurkaart, zorgt voor optimale prestaties en minimale verliezen in de motor.

3

3.3.4 Remoptie

Frequentieomvormers die zijn uitgerust met de dynamische-remoptie, zijn tevens voorzien van een rem-IGBT plus de klemmen 81 (R-) en 82 (R+) voor het aansluiten van een externe remweerstand.

De rem-IGBT dient ervoor om de spanning in de tussenkring te beperken als de maximale spanningslimiet wordt overschreden. Hiervoor wordt de extern gemonteerde weerstand over de DC-bus geschakeld om de overtollige DC-spanning af te voeren die aanwezig is op de buscondensatoren. Overtollige DC-busspanning is meestal het gevolg van een negatieve belasting die ervoor zorgt dat regeneratieve energie wordt teruggeleid naar de DC-bus. Dit gebeurt bijvoorbeeld wanneer de belasting de motor aandrijft, waardoor de spanning wordt teruggeleid naar de DC-tussenkring.

Externe plaatsing van de remweerstand heeft het voordeel dat de weerstand kan worden geselecteerd op basis van de toepassingsbehoeften. De energie wordt buiten het bedieningspaneel afgevoerd en de frequentieomvormer wordt beschermd tegen oververhitting bij eventuele overbelasting van de remweerstand.

Het stuursignaal van de rem-IGBT is afkomstig van de stuurkaart en wordt aan de rem-IGBT geleverd via de voedingskaart en de gatedriverkaart. Daarnaast bewaken de voedingskaart en de stuurkaart de aansluiting van de rem-IGBT en de remweerstand op kortsluiting en overbelasting.

3.3.5 Loadsharing

Eenheden met de ingebouwde loadsharingoptie bevatten de klemmen (+) 89 DC en (-) 88 DC. Binnen in de frequentieomvormer zijn deze klemmen vóór de DC-tussenkringspoel en de buscondensatoren aangesloten op de DC-bus.

Het gebruik van de loadsharingklemmen is mogelijk in 2 configuraties.

Bij de ene methode worden de klemmen gebruikt om de DC-tussenkringen van meerdere frequentieomvormers aan elkaar te koppelen. Hierdoor kan een eenheid die in de regeneratieve modus staat, de overtollige tussenkringspanning delen met een andere eenheid die een motor aandrijft.

Loadsharing kan zo de noodzaak van externe dynamische-remweerstanden beperken, terwijl bovendien energie wordt bespaard. In theorie is het mogelijk om een oneindig aantal eenheden op deze wijze aan te sluiten, maar elke eenheid moet wel dezelfde nominale spanning hebben. Daarnaast kan het, afhankelijk van het vermogen en het aantal eenheden, nodig zijn om DC-spoelen en DC-zekeringen in de DC-tussenkringaansluitingen en AC-spoelen op het net aan te sluiten. Bij zo'n configuratie moeten specifieke afwegingen worden gemaakt. Probeer een dergelijke configuratie daarom nooit te realiseren zonder voorafgaand overleg met Danfoss Application Engineering.

Bij de tweede methode wordt de frequentieomvormer uitsluitend gevoed via een DC-bron. Dit is iets gecompliceerder. Ten eerste is er een DC-bron nodig. Ten tweede is er een voorziening nodig om bij het opstarten van de DC-bus een soft-charge uit te voeren. Tot slot is er een spanningsbron nodig om de ventilatoren in de eenheid aan te drijven. Ook hier geldt dat u een dergelijke configuratie niet moet proberen te realiseren zonder voorafgaand overleg met Danfoss Application Engineering.

3.4 Besturingsinterface

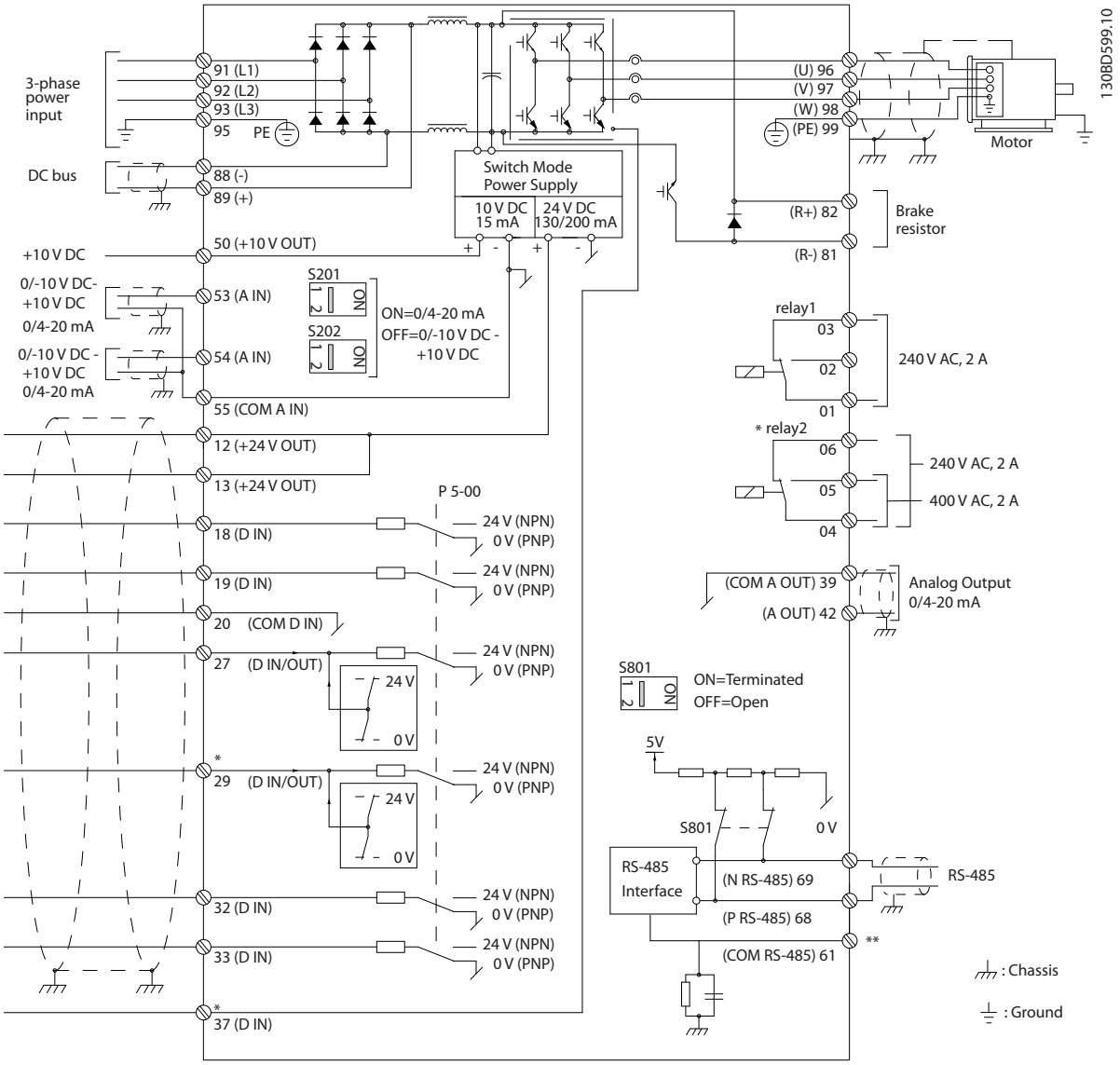
3.4.1 Besturingsprincipe

De frequentieomvormer ontvangt stuursignalen uit diverse bronnen.

- Lokaal bedieningspaneel (handmodus)
- Programmeerbare analoge, digitale, en analoge/digitale stuurklemmen (automodus)
- De RS-485-, USB- of seriële-communicatiepoorten (automodus)

Wanneer de stuurklemmen zijn bedraad en correct zijn geprogrammeerd, voorzien ze in terugkoppelings-, referentie- en andere ingangssignalen naar de frequentieomvormer; vermogensstatus en foutcondities vanaf de frequentieomvormer, relais voor het aansturen van hulpapparatuur, en de interface voor seriële communicatie. Een 24 V-common is ook beschikbaar. Stuurklemmen zijn voor diverse functies te programmeren door middel van de parameteropties via het lokale bedieningspaneel (LCP) aan de voorzijde van de eenheid of via externe bronnen. De meeste stuurkabels moeten door de klant zelf worden geleverd, tenzij ze af fabriek zijn besteld.

3.5 Bedradingsschema

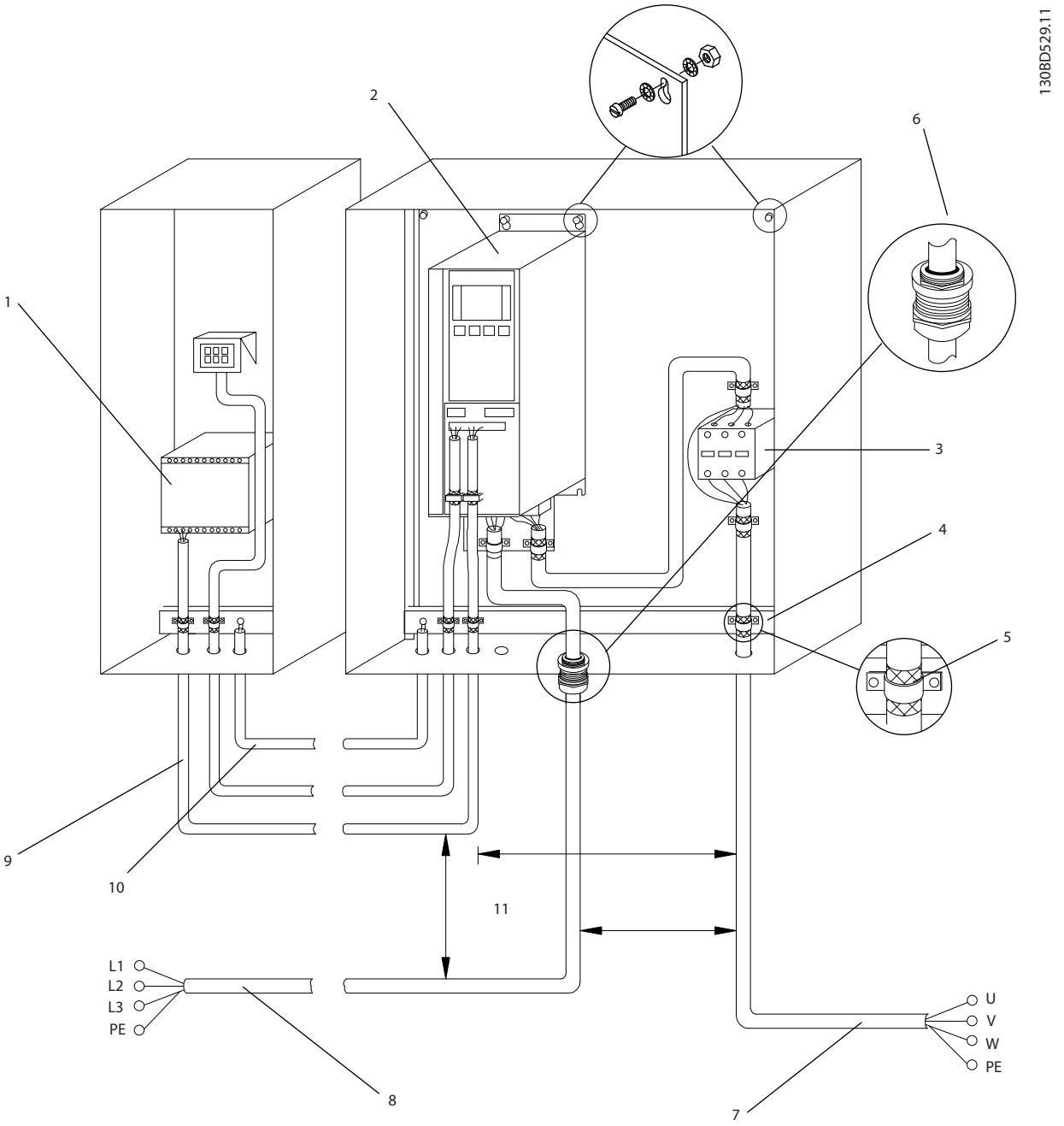


Afbeelding 3.2 Eenvoudig bedradingsschema

A = analoog, D = digitaal

*Klem 37 (optioneel) wordt gebruikt voor veilige uitschakeling van het koppel (STO). Installatie-instructies voor de STO-functie vindt u in *Danfoss VLT® Frequency Converters - Safe Torque Off Operating Instructions.* Klem 37 is niet beschikbaar in FC 301 (met uitzondering van behuizingstype A1). Relais 2 en klem 29 hebben geen functie in de FC 301.

**Sluit de kabelafscherming niet aan.



1	PLC	7	Motor, 3 fasen en aardverbinding (afgeschermd)
2	Frequentieomvormer	8	Net, 3 fasen en versterkte aardverbinding (niet afgeschermd)
3	Uitgangscontactor	9	Stuurkabels (afgeschermd)
4	Kabelklem	10	Potentiaalvereffening min. 16 mm²
5	Kabelisolatie (gestript)	11	Vrije ruimte tussen stuurkabel, motorkabel en netkabel: min. 200 mm
6	Kabelwartel		

Afbeelding 3.3 EMC--correcte elektrische aansluiting

Zie *hoofdstuk 4.1.15 EMC-conformiteit* voor meer informatie over EMC.

LET OP

EMC-STORINGEN

Gebruik afgeschermde kabels voor motor en stuurkabels en afzonderlijke kabels voor ingangsvermogen, motorkabels en stuurkabels. Als voedings-, motor- en stuurkabels niet van elkaar worden gescheiden, kan dit resulteren in een onbedoelde werking of lagere prestaties. De afstand tussen voedings-, motor- en stuurkabels moet minimaal 200 mm bedragen.

3.6 Regelaars

3.6.1 Besturingsprincipe

Een frequentieomvormer herleidt een wisselspanning tot een gelijkspanning en zet deze gelijkspanning vervolgens om in een wisselstroom met variabele amplitude en frequentie.

De variabele spanning/stroom en frequentie die aan de motor worden geleverd, maken een toerentalregeling mogelijk bij driefasen-, standaard- en permanentmagneetmotoren.

De frequentieomvormer kan de snelheid van of het koppel op de motoras regelen. De instelling in *1-00 Configuratiemodus* bepaalt het type regeling.

Snelheidsregeling

Er zijn 2 soorten snelheidsregelingen:

- Snelheidsregeling zonder terugkoppeling vanaf de motor (sensorloos).
- Voor een PID-regeling op basis van een snelheidsregeling met terugkoppeling is een snelheidsterugkoppeling naar een ingang vereist. Een correct geoptimaliseerde snelheidsregeling met terugkoppeling biedt een grotere nauwkeurigheid dan een snelheidsregeling zonder terugkoppeling.

In *7-00 Terugk.bron snelheids-PID* selecteert u welke ingang moet worden gebruikt als snelheids-PID-terugkoppeling.

Koppelregeling

De koppelregelingsfunctie wordt gebruikt in toepassingen waar het koppel op de uitvoeras van de motor de toepassing regelt in de vorm van spankrachtregeling. Een koppelregeling is in te stellen via *1-00 Configuratiemodus*, als VVC^{plus} *[4] Koppel zndr terugk.* of als fluxregeling *[2] Koppel* met terugkoppeling van het motortoerental. Het koppel is in te stellen door middel van een analoge, digitale of busreferentie. De maximale snelheidsbegrenzingsfactor is in te stellen in *4-21 Bron snelheidsbegr.factor*. Bij gebruik van een koppelregeling verdient het aanbevelen om een volledige AMA uit te voeren, aangezien correcte motorgegevens essentieel zijn voor optimale prestaties.

- Een fluxregeling met encoderterugkoppeling biedt superieure prestaties in alle 4 kwadranten en bij alle motortoerentallen.
- Regeling zonder terugkoppeling op basis van VVC^{plus}. Deze functie wordt gebruikt voor mechanisch robuuste toepassingen, maar de nauwkeurigheid is minder hoog. Een koppelregeling zonder terugkoppeling werkt in principe slechts in één snelheidsrichting. Het koppel wordt berekend op basis van een stroommeting in de frequentieomvormer.

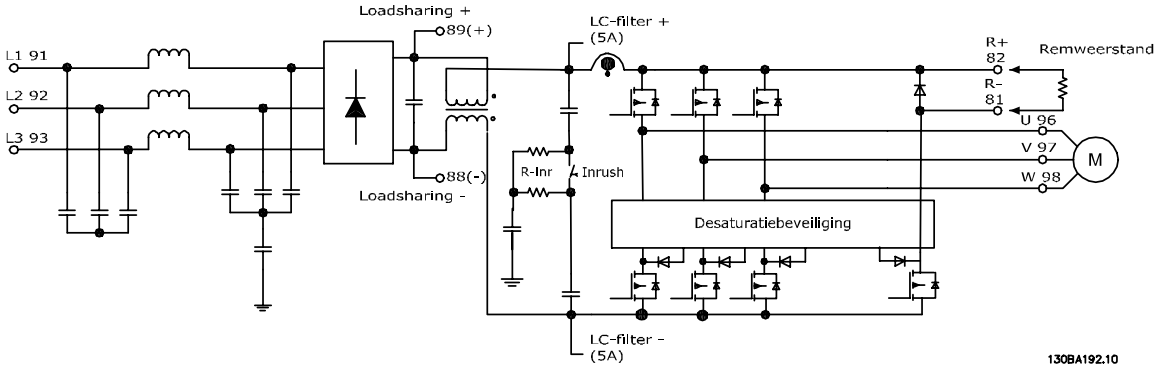
Snelheids-/koppelreferentie

De referentie voor deze regelingen kan bestaan uit één referentie of uit de som van meerdere referenties, waaronder referenties met een relatieve schaal. Het gebruik van referenties wordt uitvoerig behandeld in *hoofdstuk 3.7 Gebruik van referenties*.

3

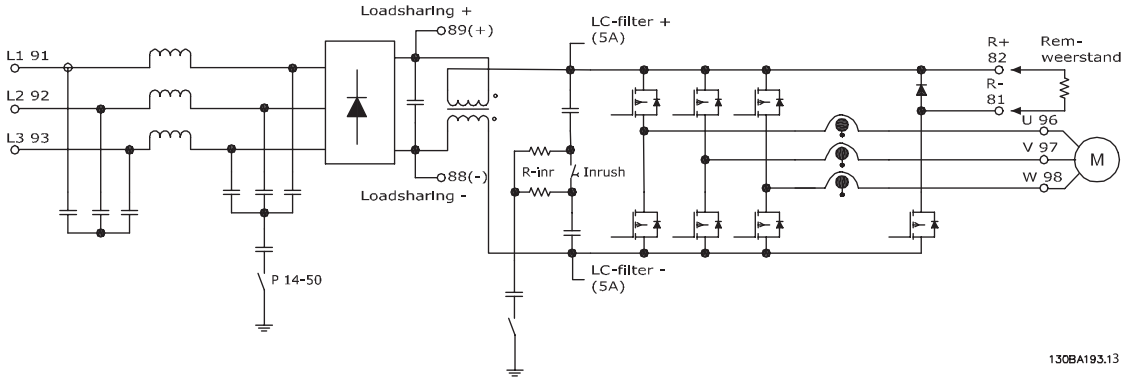
3.6.2 FC 301 vs. FC 302 besturingsprincipe

De FC 301 is een algemene frequentieomvormer voor toepassingen met variabele toerentallen. Het besturingsprincipe is gebaseerd op Voltage Vector Control (VVC^{plus}).
De FC 301 is geschikt voor zowel asynchrone als PM-motoren.
Het principe voor stroommeting in de FC 301 is gebaseerd op het meten van de stroom in de DC-tussenkring of motorfase.
De aardfoutbeveiliging aan motorzijde wordt gerealiseerd door middel van een desaturatiecircuit in de IGBT's die zijn aangesloten op de stuurkaart.
Het kortsluitgedrag op de FC 301 hangt af van de stroomtransductor in de positieve DC-tussenkring en de desaturatiebescherming met terugkoppeling van de 3 onderste IGBT's en de rem.



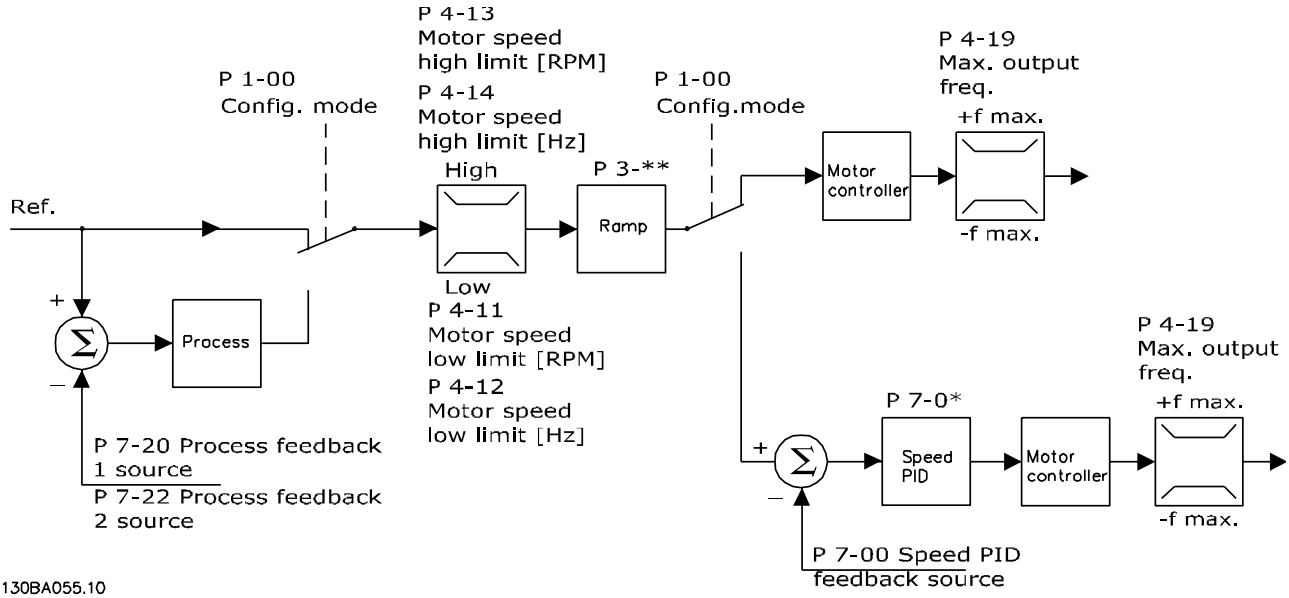
Afbeelding 3.4 Besturingsprincipe FC 301

De FC 302 is een frequentieomvormer met hoge prestaties voor veeleisende toepassingen. De frequentieomvormer kan werken op basis van diverse motorbesturingsprincipes, waaronder speciale motormodus U/f, VVC^{plus} of Flux-vector.
De FC 302 kan worden gebruikt in combinatie met synchrone permanentmagneetmotoren (borstelloze servomotoren) en standaard asynchrone kooiankermotoren.
Het kortsluitgedrag op de FC 302 hangt af van de 3 stroomtransductoren in de motorfasen en de desaturatiebescherming met terugkoppeling van de rem.



Afbeelding 3.5 Besturingsprincipe FC 302

3.6.3 Regelstructuur op basis van VVC^{plus}



Afbeelding 3.6 Regelstructuur op basis van VVC^{plus} in configuraties met en zonder terugkoppeling

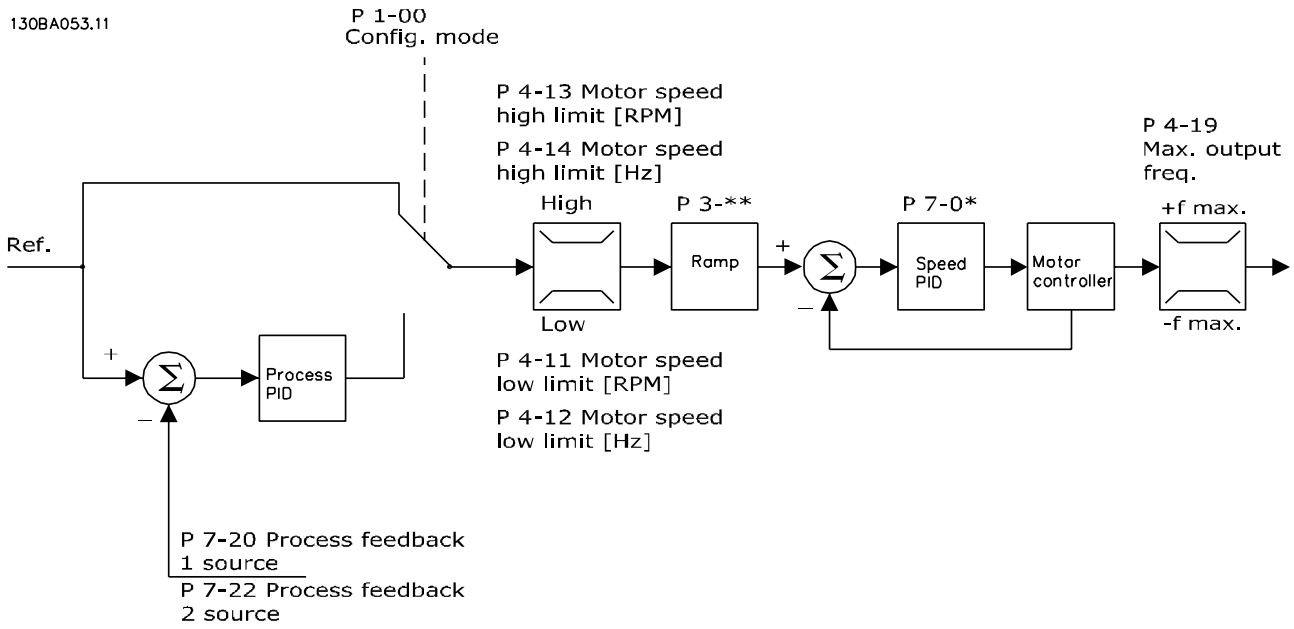
Zie *Actieve/inactieve parameters bij verschillende omvormerbesturingsmodi* in de *Programmeerhandleiding* om te zien welke besturingsconfiguratie beschikbaar is op basis van het gekozen type motor (AC-motor of PM-motor met niet-uitspringende polen). Bij de getoonde configuratie in *Afbeelding 3.6* is *1-01 Motorbesturingsprincipe* ingesteld op *[1] VVC^{plus}* en is *1-00 Configuratiemodus* ingesteld op *[0] Snelh. zndr terugk*. De totale referentie van het referentiebeheersysteem loopt via de aan-/uitloopbegrenzing en snelheidsbegrenzing voordat deze naar de motorregeling wordt gestuurd. Het vermogen van de motorregeling wordt vervolgens begrensd door de maximumfrequentie.

Als *1-00 Configuratiemodus* is ingesteld op *[1] Snelh. met terugk.*, wordt de totale referentie van de aan-/uitloopbegrenzing en snelheidsbegrenzing doorgegeven naar een snelheids-PID-regeling. De parameters voor de snelheids-PID-regeling zijn te vinden in parametergroep *7-0* Snelh.-PID-reg*. De totale referentie van de snelheids-PID-regeling wordt gestuurd naar de motorregeling die wordt beperkt door de frequentiebegrenzing.

Selecteer *[3] Proces* in *1-00 Configuratiemodus* om de proces-PID-regeling te gebruiken voor een PID-regeling met terugkoppeling van bijvoorbeeld het toerental of de druk in de betreffende toepassing. De parameters voor de proces-PID zijn te vinden in parametergroep *7-2* Procesreg. Terugk.* en *7-3* Proces-PID-reg.*

3

3.6.4 Regelstructuur op basis van Flux sensorvrij (alleen FC 302)



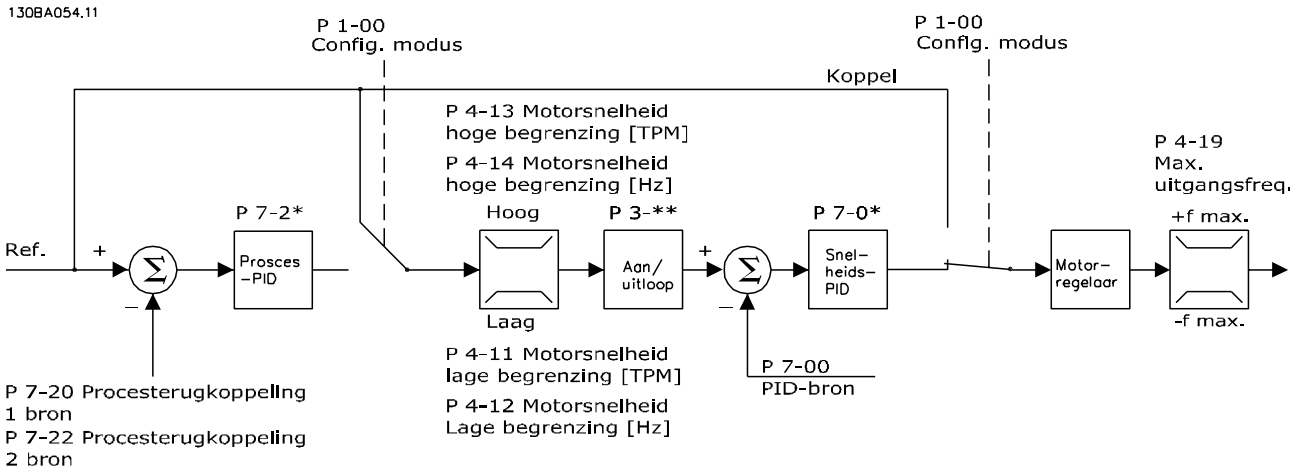
Afbeelding 3.7 Regelstructuur op basis van Flux sensorvrij in configuraties met en zonder terugkoppeling

Zie *Actieve/inactieve parameters bij verschillende omvormerbesturingsmodi* in de *Programmeerhandleiding* om te zien welke besturingsconfiguratie beschikbaar is op basis van het gekozen type motor (AC-motor of PM-motor met niet-uitspringende polen). In de getoonde configuratie is *1-01 Motorbesturingsprincipe* ingesteld op *[2] Flux sensorvrij* en is *1-00 Configuratiemodus* ingesteld op *[0] Snelh. zndr terugk.* De totale referentie van het referentiebeheersysteem loopt via de aan-/uitloopbegrenzing en snelheidsbegrenzing, zoals bepaald door de aangegeven parameterinstellingen.

Een geschatte snelheidsterugkoppeling wordt naar de snelheids-PID verzonden om de uitgangsfrequentie te regelen. De snelheids-PID moet zijn ingesteld met de P-, I, en D-parameters (parametergroep *7-0* Snelh.-PID-reg*).

Selecteer *[3] Proces* in *1-00 Configuratiemodus* om de proces-PID-regeling te gebruiken voor een regeling met terugkoppeling van bijvoorbeeld het toerental of de druk in de betreffende toepassing. De parameters voor de proces-PID zijn te vinden in parametergroep *7-2* Procesreg. Terugk.* en *7-3* Proces-PID-reg.*

3.6.5 Regelstructuur op basis van Flux met motorterugkoppeling (alleen FC 302)



Afbeelding 3.8 Regelstructuur op basis van Flux in een configuratie met motorterugkoppeling (alleen beschikbaar voor FC 302)

Zie *Actieve/inactieve parameters bij verschillende omvormerbesturingsmodi* in de *Programmeerhandleiding* om te zien welke besturingsconfiguratie beschikbaar is op basis van het gekozen type motor (AC-motor of PM-motor met niet-uitspringende polen). In de getoonde configuratie is *1-01 Motorbesturingsprincipe* ingesteld op *[3] Flux met enc.terugk.* en is *1-00 Configuratiemodus* ingesteld op *[1] Snelh. met terugk.*

De motorregeling in deze configuratie is afhankelijk van een terugkoppelingssignaal van een encoder of resolver die rechtstreeks op de motor is geïnstalleerd (ingesteld in *1-02 Flux motorterugk.bron*).

Selecteer *[1] Snelh. met terugk.* in *1-00 Configuratiemodus* om de totale referentie te gebruiken als invoer voor de snelheids-PID-regeling. De parameters voor de snelheids-PID-regeling zijn te vinden in parametergroep *7-0* Snelh.-PID-reg*.

Selecteer *[2] Koppel* in *1-00 Configuratiemodus* om de totale referentie direct als koppelreferentie te gebruiken. De koppelregeling kan alleen worden geselecteerd in de configuratie *Flux met enc.terugk.* (*1-01 Motorbesturingsprincipe*). Wanneer deze modus is geselecteerd, gebruikt de referentie de eenheid Nm. Er is geen terugkoppeling vereist, aangezien het actuele koppel wordt berekend op basis van de gemeten stroom van de frequentieomvormer.

Selecteer *[3] Proces* in *1-00 Configuratiemodus* om de proces-PID-regeling te gebruiken voor een regeling met terugkoppeling van bijvoorbeeld een snelheids- of procesvariabele in de betreffende toepassing.

3.6.6 PID

3.6.6.1 Snelheids-PID-regeling

3

De snelheids-PID-regeling handhaaft een constant motortoerental, ongeacht wijzigingen in de belasting van de motor.

1-00 Configuratiemodus	1-01 Motorbesturingsprincipe			
	U/f	VVC^{plus}	Flux sensorvrij	Flux met enc.terugk.
[0] Snelh. zndr terugk.	ACTIEF	ACTIEF	ACTIEF	n.v.t.
[1] Snelh. met terugk.	n.v.t.	Niet actief	n.v.t.	ACTIEF
[2] Koppel	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Niet actief
[3] Proces	Niet actief	Niet actief	Niet actief	n.v.t.
[4] Koppel zndr terugk.	n.v.t.	Niet actief	n.v.t.	n.v.t.
[5] Wobbel	Niet actief	Niet actief	Niet actief	Niet actief
[6] Wikkelmachine	Niet actief	Niet actief	Niet actief	n.v.t.
[7] Uitgebr PID snh gn tk	Niet actief	Niet actief	Niet actief	n.v.t.
[8] Uitgebr PID snelh + tk	n.v.t.	Niet actief	n.v.t.	Niet actief

Tabel 3.1 Besturingsconfiguraties met actieve snelheidsregeling

'n.v.t.' betekent dat de betreffende modus niet beschikbaar is. 'Niet actief' betekent dat de betreffende modus wel beschikbaar is, maar dat de snelheidsregeling niet actief is in deze modus.

LET OP

De PID voor de snelheidsregeling werkt bij de standaard parameterinstelling, maar het aanpassen van de parameters wordt ten zeerste aanbevolen om de motorbesturingsprestaties te optimaliseren. Met name de 2 Flux-motorbesturings-principes zijn afhankelijk van een juiste fijnafstelling voor een optimale werking.

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Alle rechten voorbehouden.

Tabel 3.2 bevat een overzicht van de kenmerken die kunnen worden ingesteld voor een snelheidsregeling. Zie de *VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302 Programmeerhandleiding* voor meer informatie over het programmeren.

Parameter	Functiebeschrijving	
7-00 Terugk.bron snelheids-PID	Stel in van welke ingang de snelheids-PID een terugkoppeling moet krijgen.	
7-02 Snelheids-PID, prop. versterking	Hoe hoger de waarde, hoe sneller de regeling. Een te hoge waarde kan echter leiden tot oscillaties.	
7-03 Snelheids-PID, integratietijd	Elimineert snelheidsfouten in stabiele toestand. Een lagere waarde betekent een snelle reactie. Een te lage waarde kan echter leiden tot oscillaties.	
7-04 Snelheids-PID, differentiatietijd	Zorgt voor een versterking die proportioneel is met de mate van veranderingen van de terugkoppeling. Een nulinstelling schakelt de differentiator uit.	
7-05 Snelheids-PID, diff. versterkingslimiet	Wanneer er bij een bepaalde toepassing snelle veranderingen in referentie of terugkoppeling optreden – wat betekent dat de fout snel verandert – kan de differentiator al snel te dominant worden. Dit komt omdat hij reageert op veranderingen in de fout. Hoe sneller de fout verandert, hoe sterker de differentiële versterking is. De differentiële versterking kan daarom worden beperkt, zodat instelling van een redelijke differentiatietijd voor langzame veranderingen en een passende snelle versterking voor snelle veranderingen mogelijk is.	
7-06 Snelheids-PID, laagdoorl.filtertijd	Een laagdoorlaatfilter dat oscillaties op het terugkoppelingssignaal dempt en de prestaties in stabiele toestand verbetert. Een te hoge filtertijd zal de dynamische prestaties van de snelheids-PID-regeling echter verstoren. Praktische instellingen voor parameter 7-06 op basis van het aantal pulsen per omwenteling of via de encoder (PPR):	
	Encoder PPR	**7-06 Snelheids-PID, laagdoorl.filtertijd**
	512	10 ms
	1024	5 ms
	2048	2 ms
	4096	1 ms
7-07 Snelheids-PID, terugk overbr.verh.	De frequentieomvormer vermenigvuldigt de snelheidsterugkoppeling met deze verhouding.	
7-08 Snelheids-PID, voorw. kopp.factor	Het referentiesignaal omzeilt de snelheidsregelaar met het ingestelde percentage. Deze functie verhoogt de dynamische prestaties van de snelheidsregeling.	
7-09 Speed PID Error Correction w/ Ramp	De snelheidsfout tussen de ramp en de feitelijke snelheid wordt vergeleken met de instelling in deze parameter. Als de snelheidsfout groter is dan de waarde in deze parameter, wordt de snelheidsfout gecorrigeerd door op gecontroleerde wijze uit te lopen.	

Tabel 3.2 Relevante parameters voor een snelheidsregeling

Programmeer in de getoonde volgorde (zie de beschrijving van de instellingen in de *Programmeerhandleiding*)
In *Tabel 3.3* wordt ervan uitgegaan dat alle andere parameters en schakelaars hun standaardinstelling hebben behouden.

Functie	Parameter	Instelling
1) Zorg ervoor dat de motor goed draait. Volg onderstaande stappen:		
Stel de motorparameters in aan de hand van de gegevens op het motortypeplaatje.	1-2*	Volgens de gegevens op het motortypeplaatje
Voer een Automatische aanpassing motorgegevens uit.	1-29 Autom. aanpassing motorgeg. (AMA)	[1] Volledige AMA insch
2) Controleer of de motor draait en de encoder correct is aangesloten. Volg onderstaande stappen:		
Druk op [Hand On] op het LCP. Controleer of de motor draait en kijk in welke richting de motor draait (hierna aangeduid als de 'positieve richting').		Stel een positieve referentie in

3

Functie	Parameter	Instelling
Ga naar *16-20 Motorhoek*. Draai de motor langzaam in de positieve richting. Het draaien moet zo langzaam gaan (slechts enkele tpm) dat kan worden beoordeeld of de waarde in *16-20 Motorhoek* toeneemt of afneemt.	16-20 Motorhoek	n.v.t. (alleen-lezenparameter) Opmerking: een toenemende waarde loopt over bij 65535 en start dan opnieuw op 0
Als *16-20 Motorhoek* afneemt, moet u de encoderrichting in *5-71 Klem 32/33 encoderrichting* wijzigen.	5-71 Klem 32/33 encoderrichting	[1] Linksom (als *16-20 Motorhoek* afneemt)
3) Zorg ervoor dat de begrenzingen van de frequentieomvormer zijn ingesteld op veilige waarden:		
Stel aanvaardbare begrenzingen voor de referenties in.	3-02 Minimumreferentie 3-03 Max. referentie	0 tpm (standaard) 1500 tpm (standaard)
Controleer of de instellingen voor aan-/uitlopen binnen de mogelijkheden van de frequentieomvormer en de toegestane bedieningsspecificaties voor de toepassing vallen.	3-41 Ramp 1 aanlooptijd 3-42 Ramp 1 uitlooptijd	standaardinstelling standaardinstelling
Stel aanvaardbare begrenzingen voor het motortoerental en de motorfrequentie in.	4-11 Motorsnelh. lage begr. [RPM] 4-13 Motorsnelh. hoge begr. [RPM] 4-19 Max. uitgangsfreq.	0 tpm (standaard) 1500 tpm (standaard) 60 Hz (standaard 132 Hz)
4) Configureer de snelheidsregeling en selecteer het motorbesturingsprincipe:		
Activering van de snelheidsregeling.	*1-00 Configuratiemodus*	[1] Snelh. met terugk.
Selectie van het motorbesturingsprincipe.	1-01 Motorbesturingsprincipe	[3] Flux met enc.terugk.
5) Configureer en schaal de referentie naar de snelheidsregeling:		
Stel analoge ingang 53 in als een referentiebron.	3-15 Referentiebron 1	Niet nodig (standaard)
Schaal analoge ingang 53 0 tpm (0 V) naar 1500 tpm (10 V).	6-1*	Niet nodig (standaard)
6) Configureer het 24 V HTL-encodersignaal als terugkoppeling voor de motorregeling en de snelheidsregeling:		
Stel de digitale ingangen 32 en 33 in als encoderingangen.	5-14 Klem 32 digitale ingang 5-15 Klem 33 digitale ingang	[0] Niet in bedrijf (standaard)
Stel klem 32/33 in als motorterugkoppeling.	1-02 Flux motorterugk.bron	Niet nodig (standaard)
Stel klem 32/33 in als snelheids-PID-terugkoppeling.	7-00 Terugk.bron snelheids-PID	Niet nodig (standaard)
7) Pas de parameters voor de snelheidsregelings-PID aan:		
Gebruik de aanwijzingen voor fijnafstelling indien relevant, of voer de fijnafstelling handmatig uit.	7-0*	Zie de aanwijzingen.
8) Sla de gegevens tot slot op:		
Sla voor de zekerheid de parameterinstellingen op in het LCP.	0-50 LCP kopiëren	[1] Alles naar LCP

Tabel 3.3 Volgorde van programmeren

3.6.6.2 De PID-snelheidsregelaar afstellen

De volgende afstellingsrichtlijnen zijn relevant bij het gebruik van de Flux-motorbesturingsprincipes in toepassingen met voornamelijk een traagheidsbelasting (met weinig wrijving).

De waarde van *30-83 Snelheids-PID, prop. versterking* is afhankelijk van de gecombineerde massatraagheid van de motor en de belasting, en de geselecteerde bandbreedte kan worden berekend op basis van de volgende formule:

$$Par.\ 7-02 = \frac{Totale\ massatraagheid\ \left[kgm^2\right] \times par.\ 1-25}{Par.\ 1-20 \times 9550} \times Bandbreedte\ [rad/s]$$

LET OP

***1-20 Motorverm. [kW]* is het motorvermogen in [kW] (voer daarom in de formule '4' kW in en geen '4000' W).**

Een praktische waarde voor de bandbreedte is 20 rad/s. Controleer het resultaat van de berekening in *7-02 Snelheids-PID, prop. versterking* aan de hand van de volgende formule (niet nodig bij gebruik van een terugkoppeling met hoge resolutie zoals een SinCos-terugkoppeling):

$$Par.\ 7-02 MAX = \frac{0.01 \times 4 \times Encoderresolutie \times Par.\ 7-06}{2 \times \pi} \times Max\ koppelrimpel\ [\%]$$

De aanbevolen startwaarde voor *7-06 Snelheids-PID, laagdoorl.filtertijd* is 5 ms (een lagere encoderresolutie vereist een hogere filterwaarde). Over het algemeen is een waarde van 3% voor een max. koppelrimpel aanvaardbaar. Voor incrementele encoders is de encoderresolutie te vinden in *5-70 Klem 32/33 pulsen per omwenteling* (24 V HTL op standaard frequentieomvormer) of *17-11 Resolutie (PPO)* (5 V TTL op Encoder Input MCB 102-optie).

Over het algemeen wordt de praktische maximumbegrenzing in *7-02 Snelheids-PID, prop. versterking* bepaald door de encoderresolutie en de terugkoppelingsfiltertijd, maar andere factoren in de toepassing begrenzen *7-02 Snelheids-PID, prop. versterking* mogelijk op een lagere waarde.

Om doorschot te minimaliseren, kan *7-03 Snelheids-PID, integratietijd* worden ingesteld op ca. 2,5 s (afhankelijk van de toepassing).

Stel *7-04 Snelheids-PID, differentiatietijd* in op 0 tot alle overige parameters goed zijn ingesteld. Zo nodig kan de fijnafstelling worden voltooid door te experimenteren met kleine verhogingen van deze instelling.

3.6.6.3 Proces-PID-regeling

Gebruik de proces-PID-regeling voor het regelen van toepassingsparameters die kunnen worden gemeten via een sensor (d.w.z. druk, temperatuur, flow) en worden beïnvloed door de aangesloten motor via een pomp, ventilator of dergelijke.

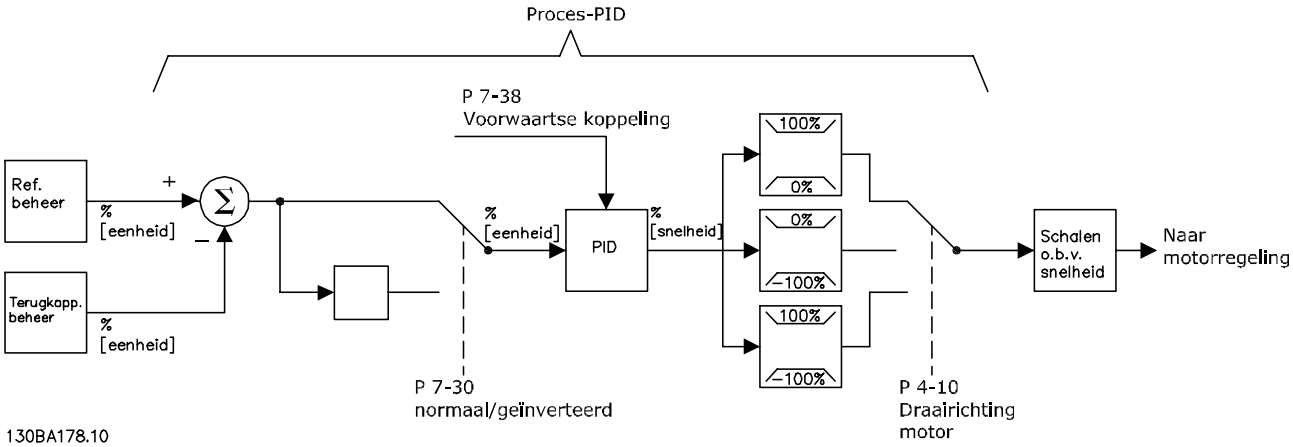
Tabel 3.4 geeft de besturingsconfiguratie waarbij de procesregeling mogelijk is. Bij gebruik van het motorbesturingsprincipe Flux-vector moeten de parameters voor de snelheids-PID-regeling ook nauwkeurig worden ingesteld. In *hoofdstuk 3.6 Regelaars* kunt u zien waar de snelheidsregeling actief is.

1-00 Configuratiemodus	1-01 Motorbesturingsprincipe			
	U/f	VVC^{plus}	Flux sensorvrij	Flux met enc.terugk.
[3] Proces	Niet actief	Proces	Proces & snelheid	Proces & snelheid

Tabel 3.4 Besturingsconfiguraties met procesregeling

LET OP

De PID voor de procesregeling werkt bij de standaard parameterinstelling, maar een fijnafstelling van de parameters wordt ten zeerste aanbevolen om de regelprestaties van de toepassing te optimaliseren. Met name de 2 Flux-motorbesturingsprincipes zijn afhankelijk van een juiste instelling van de snelheidsregelings-PID (voorafgaand aan het instellen van de procesregelings-PID) om optimaal te kunnen functioneren.



Afbeelding 3.9 Schema voor proces-PID-regeling

Tabel 3.5 bevat een overzicht van de kenmerken die kunnen worden ingesteld voor een snelheidsregeling.

Parameter	Functiebeschrijving
7-20 Proces-CL Terugk. 1 Bron	Selecteer van welke bron (d.w.z. analoge of pulsingang) de proces-PID een terugkoppeling moet krijgen.
7-22 Proces-CL Terugk. 2 Bron	Optioneel: bepaal of (en vanwaar) de proces-PID een extra terugkoppelingssignaal moet krijgen. Als een extra terugkoppelingsbron is geselecteerd, worden de 2 terugkoppelings-signalen bij elkaar opgeteld voordat ze worden gebruikt in de proces-PID-regeling.
7-30 Proces-PID normaal/omgekeerd	Bij *[0] Normaal* bedrijf reageert de procesregeling met een verhoging van het motortoe-rental als de terugkoppeling lager wordt dan de referentie. Onder dezelfde omstandigheden, maar bij *[1] geïnverteerd* bedrijf, reageert de procesregeling met het verlagen van het motortoerental.
7-31 Anti-windup proces-PID	De anti-windupfunctie zorgt ervoor dat bij het bereiken van een frequentie- of koppelbe-grenzing de integrator wordt ingesteld op een versterking die overeenkomt met de actuele frequentie. Zo wordt integratie voorkomen bij een fout die nooit kan worden gecompenseerd met een wijziging van het toerental. Deze functie kan worden uitgeschakeld door *[0] Uit* te selecteren.
7-32 Proces-PID startsnelheid	In sommige toepassingen kan het erg lang duren voordat het vereiste toerental of setpoint wordt bereikt. Bij dergelijke toepassingen kan het een voordeel zijn om een vast motortoerental voor de frequentieomvormer in te stellen voordat de procesregeling wordt geactiveerd. Dit is mogelijk door een startwaarde (snelheid) voor de proces-PID in te stellen in *7-32 Proces-PID startsnelheid*.
7-33 Prop. versterking proces-PID	Hoe hoger de waarde, hoe sneller de regeling. Een te hoge waarde kan echter leiden tot oscillaties.
7-34 Integratietijd proces-PID	Elimineert snelheidsfouten in stabiele toestand. Een lagere waarde betekent een snelle reactie. Een te lage waarde kan echter leiden tot oscillaties.
7-35 Differentiatietijd proces-PID	Zorgt voor een versterking die proportioneel is met de mate van veranderingen van de terugkoppeling. Een nulinstelling schakelt de differentiator uit.
7-36 Proces-PID diff. verst.limiet	Wanneer er bij een bepaalde toepassing snelle veranderingen in referentie of terugkop-peling optreden – wat betekent dat de fout snel verandert – kan de differentiator al snel te dominant worden. Dit komt omdat hij reageert op veranderingen in de fout. Hoe sneller de fout verandert, hoe sterker de differentiële versterking is. De differentiële versterking kan daarom worden beperkt, zodat instelling van een redelijke differentiatietijd voor langzame veranderingen mogelijk is.
7-38 Voorwaartswerkingsfactor proces-PID	In toepassingen met een goede (en min of meer lineaire) correlatie tussen de procesrefe-rentie en het motortoerental dat nodig is om deze referentie te verkrijgen, kan de voorwaartse koppelingsfactor worden gebruikt om betere dynamische prestaties van de proces-PID-regeling te realiseren.

Parameter	Functiebeschrijving
5-54 Pulsfilter tijdconstante nr. 29 (Pulsklem 29), 5-59 Pulsfilter tijdconstante nr. 33 (Pulsklem 33), 6-16 Klem 53 filter tijdconstante (Analoge klem 53), 6-26 Klem 54 filter tijdconstante (Analoge klem 54) 6-36 Klem X30/11 filtertijdconstante 6-46 Klem X30/12 filtertijdconstante 35-46 Klem X48/2 filtertijdconstante	Als er oscillaties van het terugkoppelingssignaal van de stroom/spanning optreden, kunnen deze worden gedempt met behulp van een laagdoorlaatfilter. Deze tijdconstante staat voor de snelheidsbegrenzing van de rimpels die op het terugkoppelingssignaal voorkomen. Voorbeeld: als het laagdoorlaatfilter is ingesteld op 0,1 s, bedraagt de begrenzingssnelheid 10 RAD/s (het omgekeerde van 0,1 s), wat overeenkomt met (10/(2 x π)) = 1,6 Hz. Dit betekent dat alle stromen/spanningen die met meer dan 1,6 oscillaties per seconde variëren, worden gedempt door het filter. De regeling wordt alleen uitgevoerd bij een terugkoppelingssignaal dat varieert met een frequentie (snelheid) van minder dan 1,6 Hz. Het laagdoorlaatfilter verbetert de prestaties in stabiele toestand, maar het instellen van een te hoge filtertijd zal de dynamische prestaties van de proces-PID-regeling verstoren.

Tabel 3.5 Relevante parameters voor een procesregeling

3.6.6.4 Geavanceerde PID-regeling

Raadpleeg de *VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302 Programmeerhandleiding* voor geavanceerde PID-regelingsparameters.

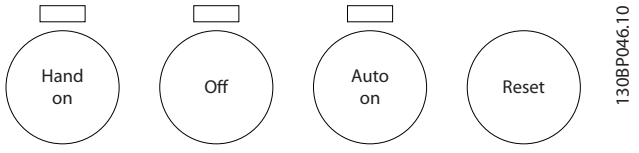
3.6.7 Interne stroomregeling in de modus VVC^{plus}

Wanneer de motorstroom/het motorkoppel de ingestelde koppelbegrenzingen in *4-16 Koppelbegrenzing motormodus*, *4-17 Koppelbegrenzing generatormodus* en *4-18 Stroombegr.* overschrijdt, wordt de ingebouwde stroombegrenzingsregeling geactiveerd.
Wanneer de frequentieomvormer de stroomgrens bereikt tijdens motorwerking of generatorwerking probeert hij zo snel mogelijk onder de vooraf ingestelde koppelbegrenzingen te komen, zonder de controle over de motor te verliezen.

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

De frequentieomvormer kan handmatig worden bestuurd via het lokale bedieningspaneel (LCP) of extern worden bestuurd via de analoge of digitale ingangen of een seriële bus. Als dit wordt toegestaan in *0-40 [Hand on]-toets op LCP*, *0-41 [Off]-toets op LCP*, *0-42 [Auto on]-toets op LCP* en *0-43 [Reset]-toets op LCP*, is het mogelijk om de frequentieomvormer te starten en te stoppen door te drukken op [Hand On] en [Off] op het LCP. Alarmen kunnen worden gereset via [Reset]. Nadat u op [Hand On] hebt gedrukt, schakelt de frequentieomvormer over naar de handmodus en wordt (standaard) de lokale referentie gevolgd die met de navigatietoetsen op het LCP kan worden ingesteld.

Wanneer u op [Auto] drukt, schakelt de frequentieomvormer over naar de automodus en wordt (standaard) de externe referentie gevolgd. In deze modus is het mogelijk om de frequentieomvormer te besturen via de digitale ingangen en de verschillende seriële interfaces (RS-485, USB of een optionele veldbus). Zie parametergroep *5-1* Digitale ingangen* of parametergroep *8-5* Digitaal/Bus* voor meer informatie over starten, stoppen, aan-/uitloop wijzigen, parametersetups enz.



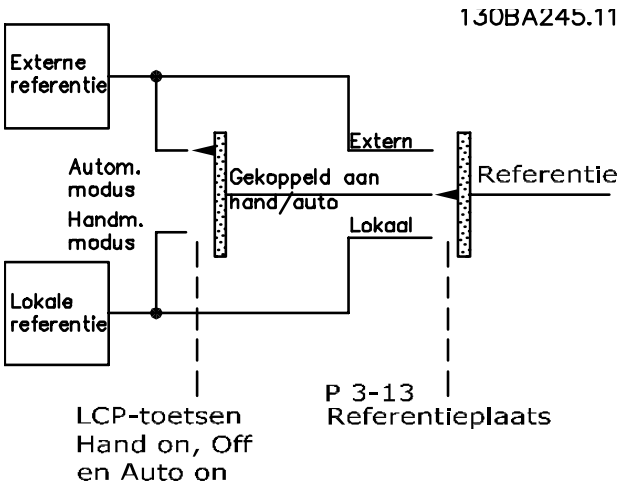
Afbeelding 3.10 Bedieningstoetsen

3

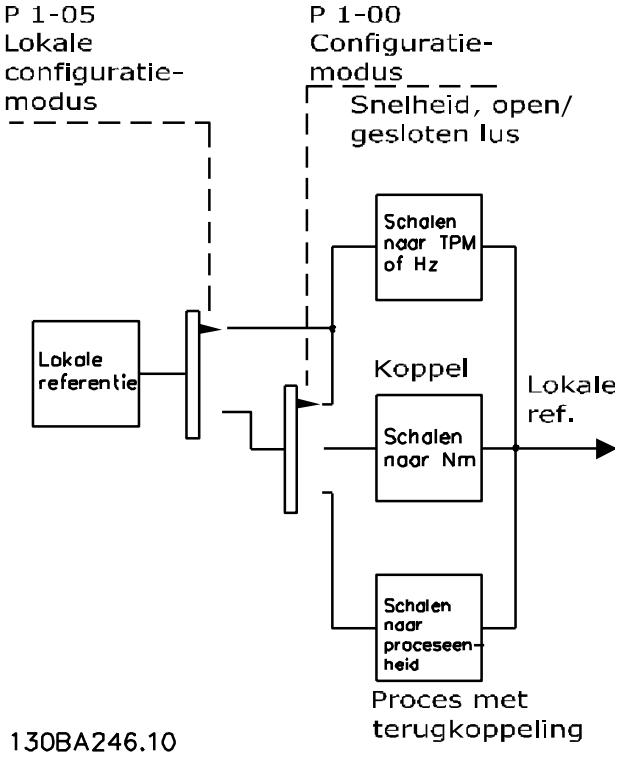
Actieve referentie en Configuratiemodus

De actieve referentie kan de lokale referentie of de externe referentie zijn.

In *3-13 Referentieplaats* kan de lokale referentie permanent worden geselecteerd via optie *[2] Lokaal*.
Selecteer *[1] Extern* om permanent de externe referentie te selecteren. Bij selectie van *[0] Gekoppeld Hand/Auto* (standaard) is de referentieplaats afhankelijk van de modus die actief is (handmodus of automodus).



Afbeelding 3.11 Actieve referentie



Afbeelding 3.12 Configuratiemodus

Toets [Hand On] [Auto On]	3-13 Referentie-plaats	Actieve referentie
Hand	Gekoppeld Hand/ Auto	Lokaal
Hand ⇒ Off	Gekoppeld Hand/ Auto	Lokaal
Auto	Gekoppeld Hand/ Auto	Extern
Auto ⇒ Off	Gekoppeld Hand/ Auto	Extern
Alle toetsen	Lokaal	Lokaal
Alle toetsen	Extern	Extern

Tabel 3.6 Condities voor activering lokale of externe referentie

1-00 Configuratiemodus bepaalt welk toepassingsbesturingsprincipe (snelheids-, koppel- of procesregeling) wordt gebruikt wanneer de externe referentie actief is.
1-05 Configuratie lokale modus bepaalt welk toepassingsbesturingsprincipe wordt gebruikt wanneer de lokale referentie actief is. Een van beide is altijd actief, maar ze kunnen niet allebei tegelijk actief zijn.

3.7 Gebruik van referenties

3.7.1 Referenties

Analoge referentie
Een analoog signaal dat op ingang 53 of 54 wordt toegepast. Dit signaal kan een spanningssignaal van 0-10 V (FC 301 en FC 302) of -10 tot +10 V (FC 302) zijn, of een stroomsignaal van 0-20 mA of 4-20 mA.

Binaire referentie
Een signaal dat op de seriële-communicatiepoort (RS-485, klem 68-69) wordt toegepast.

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

Pulsreferentie
Een pulsreferentie die wordt toegepast op klem 29 of 33, op basis van de instelling in *5-13 Klem 29 digitale ingang* of *5-15 Klem 33 digitale ingang [32] Pulsingang*. Schaling is mogelijk via parametergroep *5-5* Pulsingang*.

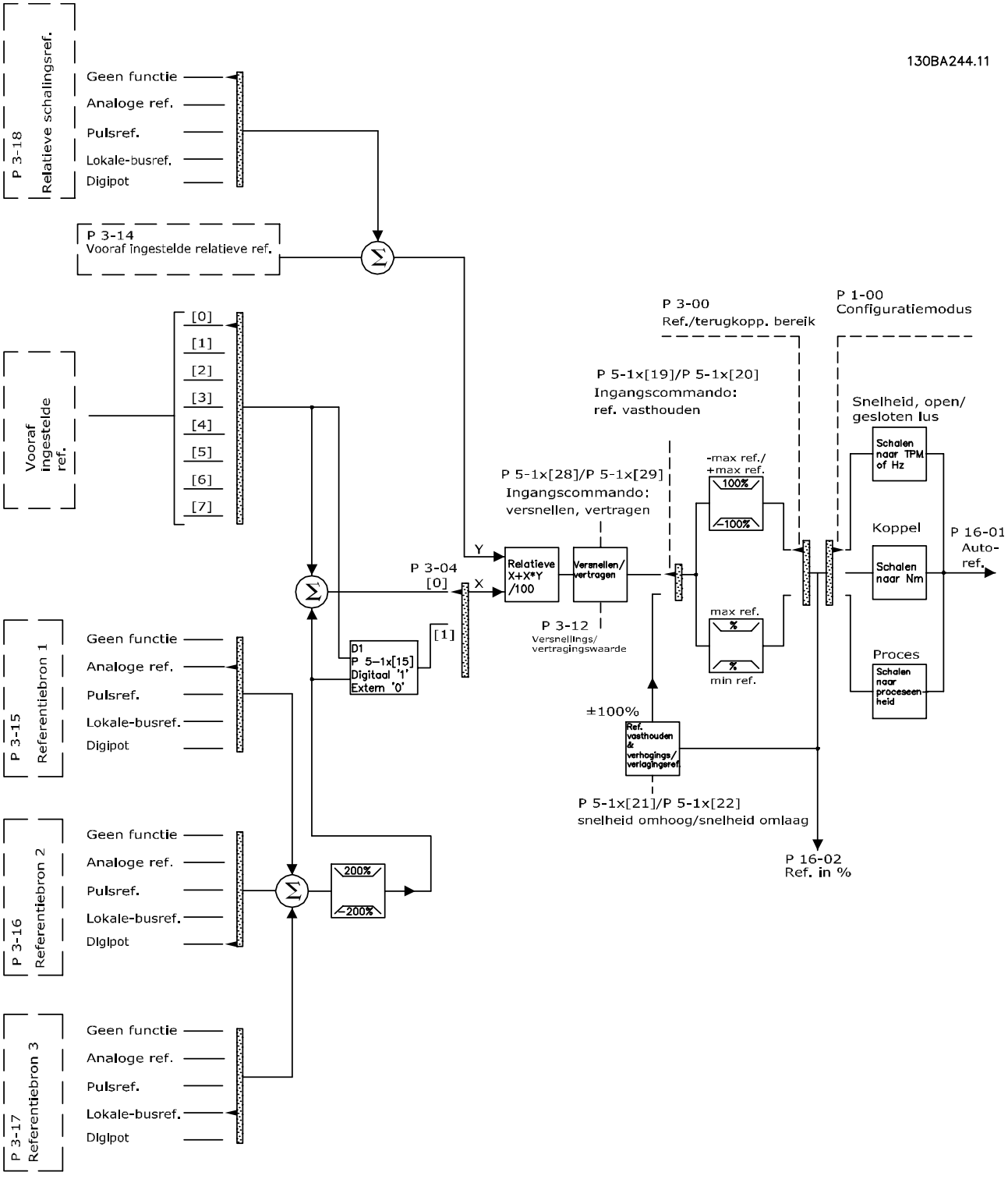
Ref_{MAX}
Bepaalt de relatie tussen de referentie-ingang met een waarde van 100% van de volledige schaal (gewoonlijk 10 V, 20 mA) en de totale referentie. De maximumreferentie die is ingesteld in *3-03 Max. referentie*.

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 minimumreferentie die is ingesteld in *3-02 Minimumreferentie*.

Lokale referentie
De lokale referentie is actief wanneer de [Hand On]-toets van de frequentieomvormer is ingeschakeld. Wijzig de referentie met de navigatietoetsen [▲]/[▼] en [◄]/[►].

Externe referentie
Het referentieafhandelingssysteem voor het berekenen van de externe referentie wordt weergegeven in *Afbeelding 3.13*.

3



Afbeelding 3.13 Externe referentie

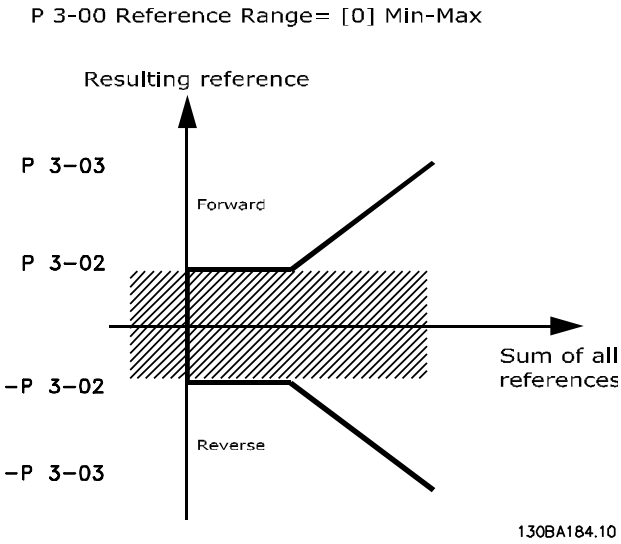
De externe referentie wordt één keer per scaninterval berekend en bestaat aanvankelijk uit 2 typen referentie-ingangen:

1. X (de actuele referentie): de som (zie *3-04 Referentiefunctie*) van maximaal 4 extern geselecteerde referenties, die kan bestaan uit elke combinatie (bepaald door de instelling in *3-15 Referentiebron 1*, *3-16 Referentiebron 2* en *3-17 Referentiebron 3*) van een vaste, vooraf ingestelde referentie (*3-10 Ingestelde ref.*), variabele analoge referenties, variabele digitale pulsreferenties en diverse seriële-busreferenties in de eenheid waarin de frequentieomvormer wordt geregeld ([Hz], [tpm], [Nm] enz).
2. Y (de relatieve referentie): de som van één vaste, vooraf ingestelde referentie (*3-14 Ingestelde relatieve ref.*) en één variabele analoge referentie (*3-18 Rel. schaling van referentiebron*) in [%].

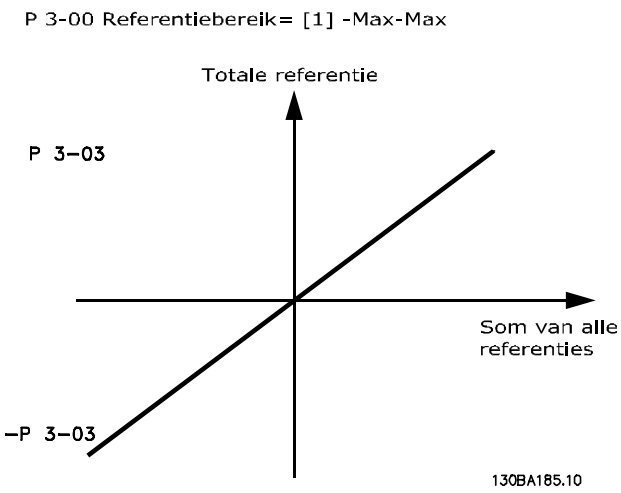
De 2 typen referentie-ingangen worden samengevoegd via de volgende formule: externe referentie = X + X * Y/100%. Als de relatieve referentie niet wordt gebruikt, moet *3-18 Rel. schaling van referentiebron* worden ingesteld op *[0] Geen functie* en *3-14 Ingestelde relatieve ref.* op *0%*. De functies *versnellen/vertragen* en *referentie vasthouden* kunnen beide worden geactiveerd via digitale ingangen van de frequentieomvormer. Zie de *Programmeerhandleiding* voor een beschrijving van de functies en parameters.
Het schalen van analoge referenties wordt beschreven in parametergroep *6-1* Anal. ingang 1* en *6-2* Anal. ingang 2*, en het schalen van digitale pulsreferenties wordt beschreven in parametergroep *5-5* Pulsingang*.
Referentielimieten en -bereiken worden ingesteld in parametergroep 3-0* *Ref. begrenz.*

3.7.2 Referentielimieten

3-00 Referentiebereik, *3-02 Minimumreferentie* en *3-03 Max. referentie* bepalen het toegestane bereik voor de som van alle referenties. De som van alle referenties wordt indien nodig gefixeerd. De relatie tussen de totale referentie (na fixatie) en de som van alle referenties wordt weergegeven in *Afbeelding 3.14*.

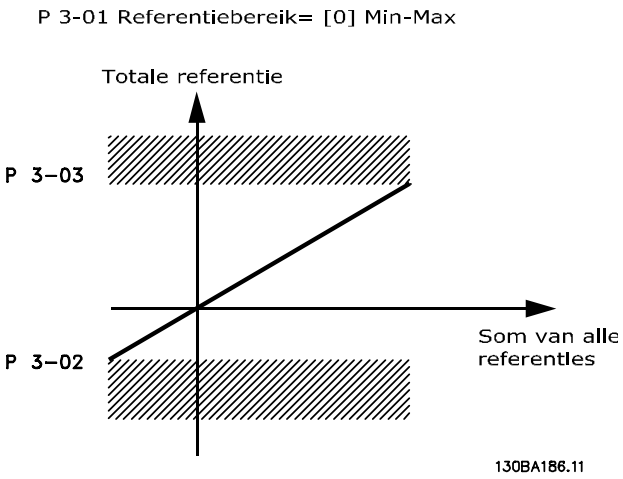


Afbeelding 3.14 Relatie tussen totale referentie en de som van alle referenties



Afbeelding 3.15 Totale referentie

De waarde van *3-02 Minimumreferentie* kan niet worden ingesteld op een waarde lager dan 0, tenzij *1-00 Configuratiemodus* is ingesteld op *[3] Proces*. In dat geval worden de volgende relaties tussen de totale referentie (na fixatie) en de som van alle referenties weergegeven in *Afbeelding 3.16*.



Afbeelding 3.16 Som van alle referenties wanneer *1-00 Configuratiemodus* is ingesteld op *[3] Proces*.

3.7.3 Schaling van vooraf ingestelde referenties en busterugkoppelingen

Vooraf ingestelde referenties worden geschaald op basis van de volgende regels:

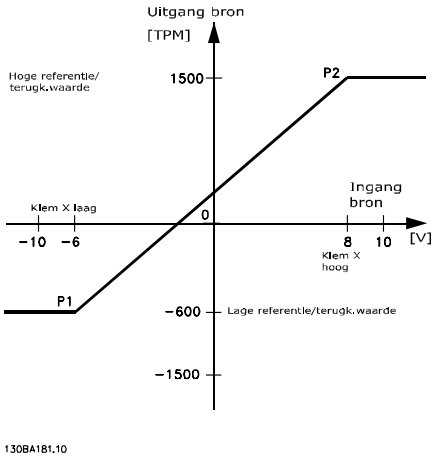
- Wanneer *3-00 Referentiebereik* op *[0] Min - Max* is ingesteld, staat een referentie van 0% gelijk aan 0 [eenheid], waarbij 'eenheid' elke eenheid kan zijn, bijv. tpm, m/s, bar enz., en staat een referentie van 100% gelijk aan Max (abs (*3-03 Max. referentie*), abs (*3-02 Minimumreferentie*)).
- Wanneer *3-00 Referentiebereik* op *[1] -Min - +Max* is ingesteld, staat een referentie van 0% gelijk aan 0 [eenheid], terwijl een referentie van -100% gelijkstaat aan -Max. referentie en een referentie van 100% gelijkstaat aan Max. referentie.

Busreferenties worden geschaald op basis van de volgende regels:

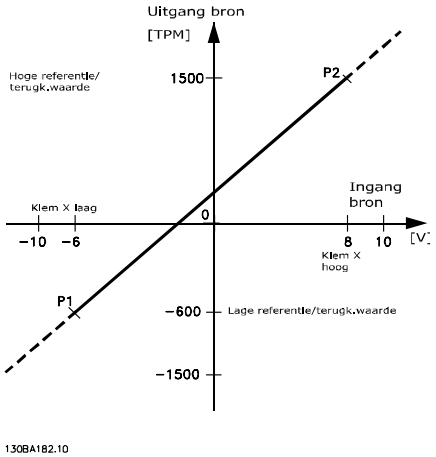
- Wanneer *3-00 Referentiebereik* op *[0] Min - Max* is ingesteld om een max. resolutie op de busreferentie te verkrijgen, is de schaling op de bus als volgt: een referentie van 0% staat gelijk aan Minimumreferentie en 100% staat gelijk aan Max. referentie.
- Wanneer *3-00 Referentiebereik* op *[1] -Min - +Max* is ingesteld, staat een referentie van -100% gelijk aan -Max. referentie en staat een referentie van 100% gelijk aan Max. referentie.

3.7.4 Schaling van analoge en pulsreferenties en terugkoppeling

Referenties en terugkoppeling worden op dezelfde wijze geschaald vanaf analoge en pulsingangen. Het enige verschil is dat een referentie boven of onder de aangegeven minimale en maximale 'eindpunten' (P1 en P2 in *Afbeelding 3.17*) worden gefixeerd, terwijl dit niet het geval is bij een terugkoppeling boven of onder de eindwaarde.



Afbeelding 3.17 Schaling van analoge en pulsreferenties en terugkoppeling



Afbeelding 3.18 Schaling referentie-uitgang

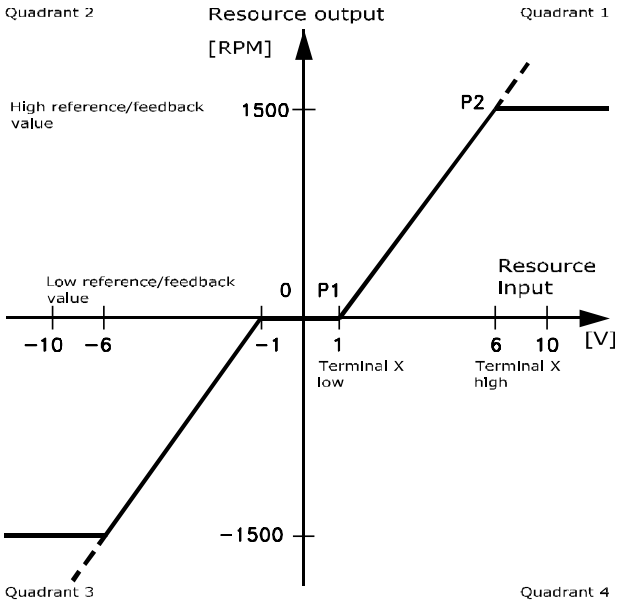
3.7.5 Dode band rond nul

In sommige gevallen moet de referentie (en in zeldzame gevallen ook de terugkoppeling) een dode band rond nul hebben (om ervoor te zorgen dat de machine wordt gestopt wanneer de referentie 'bijna nul' is).

Om de dode band te activeren en de omvang van de dode band in te stellen, zijn de volgende instellingen nodig:

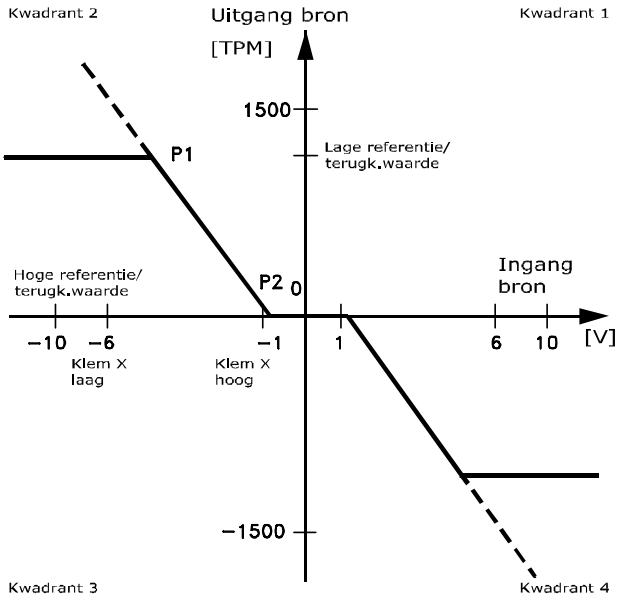
- De minimumreferentiewaarde of de maximumreferentiewaarde moet nul zijn. Met andere woorden: P1 of P2 moet in *Afbeelding 3.19* op de x-as liggen.
- Bovendien moeten beide punten die de schalingsgrafiek bepalen zich in hetzelfde kwadrant bevinden.

De omvang van de dode band wordt bepaald door P1 of P2 zoals weergegeven in *Afbeelding 3.19*.



130BA179.10

Afbeelding 3.19 Dode band

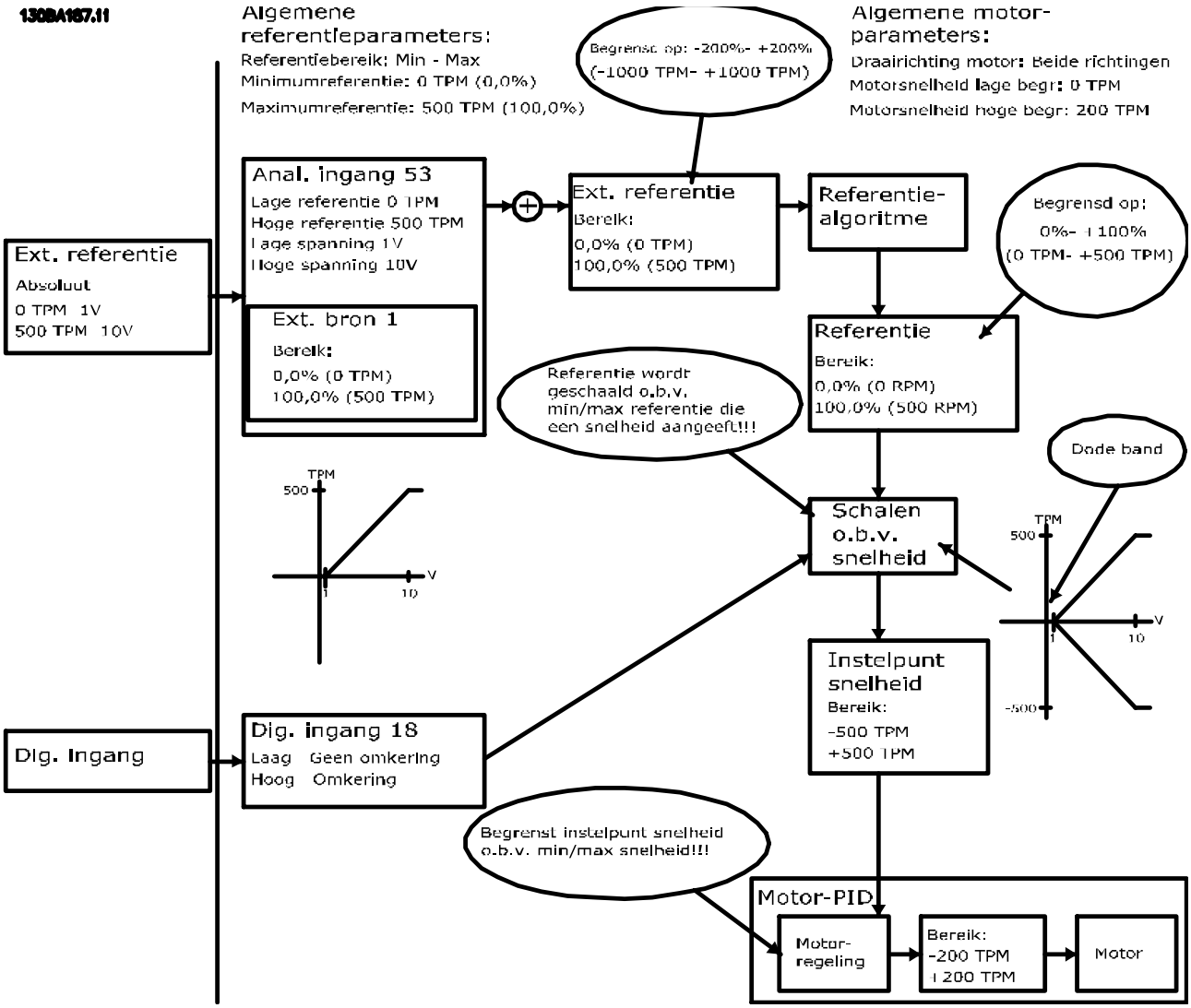


130BA180.10

Afbeelding 3.20 Omgekeerde dode band

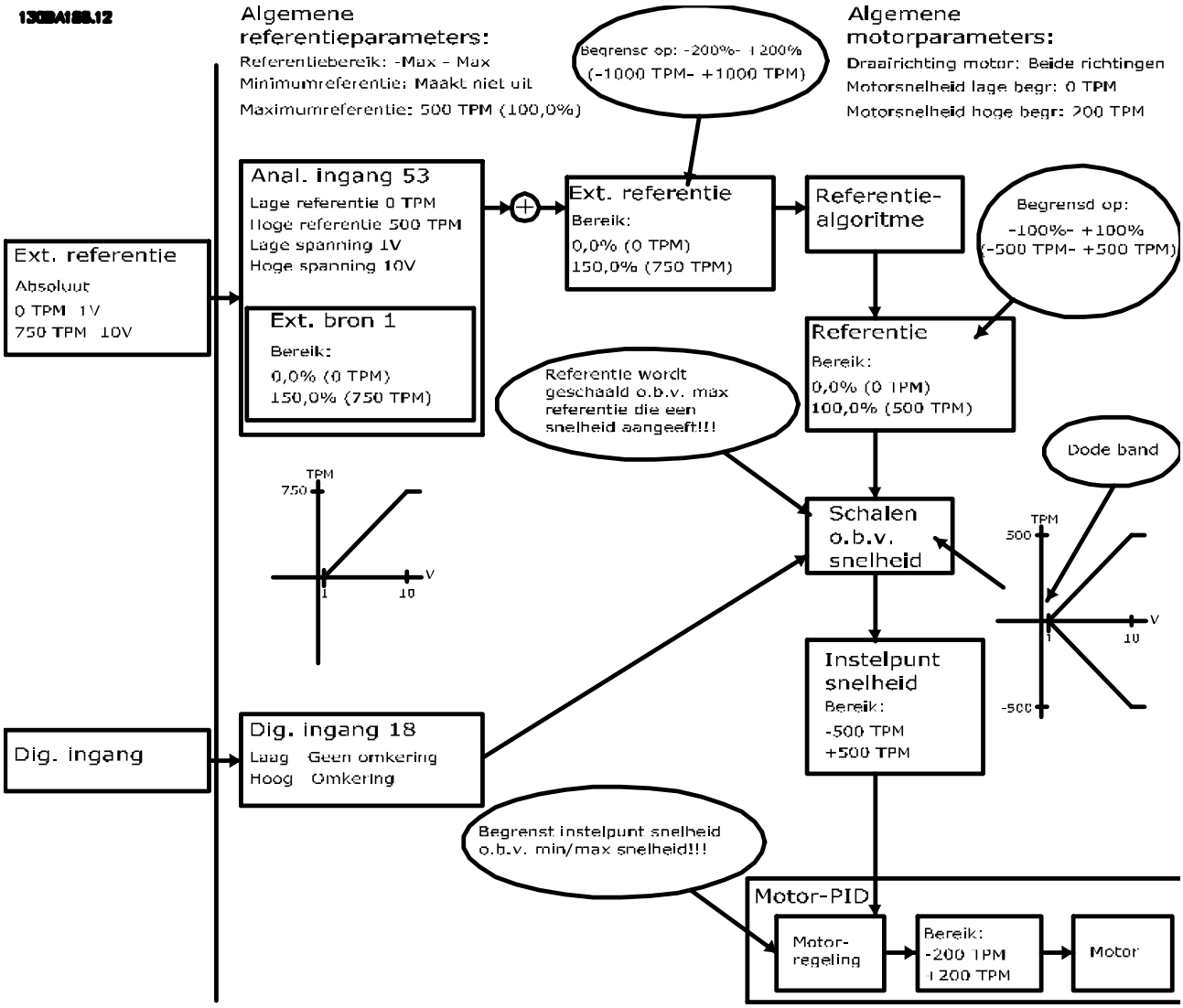
Een referentie-eindpunt van P1 = (0 V, 0 tpm) leidt niet tot een dode band, maar een referentie-eindpunt van bijv. P1 = (1 V, 0 tpm) leidt in dit geval tot een dode band van -1 V tot +1 V, op voorwaarde dat eindpunt P2 zich in kwadrant 1 of 4 bevindt.

Afbeelding 3.21 geeft aan hoe een referentie-ingang met begrenzingen binnen het Min - Max-bereik wordt gefixeerd.

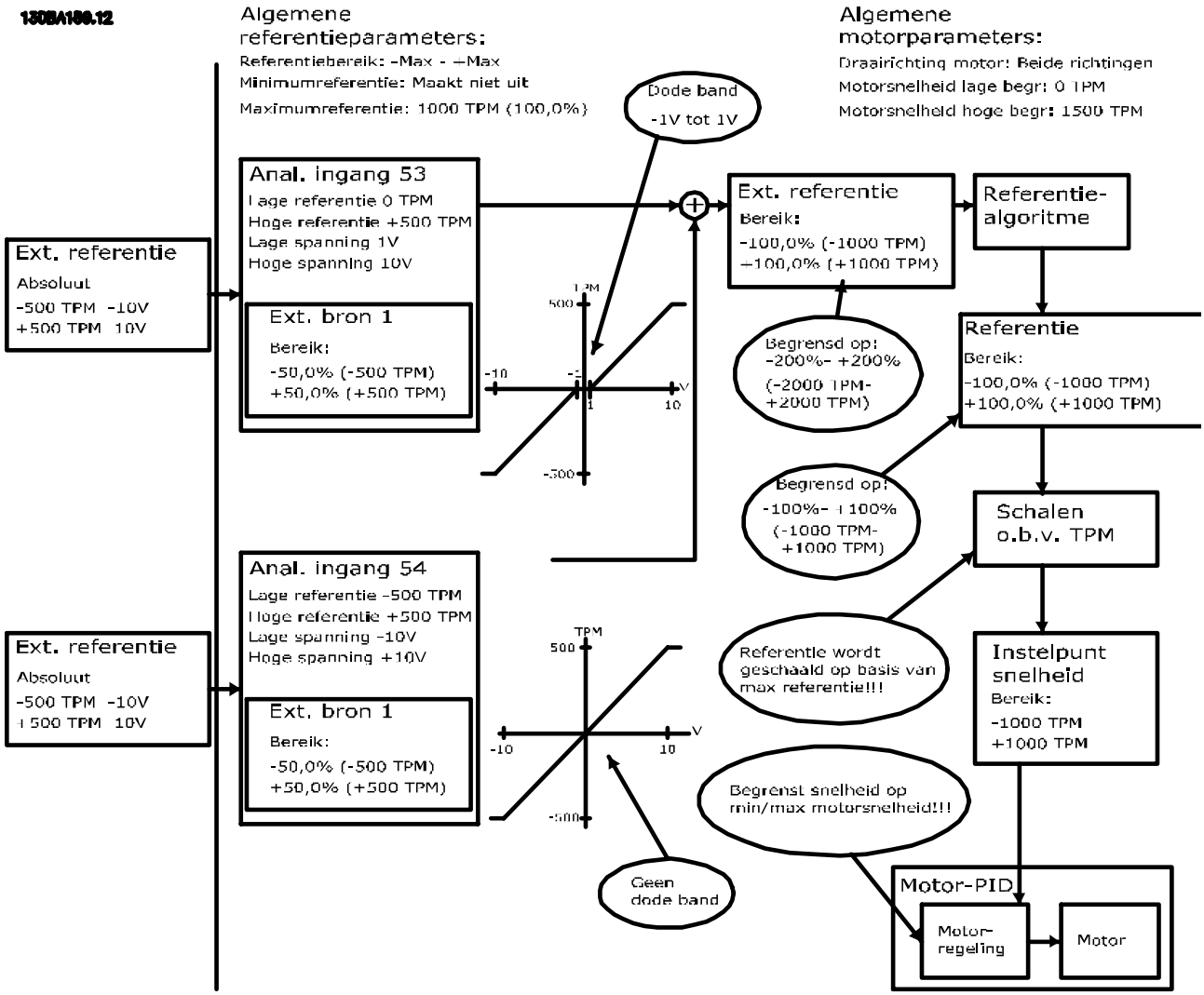


Afbeelding 3.21 Positieve referentie met dode band, digitale ingang als trigger voor omkering

Afbeelding 3.22 geeft aan hoe een referentie-ingang met begrenzingen buiten het -Max tot +Max-bereik wordt gefixeerd op de lage en hoge begrenzingen van de ingang, voordat deze bij de externe referentie wordt opgeteld. *Afbeelding 3.22* laat tevens zien hoe de externe referentie door het referentiealgoritme wordt gefixeerd op -Max tot +Max.



Afbeelding 3.22 Positieve referentie met dode band, digitale ingang als trigger voor omkering. Regels voor fixatie



Afbeelding 3.23 Negatieve tot positieve referentie met dode band, teken bepaalt de richting, -Max tot +Max

4 Productfuncties

4.1 Automatische operationele functies

Deze functies zijn actief zodra de frequentieomvormer in bedrijf is. Hiervoor is geen programmering of setup vereist. Het besef dat deze functies aanwezig zijn, kan het systeemontwerp helpen optimaliseren en mogelijk de toevoeging van overbodige componenten of functionaliteit voorkomen.

De frequentieomvormer heeft een reeks ingebouwde beschermingsfuncties om zichzelf en de aangedreven motor te beschermen.

4.1.1 Kortsluitbeveiliging

Motor (fase-fase)
De frequentieomvormer 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 uitgeschakeld als de kortsluitstroom de toegestane waarde (Alarm 16 Uit & blokk.) overschrijdt.

Netzijde
Een frequentieomvormer die correct werkt, beperkt de stroom die hij van de voeding kan trekken. Desondanks wordt het gebruik van zekeringen en/of circuitbreakers aan de voedingszijde aanbevolen. Dit biedt bescherming wanneer er een component in de frequentieomvormer defect raakt (eerste storing). Zie *hoofdstuk 9.3 Aansluiting netvoeding* voor meer informatie.

LET OP

Dit is verplicht wanneer moet worden voldaan aan IEC 60364 in geval van CE of aan NEC 2009 in geval van UL.

Remweerstand
De frequentieomvormer is beveiligd tegen kortsluiting in de remweerstand.

Loadsharing
Om de DC-bus te beschermen tegen kortsluiting en de frequentieomvormers te beschermen tegen overbelasting, moet u DC-zekeringen installeren in serie met de loadsharingklemmen van alle aangesloten eenheden. Zie *hoofdstuk 9.6.3 Loadsharing* voor meer informatie.

4.1.2 overspanningsbeveiliging

Door de motor gegenereerde overspanning
De spanning in de tussenkring neemt toe wanneer de motor als generator werkt. Dit gebeurt in de volgende gevallen:

- De belasting drijft de motor aan (bij constante uitgangsfrequentie vanuit de frequentieomvormer), 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 frequentieomvormer of de motor.
- Een onjuiste instelling van de slipcompensatie kan leiden tot een hogere DC-tussenkringspanning.
- Tegen-EMK bij gebruik van een PM-motor. In geval van vrijlopen bij hoge toerentallen bestaat de kans dat de tegen-EMK van de PM-motor de maximale spanningstolerantie van de frequentieomvormer overschrijdt en schade veroorzaakt. Om dit tegen te gaan, wordt de waarde van *4-19 Max. uitgangsfreq.* automatisch begrensd op basis van een interne berekening die is gebaseerd op de waarde van *1-40 Tegen-EMK bij 1000 TPM*, *1-25 Nom. motorsnelheid* en *1-39 Motorpolen*.

LET OP

Voorzie de frequentieomvormer van een remweerstand om te voorkomen dat de motor overtoeren maakt (bijv. vanwege overmatig 'windmilling').

De overspanning kan worden afgehandeld door gebruik te maken van een remfunctie (*2-10 Remfunctie*) en/of een overspanningsregeling (*2-17 Overspanningsreg.*).

Remfuncties
Sluit een remweerstand aan om overtollige remenergie af te voeren. Het aansluiten van een remweerstand laat een hogere DC-tussenkringspanning tijdens het remmen toe.

AC-rem is een alternatief om het remmen te verbeteren zonder een remweerstand te gebruiken. Deze functie regelt een overmagnetisering van de motor wanneer deze als generator werkt. Deze functie kan de OVC verbeteren. Door de elektriciteitsverliezen in de motor te verhogen, kan de OVC-functie het remkoppel verhogen zonder de overspanningslimiet te overschrijden.

LET OP

AC-rem is niet zo effectief als dynamisch remmen met een weerstand.

Overspanningsregeling (OVC)
OVC beperkt de kans op een uitschakeling (trip) van de frequentieomvormer als gevolg van een overspanning op de DC-tussenkring. Dit wordt bereikt door automatisch de uitlooptijd te verlengen.

LET OP

OVC kan worden geactiveerd voor PM-motoren met alle regelkernen, PM VVC^{plus}, Flux zonder terugkoppeling en Flux met terugkoppeling voor PM-motoren.

LET OP

Schakel OVC niet in bij hijstoepassingen.

4.1.3 Detectie ontbrekende motorfase

De functie voor ontbrekende motorfase (*4-58 Motorfase-functie ontbreekt*) is standaard ingeschakeld om beschadiging van de motor in geval van een ontbrekende motorfase te voorkomen. De standaardinstelling is 1000 ms, maar deze kan worden aangepast voor een snellere detectie.

4.1.4 Detectie onbalans netfase

Werking bij ernstige onbalans van het net vermindert de levensduur van de motor. De condities worden als ernstig beschouwd wanneer de motor continu in bedrijf is met een bijna nominale belasting. Bij de standaardinstelling schakelt de frequentieomvormer uit (trip) in geval van onbalans van het net (*14-12 Functie bij onbalans netsp.*)

4.1.5 Schakelen aan de uitgang

Het toevoegen van een schakelaar aan de uitgang tussen de motor en de frequentieomvormer is toegestaan. Er kunnen foutmeldingen worden gegenereerd. Maak gebruik van een vliegende start om een draaiende motor op te vangen.

4.1.6 Overbelastingsbeveiliging

Koppelbegrenzing
De koppelbegrenzingsfunctie beschermt de motor tegen overbelasting, bij alle toerentallen. De koppelbegrenzing wordt ingesteld in *4-16 Koppelbegrenzing motormodus* en/of *4-17 Koppelbegrenzing generatormodus*, terwijl de instelling in *14-25 Uitsch.vertr. bij Koppelbegr.* bepaalt hoe lang het duurt voordat de koppelbegrenzingswaarschuwing een uitschakeling (trip) veroorzaakt.

Stroomgrens
De stroomgrens wordt ingesteld in *4-18 Stroombegr.*, terwijl de instelling in *14-24 Uitsch.vertr. bij stroombegr.* bepaalt hoe lang het duurt voordat de frequentieomvormer uitschakelt (trip).

Snelheidslimiet
Min. snelheidsbegrenzing: *4-11 Motorsnelh. lage begr. [RPM]* of *4-12 Motorsnelh. lage begr. [Hz]* beperkt het bereik van de bedrijfstoerental bijvoorbeeld tot een waarde tussen 30 en 50/60 Hz.
Max. snelheidsbegrenzing: *4-13 Motorsnelh. hoge begr. [RPM]* of *4-19 Max. uitgangsfreq.* bepaalt de maximale uitgangssnelheid van de frequentieomvormer.

ETR
ETR is een elektronische functie die een bimetaalrelais simuleert op basis van interne metingen. De karakteristieken worden getoond in *Afbeelding 4.1*.

Spanningslimiet
Om de transistoren en de tussenkringcondensatoren te beschermen, schakelt de omvormer uit wanneer een bepaald hard gecodeerd spanningsniveau is bereikt.

Overtemperatuur
De frequentieomvormer heeft ingebouwde temperatuursensoren en reageert onmiddellijk op kritische waarden op basis van hard gecodeerde begrenzingen.

4.1.7 Beveiliging geblokkeerde rotor

Er kunnen situaties zijn waarbij de rotor is geblokkeerd vanwege een te hoge belasting of bepaalde andere factoren (lagers, of door de toepassing veroorzaakte situatie met geblokkeerde rotor). Dit leidt tot oververhitting van de motorwikkeling (voor een goede koeling moet de rotor vrij kunnen draaien). De frequentieomvormer kan een situatie met geblokkeerde rotor detecteren bij gebruik van een PM-fluxregeling zonder terugkoppeling en een PM VVC^{plus}-regeling (*30-22 Locked Rotor Protection*).

4.1.8 Automatische reductie

De frequentieomvormer controleert voortdurend op kritische niveaus:

- Kritisch hoge temperatuur op de stuurkaart van het koellichaam
- Hoge motorbelasting
- Hoge DC-tussenkringspanning
- Laag motortoerental

Als reactie op een kritisch niveau past de frequentieomvormer de schakelfrequentie aan. Bij kritisch hoge interne temperaturen en een laag motortoerental kunnen de frequentieomvormers ook het PWM-patroon forceren naar SFAVM.

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Alle rechten voorbehouden.

LET OP

Automatische reductie werkt anders wanneer *14-55 Uitgangsfilter* is ingesteld op *[2] Sinusfilter vast*.

4.1.9 Automatische energieoptimalisatie

Automatische energieoptimalisatie (AEO); zorgt ervoor dat de frequentieomvormer voortdurend de belasting op de motor bewaakt en de uitgangsspanning aanpast voor een optimaal rendement. Bij een lichte belasting wordt de spanning gereduceerd en wordt de motorstroom geminimaliseerd. Dit resulteert in een hoger rendement, een lagere opwarming en een stillere werking van de motor. Het is niet nodig om een V/Hz-curve te selecteren, omdat de frequentieomvormer de motorspanning automatisch aanpast.

4.1.10 Automatic Switching Frequency Modulation (ASFM)

De frequentieomvormer genereert korte elektrische pulsen om een AC-golfpatroon te creëren. De draagfrequentie geeft het tempo van deze pulsen aan. Een lage draagfrequentie (trage pulsfrequentie) veroorzaakt ruis in de motor. Daarom gaat de voorkeur uit naar een hogere draagfrequentie. Een hogere draagfrequentie genereert echter warmte in de frequentieomvormer, wat de hoeveelheid beschikbare stroom voor de motor kan beperken. Het gebruik van geïsoleerde bipolaire transistoren (IGBT's) maakt zeer snel schakelen mogelijk.

ASFM regelt deze condities automatisch om de hoogst mogelijke draagfrequentie te bieden zonder oververhitting van de frequentieomvormer te veroorzaken. Door een geregelde hoge draagfrequentie te leveren, werkt de motor stiller bij lage toerentallen, wanneer hoorbare ruis een kritische factor is, terwijl het volledige uitgangsvermogen aan de motor wordt geleverd wanneer dit nodig is.

4.1.11 Automatische reductie wegens hoge draagfrequentie

De frequentieomvormer is bedoeld voor een continue werking met volledige belasting bij draagfrequenties van 3,0 tot 4,5 kHz. Een draagfrequentie hoger dan 4,5 kHz genereert meer warmte in de frequentieomvormer, waardoor de uitgangsstroom moet worden gereduceerd.

Een automatische functie van de frequentieomvormer is een belastingafhankelijke regeling van de draagfrequentie. Dankzij deze functie kan de motor profiteren van de hoogst mogelijke draagfrequentie op basis van de belasting.

4.1.12 Prestaties bij spanningsschommelingen

De frequentieomvormer is bestand tegen netschommelingen zoals transiënten, kortstondige uitval, korte spanningsdalingen en stootspanningen. De frequentieomvormer compenseert ingangsspanningen die ±10% afwijken van de nominale spanning automatisch, om de volledige motorspanning en het volledige nominale koppel te leveren. Wanneer een automatische herstart is geselecteerd, start de frequentieomvormer automatisch weer op na een spanningstrip. En bij gebruik van een vliegende start voert de frequentieomvormer voorafgaand aan de start een synchronisatie met de motorrotatie uit.

4.1.13 Resonantiedemping

Geluid door hoogfrequente motorresonantie kan worden geëlimineerd door gebruik te maken van resonantiedemping. Frequentiedemping kan zowel automatisch als handmatig worden geselecteerd.

4.1.14 Temperatuurgeregelde ventilatoren

De interne koelventilatoren worden geregeld op basis van temperatuursensoren in de frequentieomvormer. De koelventilator werkt vaak niet bij lage belastingen of in de slaapmodus of in stand-by. De regeling beperkt de ruis, verhoogt het rendement en verlengt de levensduur van de ventilator.

4.1.15 EMC-conformiteit

Elektromagnetische interferentie (EMI) of radiofrequente interferentie (RFI, in geval van radiofrequentie) is interferentie die een elektrisch circuit kan verstoren vanwege elektromagnetische inductie of straling vanaf een externe bron. De frequentieomvormer is ontworpen om te voldoen aan de EMC-productnorm voor frequentieomvormers, IEC 61800-3, en aan de Europese norm EN 55011. Om te voldoen aan de emissieniveaus van EN 55011 moet de motorkabel zijn afgeschermd en correct zijn aangesloten. Zie *hoofdstuk 5.2.1 EMC-testresultaten* voor meer informatie over EMC-prestaties.

4.1.16 Galvanische scheiding van stuurklemmen

Alle stuurklemmen en uitgangsrelaisklemmen zijn galvanisch gescheiden van de netvoeding. Dit betekent dat het stuurcircuit volledig is beschermd tegen de ingangsstroom. De uitgangsrelaisklemmen hebben een eigen aarding nodig. Deze galvanische scheiding voldoet aan de strenge eisten voor extra lage spanning (PELV – Protective Extra Low Voltage).

De galvanische scheiding bestaat uit de volgende componenten:

- Voeding, inclusief signaalscheiding
- Gatedriver voor de IGBT's, de triggertransformatoren en optische koppelingen
- Hall-effect uitgangsstroomtransducers

4.2 Klantspecifieke toepassingsfuncties

4

Dit zijn de meest gangbare functies die voor gebruik in de frequentieomvormer worden geprogrammeerd voor verbeterde systeemprestaties. Hiervoor is minimale programmering of setup vereist. Het besef dat deze functies beschikbaar zijn, kan het systeemontwerp helpen optimaliseren en mogelijk de toevoeging van overbodige componenten of functionaliteit voorkomen. Zie de *Programmeerhandleiding* voor het betreffende product voor instructies over het activeren van deze functies.

4.2.1 Automatische aanpassing motorgegevens

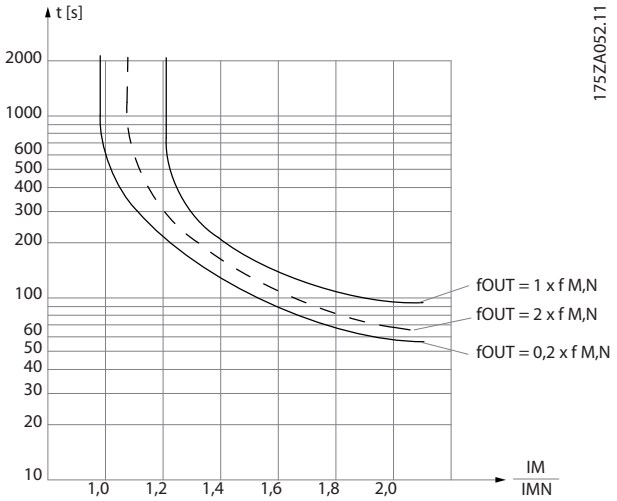
Automatische aanpassing motorgegevens (AMA) is een geautomatiseerde testprocedure voor het meten van de elektrische kenmerken van de motor. De AMA stelt een nauwkeurig elektronisch model van de motor op. Dit stelt de frequentieomvormer in staat om optimale prestaties en rendement te berekenen op basis van de gebruikte motor. Het uitvoeren van de AMA-procedure maximaliseert tevens de functie voor automatische energieoptimalisatie van de frequentieomvormer. De AMA wordt uitgevoerd zonder dat de motor draait en zonder de belasting van de motor los te koppelen.

4.2.2 Thermische motorbeveiliging

Thermische motorbeveiliging is mogelijk op 3 manieren:

- Door middel van directe temperatuurmeting via een van de volgende hulpmiddelen:
  - een PTC- of KTY-sensor in de motorwikkelingen, aangesloten op een standaard analoge of digitale ingang
  - een Pt 100 of Pt 1000 in de motorwikkelingen en motorlagers, aangesloten op een optionele Sensor Input MCB 114-kaart
  - een PTC-thermistoringang op PTC Thermistor Card MCB 112 (ATEX-goedgekeurd)
- Een thermomechanische schakelaar (type Klixon) op een digitale ingang
- Via het ingebouwde elektronische thermische relais (ETR)

ETR berekent de motortemperatuur door het meten van stroom, frequentie en bedrijfstijd. De frequentieomvormer geeft de thermische belasting op de motor weer als percentage en kan een waarschuwing genereren bij een programmeerbaar overbelastingssetpoint.
Programmeerbare opties in geval van een overbelasting stellen de frequentieomvormer in staat om de motor te stoppen, het uitgangsvermogen te verlagen of de conditie te negeren. Zelfs bij lage toerentallen voldoet de frequentieomvormer aan I2t klasse 20-normen met betrekking tot overbelasting van de motor.



Afbeelding 4.1 ETR-karakteristieken

De X-as toont de verhouding tussen I_{motor} en I_{motor} nominaal. De Y-as toont de tijd in seconden voordat de ETR uitschakelt en zo de frequentieomvormer 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 schakelt de ETR uit bij een lagere warmte vanwege de verminderde koeling van de motor. Op die manier is de motor zelfs bij lage toerentallen beschermd tegen oververhitting. De ETR-functie berekent de motortemperatuur op basis van de actuele stroom en het actuele toerental. De berekende temperatuur kan worden uitgelezen via *16-18 Motor therm.*.
Voor Ex-e-motoren in ATEX-omgevingen is een speciale versie van ETR beschikbaar. Deze functie maakt het mogelijk om een specifieke curve in te voeren om de Ex-e-motor te beschermen. De *Programmeerhandleiding* leidt de gebruiker door de setup.

4.2.3 Netstoring

Tijdens een netstoring blijft de frequentieomvormer in bedrijf tot de tussenkringspanning onder het minimale stopniveau komt, dat gewoonlijk 15% onder de laagste nominale netspanning voor de frequentieomvormer ligt. De netspanning vóór de storing en de motorbelasting bepalen hoe lang het duurt voordat de frequentieomvormer gaat vrijlopen.

De frequentieomvormer kan worden geconfigureerd (*14-10 Netstoring*) om op een bepaalde manier te reageren tijden een netstoring, zoals:

- uitschakeling met blokkering zodra de DC-tussenkring geen vermogen meer kan leveren;
- vrijloop, gevolgd door een vliegende start wanneer de netspanning is hersteld (*1-73 Vlieg. start*);
- kinetische backup;
- gecontroleerde uitloop;

Vliegende start
Deze optie maakt het mogelijk een motor op te vangen wanneer deze vrij draait als gevolg van een netstoring. Deze optie is zeer relevant voor centrifuges en ventilatoren.

Kinetische backup
Deze optie zorgt ervoor dat de frequentieomvormer blijft werken zolang er energie beschikbaar is in het systeem. In geval van kortstondige uitval van de netvoeding wordt de werking hervat zodra de netvoeding is hersteld, zonder dat de toepassing wordt gestopt of de frequentieomvormer de controle verliest. Er zijn diverse varianten van kinetische backup beschikbaar.

Het gedrag van de frequentieomvormer bij een netstoring kan worden geconfigureerd in *14-10 Netstoring* en *1-73 Vlieg. start*.

4.2.4 Ingebouwde PID-regelaar

De ingebouwde proportionele, integrerende, derivatieve (PID) regelaar is beschikbaar, waardoor geen extra regelapparatuur nodig is. De PID-regelaar handhaaft een constante regeling van systemen met terugkoppeling, waarbij een geregelde druk, flow, temperatuur of andere systeemvereisten moeten worden gehandhaafd. De frequentieomvormer kan het motortoerental zelfstandig regelen op basis van terugkoppelingssignalen van externe sensoren.

De frequentieomvormer is in staat om 2 terugkoppelingssignalen van 2 verschillende apparaten te verwerken. Deze functie maakt het mogelijk om een systeem met uiteenlopende terugkoppelingsvereisten te regelen. De frequentieomvormer maakt regelingsbeslissingen door de twee signalen te vergelijken om de systeemprestaties te optimaliseren.

4.2.5 Automatische herstart

De frequentieomvormer kan worden geprogrammeerd om de motor automatisch weer te starten na een minder ernstige uitschakeling (trip), zoals een kortstondig spanningsverlies of een spanningsschommeling. Door deze functie wordt een handmatige reset onnodig en wordt de geautomatiseerde werking van extern bestuurde systemen verbeterd. Het aantal herstartpogingen en het tijdsinterval tussen pogingen kunnen worden begrensd.

4.2.6 Vliegende start

Een vliegende start stelt de frequentieomvormer in staat om een synchronisatie uit te voeren met een werkende motor, ook als deze op volle toeren draait, en in beide draairichtingen. Dit voorkomt uitschakelingen (trips) wanneer er te veel stroom wordt getrokken. Het minimaliseert de mechanische belasting op het systeem, aangezien de motor geen abrupte wijzigingen in het toerental krijgt wanneer de frequentieomvormer start.

4.2.7 Volledig koppel bij gereduceerd toerental

De frequentieomvormer volgt een variabele V/Hz-curve om ook bij gereduceerde toerentallen een volledig motorkoppel te genereren. Een volledig uitgangskoppel kan samenvallen met het maximale nominale bedrijfstoerental van de motor. Dit is anders dan bij omvormers met variabel koppel, die een lager motorkoppel bieden bij lage toerentallen, of omvormers met constant koppel, die overmatige spanning, warmte en motorgeluid produceren wanneer ze niet op volle toeren werken.

4.2.8 Frequentiebypass

In sommige toepassingen kunnen in het systeem bepaalde bedrijfstoerentallen zijn die mechanische resonantie veroorzaken. Dit kan overmatig veel geluid veroorzaken en mogelijk schade toebrengen aan mechanische componenten in het systeem. De frequentieomvormer heeft 4 programmeerbare bypassfrequentiebandbreedtes. Deze stellen de motor in staat om toerentallen die systeemresonantie opwekken, over te slaan.

4.2.9 Voorverwarming van de motor

Om een motor in een koude of vochtige omgeving voor te verwarmen, kan een kleine hoeveelheid DC-stroom continu naar de motor worden gevoerd om deze te beschermen tegen condensatie en een koude start. Hierdoor is mogelijk geen verwarmingstoestel meer nodig.

4

4.2.10 4 programmeerbare setups

De frequentieomvormer heeft 4 setups die afzonderlijk kunnen worden geprogrammeerd. Via de optie *Multi setup* is het mogelijk om via digitale ingangen of via seriële commando's te schakelen tussen afzonderlijk geprogrammeerde functies. Afzonderlijke setups worden bijvoorbeeld gebruikt om referenties te wijzigen, of voor dag-/nachtbedrijf of zomer-/winterbedrijf, of om meerdere motoren te regelen. De actieve setup setup wordt weergegeven op het LCP.

Setupgegevens kunnen van de ene frequentieomvormer naar een andere worden overgezet door de gegevens te downloaden vanuit het afneembare LCP.

4.2.11 Dynamisch remmen

Dynamische remmen vindt plaats door middel van:

- **Weerstandsrem**
  Een rem-IGBT zorgt ervoor dat de overspanning onder een bepaalde drempel blijft door de remenergie van de motor af te voeren naar de aangesloten remweerstand (*2-10 Remfunctie* = [1]).
- **AC-rem**
  De remenergie wordt verdeeld in de motor door de verliescondities in de motor te wijzigen. De AC-remfunctie kan niet worden gebruikt in toepassingen met een hoge wisselfrequentie omdat dit leidt tot oververhitting van de motor (*2-10 Remfunctie* = [2]).
- **DC-rem**
  Een overgemoduleerde DC-stroom die aan de AC-stroom wordt toegevoegd, werkt als een wervelstroomrem (*2-02 DC-remtijd* ≠ 0 s).

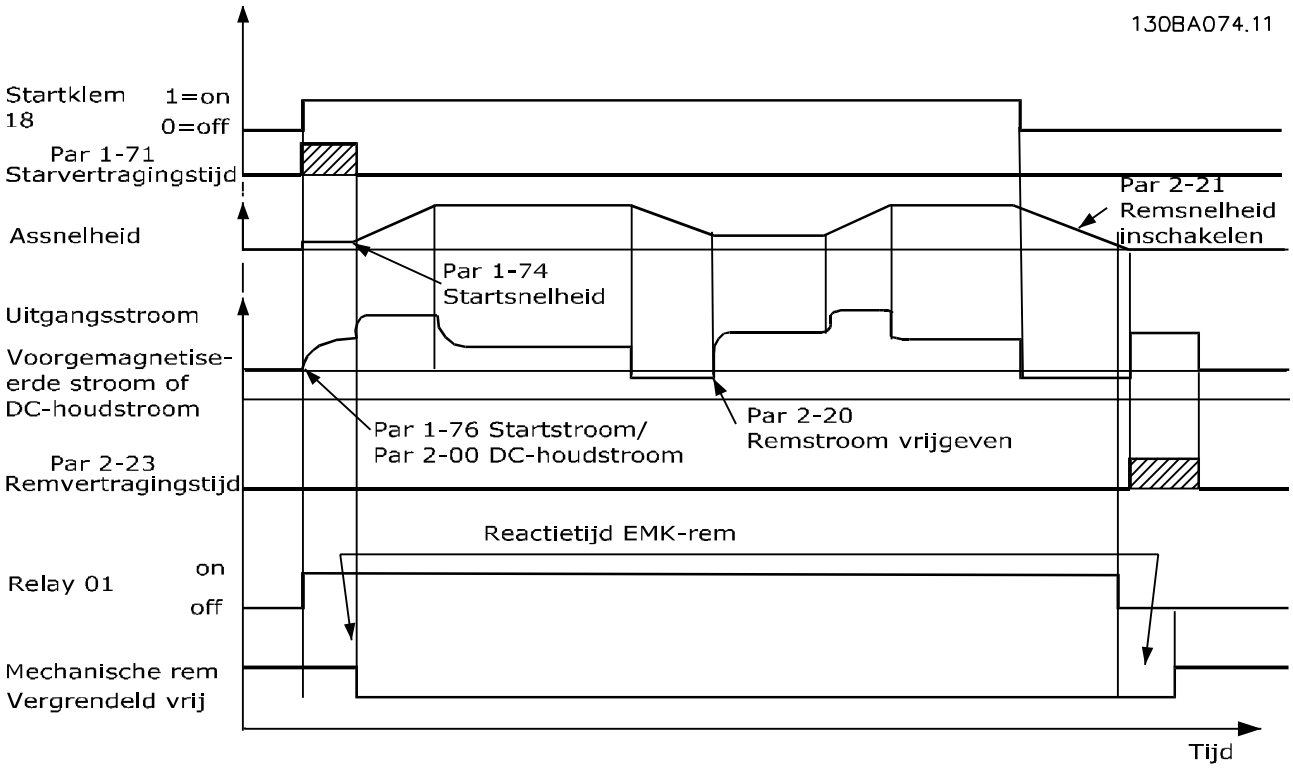
4.2.12 Mechanische rembesturing zonder terugkoppeling

Parameters voor de instellingen voor de besturing van een elektromagnetische (mechanische) rem, met name vereist voor hijstoepassingen.
Om een mechanische rem te besturen, is een relaisuitgang (relais 01 of relais 02) of een geprogrammeerde digitale uitgang (klem 27 of 29) nodig. Deze uitgang moet op momenten dat de frequentieomvormer niet in staat is de motor te 'houden', bijvoorbeeld vanwege een te hoge belasting, gewoonlijk gesloten zijn. Selecteer *[32] Mech. rembesturing* in *5-40 Functierelais*, *5-30 Klem 27 dig. uitgang* of *5-31 Klem 29 dig. uitgang* voor toepassingen met een elektromagnetische rem. Als *[32] Mech. rembesturing* is geselecteerd, wordt de mechanische rem tijdens het starten gesloten totdat de uitgangsstroom hoger is dan het geselecteerde niveau in *2-20 Stroom bij vrijgave rem*. Tijdens het stoppen wordt de mechanische rem geactiveerd wanneer het toerental lager wordt dan het in *2-21 Snelheid remactivering [TPM]* ingestelde niveau. Als de frequentieomvormer in een alarmtoestand of een overstroom- of overspanningstoestand terechtkomt, wordt de mechanische rem onmiddellijk ingeschakeld. Dit is ook het geval tijdens een veilige uitschakeling van het koppel (STO).

LET OP

Functies voor beveiliging en uitschakelvertraging (*14-25 Uitsch.vertr. bij Koppelbegr.* en *14-26 Uitschakelvertraging bij inverterfout*) kunnen de activering van de mechanische rem in een alarmsituatie vertragen. Deze functies moeten zijn uitgeschakeld voor hijstoepassingen.

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Alle rechten voorbehouden.

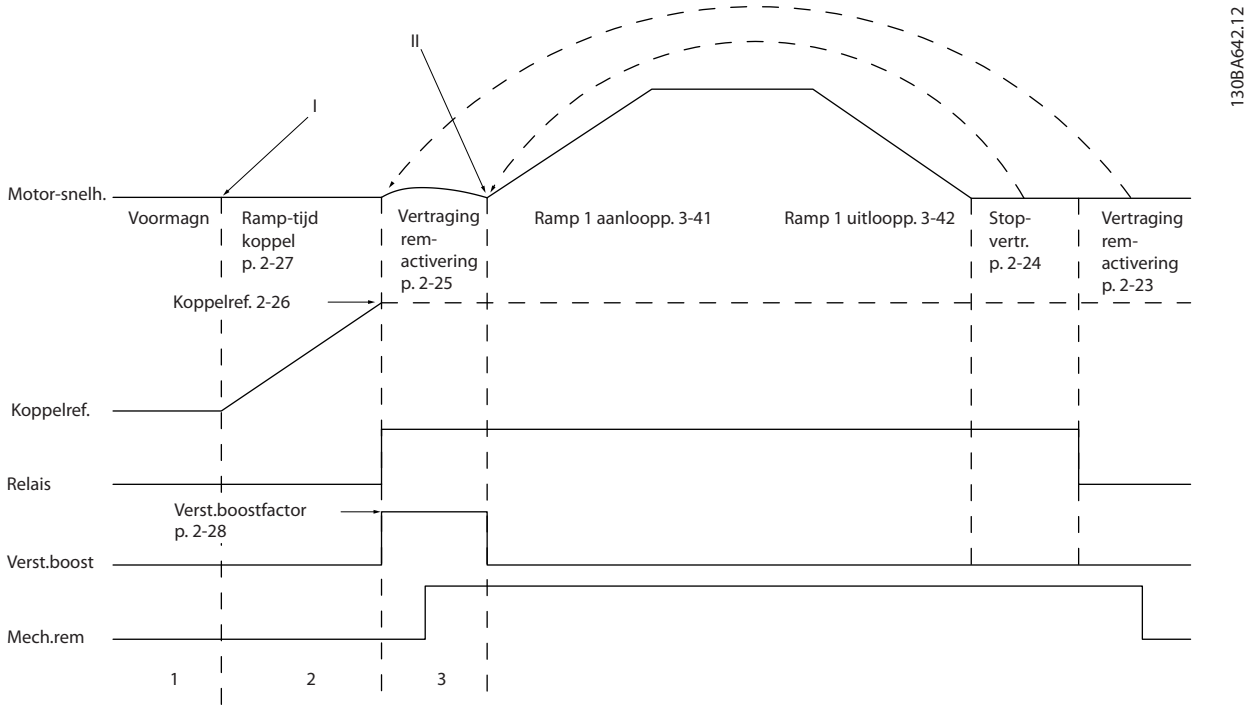


Afbeelding 4.2 Mechanische rem

4.2.13 Mechanische rembesturing met terugkoppeling/mechanische rem voor hijstoepassingen

De mechanische rembesturing voor hijstoepassingen ondersteunt de volgende functies:

- 2 kanalen voor terugkoppeling vanaf de mechanische rem, voor extra bescherming tegen onbedoeld gedrag als gevolg van een defecte kabel.
- Bewaking van de terugkoppeling van de mechanische rem tijdens de volledige cyclus. Dit helpt om de mechanische rem te beschermen, met name als meerdere frequentieomvormers op dezelfde as zijn aangesloten.
- Geen aanloop totdat de terugkoppeling bevestigt dat de mechanische rem open is.
- Verbeterde belastingsregeling bij stop. Als de in *2-23 Vertraging remactivering* ingestelde tijd te kort is, wordt W22 geactiveerd en zal het koppel niet uitlopen.
- De overdracht van de belasting van de rem naar de motor kan worden geconfigureerd. U kunt *2-28 Verst.boostfactor* verhogen om de beweging te minimaliseren. Voor een zeer soepele overdracht wijzigt u de instelling van de snelheidsregeling naar de positioneringsregeling tijdens de overdracht.
    - Stel *2-28 Verst.boostfactor* in op 0 om een positioneringsregeling tijdens *2-25 Tijd vrijgave rem* in te schakelen. Dit maakt het mogelijk om de parameters *2-30 Position P Start Proportional Gain* tot *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* in te stellen; dit zijn de PID-parameters voor de positioneringsregeling.



Afbeelding 4.3 Remvrijgaveprocedure voor mechanische rembesturing bij hijstoepassingen Dit type rembesturing is alleen beschikbaar bij een fluxregeling met motorterugkoppeling, beschikbaar voor asynchrone motoren en PM-motoren zonder uitspringende polen.

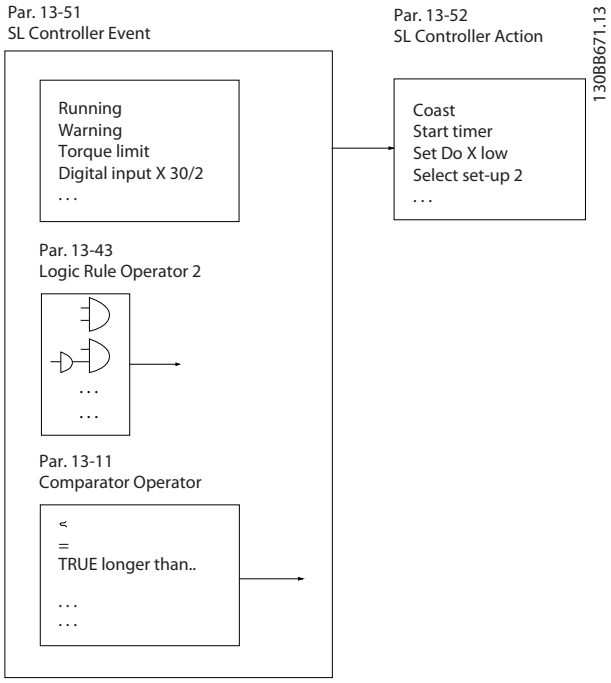
2-26 Koppelref. tot *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* zijn alleen beschikbaar voor het besturen van een mechanische rem bij hijstoepassingen (Flux met motorterugkoppeling). *2-30 Position P Start Proportional Gain* tot *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* kunnen worden ingesteld om een bijzonder soepele overgang te realiseren van een snelheidsregeling naar een positieregeling tijdens *2-25 Tijd vrijgave rem* – de tijd waarbinnen de belasting wordt overgedragen van de mechanische rem op de frequentieomvormer.
2-30 Position P Start Proportional Gain tot *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* worden geactiveerd wanneer *2-28 Verst.boostfactor* wordt ingesteld op *0*. Zie *Afbeelding 4.3* voor meer informatie.

LET OP

Zie *hoofdstuk 10 Toepassingsvoorbeelden* voor een voorbeeld van een geavanceerde mechanische rembesturing voor hijstoepassingen.

4.2.14 Smart Logic Control (SLC)

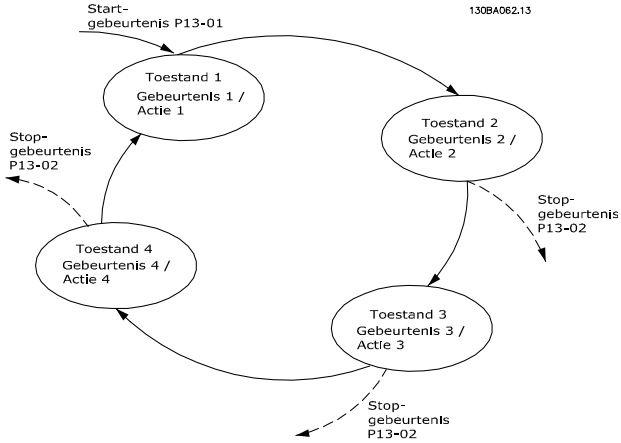
Smart Logic Control (SLC) is in feite een reeks van gebruikersgedefinieerde acties (zie *13-52 SL-controlleractie* [x]) die door de SLC wordt uitgevoerd als de bijbehorende gebruikersgedefinieerde gebeurtenis (zie *13-51 SL Controller Event* [x]) door de SLC wordt geëvalueerd als TRUE.
De voorwaarde voor een gebeurtenis kan een bepaalde status zijn of een logische regel of comparator-operand die het resultaat TRUE oplevert. Dit leidt tot een bijbehorende actie, zoals aangegeven in *Afbeelding 4.4*.



Afbeelding 4.4 SLC-gebeurtenis en -actie

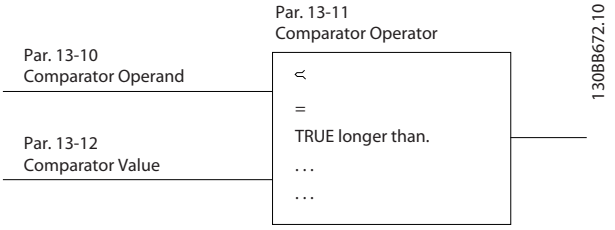
Gebeurtenissen en acties zijn genummerd en in paren (toestanden) aan elkaar gekoppeld. Dit betekent dat *actie* [0] wordt uitgevoerd wanneer *gebeurtenis* [0] heeft plaatsgevonden (de waarde TRUE heeft gekregen). Hierna worden de omstandigheden van *gebeurtenis* [1] geëvalueerd en bij de evaluatie TRUE wordt *actie* [1] uitgevoerd, enz. Er wordt steeds slechts één *gebeurtenis* geëvalueerd. Als een *gebeurtenis* wordt geëvalueerd als FALSE gebeurt er niets (in de SLC) tijdens het huidige scaninterval en worden er geen andere *gebeurtenissen* geëvalueerd. Dit betekent dat bij het starten van de SLC *gebeurtenis* [0] (en enkel *gebeurtenis* [0]) tijdens elk scaninterval wordt geëvalueerd. Alleen wanneer *gebeurtenis* [0] als TRUE wordt geëvalueerd, voert de SLC *actie* [0] uit en begint deze met het evalueren van *gebeurtenis* [1]. Er kunnen 1 tot 20 *gebeurtenissen* en *acties* worden geprogrammeerd.

Nadat de laatste *gebeurtenis/actie* is geëvalueerd, begint de cyclus opnieuw vanaf *gebeurtenis* [0]/*actie* [0].
Afbeelding 4.5 toont een voorbeeld met 4 gebeurtenissen/acties.



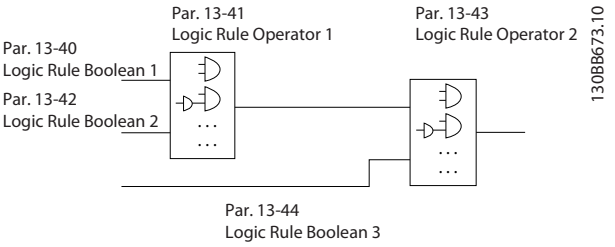
Afbeelding 4.5 Volgorde van uitvoering wanneer 4 gebeurtenissen/acties zijn geprogrammeerd

Comparatoren
Comparatoren worden gebruikt om continue variabelen (bijv. uitgangsfrequentie, uitgangsstroom, analoge ingang enz.) te vergelijken met een vaste ingestelde waarde.



Afbeelding 4.6 Comparatoren

Log. regels
Combineer maximaal 3 booleaanse ingangen (TRUE/FALSE-ingangen) van timers, comparatoren, digitale ingangen, statusbits en gebeurtenissen die de logische operatoren AND, OR en NOT gebruiken.



Afbeelding 4.7 Log. regels

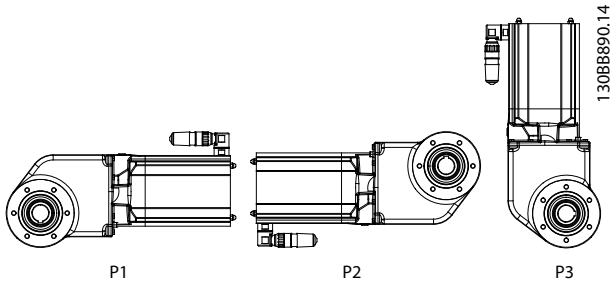
4.2.15 Veilige uitschakeling van het koppel

Zie *VLT® Frequentcy Converters - Safe Torque Off Operating Instructions* voor meer informatie.

4.3 Danfoss VLT® FlexConcept®

Danfoss VLT® FlexConcept® is een energiezuinige, flexible en kosteneffectieve frequentieomvormeroplossingen, die primair is bedoeld voor transportbanden. Het concept bestaat uit de VLT® OneGearDrive®, die wordt aangedreven door de VLT® AutomationDrive FC 302 of de VLT® Decentral Drive FCD 302.

OneGearDrive is in principe een permanentmagneetmotor met een kegeltandwiel. De kegeltandwiel kan worden geleverd met verschillende tandwielverhoudingen.



Afbeelding 4.8 OneGearDrive

De OneGearDrive kan worden aangedreven door een VLT® AutomationDrive FC 302 en een VLT® Decentral Drive FCD 302 in de volgende vermogensklassen, afhankelijk van de vereisten van de betreffende toepassing.

- 0,75 kW
- 1,1 kW
- 1,5 kW
- 2,2 kW
- 3,0 kW

Wanneer *[1] PM, niet-uitspr. SPM* is geselecteerd in in de FC 302 of FCD 302, kan de OneGearDrive worden geselecteerd in *1-11 Motor Model* en worden de aanbevolen parameters automatisch ingesteld.

Meer informatie vindt u in de *VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302 Programmeerhandleiding*, de *VLT® OneGearDrive Selectiegids* en op *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/VLTFlexConcept/*

5 Systeemintegratie

5.1 Omgevingscondities

5.1.1 Vochtigheid

Hoewel de frequentieomvormer correct kan werken bij een hoge vochtigheidsgraad (tot 95% relatieve vochtigheid), moet condensatie altijd worden voorkomen. Het risico van condensatie is met name aanwezig wanneer de frequentieomvormer kouder is dan vochtige omgevingslucht. Vocht in de lucht kan ook condenseren op de elektronische componenten en kortsluiting veroorzaken. Condensatie treedt op in eenheden zonder voeding. We adviseren om kastverwarming te installeren wanneer condensvorming mogelijk is vanwege de omgevingscondities. Vermijd installatie in gebieden waar vorst kan optreden.

Een andere mogelijkheid is om de frequentieomvormer in de stand-bymodus te laten werken (waarbij de eenheid is aangesloten op het net). Dit verkleint de kans op condensatie. Zorg er echter wel voor dat er voldoende vermogensdissipatie plaatsvindt om het circuit van de frequentieomvormer vrij van vocht te houden.

5.1.2 Temperatuur

Voor alle frequentieomvormers zijn een minimale en maximale omgevingstemperatuur gespecificeerd. Het vermijden van extreme omgevingstemperaturen verlengt de levensduur van de apparatuur en optimaliseert de algehele systeembetrouwbaarheid. Volg de vermelde aanbevelingen op voor optimale prestaties en een maximale levensduur van de apparatuur.

- Hoewel frequentieomvormers kunnen werken bij temperaturen tot -10 °C, is een juiste werking bij nominale belasting enkel gegarandeerd bij temperaturen van 0 °C en hoger.
- Overschrijdt de maximumtemperatuur niet.
- De levensduur van elektronische componenten neemt met 50% af voor elke 10 °C bij gebruik boven de ontwerptemperatuur.
- Ook apparaten met een beschermingsklasse van IP 54, IP 55 of IP 66 moeten voldoen aan de gespecificeerde omgevingstemperatuurbereiken.
- Aanvullende klimaatregeling van de kast of installatieplek kan noodzakelijk zijn.

5.1.3 Temperatuur en koeling

De frequentieomvormers hebben ingebouwde ventilatoren om te zorgen voor optimale koeling. De hoofdventilator forceert de luchtstroom langs de koelribben op het koellichaam en koelt zo de interne lucht. Bij bepaalde vermogensklassen is dicht bij de stuurkaart een kleine secundaire ventilator gemonteerd, die ervoor zorgt dat de interne lucht circuleert om warmteophoping te voorkomen. De hoofdventilator wordt geregeld door de interne temperatuur in de frequentieomvormer en het toerental neemt geleidelijk toe met de temperatuur. Dit beperkt de ruis en verlaagt het energieverbruik wanneer de noodzaak laag is, en zorgt voor maximale koeling wanneer dit nodig is. De ventilatorbesturing kan via *14-52 Ventilatorreg.* worden aangepast aan elke toepassing, en biedt ook bescherming tegen de negatieve effecten van koelen in zeer koude klimaten. In geval van overtemperatuur in de frequentieomvormer wordt de schakelfrequentie en het schakelpatroon gereduceerd; zie *hoofdstuk 5.1.4 Handmatige reductie* voor meer informatie.

Voor alle frequentieomvormers zijn een minimale en maximale omgevingstemperatuur gespecificeerd. Het vermijden van extreme omgevingstemperaturen verlengt de levensduur van de apparatuur en optimaliseert de algehele systeembetrouwbaarheid. Volg de vermelde aanbevelingen op voor optimale prestaties en een maximale levensduur van de apparatuur.

- Hoewel frequentieomvormers kunnen werken bij temperaturen tot -10 °C, is een juiste werking bij nominale belasting enkel gegarandeerd bij temperaturen van 0 °C en hoger.
- Overschrijdt de maximumtemperatuur niet.
- Zorg dat de maximale gemiddelde temperatuur over 24 uur niet wordt overschreden. (De gemiddelde temperatuur over 24 uur is de maximale omgevingstemperatuur minus 5 °C. Voorbeeld: als de maximale temperatuur 50 °C bedraagt, is de maximale gemiddelde temperatuur over 24 uur 45 °C.
- Houd u aan de minimale vrije ruimte boven en onder (*hoofdstuk 8.2.1.1 Vrije ruimte*).
- Als vuistregel geldt dat de levensduur van elektronische componenten met 50% afneemt voor elke 10 °C wanneer deze componenten worden gebruikt boven hun ontwerptemperatuur.

- Ook apparaten met een hoge beschermingsgraad moeten voldoen aan de gespecificeerde omgevingstemperatuurbereiken.
- Aanvullende klimaatregeling van de kast of installatieplek kan noodzakelijk zijn.

5.1.4 Handmatige reductie

Houd rekening met reductie in de volgende situaties:

- Werking boven 1000 m (lage luchtdruk)
- Werking bij lage toerentallen
- Lange motorkabels
- Kabels met een grote dwarsdoorsnede
- Hoge omgevingstemperatuur

Zie *hoofdstuk 6.2.6 Reductie wegens omgevingstemperatuur* voor meer informatie.

5.1.4.1 Reductie wegens lage bedrijfssnelheid

Wanneer een motor op een frequentieomvormer wordt aangesloten, is het nodig om te controleren of de koeling van de motor voldoende is.
Het verwarmingsniveau hangt af van de belasting van de motor, en van de bedrijfssnelheid en -tijd.

Toepassingen met constant koppel (CT-modus)

Bij toepassingen met een constant koppel kunnen er problemen optreden bij lage toerentallen. Bij een toepassing met constant koppel kan de motor bij lage toerentallen oververhit raken, omdat de ingebouwde ventilator van de motor minder koellucht levert.
Als de motor constant op een toerental moet lopen dat lager is dan de helft van de nominale waarde, moet de motor worden voorzien van extra luchtkoeling (of moet een motor worden gebruikt die is ontworpen voor dit type werking).

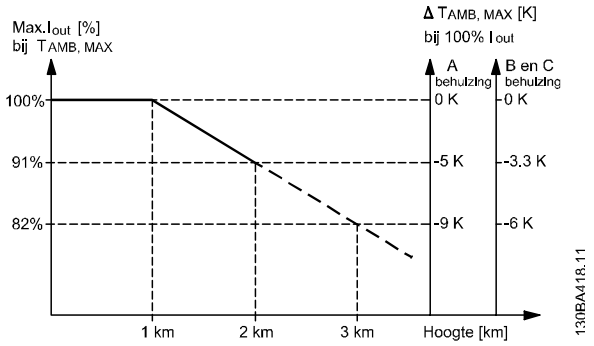
Een alternatief is om het belastingsniveau van de motor te verlagen door een grotere motor te selecteren. Het ontwerp van de frequentieomvormer legt echter beperkingen op aan het vermogen van de motor.

Toepassingen met variabel (kwadratisch) koppel (VT-modus)
In toepassingen met variabel koppel zoals centrifugaalpompen en -ventilatoren, waarbij het koppel evenredig is met het kwadraat van de snelheid en het vermogen evenredig is met de derde macht van de snelheid, is aanvullende koeling of reductie van de motor niet nodig.

5.1.4.2 Reductie wegens lage luchtdruk

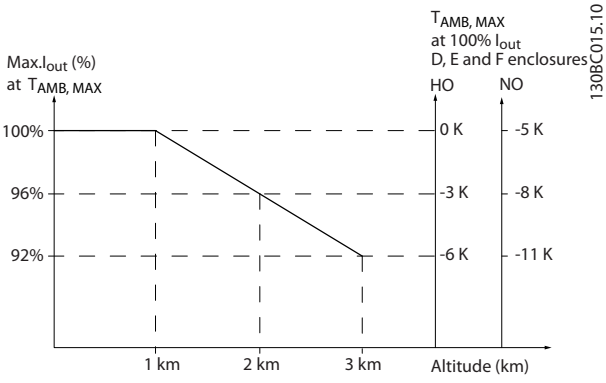
Bij een lage luchtdruk vermindert de koelcapaciteit van lucht.

Bij een hoogte onder 1000 m is geen reductie nodig, maar boven een hoogte van 1000 meter moet de omgevingstemperatuur (T_{AMB}) of de maximale uitgangsstroom (I_{out}) worden verlaagd overeenkomstig *Afbeelding 5.1*.



Afbeelding 5.1 Reductie van de uitgangsstroom t.o.v. de hoogte bij $T_{AMB, MAX}$ voor framegrootte A, B en C. Neem voor hoogtes boven 2000 m contact op met Danfoss in verband met PELV.

Een alternatief is om de omgevingstemperatuur op grote hoogtes te verlagen, waardoor een uitgangsstroom van 100% op grote hoogtes kan worden bereikt. Als voorbeeld voor het lezen van de grafiek beschrijven we hieronder de situatie bij een hoogte van 2000 m voor behuizingstype B met $T_{AMB, MAX}$ = 50 °C. Bij een temperatuur van 45 °C ($T_{AMB, MAX}$ - 3,3 K) is 91% van de nominale uitgangsstroom beschikbaar. Bij een temperatuur van 41,7 °C is 100% van de nominale uitgangsstroom beschikbaar.



Afbeelding 5.2 Reductie van de uitgangsstroom t.o.v. de hoogte bij $T_{AMB, MAX}$ voor behuizingstype D3h.

5.1.5 Akoestische ruis

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

- DC-(tussenkring)spoelen
- RFI-filter (smoorspoel)
- Interne ventilatoren

Zie *hoofdstuk 6.2.9 Akoestische ruis* voor de nominale waarden voor akoestische ruis.

5.1.6 Trillingen en schokken

De frequentieomvormer is getest volgens een procedure die is gebaseerd op IEC 68-2-6/34/35 en 36. Tijdens deze tests in de eenheid gedurende 2 uur blootgesteld aan krachten van 0,7 g, over het bereik van 18 tot 1000 Hz willekeurig, in 3 richtingen. Alle frequentieomvormers van Danfoss voldoen aan de vereisten die gelden wanneer de eenheid aan de wand of op de vloer is gemonteerd of in panelen die met bouten aan de wand of de vloer zijn bevestigd.

5.1.7 Agressieve omgevingen

5.1.7.1 Gassen

Agressieve gassen, zoals waterstofsulfide, chloor of ammoniak, kunnen de elektrische en mechanische componenten van de frequentieomvormer beschadigen. Vervuiling van de koellucht kan op termijn ook PCB-sporen en deurafdichtingen aantasten. Agressieve verontreinigende stoffen zijn vaak aanwezig in afvalwaterzuiveringsinstallaties of zwembaden. Een duidelijk teken van een agressieve omgeving is gecorrodeerd koper.

In agressieve omgevingen wordt het gebruik van dichte IP-behuizingen aanbevolen, in combinatie met printplaten met vormvolgende coating. Zie *Tabel 5.1* voor de waarden van vormvolgende coatings.

LET OP

De frequentieomvormer is standaard uitgevoerd met een klasse 3C2-coating. Een klasse 3C3-coating is op aanvraag leverbaar.

Type gas	Eenheid	Klasse				
		3C1	3C2		3C3	
			Gemiddelde waarde	Max. waarde	Gemiddelde waarde	Max. waarde
Zeezout	n.v.t.	Geen	Zoute nevel		Zoute nevel	
Zwaveloxiden	mg/m³	0,1	0,3	1,0	5,0	10
Waterstofsulfide	mg/m³	0,01	0,1	0,5	3,0	10
Chloor	mg/m³	0,01	0,1	0,03	0,3	1,0
Chloorwaterstof	mg/m³	0,01	0,1	0,5	1,0	5,0
Waterstoffluoride	mg/m³	0,003	0,01	0,03	0,1	3,0
Ammoniak	mg/m³	0,3	1,0	3,0	10	35
Ozon	mg/m³	0,01	0,05	0,1	0,1	0,3
Stikstof	mg/m³	0,1	0,5	1,0	3,0	9,0

Tabel 5.1 Classificatie van vormvolgende coatings

De maximale waarden hebben betrekking op kortstondige piekwaarden gedurende maximaal 30 minuten per dag.

5.1.7.2 Blootstelling aan stof

Het installeren van frequentieomvormers in omgevingen met een hoge blootstelling aan stof is vaak onvermijdelijk. Stof is van invloed op wand- of framegemonteerde eenheden met beschermingsklasse IP 44 of IP 66, en tevens op in kasten gemonteerde apparaten met beschermingsklasse IP 21 of IP 20. Houd rekening met de onderstaande 3 aspecten wanneer frequentieomvormers in dergelijke omgevingen worden geïnstalleerd.

Minder koeling
Stof creëert afzettingen op de buitenkant van het apparaat en intern op printplaten en de elektronische componenten. Deze afzettingen werken als een isolatielaag en belemmeren de warmteoverdracht naar de omgevingslucht, waardoor de koelcapaciteit afneemt. De componenten worden warmer. Dit veroorzaakt een snellere veroudering van de componenten, waardoor de levensduur van de eenheid wordt verkort. Stofafzettingen op het koellichaam achter in de eenheid verkorten eveneens de levensduur van de eenheid.

Koelventilatoren
De luchtstroom voor het koelen van de eenheid wordt geproduceerd door koelventilatoren, die zich gewoonlijk aan de achterzijde van het apparaat bevinden. De ventilatorrotors bevatten kleine lagers waarin stof kan binnendringen en als schuurmiddel kan fungeren. Dit resulteert in beschadiging van de lagers en uitval van de ventilator.

Filters
High Power-frequentieomvormers zijn uitgerust met koelventilatoren die warme lucht in de apparatuur naar buiten afvoeren. Vanaf bepaalde vermogensklassen zijn deze ventilatoren uitgerust met filtermatten. Deze filters kunnen bij gebruik in zeer stoffige omgevingen snel verstopt raken. In dergelijk situaties moeten voorzorgsmaatregelen worden getroffen.

Periodiek onderhoud

In de bovenstaande situaties verdient het aanbeveling om de frequentieomvormer tijdens het periodieke onderhoud te reinigen. Verwijder stof van het koellichaam en de ventilatoren en reinig de filtermatten.

5.1.7.3 Explosiegevaarlijke omgevingen

Systemen in explosiegevaarlijke omgevingen moeten aan speciale voorwaarden voldoen. EU-richtlijn 94/9/EG beschrijft de werking van elektronische apparatuur in explosiegevaarlijke omgevingen.

Bij motoren die door frequentieomvormers worden geregeld in explosiegevaarlijke omgevingen, moet de temperatuur worden bewaakt met behulp van een PTC-temperatuursensor. Motoren met ontstekingsbeveiligingsklasse d of e zijn goedgekeurd voor een dergelijke omgeving.

- De e-classificatie heeft betrekking op het voorkomen van vonkvorming. De FC 302 met firmwareversie V6.3x of hoger is uitgerust met de functie 'ATEX ETR thermische bewaking' voor gebruik met speciaal goedgekeurde Ex-e-motoren. Bij gebruik van een ATEX-goedgekeurde PTC-bewakingsvoorziening zoals de PTC Thermistor Card MCB 112 hoeft de installatie geen afzonderlijke goedkeuring te hebben van een aangewezen instantie, d.w.z. dat er geen bij elkaar horende paren nodig zijn.
- De d-classificatie houdt in dat vonken die mogelijk ontstaan, binnen een beschermd gebied worden gehouden. Hoewel geen speciale goedkeuring nodig is, zijn speciale bedrading en omkasting wel vereist.
- De combinatie d/e komt het vaakst voor in explosiegevaarlijke omgevingen. De motor zelf biedt een ontstekingsbescherming volgens klasse e, terwijl de motorbedrading en de aansluitomgeving voldoet aan de e-classificatie. De beperking op de e-aansluitingsruimte behelst de maximale spanning die in deze ruimte is toegestaan. De uitgangsspanning van een frequentieomvormer is gewoonlijk begrensd op de netspanning. De modulatie van de uitgangsspanning kan voor klasse e ongeoorloofde hoge piekspanningen produceren. In de praktijk is het gebruik van een sinusfilter bij de uitgang van de frequentieomvormer een effectief middel gebleken om de hoge piekspanning af te zwakken.

LET OP

Installeer een frequentieomvormer niet in een explosiegevaarlijke omgeving. Installeer de frequentieomvormer in een kast buiten deze zone. Het gebruik van een sinusfilter bij de uitgang van de frequentieomvormer wordt ook aanbevolen om de dU/dt-spanningsverhoging af te zwakken. Houd de motorkabels zo kort mogelijk.

LET OP

VLT® AutomationDrive-eenheden met de MCB 112-optie zijn uitgerust met PTB-gecertificeerde thermistorsensorbewaking voor explosiegevaarlijke omgevingen. Afgeschermde motorkabels zijn niet nodig wanneer frequentieomvormers zijn uitgerust met sinusfilters op de uitgang.

5.1.8 Onderhoud

Danfoss-frequentieomvormermodellen tot 90 kW zijn onderhoudsvrij. High Power-frequentieomvormers (met een nominaal vermogen van 110 kW of hoger) hebben ingebouwde filtermatten die door de gebruiker periodiek moeten worden gereinigd, afhankelijk van de mate waarin ze worden blootgesteld aan stof en verontreinigende stoffen. In de meeste omgevingen worden de volgende onderhoudsintervallen aanbevolen: circa 3 jaar voor koelventilatoren en circa 5 jaar voor condensatoren.

5.1.9 Opslag

Net als alle elektronische apparatuur moeten frequentieomvormers worden opgeslagen op een droge locatie. Periodiek formeren (laden van de condensator) is niet nodig tijdens opslag.

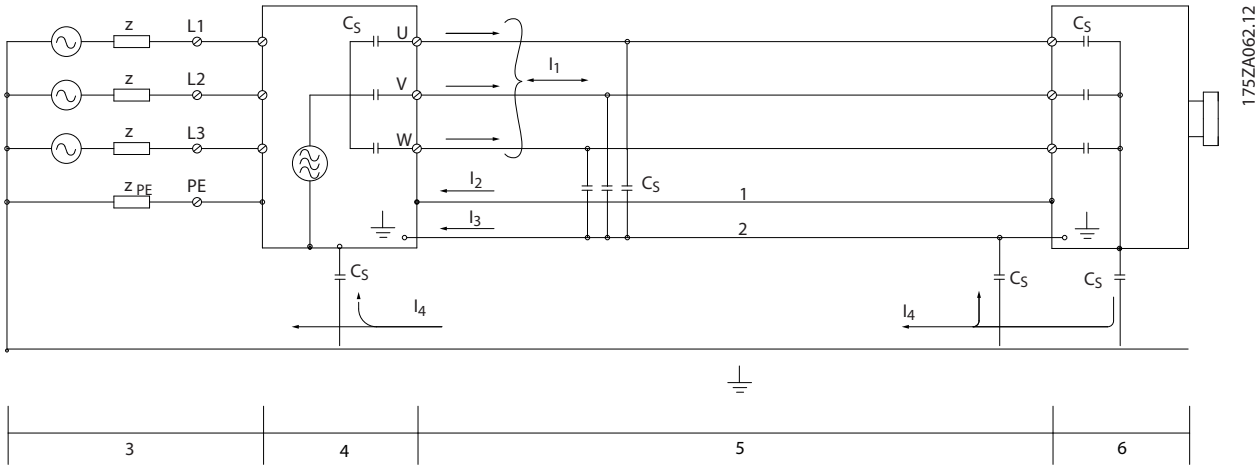
Het wordt aanbevolen om de apparatuur in de afgedichte verpakking te laten tot aan de installatie.

5.2 Algemene EMC-aspecten

Elektrische verstoringen bij frequenties binnen een bereik van 150 kHz tot 30 MHz zijn normaal gesproken geleid. Via de lucht verspreide interferentie van het frequentieomvormersysteem binnen een bereik van 30 MHz tot 1 GHz wordt gegenereerd door de omvormer, de motorkabel en de motor.
Zoals in *Afbeelding 5.3* te zien is, genereren capacitieve stromen in de motorkabel samen met een hoge dU/dt van de motorspanning lekstromen.
Het gebruik van een afgeschermde motorkabel verhoogt de lekstroom (zie *Afbeelding 5.3*), omdat afgeschermde kabels een hogere capaciteit naar de aarde hebben dan niet-afgeschermde kabels. Als de lekstroom niet wordt gefilterd, zal deze 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, zal de afgeschermde motorkabel in principe slechts een klein elektromagnetisch veld (I_4) opwekken, zoals te zien is in *Afbeelding 5.3*.

5

De afscherming vermindert de interferentie door straling, maar verhoogt de laagfrequentinterferentie op het net. Sluit de afscherming van de motorkabel aan op zowel de behuizing van de frequentieomvormer als de motorbehuizing. De beste manier om dit te doen, is door ingebouwde afschermingsklemmen te gebruiken om gedraaide uiteinden (pigtails) te vermijden. Pigtails 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 afgeschermde kabel wordt gebruikt, monteert u de afscherming aan beide uiteinden op de behuizing. In sommige gevallen is het echter noodzakelijk om de afscherming te onderbreken om stroomlussen te vermijden.



1	Aarddraad	4	Frequentieomvormer
2	Afscherming	5	Afgeschermde motorkabel
3	Netvoeding	6	Motor

Afbeelding 5.3 Situatie die lekstromen veroorzaakt

Wanneer de afscherming op een montageplaat voor de frequentieomvormer moet worden geplaatst, moet deze 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 frequentieomvormer.

Bij gebruik van niet-afgeschermde 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 motor- en remweerstandskabels worden geplaatst. Radiostoring van meer dan 50 MHz (via de lucht) wordt met name gegenereerd door de besturingselektronica.

5.2.1 EMC-testresultaten

De volgende testresultaten zijn verkregen bij gebruik van een systeem met een frequentieomvormer, een afgeschermde stuurkabel, een besturingskast met potentiometer en een afgeschermde motorkabel (Ölflex Classic 100 CY), bij de nominale schakelfrequentie. *Tabel 5.2* geeft de maximale motorkabellengtes voor conformiteit.

LET OP

De omstandigheden kunnen aanzienlijk variëren voor andere setups.

LET OP

Zie *Tabel 9.19* voor parallelle motorkabels.

RFI-filtertype		Emissie via geleiding			Emissie via straling		
		Kabellengte [m]					
Normen en voorschriften	EN 55011/CISPR 11	Klasse B	Klasse A groep 1	Klasse A groep 2	Klasse B	Klasse A groep 1	Klasse A groep 2
	EN-IEC 61800-3	Categorie C1	Categorie C2	Categorie C3	Categorie C1	Categorie C2	Categorie C3
H1							
FC 301	0-37 kW 200-240 V	10	50	50	Nee	Ja	Ja
	0-75 kW 380-480 V	10	50	50	Nee	Ja	Ja
FC 302	0-37 kW 200-240 V	50	150	150	Nee	Ja	Ja
	0-75 kW 380-480 V	50	150	150	Nee	Ja	Ja
H2/H5							
FC 301	0-3,7 kW 200-240 V	Nee	Nee	5	Nee	Nee	Ja
FC 302	5,5-37 kW 200-240 V[2)]	Nee	Nee	25	Nee	Nee	Ja
	0-7,5 kW 380-500 V	Nee	Nee	5	Nee	Nee	Ja
	11-75 kW 380-500 V[2)]	Nee	Nee	25	Nee	Nee	Ja
	11-22 kW 525-690 V[2)]	Nee	Nee	25	Nee	Nee	Ja
	30-75 kW 525-690 V[2)]	Nee	Nee	25	Nee	Nee	Ja
H3							
FC 301	0-1,5 kW 200-240 V	2,5	25	25	Nee	Ja	Ja
	0-1,5 kW 380-480 V	2,5	25	25	Nee	Ja	Ja
H4							
FC 302	1,1-7,5 kW 525-690 V	Nee	100	100	Nee	Ja	Ja
	11-22 kW 525-690 V	Nee	100	100	Nee	Ja	Ja
	11-37 kW 525-690 V[3)]	Nee	150	150	Nee	Ja	Ja
	30-75 kW 525-690 V	Nee	150	150	Nee	Ja	Ja
Hx[1)]							
FC 302	0,75-75 kW 525-600 V	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee

Tabel 5.2 EMC-testresultaten (emissie) Maximale lengte motorkabel

[1)] Hx-versies kunnen worden gebruikt overeenkomstig EN-IEC 61800-3 categorie C4.

[2)] T5, 22-45 kW en T7, 22-75 kW voldoen aan klasse A groep 1 met 25 m motorkabel. Er gelden bepaalde restricties voor de installatie (neem contact op met Danfoss voor meer informatie).

Hx, H1, H2, H3, H4 of H5 wordt gedefinieerd voor EMC-filters op pos. 16-17 in de typecode; zie Tabel 7.1.

[3)] IP 20.

5

5.2.2 Emissie-eisen

De EMC-productnorm voor frequentieomvormers definieert 4 categorieën (C1, C2, C3 en C4) met specifieke eisen voor emissie en immuniteit. *Tabel 5.3* geeft de definitie van de 4 categorieën en de corresponderende classificatie van EN 55011.

Categorie	Definitie	Corresponderende emissieklasse in EN 55011
C1	Frequentieomvormers geïnstalleerd in de eerste omgeving (woonhuizen en kantoren) met een voedingsspanning van minder dan 1000 V.	Klasse B
C2	Frequentieomvormers geïnstalleerd in de eerste 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	Frequentieomvormers geïnstalleerd in de tweede omgeving (industrieel) met een voedingsspanning van minder dan 1000 V.	Klasse A groep 2
C4	Frequentieomvormers geïnstalleerd in de tweede omgeving 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. Er moet een EMC-plan worden opgesteld.

Tabel 5.3 Correlatie tussen IEC 61800-3 en EN 55011

Bij toepassing van de algemene emissienormen (m.b.t. geleide emissies) moeten de frequentieomvormers voldoen aan de limieten in *Tabel 5.4*.

Omgeving	Algemene emissie norm	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 5.4 Correlatie tussen algemene emissienormen en EN 55011

5.2.3 Immuniteitseisen:

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

Om de immuniteit voor elektrische interferentie van andere gekoppelde elektrische apparatuur te documenteren, zijn de volgende immuniteitstests uitgevoerd overeenkomstig de volgende basisnormen:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** Elektrostatische ontladingen (ESD). Simulatie van de invloed van elektrostatisch geladen mensen.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** Uitgestraalde, radiofrequente, elektromagnetische velden – Immuniteitsproef.
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Snelle elektrische transiënten. Simulatie van interferentie veroorzaakt door het schakelen van een schakelaar, relais en dergelijke.

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Alle rechten voorbehouden.

- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Stootspanningen. Simulatie van de transiënten veroorzaakt door bijvoorbeeld blikseminslag in de buurt van de installatie.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** RF common mode. Simulatie van het effect van radiozendapparatuur die verbonden is via aansluitkabels.

Zie *Tabel 5.5*.

Basisnorm	Piek IEC 61000-4-4	Stootspanningen IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Elektrostatische ontlading IEC 61000-4-3	RF common-modespanning IEC 61000-4-6
Aanvaardingscriterium	**B**	**B**	**B**	**A**	**A**
Spanningsbereik: 200-240 V, 380-500 V, 525-600 V, 525-690 V					
Lijn	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	—	—	10 V_{rms}
Motor	4 kV CM	4 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{rms}
Rem	4 kV CM	4 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{rms}
Loadsharing	4 kV CM	4 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{rms}
Stuurdraden	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{rms}
Standaardbus	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{rms}
Relaisdraden	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{rms}
Toepassings- en veldbusopties	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{rms}
LCP-kabel	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{rms}
Externe 24 V DC	2 V CM	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 V_{rms}
Behuizing	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

Tabel 5.5 EMC-immuniteitsschema

[1)] Injectie op kabelafscherming

5.2.4 Motorisolatie

Het moderne ontwerp van motoren die bedoeld zijn voor gebruik met frequentieomvormers, voorziet in een hoge isolatiegraad voor de nieuwe generatie hoogrendement-IGBT's met hoge dU/dt. Bij installatie in bestaande oude motoren moet worden onderzocht of de motorisolatie geschikt is. Het is ook mogelijk om de waarden af te zwakken met een dU/dt-filter of, indien nodig, met een sinusfilter. dU/dt.

Voor motorkabellengtes ≤ de maximale kabellengte zoals vermeld in *hoofdstuk 6.2 Algemene specificaties* worden de in *Tabel 5.6* vermelde motorisolatieklassen aanbevolen. Wanneer de motor een lagere isolatiewaarde heeft, wordt aangeraden om gebruik te maken van een dU/dt- of sinusfilter.

Nominale netspanning [V]	Motorisolatie [V]
$U_N \leq 420$	Standaard U_{LL} = 1300
420 V < $U_N \leq 500$	Versterkt U_{LL} = 1600
500 V < $U_N \leq 600$	Versterkt U_{LL} = 1800
600 V < $U_N \leq 690$	Versterkt U_{LL} = 2000

Tabel 5.6 Motorisolatie

5.2.5 Motorlagerstromen

Om de lager- en asstromen tot een minimum te beperken, moet u de volgende componenten aarden op de aangedreven machine:

- frequentieomvormer
- motor
- aangedreven machine
- motor

5

Standaard beperkingsstrategieën

1. Gebruik een geïsoleerde lager.
2. Hanteer zeer strikte installatieprocedures:
   - 2a Zorg ervoor dat de motor en belastingsmotor op elkaar zijn afgestemd.
   - 2b Volg de EMC-installatierichtlijnen strikt op.
   - 2c Versterk de PE zodat de hoogfrequentimpedantie in de PE lager is dan in de ingangvoedingskabels.
   - 2d Zorg voor een goede hoogfrequentaansluiting tussen de motor en de frequentieomvormer, bijvoorbeeld door middel van een afgeschermde kabel met een 360°-aansluiting in de motor en de frequentieomvormer.
   - 2e Zorg ervoor dat de impedantie van de frequentieomvormer naar de gebouwaarde lager is dan de aardingsimpedantie van de machine. Dit kan lastig zijn bij pompen.
   - 2f Leg een directe aardverbinding aan tussen de motor en belastingsmotor.
3. Verlaag de IGBT-schakelfrequentie.
4. Pas de golfvorm van de omvormer aan: 60° AVM vs. SFAVM.
5. Installeer een aardingssysteem voor de as of gebruik een isolatiekoppeling.
6. Breng een geleidend smeermiddel aan.
7. Gebruik zo mogelijk minimale toerentalinstellingen.
8. Probeer ervoor te zorgen dat de lijnspanning naar aarde is gebalanceerd. Dit kan lastig zijn bij IT-, TT- en TN-CS-systemen of systemen met één zijde geaard.
9. Gebruik een dU/dt-filter of sinusfilter.

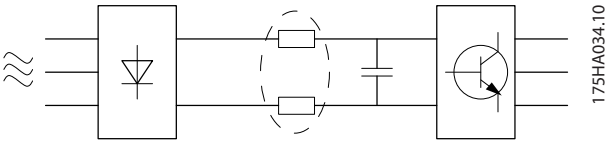
5.3 Interferentie via het net/harmonischen

Een frequentieomvormer absorbeert een niet-sinusvormige stroom, wat de ingangsstroom I_{RMS} zal verhogen. Een niet-sinusvormige stroom wordt door middel van een Fourier-analyse getransformeerd en opgesplitst in sinusgolfstromen met verschillende frequenties, d.w.z. verschillende harmonische stromen I_N met 50 Hz als basisfrequentie:

Harmonische stromen	I_1	I_5	I_7
Hz	50	250	350

Tabel 5.7 Getransformeerde niet-sinusvormige stroom

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



Afbeelding 5.4 Tussenkringspoelen

LET OP

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

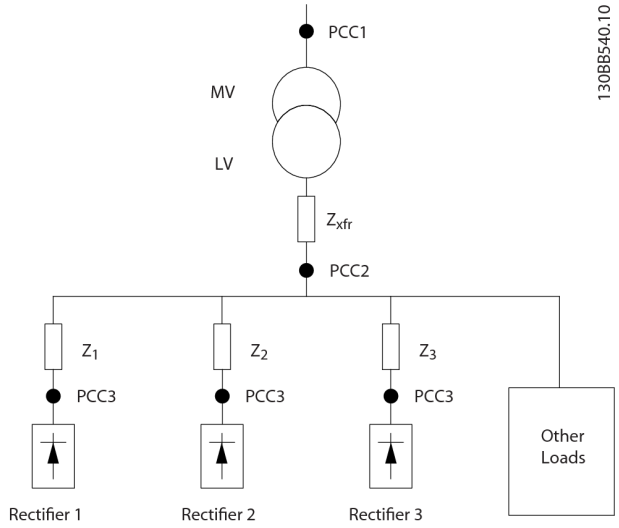
	Ingangsstroom
I_{RMS}	1,0
I_1	0,9
I_5	0,4
I_7	0,2
I_{11-49}	< 0,1

Tabel 5.8 Harmonische stromen vergeleken met de RMS-ingangsstroom

Om te zorgen voor lage harmonische stromen, is de frequentieomvormer standaard voorzien van tussenkringspoelen. DC-spoelen beperken de totale harmonische vervorming (THD) tot 40%.

5.3.1 Het effect van harmonischen in een vermogendistributiesysteem

In *Afbeelding 5.5* is op de primaire zijde een transformator aangesloten op een PCC1 (een Point of Common Coupling – gemeenschappelijk koppelpunt), op de middenvoeding. De transformator heeft een impedantie Z_{xfr} en wordt gebruikt om een aantal belastingen te voeden. Het gemeenschappelijke koppelpunt waar alle belastingen gezamenlijk zijn aangesloten, is PCC2. Elke belasting is aangesloten via kabels met een impedantie Z_1, Z_2, Z_3.



Afbeelding 5.5 Klein distributiesysteem

Harmonische stromen die door niet-lineaire belastingen worden opgewekt, veroorzaken vervorming van de spanning vanwege de spanningsval op de impedanties van het distributiesysteem. Hogere impedanties leiden tot hogere niveaus van spanningsvervorming.

Stroomvervorming heeft betrekking op de prestaties van de apparatuur en op de individuele belasting. Spanningsvervorming heeft betrekking op de systeemprestaties. Het is niet mogelijk om de spanningsvervorming in het PCC te bepalen wanneer enkel de harmonische prestaties van de belasting bekend zijn. Om de vervorming in het PCC te bepalen, moeten de configuratie van het distributiesysteem en de relevante impedanties bekend zijn.

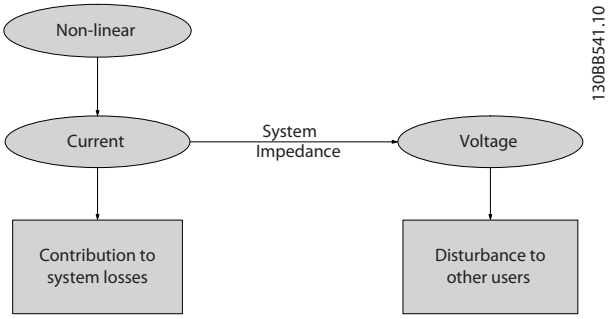
Een gangbare term voor het beschrijven van de impedantie van een net is de short-circuit ratio (kortsluitverhouding) R_{sce}, gedefinieerd als de verhouding tussen het kortsluitvermogen van het net bij het PCC (S_{sc}) en het nominale schijnbare vermogen van de belasting (S_{equ}).

$$Rsce = \frac{Sce}{Sequ}$$

waarbij $Ssc = \frac{U^2}{Zvoeding}$ en $Sequ = U \times Iequ$

Het negatieve effect van harmonischen is tweeledig

- Harmonische stromen dragen bij aan systeemverliezen (in bekabeling, transformator)
- Harmonische spanningsvervorming zorgt voor verstoring van andere belastingen en verhoogt de verliezen in andere belastingen



Afbeelding 5.6 Negatieve effecten van harmonischen

5.3.2 Normen en voorschriften voor het beperken van harmonischen

De vereisten voor het beperken van harmonischen kunnen zijn:

- toepassingsspecifieke vereisten
- normen die moeten worden gevolgd

De toepassingsspecifieke vereisten hebben betrekking op een specifieke installatie waar technische redenen aanwezig zijn om de harmonischen te beperken.

Voorbeeld
Een 250 kVA-transformator waarop twee 110 kW-motoren zijn aangesloten, is voldoende wanneer een van de motoren direct op het net is aangesloten en de tweede wordt gevoed via een frequentieomvormer. Wanneer beide motoren via een frequentieomvormer worden gevoed, is de transformator echter ondergedimensioneerd. Door gebruik te maken van aanvullende maatregelen voor beperking van de harmonischen in de installatie of door speciale omvormers met lage harmonischen te selecteren, is het mogelijk om beide motoren met een frequentieomvormer te laten werken.

Er bestaan diverse normen, voorschriften en aanbevelingen voor het beperken van de harmonischen. Voor de diverse industrieën en geografische regio's gelden verschillende normen. De volgende normen zijn de meest gangbare:

- IEC61000-3-2
- IEC61000-3-12
- IEC61000-3-4
- IEEE 519
- G5/4

Zie de *AHF 005/010 Design Guide* voor specifieke details over elke norm.

In Europa bedraagt de maximale THVD 8% als de installatie is aangesloten via het openbare net. Als de installatie over een eigen transformator beschikt, is de limiet 10% THVD. De VLT® AutomationDrive is ontworpen voor een THVD van 10%.

5.3.3 Beperking van de harmonischen

5

In gevallen waarbij extra onderdrukking van harmonischen vereist is, biedt Danfoss een breed assortiment apparaten om de harmonischen te verminderen. Hiertoe behoren:

- 12-pulsomvormers
- AHF-filters
- Low Harmonic Drives
- Actieve filters

De keuze voor de juiste oplossing hangt af van diverse factoren:

- Het net (achtergrondvervorming, onbalans van het net, resonantie en het type voeding (transformator/generator)
- De toepassing (belastingsprofiel, aantal belastingen en hoogte van de belasting)
- Lokale/nationale vereisten/voorschriften (IEEE 519, IEC, G5/4 enz.)
- Totale exploitatiekosten (initiële kosten, rendement, onderhoud enz.)

Overweeg altijd harmonischenreductie als de transformatorbelasting een niet-lineaire bijdrage van 40% of meer levert.

5.3.4 Harmonischenberekening

Danfoss biedt hulpmiddelen voor het berekenen van de harmonischen; zie *hoofdstuk 9.6.5 Pc-software*.

5.4 Galvanische scheiding (PELV)

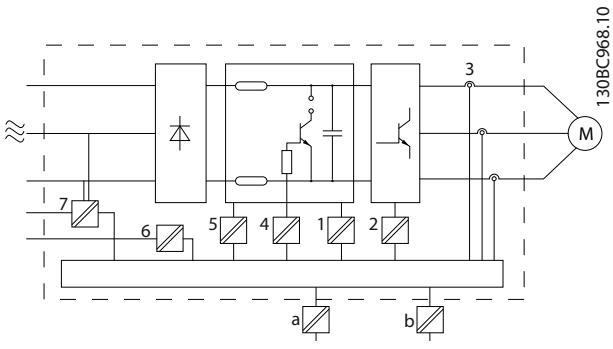
5.4.1 PELV – Protective Extra Low Voltage

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 (PELV = Protective Extra Low Voltage), met uitzondering van geaarde driehoekschakelingen (één zijde geaard) boven 400 V.

(Gegarandeerde) galvanische scheiding wordt verkregen door te voldoen aan de eisen betreffende hogere isolatie en door de relevante kruip-/spelingafstanden in acht te nemen. Deze vereisten worden beschreven in de norm NEN-EN-IEC 61800-5-1. De componenten die de elektrische scheiding vormen, zoals hieronder beschreven, voldoen ook aan de eisen voor hogere isolatie en de relevante test zoals beschreven in NEN-EN-IEC 61800-5-1. De galvanische PELV-scheiding kan op 6 plaatsen worden getoond (zie *Afbeelding 5.7*):

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

1. Voeding (SMPS) incl. signaalscheiding van de DC-tussenkring.
2. Poortschakeling die de IGBT's aanstuurt (triggertransformatoren/optische koppelingen).
3. Stroomtransductoren.
4. Optische koppeling, remmodule.
5. Interne aanloopstroom-, RFI- en temperatuurmeetcircuits.
6. Eigen relais.
7. Mechanische rem.



Afbeelding 5.7 Galvanische scheiding

De functionele galvanische scheiding (a en b in de afbeelding) geldt voor de 24 V-backupoptie en voor de RS-485-standaardbusinterface.

⚠WAARSCHUWING

Installatie op grote hoogte:
Neem voor hoogtes boven 2000 m contact op met Danfoss in verband met PELV.

⚠WAARSCHUWING

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 dit op het typeplaatje van de betreffende eenheid wordt aangegeven.

5.5 Remfuncties

De remfunctie wordt toegepast voor het afremmen van de belasting op de motoras, door middel van dynamisch remmen of mechanisch remmen.

5.5.1 Keuze van de remweerstand

Het gebruik van een remweerstand zorgt ervoor dat de energie wordt geabsorbeerd in de remweerstand en niet in de frequentieomvormer. Zie de *Brake Resistor Design Guide* voor meer informatie.

Als de hoeveelheid kinetische energie die tijdens elke remperiode wordt overgebracht naar de weerstand niet bekend is, kan het gemiddelde vermogen worden berekend op basis van de cyclustijd en de remtijd, ook wel intermitterende belastingscyclus genoemd. De weerstand voor een intermitterende belastingscyclus is een indicatie van de belastingscyclus waarbij de weerstand actief is. *Afbeelding 5.8* toont een typische remcyclus.

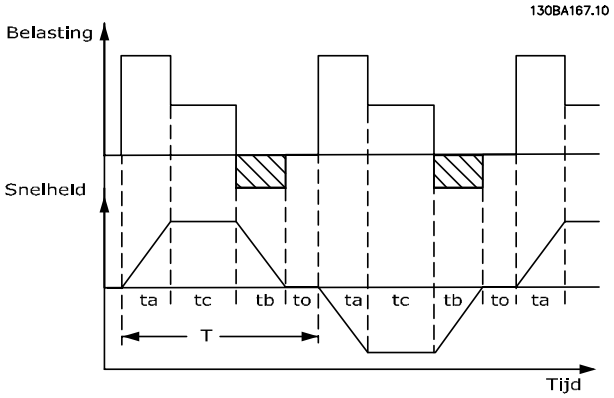
LET OP

Leveranciers van motoren gebruiken vaak S5 om de toelaatbare belasting aan te geven, een uitdrukking van de intermitterende belastingscyclus.

De intermitterende belastingscyclus voor de weerstand wordt als volgt berekend:

Belastingscyclus = t_b/T

T is de cyclustijd in seconden
t_b is de remtijd in seconden (van de cyclustijd)



Afbeelding 5.8 Typische remcyclus

	Cyclustijd (s)	Belasting-scyclus rem bij een koppel van 100%	Belastingscyclus rem bij overkoppel (150/160%)
200-240 V			
PK25-P11K	120	Continu	40%
P15K-P37K	300	10%	10%
380-500 V			
PK37-P75K	120	Continu	40%
P90K-P160	600	Continu	10%
P200-P800	600	40%	10%
525-600 V			
PK75-P75K	120	Continu	40%
525-690 V			
P37K-P400	600	40%	10%
P500-P560	600	40%[1)]	10%[2)]
P630-P1M0	600	40%	10%

Tabel 5.9 Remmen bij hoge-overbelastingskoppel

[1)] 500 kW bij een remkoppel van 86%/560 kW bij een remkoppel van 76%

[2)] 500 kW bij een remkoppel van 130%/560 kW bij een remkoppel van 115%

Danfoss biedt remweerstanden aan met een belasting-scyclus van 5%, 10% en 40%. Bij een belastingscyclus van 10% zijn de remweerstanden in staat om het remvermogen gedurende 10% van de cyclustijd te absorberen. De resterende 90% van de cyclustijd wordt gebruikt om de overtollige warmte af te voeren.

5

LET OP

Zorg ervoor dat de weerstand geschikt is voor de vereiste remtijd.

De max. toelaatbare belasting op de remweerstand wordt aangegeven als een piekvermogen bij een bepaalde intermitterende belastingscyclus en kan als volgt worden berekend:

$$ED\,(belastingscyclus) = \frac{tb}{T\,cyclus}$$

waarbij tb de remtijd in seconden en T cyclus de totale cyclustijd is.

De remweerstand wordt als volgt berekend:

$$Rbr\,[\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{Ppeak}$$

waarbij

$P_{peak} = P_{motor} \times M_{br}\,[\%] \times \eta_{motor} \times \eta_{VLT}[W]$

De remweerstand is afhankelijk van de tussenkringspanning (U_{dc}).
De remfunctie van de FC 301 en FC 302 wordt afgehandeld in 4 gebieden van het net.

Maat	Rem actief	Waarschuwing vóór uitschakeling	Uitschakeling (trip)
FC 301/FC 302 200-240 V	390 V	405 V	410 V
FC 301 380-480 V	778 V	810 V	820 V
FC 302 380-500 V	810 V	840 V	850 V
FC 302 525-600 V	943 V	965 V	975 V
FC 302 525-690 V	1084 V	1109 V	1130 V

Tabel 5.10 Rembegrenzingswaarden [UDC]

LET OP

Controleer of de remweerstand geschikt is voor een spanning van 410 V, 820 V, 850 V, 975 V of 1130 V, tenzij er Danfoss-remweerstanden worden gebruikt.

R_{rec} is de door Danfoss aanbevolen weerstand, d.w.z. een remweerstand die garandeert dat de frequentieomvormer in staat is te remmen met het hoogst mogelijke remkoppel ($M_{br(\%)}$) van 160%. De formule kan als volgt worden geschreven:

$$Rrec\,[\Omega] = \frac{U_{dc}^2 \times 100}{Pmotor \times Mbr\,(\%) \times \eta VLT \times \eta motor}$$

η_{motor} is typisch 0,90
η_{VLT} is typisch 0,98

Voor frequentieomvormers van 200 V, 480 V, 500 V en 600 V kan R_{rec} bij een remkoppel van 160% worden geschreven als:

$$200\,V: Rrec = \frac{107780}{Pmotor}\,[\Omega]$$

$$480\,V: Rrec = \frac{375300}{Pmotor}\,[\Omega]\ ^{1)}$$

$$480\,V: Rrec = \frac{428914}{Pmotor}\,[\Omega]\ ^{2)}$$

$$500\,V: Rrec = \frac{464923}{Pmotor}\,[\Omega]$$

$$600\,V: Rrec = \frac{630137}{Pmotor}\,[\Omega]$$

$$690\,V: Rrec = \frac{832664}{Pmotor}\,[\Omega]$$

1) Voor frequentieomvormers met een asvermogen ≤ 7,5 kW
2) Voor frequentieomvormers met een asvermogen van 11-75 kW

LET OP

De circuitweerstand van de geselecteerde remweerstand mag niet hoger zijn dan de circuitweerstand van de door Danfoss aanbevolen weerstand. Als een remweerstand met een hogere ohmse waarde wordt geselecteerd, zal het remkoppel van 160% niet worden gehaald en bestaat het risico dat de frequentieomvormer om veiligheidsredenen uitschakelt.

LET OP

Als in de remtransistor kortsluiting ontstaat, kan vermogensdissipatie in de remweerstand alleen worden voorkomen door een netschakelaar of contactor te gebruiken om de netvoeding van de frequentieomvormer af te schakelen. (De contactor kan door de frequentieomvormer worden bestuurd.)

⚠VOORZICHTIG

De remweerstand wordt tijdens en na het remmen warm.

- **Raak de remweerstand niet aan, om lichamelijk letsel te voorkomen.**
- **Plaats de remweerstand in een veilige omgeving, om brandgevaar te vermijden.**

⚠VOORZICHTIG

Frequentieomvormers met behuizingstype D-F bevatten meer dan één remchopper. Gebruik voor deze behuizingstypen daarom één remweerstand per remchopper.

5.5.2 Remweerstandkabels

EMC (gedraaide kabels/afscherming)
Gebruik afgeschermde kabels/draden om de gespecificeerde EMC-prestaties van de frequentieomvormer te realiseren. Bij gebruik van niet-afgeschermde draden raden we aan om de draden ineen te draaien om de elektrische ruis van de draden tussen de remweerstand en de frequentieomvormer te beperken.

Gebruik een metalen afscherming om de EMC-prestaties te verbeteren.

5.5.3 Regeling met remfunctie

De rem is beveiligd tegen kortsluiting van de remweerstand en de remtransistor wordt bewaakt zodat kortsluiting van de transistor tijdig ontdekt wordt. Er kan een relaisuitgang/digitale uitgang worden gebruikt om de remweerstand te beschermen tegen overbelasting als gevolg van een fout in de frequentieomvormer. Bovendien maakt de rem het mogelijk om het momentane vermogen en het gemiddelde vermogen van de laatste 120 seconden uit te lezen. De rem kan ook het remvermogen bewaken en ervoor zorgen dat de in *2-12 Begrenzing remvermogen (kW)* ingestelde begrenzing niet wordt overschreden. In *2-13 Bewaking remvermogen* kan de functie worden geselecteerd die moet worden uitgevoerd wanneer het vermogen dat wordt overgebracht naar de remweerstand de in *2-12 Begrenzing remvermogen (kW)* ingestelde begrenzing overschrijdt.

LET OP

De bewaking van het remvermogen is geen veiligheidsfunctie; voor dat doel is een thermische schakelaar nodig. Het remweerstandcircuit beschikt niet over aardlekbeveiliging.

Als een alternatieve remfunctie kan in *2-17 Overspanningsreg.* een overspanningsregeling (OVC) (zonder remweerstand) worden geselecteerd. Deze functie is actief voor alle eenheden. De functie zorgt ervoor dat uitschakeling (trip) kan worden vermeden bij een toename van de DC-tussenkringspanning. Dit gebeurt door de uitgangsfrequentie te verhogen om de spanning vanuit de DC-tussenkring te beperken. Dit is een nuttige functie wanneer bijvoorbeeld de uitlooptijd te kort is, aangezien uitschakeling van de frequentieomvormer zo wordt vermeden. In deze situatie wordt de uitlooptijd verlengd.

LET OP

OVC kan niet worden geactiveerd bij gebruik van een PM-motor (wanneer *1-10 Motorconstructie* is ingesteld op *[1] PM, niet uitspr. SPM*).

5

6 Productspecificaties

6.1 Elektrische gegevens

6.1.1 Netvoeding 200-240 V

Typeaanduiding	PK25	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7
Typisch asvermogen [kW]	0,25	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3,0	3,7
Behuizing IP 20 (alleen FC 301)	A1	A1	A1	A1	A1	A1	-	-	-
Behuizing IP 20/IP 21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
Behuizing IP 55, IP 66	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
Uitgangsstroom									
Continu (200-240 V) [A]	1,8	2,4	3,5	4,6	6,6	7,5	10,6	12,5	16,7
Intermitterend (200-240 V) [A]	2,9	3,8	5,6	7,4	10,6	12,0	17,0	20,0	26,7
Continu kVA (208 V) [kVA]	0,65	0,86	1,26	1,66	2,38	2,70	3,82	4,50	6,00
Max. ingangsstroom									
Continu (200-240 V) [A]	1,6	2,2	3,2	4,1	5,9	6,8	9,5	11,3	15,0
Intermitterend (200-240 V) [A]	2,6	3,5	5,1	6,6	9,4	10,9	15,2	18,1	24,0
Aanvullende specificaties									
Max. kabeldoorsnede[4] voor net, motor, rem en loadsharing [mm²] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (min. 0,2 (24))								
Max. kabeldoorsnede[4] voor netschakelaar [mm²] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)								
Geschat vermogensverlies bij nominale max. belasting [W][3]	21	29	42	54	63	82	116	155	185
Rendement[2]	0,94	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

Tabel 6.1 Netvoeding 200-240 V, PK25-P3K7

Typeaanduiding	P5K5		P7K5		P11K	
Hoge/normale overbelasting[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisch asvermogen [kW]	5,5	7,5	7,5	11	11	15
Behuizing IP 20	B3		B3		B4	
Behuizing IP 21, IP 55, IP 66	B1		B1		B2	
Uitgangsstroom						
Continu (200-240 V) [A]	24,2	30,8	30,8	46,2	46,2	59,4
Intermitterend (60 s overbelasting) (200-240 V) [A]	38,7	33,9	49,3	50,8	73,9	65,3
Continu kVA (208 V) [kVA]	8,7	11,1	11,1	16,6	16,6	21,4
Max. ingangsstroom						
Continu (200-240 V) [A]	22,0	28,0	28,0	42,0	42,0	54,0
Intermitterend (60 s overbelasting) (200-240 V) [A]	35,2	30,8	44,8	46,2	67,2	59,4
Aanvullende specificaties						
Max. kabeldoorsnede[4)] IP 20 voor net, motor, rem en loadsharing [mm²] ([AWG])	10,10,- (8,8,-)		10,10,- (8,8,-)		35,-,- (2,-,-)	
Max. kabeldoorsnede[4)] IP 21 voor net, motor, rem en loadsharing [mm²] ([AWG])	16,10,16 (6,8,6)		16,10,16 (6,8,6)		35,-,- (2,-,-)	
Max. kabeldoorsnede[4)] IP 21 voor motor [mm²] ([AWG])	10,10,- (8,8,-)		10,10,- (8,8,-)		35,25,25 (2,4,4)	
Max. kabeldoorsnede[4)] voor netschakelaar [mm²] ([AWG])	16,10,10 (6,8,8)					
Geschat vermogensverlies bij nominale max. belasting [W][3)]	239	310	371	514	463	602
Rendement[2)]	0,96		0,96		0,96	

Tabel 6.2 Netvoeding 200-240 V, P5K5-P11K

Typeaanduiding	P15K		P18K		P22K		P30K		P37K	
Hoge/normale overbelasting[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisch asvermogen [kW]	15	18,5	18,5	22	22	30	30	37	37	45
Behuizing IP 20	B4		C3		C3		C4		C4	
Behuizing IP 21, IP 55, IP 66	C1		C1		C1		C2		C2	
Uitgangsstroom										
Continu (200-240 V) [A]	59,4	74,8	74,8	88,0	88,0	115	115	143	143	170
Intermitterend (60 s overbelasting) (200-240 V) [A]	89,1	82,3	112	96,8	132	127	173	157	215	187
Continu kVA (208 V) [kVA]	21,4	26,9	26,9	31,7	31,7	41,4	41,4	51,5	51,5	61,2
Max. ingangsstroom										
Continu (200-240 V) [A]	54,0	68,0	68,0	80,0	80,0	104	104	130	130	154
Intermitterend (60 s overbelasting) (200-240 V) [A]	81,0	74,8	102	88,0	120	114	156	143	195	169
Aanvullende specificaties										
Max. kabeldoorsnede IP 20 voor net, rem, motor en loadsharing [mm²] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Max. kabeldoorsnede IP 21, IP 55, IP 66 voor net en motor [mm²] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Max. kabeldoorsnede IP 21, IP 55, IP 66 voor rem en loadsharing [mm²] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
Max. kabeldoorsnede[4)] voor netschakelaar [mm²] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)						95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Geschat vermogensverlies bij nominale max. belasting [W][3)]	624	737	740	845	874	1140	1143	1353	1400	1636
Rendement[2)]	0,96		0,97		0,97		0,97		0,97	

Tabel 6.3 Netvoeding 200-240 V, P15K-P37K

6.1.2 Netvoeding 380-500 V

Typeaanduiding	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Typisch asvermogen [kW]	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5
Behuizing IP 20 (alleen FC 301)	A1	A1	A1	A1	A1	-	-	-	-	-
Behuizing IP 20/IP 21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
Behuizing IP 55, IP 66	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
Uitgangsstroom Hoge overbelasting 160% gedurende 1 minuut										
Asvermogen [kW]	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5
Continu (380-440 V) [A]	1,3	1,8	2,4	3,0	4,1	5,6	7,2	10	13	16
Intermitterend (380-440 V) [A]	2,1	2,9	3,8	4,8	6,6	9,0	11,5	16	20,8	25,6
Continu (441-500 V) [A]	1,2	1,6	2,1	2,7	3,4	4,8	6,3	8,2	11	14,5
Intermitterend (441-500 V) [A]	1,9	2,6	3,4	4,3	5,4	7,7	10,1	13,1	17,6	23,2
Continu kVA (400 V) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,1	2,8	3,9	5,0	6,9	9,0	11
Continu kVA (460 V) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,4	2,7	3,8	5,0	6,5	8,8	11,6
Max. ingangsstroom										
Continu (380-440 V) [A]	1,2	1,6	2,2	2,7	3,7	5,0	6,5	9,0	11,7	14,4
Intermitterend (380-440 V) [A]	1,9	2,6	3,5	4,3	5,9	8,0	10,4	14,4	18,7	23
Continu (441-500 V) [A]	1,0	1,4	1,9	2,7	3,1	4,3	5,7	7,4	9,9	13
Intermitterend (441-500 V) [A]	1,6	2,2	3,0	4,3	5,0	6,9	9,1	11,8	15,8	20,8
Aanvullende specificaties										
Max. kabeldoorsnede[4] IP 20, IP 21 voor net, motor, rem en loadsharing [mm²] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (min. 0,2 (24))									
Max. kabeldoorsnede[4] IP 55, IP 66 voor net, motor, rem en loadsharing [mm²] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12)									
Max. kabeldoorsnede[4] voor netschakelaar [mm²] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)									
Geschat vermogensverlies bij nominale max. belasting [W][3]	35	42	46	58	62	88	116	124	187	255
Rendement[2]	0,93	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

Tabel 6.4 Netvoeding 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), PK37-P7K5

Typeaanduiding	P11K		P15K		P18K		P22K	
Hoge/normale overbelasting[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisch asvermogen [kW]	11	15	15	18,5	18,5	22,0	22,0	30,0
Typisch asvermogen [pk] bij 460 V	15	20	20	25	25	30	30	40
Behuizing IP 20	B3		B3		B4		B4	
Behuizing IP 21	B1		B1		B2		B2	
Behuizing IP 55, IP 66	B1		B1		B2		B2	
Uitgangsstroom								
Continu (380-440 V) [A]	24	32	32	37,5	37,5	44	44	61
Intermitterend (60 s overbelasting) (380-440 V) [A]	38,4	35,2	51,2	41,3	60	48,4	70,4	67,1
Continu (441-500 V) [A]	21	27	27	34	34	40	40	52
Intermitterend (60 s overbelasting) (441-500 V) [A]	33,6	29,7	43,2	37,4	54,4	44	64	57,2
Continu kVA (400 V) [kVA]	16,6	22,2	22,2	26	26	30,5	30,5	42,3
Continu kVA (460 V) [kVA]		21,5		27,1		31,9		41,4
Max. ingangsstroom								
Continu (380-440 V) [A]	22	29	29	34	34	40	40	55
Intermitterend (60 s overbelasting) (380-440 V) [A]	35,2	31,9	46,4	37,4	54,4	44	64	60,5
Continu (441-500 V) [A]	19	25	25	31	31	36	36	47
Intermitterend (60 s overbelasting) (441-500 V) [A]	30,4	27,5	40	34,1	49,6	39,6	57,6	51,7
Aanvullende specificaties								
Max. kabeldoorsnede[4)] IP 21, IP 55, IP 66 voor net, rem en loadsharing [mm²] ([AWG])	16, 10, 16 (6, 8, 6)		16, 10, 16 (6, 8, 6)		35,-,- (2,-,-)		35,-,- (2,-,-)	
Max. kabeldoorsnede[4)] IP 21, IP 55, IP 66 voor motor [mm²] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		35, 25, 25 (2, 4, 4)	
Max. kabeldoorsnede[4)] IP 20 voor net, motor, rem en loadsharing [mm²] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35,-,- (2,-,-)		35,-,- (2,-,-)	
Max. kabeldoorsnede[4)] voor netschakelaar [mm²] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)							
Geschat vermogensverlies bij nominale max. belasting [W][3)]	291	392	379	465	444	525	547	739
Rendement[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabel 6.5 Netvoeding 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), P11K-P22K

Typeaanduiding	P30K		P37K		P45K		P55K		P75K	
Hoge/normale overbelasting[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisch asvermogen [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
Behuizing IP 21	C1		C1		C1		C2		C2	
Behuizing IP 20	B4		C3		C3		C4		C4	
Behuizing IP 55, IP 66	C1		C1		C1		C2		C2	
Uitgangsstroom										
Continu (380-440 V) [A]	61	73	73	90	90	106	106	147	147	177
Intermitterend (60 s overbelasting) (380-440 V) [A]	91,5	80,3	110	99	135	117	159	162	221	195
Continu (441-500 V) [A]	52	65	65	80	80	105	105	130	130	160
Intermitterend (60 s overbelasting) (441-500 V) [A]	78	71,5	97,5	88	120	116	158	143	195	176
Continu kVA (400 V) [kVA]	42,3	50,6	50,6	62,4	62,4	73,4	73,4	102	102	123
Continu kVA (460 V) [kVA]		51,8		63,7		83,7		104		128
Max. ingangsstroom										
Continu (380-440 V) [A]	55	66	66	82	82	96	96	133	133	161
Intermitterend (60 s overbelasting) (380-440 V) [A]	82,5	72,6	99	90,2	123	106	144	146	200	177
Continu (441-500 V) [A]	47	59	59	73	73	95	95	118	118	145
Intermitterend (60 s overbelasting) (441-500 V) [A]	70,5	64,9	88,5	80,3	110	105	143	130	177	160
Aanvullende specificaties										
Max. kabeldoorsnede IP 20 voor net en motor [mm²] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Max. kabeldoorsnede IP 20 voor rem en loadsharing [mm²] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		95 (4/0)		95 (4/0)	
Max. kabeldoorsnede IP 21, IP 55, IP 66 voor net en motor [mm²] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Max. kabeldoorsnede IP 21, IP 55, IP 66 voor rem en loadsharing [mm²] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
Max. kabeldoorsnede[4)] voor netschakelaar [mm²] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)						95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Geschat vermogensverlies bij nominale max. belasting [W][3)]	570	698	697	843	891	1083	1022	1384	1232	1474
Rendement[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98		0,99	

Tabel 6.6 Netvoeding 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), P30K-P75K

6.1.3 Netvoeding 525-600 V (alleen FC 302)

Typeaanduiding	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Typisch asvermogen [kW]	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5
Behuizing IP 20, IP 21	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Behuizing IP 55	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
Uitgangsstroom								
Continu (525-550 V) [A]	1,8	2,6	2,9	4,1	5,2	6,4	9,5	11,5
Intermitterend (525-550 V) [A]	2,9	4,2	4,6	6,6	8,3	10,2	15,2	18,4
Continu (551-600 V) [A]	1,7	2,4	2,7	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0
Intermitterend (551-600 V) [A]	2,7	3,8	4,3	6,2	7,8	9,8	14,4	17,6
Continu kVA (525 V) [kVA]	1,7	2,5	2,8	3,9	5,0	6,1	9,0	11,0
Continu kVA (575 V) [kVA]	1,7	2,4	2,7	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0
Max. ingangsstroom								
Continu (525-600 V) [A]	1,7	2,4	2,7	4,1	5,2	5,8	8,6	10,4
Intermitterend (525-600 V) [A]	2,7	3,8	4,3	6,6	8,3	9,3	13,8	16,6
Aanvullende specificaties								
Max. kabeldoorsnede[4] voor net, motor, rem en loadsharing [mm²] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (min. 0,2 (24))							
Max. kabeldoorsnede[4] voor netschakelaar [mm²] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)							
Geschat vermogensverlies bij nominale max. belasting [W][3]	35	50	65	92	122	145	195	261
Rendement[2]	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

Tabel 6.7 Netvoeding 525-600 V (alleen FC 302), PK75-P7K5

Typeaanduiding	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K	
Hoge/normale overbelasting[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisch asvermogen [kW]	11	15	15	18,5	18,5	22	22	30	30	37
Typisch asvermogen [pk] bij 575 V	15	20	20	25	25	30	30	40	40	50
Behuizing IP 20	B3		B3		B4		B4		B4	
Behuizing IP 21, IP 55, IP 66	B1		B1		B2		B2		C1	
Uitgangsstroom										
Continu (525-550 V) [A]	19	23	23	28	28	36	36	43	43	54
Intermitterend (525-550 V) [A]	30	25	37	31	45	40	58	47	65	59
Continu (551-600 V) [A]	18	22	22	27	27	34	34	41	41	52
Intermitterend (551-600 V) [A]	29	24	35	30	43	37	54	45	62	57
Continu kVA (550 V) [kVA]	18,1	21,9	21,9	26,7	26,7	34,3	34,3	41,0	41,0	51,4
Continu kVA (575 V) [kVA]	17,9	21,9	21,9	26,9	26,9	33,9	33,9	40,8	40,8	51,8
Max. ingangsstroom										
Continu bij 550 V [A]	17,2	20,9	20,9	25,4	25,4	32,7	32,7	39	39	49
Intermitterend bij 550 V [A]	28	23	33	28	41	36	52	43	59	54
Continu bij 575 V [A]	16	20	20	24	24	31	31	37	37	47
Intermitterend bij 575 V [A]	26	22	32	27	39	34	50	41	56	52
Aanvullende specificaties										
Max. kabeldoorsnede[4)] IP 20 voor net, motor, rem en loadsharing [mm²] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35,-,- (2,-,-)		35,-,- (2,-,-)		35,-,- (2,-,-)	
Max. kabeldoorsnede[4)] IP 21, IP 55, IP 66 voor net, rem en loadsharing [mm²] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)		16, 10, 10 (6, 8, 8)		35,-,- (2,-,-)		35,-,- (2,-,-)		50,-,- (1,-,-)	
Max. kabeldoorsnede[4)] IP 21, IP 55, IP 66 voor motor [mm²] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		50,-,- (1,-,-)	
Max. kabeldoorsnede[4)] voor netschakelaar [mm²] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)								50, 35, 35 (1, 2, 2)	
Geschat vermogensverlies bij nominale max. belasting [W][3)]	220	300	300	370	370	440	440	600	600	740
Rendement[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabel 6.8 Netvoeding 525-600 V (alleen FC 302), P11K-P30K

Typeaanduiding	P37K		P45K		P55K		P75K	
Hoge/normale overbelasting[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisch asvermogen [kW]	37	45	45	55	55	75	75	90
Typisch asvermogen [pk] bij 575 V	50	60	60	74	75	100	100	120
Behuizing IP 20	C3	C3	C3		C4		C4	
Behuizing IP 21, IP 55, IP 66	C1	C1	C1		C2		C2	
Uitgangsstroom								
Continu (525-550 V) [A]	54	65	65	87	87	105	105	137
Intermitterend (525-550 V) [A]	81	72	98	96	131	116	158	151
Continu (551-600 V) [A]	52	62	62	83	83	100	100	131
Intermitterend (551-600 V) [A]	78	68	93	91	125	110	150	144
Continu kVA (550 V) [kVA]	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100,0	100,0	130,5
Continu kVA (575 V) [kVA]	51,8	61,7	61,7	82,7	82,7	99,6	99,6	130,5
Max. ingangsstroom								
Continu bij 550 V [A]	49	59	59	78,9	78,9	95,3	95,3	124,3
Intermitterend bij 550 V [A]	74	65	89	87	118	105	143	137
Continu bij 575 V [A]	47	56	56	75	75	91	91	119
Intermitterend bij 575 V [A]	70	62	85	83	113	100	137	131
Aanvullende specificaties								
Max. kabeldoorsnede IP 20 voor net en motor [mm^2] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
Max. kabeldoorsnede IP 20 voor rem en loadsharing [mm^2] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
Max. kabeldoorsnede IP 21, IP 55, IP 66 voor net en motor [mm^2] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
Max. kabeldoorsnede IP 21, IP 55, IP 66 voor rem en loadsharing [mm^2] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
Max. kabeldoorsnede[4)] voor netschakelaar [mm^2] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)				95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Geschat vermogensverlies bij nominale max. belasting [W][3)]	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
Rendement[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabel 6.9 Netvoeding 525-600 V (alleen FC 302), P37K-P75K

6.1.4 Netvoeding 525-690 V (alleen FC 302)

Typeaanduiding	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Hoge/normale overbelasting[1]	HO/NO	HO/NO	HO/NO	HO/NO	HO/NO	HO/NO	HO/NO
Typisch asvermogen (kW)	1,1	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5
Behuizing IP 20	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Uitgangsstroom							
Continu (525-550 V) [A]	2,1	2,7	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0
Intermitterend (525-550 V) [A]	3,4	4,3	6,2	7,8	9,8	14,4	17,6
Continu (551-690 V) [A]	1,6	2,2	3,2	4,5	5,5	7,5	10,0
Intermitterend (551-690 V) [A]	2,6	3,5	5,1	7,2	8,8	12,0	16,0
Continu kVA 525 V	1,9	2,5	3,5	4,5	5,5	8,2	10,0
Continu kVA 690 V	1,9	2,6	3,8	5,4	6,6	9,0	12,0
Max. ingangsstroom							
Continu (525-550 V) [A]	1,9	2,4	3,5	4,4	5,5	8,1	9,9
Intermitterend (525-550 V) [A]	3,0	3,9	5,6	7,0	8,8	12,9	15,8
Continu (551-690 V) [A]	1,4	2,0	2,9	4,0	4,9	6,7	9,0
Intermitterend (551-690 V) [A]	2,3	3,2	4,6	6,5	7,9	10,8	14,4
Aanvullende specificaties							
Max. kabeldoorsnede[4] voor net, motor, rem en loadsharing [mm²] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (min. 0,2 (24))						
Max. kabeldoorsnede[4] voor netschakelaar [mm²] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)						
Geschat vermogensverlies bij nominale max. belasting [W][3]	44	60	88	120	160	220	300
Rendement[2]	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

Tabel 6.10 Behuizing A3, netvoeding 525-690 V IP 20/beschermd chassis, P1K1-P7K5

Typeaanduiding	P11K		P15K		P18K		P22K	
Hoge/normale overbelasting[1]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisch asvermogen bij 550 V [kW]	7,5	11	11	15	15	18,5	18,5	22
Typisch asvermogen bij 690 V [kW]	11	15	15	18,5	18,5	22	22	30
Behuizing IP 20	B4		B4		B4		B4	
Behuizing IP 21, IP 55	B2		B2		B2		B2	
Uitgangsstroom								
Continu (525-550 V) [A]	14,0	19,0	19,0	23,0	23,0	28,0	28,0	36,0
Intermitterend (60 s overbelasting) (525-550 V) [A]	22,4	20,9	30,4	25,3	36,8	30,8	44,8	39,6
Continu (551-690 V) [A]	13,0	18,0	18,0	22,0	22,0	27,0	27,0	34,0
Intermitterend (60 s overbelasting) (551-690 V) [A]	20,8	19,8	28,8	24,2	35,2	29,7	43,2	37,4
Continu kVA (bij 550 V) [kVA]	13,3	18,1	18,1	21,9	21,9	26,7	26,7	34,3
Continu kVA (bij 690 V) [kVA]	15,5	21,5	21,5	26,3	26,3	32,3	32,3	40,6
Max. ingangsstroom								
Continu (bij 550 V) (A)	15,0	19,5	19,5	24,0	24,0	29,0	29,0	36,0
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 550 V) (A)	23,2	21,5	31,2	26,4	38,4	31,9	46,4	39,6
Continu (bij 690 V) (A)	14,5	19,5	19,5	24,0	24,0	29,0	29,0	36,0
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 690 V) (A)	23,2	21,5	31,2	26,4	38,4	31,9	46,4	39,6
Aanvullende specificaties								
Max. kabeldoorsnede[4] voor net/motor, loadsharing en rem [mm²] ([AWG])	35, 25, 25 (2, 4, 4)							
Max. kabeldoorsnede[4] voor netschakelaar [mm²] ([AWG])	16,10,10 (6, 8, 8)							
Geschat vermogensverlies bij nominale max. belasting [W][3]	150	220	220	300	300	370	370	440
Rendement[2]	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabel 6.11 Behuizing B2/B4, netvoeding 525-690 V IP 20/IP 21/IP 55 – Chassis/NEMA 1/NEMA 12 (alleen FC 302), P11K-P22K

Typeaanduiding	P30K		P37K		P45K		P55K		P75K	
Hoge/normale overbelasting[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisch asvermogen bij 550 V (kW)	22	30	30	37	37	45	45	55	50	75
Typisch asvermogen bij 690 V [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
Behuizing IP 20	B4		C3		C3		D3h		D3h	
Behuizing IP 21, IP 55	C2		C2		C2		C2		C2	
Uitgangsstroom										
Continu (525-550 V) [A]	36,0	43,0	43,0	54,0	54,0	65,0	65,0	87,0	87,0	105
Intermitterend (60 s overbelasting) (525-550 V) [A]	54,0	47,3	64,5	59,4	81,0	71,5	97,5	95,7	130,5	115,5
Continu (551-690 V) [A]	34,0	41,0	41,0	52,0	52,0	62,0	62,0	83,0	83,0	100
Intermitterend (60 s overbelasting) (551-690 V) [A]	51,0	45,1	61,5	57,2	78,0	68,2	93,0	91,3	124,5	110
Continu kVA (bij 550 V) [kVA]	34,3	41,0	41,0	51,4	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100
Continu kVA (bij 690 V) [kVA]	40,6	49,0	49,0	62,1	62,1	74,1	74,1	99,2	99,2	119,5
Max. ingangsstroom										
Continu (bij 550 V) [A]	36,0	49,0	49,0	59,0	59,0	71,0	71,0	87,0	87,0	99,0
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 550 V) [A]	54,0	53,9	72,0	64,9	87,0	78,1	105,0	95,7	129	108,9
Continu (bij 690 V) [A]	36,0	48,0	48,0	58,0	58,0	70,0	70,0	86,0	-	-
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 690 V) [A]	54,0	52,8	72,0	63,8	87,0	77,0	105	94,6	-	-
Aanvullende specificaties										
Max. kabeldoorsnede voor net en motor [mm^2] ([AWG])	150 (300 MCM)									
Max. kabeldoorsnede voor loadsharing en rem [mm^2] ([AWG])	95 (3/0)									
Max. kabeldoorsnede[4)] voor netschakelaar [mm^2] ([AWG])	95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)						185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)		-	
Geschat vermogensverlies bij nominale max. belasting [W][3)]	600	740	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
Rendement[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabel 6.12 Behuizing B4, C2, C3, netvoeding 525-690 V IP 20/IP 21/IP 55 – Chassis/NEMA 1/NEMA 12 (alleen FC 302), P30K-P75K

Zie hoofdstuk 9.3.1 Zekeringen en circuitbreakers voor de juiste zekeringgroottes.

[1)] Hoge overbelasting = koppel van 150% of 160% gedurende 60 s. Normale overbelasting = koppel van 110% gedurende 60 s.

[2)] Gemeten met een afgeschermde motorkabel van 5 m bij een nominale belasting en een nominale frequentie.

[3)] Het typische vermogensverlies treedt op bij nominale belastingscondities en ligt gewoonlijk binnen ± 15% (tolerantie hangt af van variaties in spanning en kabelcondities).
De waarden zijn gebaseerd op een typisch motorrendement (IEC2/IEC3-grenslijn). Motoren met lager rendement dragen ook bij aan het vermogensverlies in de frequentieomvormer en omgekeerd.
Als de schakelfrequentie wordt verhoogd ten opzichte van de standaardinstelling, kunnen de vermogensverliezen aanzienlijk toenemen. Hierbij is rekening gehouden met het typische energieverbruik van de stuurkaart en het LCP. Extra opties en klantbelasting kunnen een verdere bijdrage van 30 W aan de verliezen leveren. (Typisch geldt echter slechts 4 W extra voor een volledig belaste stuurkaart of voor elk van de opties voor sleuf A of B).
Hoewel de metingen zijn uitgevoerd met moderne apparatuur, moet rekening worden gehouden met enige onnauwkeurigheid in de meting (± 5%).

[4)] De 3 waarden voor de maximale kabeldoorsnede gelden respectievelijk voor eenaderige draad, buigzame draad en buigzame draad met kabelmof.

6.2 Algemene specificaties

6.2.1 Netvoeding

Netvoeding	
Voedingsklemmen (6-puls)	L1, L2, L3
Voedingsspanning	200-240 V ± 10%
Voedingsspanning	FC 301: 380-480 V/FC 302: 380-500 V ± 10%
Voedingsspanning	FC 302: 525-600 V ± 10%
Voedingsspanning	FC 302: 525-690 V ± 10%

Lage netspanning/uitval van de netvoeding:
Bij een lage netspanning of uitval van de netvoeding blijft de frequentieomvormer in bedrijf totdat de tussenkringspanning daalt tot onder het minimale stopniveau. Dit ligt gewoonlijk 15% onder de minimale nominale netspanning van de frequentieomvormer. Bij een netspanning van meer dan 10% onder de minimale nominale voedingsspanning van de frequentieomvormer zijn inschakeling en een volledig koppel waarschijnlijk niet mogelijk.

Netfrequentie	50/60 Hz ± 5%
Max. tijdelijke onbalans tussen netfasen	3,0% van de nominale netspanning
Werkelijke arbeidsfactor (λ)	≥ 0,9 nominaal bij nominale belasting
Verschuivingsfactor (cos ϕ)	dicht bij 1 (> 0,98)
Schakelen aan netingang L1, L2, L3 (inschakelingen) ≤ 7,5 kW	maximaal 2 keer/min
Schakelen aan netingang L1, L2, L3 (inschakelingen) 11-75 kW	maximaal 1 keer/min
Schakelen aan netingang L1, L2, L3 (inschakelingen) ≥ 90 kW	maximaal 1 keer/2 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 240/500/600/690 V kan leveren.

6.2.2 Uitgangsvermogen van de motor en motorgegevens

Uitgangsvermogen van de motor (U, V, W)	
Uitgangsspanning	0-100% van de voedingsspanning
Uitgangsfrequentie	0-590 Hz[3)]
Uitgangsfrequentie in fluxmodus	0-300 Hz
Schakelen aan de uitgang	Onbeperkt
Aan- en uitlooptijden	0,01-3600 s

Koppelkarakteristiek	
Startkoppel (constant koppel)	maximaal 160% gedurende 60 s[1)] 1 keer/10 min
Start-/overbelastingskoppel (variabel koppel)	maximaal 110% gedurende max. 0,5 s[1)] 1 keer/10 min
Stijgtijd van het koppel in Flux (voor 5 kHz fsw)	1 ms
Stijgtijd van het koppel in VVC^{plus} (onafhankelijk van fsw)	10 ms

[1)] Het percentage heeft betrekking op het nominale koppel.

[2)] De responstijd van het koppel is afhankelijk van de toepassing en de belasting, maar gewoonlijk is de koppelstap van 0 naar de referentiewaarde 4-5 keer de koppelstijgtijd.

[3)] Er zijn speciale klantspecifieke versies met een uitgangsfrequentie van 0-1000 Hz leverbaar.

6.2.3 Omgevingscondities

Omgeving	
Behuizing	IP 20/Chassis, IP 21/Type 1, IP 55/Type 12, IP 66/Type 4X
Triltest	1,0 g
Max. THVD	10%
Max. relatieve vochtigheid	5-93% (IEC 721-3-3; klasse 3K3 (niet-condenserend) tijdens bedrijf)
Agressieve omgeving (IEC 60068-2-43) H_2S-test	klasse Kd
Omgevingstemperatuur	Max. 50 °C (gemiddelde over 24 uur max. 45 °C)
Minimale omgevingstemperatuur bij volledig bedrijf	0 °C
Minimale omgevingstemperatuur bij gereduceerd bedrijf	- 10 °C
Temperatuur tijdens opslag/transport	-25 tot +65/70 °C
Maximumhoogte boven zeeniveau zonder reductie	1000 m
EMC-normen, emissie	EN 61800-3, EN 55011[1)]
EMC-normen, immuniteit	EN 61800-3, EN 61000-6-1/2

[1)] Zie hoofdstuk 5.2.1 EMC-testresultaten.

6.2.4 Kabelspecificaties

Kabellengte en -dwarsdoorsnede voor stuurkabels[1)]	
Max. lengte motorkabel, afgeschermd	150 m
Max. lengte motorkabel, niet-afgeschermd	300 m
Maximale kabeldoorsnede voor stuurklemmen, buigzame draad/draad met massieve kern zonder draadmoffen	1,5 mm²/16 AWG
Maximale kabeldoorsnede voor stuurklemmen, buigzame draad met kabelmoffen	1 mm²/18 AWG
Maximale kabeldoorsnede voor stuurklemmen, buigzame draad met kabelmoffen en kraag	0,5 mm²/20 AWG
Minimale kabeldoorsnede naar stuurklemmen	0,25 mm²/24 AWG

[1)] Zie de tabellen met elektrische gegevens in hoofdstuk 6.1 Elektrische gegevens voor informatie over voedingskabels.

6.2.5 Stuuringang/-uitgang en stuurgegevens

6.2.5.1 Digitale ingangen

Digitale ingangen	
Programmeerbare digitale ingangen	FC 301: 4 (5)[1)]/FC 302: 4 (6)[1)]
Klemnummer	18, 19, 27[1)], 29[1)], 32, 33
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' NPN2)	> 19 V DC
Spanningsniveau, logische '1' NPN2)	< 14 V DC
Maximale spanning op ingang	28 V DC
Pulsfrequentiebereik	0-110 kHz
Min. pulsbreedte (belastingscyclus)	4,5 ms
Ingangsweerstand, R_i	ongeveer 4 kΩ

Veilige stop klem 37[3,4] (klem 37 is vaste PNP-logica)	
Spanningsniveau	0-24 V DC
Spanningsniveau, logische '0' PNP	< 4 V DC
Spanningsniveau, logische '1' PNP	> 20 V DC
Maximale spanning op ingang	28 V DC
Typische ingangsstroom bij 24 V	50 mA rms
Typische ingangsstroom bij 20 V	60 mA rms
Ingangscapaciteit	400 nF

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

[1] Klem 27 en 29 kunnen ook worden geprogrammeerd als uitgang.

[2] Met uitzondering van ingang voor veilige stop klem 37.

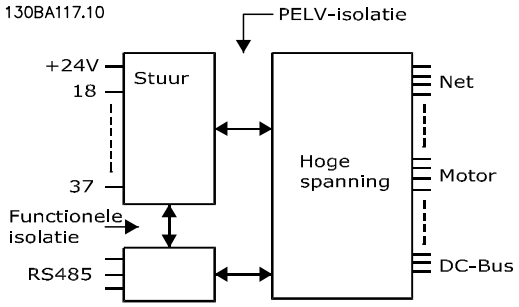
[3] Zie VLT® Frequency Converters - Safe Torque Off Operating Instructions voor meer informatie over klem 37 en een veilige stop.

[4] Bij gebruik van een contactor met een interne DC-spoel in combinatie met de Veilige Stop is het belangrijk om te zorgen voor een retourpad voor de stroom vanaf de spoel bij het uitschakelen. Dit kan worden gedaan door gebruik te maken van een vrijloopdiode (of eventueel een 30 of 50 V MOV voor een snellere responstijd) over de spoel. Er zijn contactors te koop met een dergelijke diode.

6

Analoge ingangen	
Aantal analoge ingangen	2
Klemnummer	53, 54
Modi	Spanning of stroom
Modusselectie	Schakelaar S201 en schakelaar S202
Spanning	Schakelaar S201/schakelaar S202 = UIT (U)
Spanningsniveau	-10 tot +10 V (schaalbaar)
Ingangsweerstand, R_i	ongeveer 10 kΩ
Max. spanning	± 20 V
Stroommodus	Schakelaar S201/schakelaar S202 = AAN (I)
Stroomniveau	0/4 tot 20 mA (schaalbaar)
Ingangsweerstand, R_i	ongeveer 200 Ω
Max. stroom	30 mA
Resolutie voor analoge ingangen	10 bit (+ teken)
Nauwkeurigheid van analoge ingangen	Max. fout 0,5% van volledige schaal
Bandbreedte	100 Hz

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



Afbeelding 6.1 Galvanische scheiding (PELV)

Puls-/encoderingangen	
Programmeerbare puls-/encoderingangen	2/1
Klemnummer puls/encoder	29[1], 33[2] / 32[3], 33[3]
Max. frequentie op klem 29, 32, 33	110 kHz (push-pull)
Max. frequentie op klem 29, 32, 33	5 kHz (open collector)
Min. frequentie op klem 29, 32, 33	4 Hz
Spanningsniveau	zie de sectie over Digitale ingang
Maximale spanning op ingang	28 V DC
Ingangsweerstand, R_i	ongeveer 4 kΩ
Nauwkeurigheid van pulsingang (0,1-1 kHz)	Max. fout: 0,1% van volledige schaal
Nauwkeurigheid van encoderingang (1-11 kHz)	Max. fout: 0,05% van volledige schaal

De puls- en encoderingangen (klem 29, 32, 33) zijn galvanisch gescheiden van de voedingspanning (PELV) en andere klemmen met hoge spanning.

[1] Alleen FC 302

[2] Pulsingangen zijn 29 en 33

[3] Encoderingangen: 32 = A en 33 = B

6

Digitale uitgang	
Programmeerbare digitale/pulsuitgangen	2
Klemnummer	27, 29[1]
Spanningsniveau bij digitale/frequentie-uitgang	0-24 V
Max. uitgangsstroom (sink of source)	40 mA
Max. belasting bij frequentie-uitgang	1 kΩ
Max. capacitieve belasting bij frequentie-uitgang	10 nF
Min. uitgangsfrequentie bij frequentie-uitgang	0 Hz
Max. uitgangsfrequentie bij frequentie-uitgang	32 kHz
Nauwkeurigheid van frequentie-uitgang	Max. fout: 0,1% van volledige schaal
Resolutie van frequentie-uitgangen	12 bit

[1] Klem 27 en 29 kunnen ook worden geprogrammeerd als ingang.

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

Analoge uitgang	
Aantal programmeerbare analoge uitgangen	1
Klemnummer	42
Stroombereik van analoge uitgang	0/4-20 mA
Max. belasting GND – analoge uitgang lager dan	500 Ω
Nauwkeurigheid van analoge uitgang	Max. fout: 0,5% van volledige schaal
Resolutie op analoge uitgang	12 bit

De analoge uitgang is galvanisch gescheiden van de voedingsspanning (PELV) en andere klemmen met hoge spanning.

Stuurkaart, 24 V DC-uitgang	
Klemnummer	12, 13
Uitgangsspanning	24 V +1, -3 V
Max. belasting	200 mA

De 24 V DC-voeding is galvanisch gescheiden van de voedingsspanning (PELV), maar heeft dezelfde potentiaal als de analoge en digitale in- en uitgangen.

Stuurkaart, 10 V DC-uitgang	
Klemnummer	±50
Uitgangsspanning	10,5 V ± 0,5 V
Max. belasting	15 mA

De 10 V DC-voeding is galvanisch gescheiden van de voedingsspanning (PELV) en andere klemmen met hoge spanning.

Stuurkaart, RS-485 seriële communicatie	
Klemnummer	68 (P,TX+, RX+), 69 (N,TX-, RX-)
Klemnummer 61	Gemeenschappelijk voor klem 68 en 69

Het RS-485 seriële-communicatiecircuit is functioneel gescheiden van andere centrale circuits en galvanisch gescheiden van de voedingsspanning (PELV).

Stuurkaart, seriële communicatie via USB	
USB-standaard	1.1 (volle snelheid)
USB-stekker	USB type B 'apparaat'-stekker

Aansluiting op de pc vindt plaats via een standaard USB-host/apparaatkabel.
De USB-aansluiting is galvanisch gescheiden van de voedingsspanning (PELV) en andere klemmen met hoge spanning.
De USB-aardverbinding is niet galvanisch gescheiden van de veiligheidsaarde. Sluit alleen geïsoleerde laptops aan op de USB-connector van de frequentieomvormer.

Relaisuitgangen	
Programmeerbare relaisuitgangen	FC 301 alle kW: 1/FC 302 alle kW: 2
Relais 01 klemnummer	1-3 (verbreek), 1-2 (maak)
Max. klembelasting (AC-1)[1] op 1-3 (NC), 1-2 (NO) (resistieve belasting)	240 V AC, 2 A
Max. klembelasting (AC-15)[1] (inductieve belasting bij cos φ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. klembelasting (DC-1)[1] op 1-2 (NO), 1-3 (NC) (resistieve belasting)	60 V DC, 1 A
Max. klembelasting (DC-13)[1] (inductieve belasting)	24 V DC, 0,1 A
Relais 02 (alleen FC 302), klemnummer	4-6 (verbreek), 4-5 (maak)
Max. klembelasting (AC-1)[1] op 4-5 (NO) (resistieve belasting)[2,3] overspanningscategorie II	400 V AC, 2 A
Max. klembelasting (AC-15)[1] op 4-5 (NO) (inductieve belasting bij cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. klembelasting (DC-1)[1] op 4-5 (NO) (resistieve belasting)	80 V DC, 2 A
Max. klembelasting (DC-13)[1] op 4-5 (NO) (inductieve belasting)	24 V DC, 0,1 A
Max. klembelasting (AC-1)[1] op 4-6 (NC) (resistieve belasting)	240 V AC, 2 A
Max. klembelasting (AC-15)[1] op 4-6 (NC) (inductieve belasting bij cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. klembelasting (DC-1)[1] op 4-6 (NC) (resistieve belasting)	50 V DC, 2 A
Max. klembelasting (DC-13)[1] op 4-6 (NC) (inductieve belasting)	24 V DC, 0,1 A
Min. klembelasting op 1-3 (NC), 1-2 (NO), 4-6 (NC), 4-5 (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
De relaiscontacten zijn galvanisch gescheiden van de rest van het circuit door middel van versterkte isolatie (PELV).
[2] Overspanningscategorie II
[3] UL-toepassingen 300 V AC 2 A

Stuurkaartprestaties	
Scaninterval	1 ms

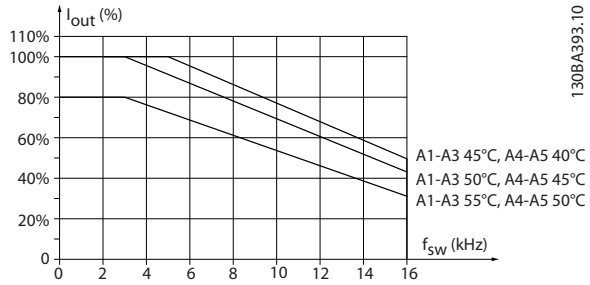
Stuurkarakteristieken	
Resolutie van uitgangsfrequentie bij 0-590 Hz	± 0,003 Hz
Herhalingsnauwkeurigheid van Precisiestart/-stop (klem 18, 19)	≤± 0,1 ms
Systeemresponstijd (klem 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤ 2 ms
Bereik snelheidsregeling (zonder terugkoppeling)	1:100 van synchroon toerental
Bereik snelheidsregeling (met terugkoppeling)	1:1000 van synchroon toerental
Nauwkeurigheid van toerental (zonder terugkoppeling)	30-4000 tpm: fout ± 8 tpm
Nauwkeurigheid van toerental (met terugkoppeling), afhankelijk van de resolutie van de terugkoppelingsbron	0-6000 tpm: fout ± 0,15 tpm
Nauwkeurigheid koppelregeling (snelheidsterugkoppeling)	max. fout ± 5% van nominaal koppel

Alle stuurkarakteristieken zijn gebaseerd op een 4-polige asynchrone motor.

6.2.6 Reductie wegens omgevingstemperatuur

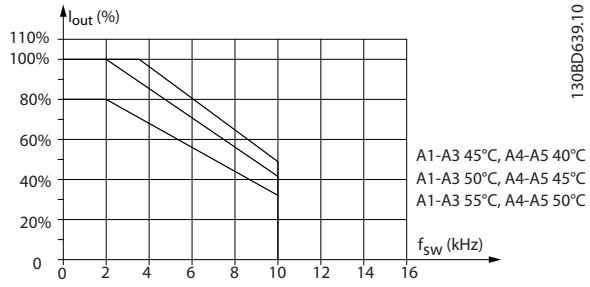
6.2.6.1 Reductie wegens omgevingstemperatuur, behuizingstype A

60° AVM – pulsbreedtemodulatie



Afbeelding 6.2 Reductie van I_{out} voor diverse $T_{AMB, MAX}$ voor behuizingstype A, bij gebruik van 60° AVM

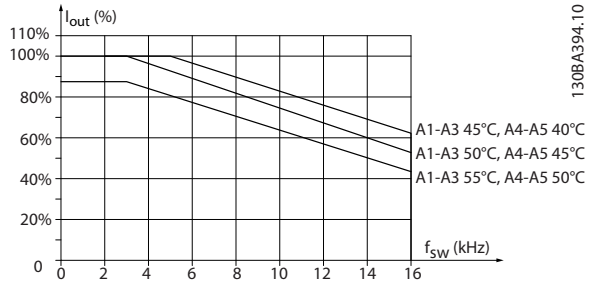
SFAVM – Stator Flux-oriented Asynchronous Vector Modulation



Afbeelding 6.3 Reductie van I_{out} voor diverse $T_{AMB, MAX}$ voor behuizingstype A, bij gebruik van SFAVM

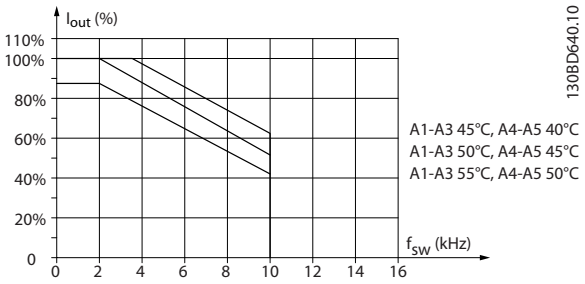
Wanneer enkel motorkabels van 10 m of minder worden gebruikt voor behuizingstype A, is er minder reductie nodig. Dit komt omdat de lengte van de motorkabel van relatief grote invloed is op de aanbevolen reductie.

60° AVM



Afbeelding 6.4 Reductie van I_{out} voor diverse $T_{AMB, MAX}$ voor behuizingstype A, bij gebruik van 60° AVM en een motorkabel van maximaal 10 m

SFAVM



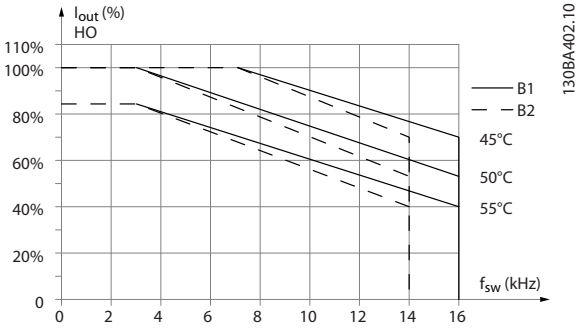
Afbeelding 6.5 Reductie van I_{out} voor diverse $T_{AMB, MAX}$ voor framegrootte A, bij gebruik van SFAVM en een motorkabel van maximaal 10 m

6.2.6.2 Reductie wegens omgevingstemperatuur, behuizingstype B

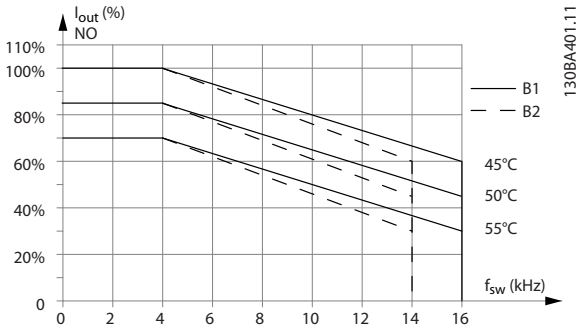
Behuizing B, T2, T4 en T5

Voor behuizingstype B en C is de reductie mede afhankelijk van de overbelastingsmodus die is ingesteld in *1-04 Overspanningsmodus*

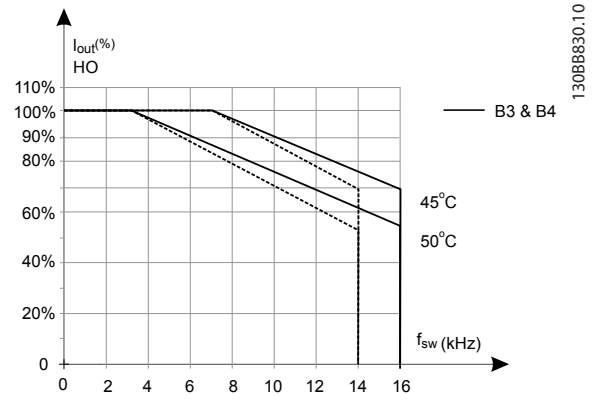
60° AVM – pulsbreedtemodulatie



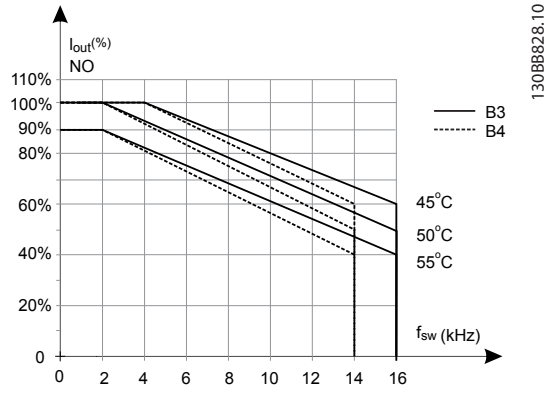
Afbeelding 6.6 Reductie van I_{out} voor diverse $T_{AMB, MAX}$ voor behuizingstype B1 en B2, bij gebruik van 60° AVM en een hoge overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 160%)



Afbeelding 6.7 Reductie van I_{out} voor diverse $T_{AMB, MAX}$ voor behuizingstype B1 en B2, bij gebruik van 60° AVM en een normale overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 110%)

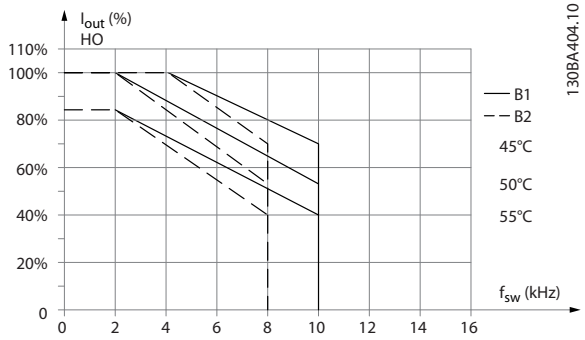


Afbeelding 6.8 Reductie van I_{out} voor diverse $T_{AMB, MAX}$ voor behuizingstype B3 en B4, bij gebruik van 60° AVM en een hoge overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 160%)

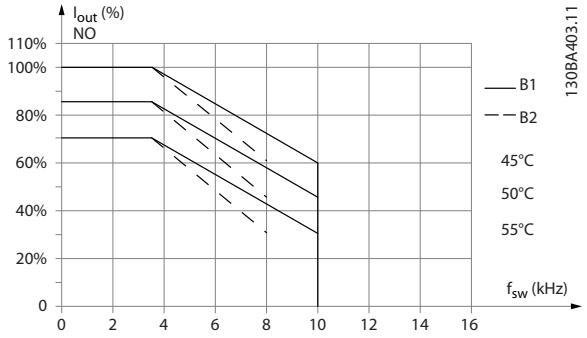


Afbeelding 6.9 Reductie van I_{out} voor diverse $T_{AMB, MAX}$ voor behuizingstype B3 en B4, bij gebruik van 60° AVM en een normale overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 110%)

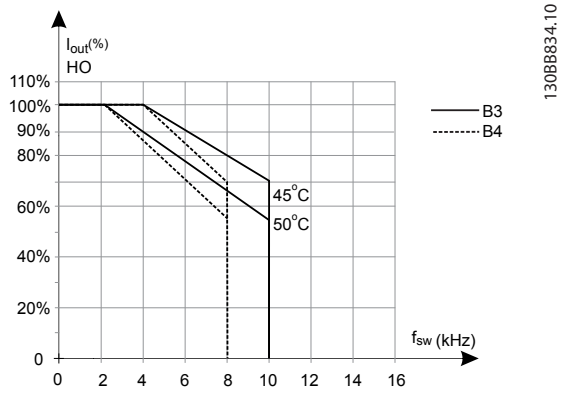
SFAVM – Stator Flux-oriented Asynchronous Vector Modulation



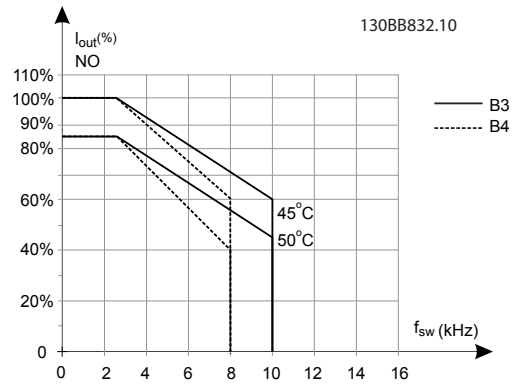
Afbeelding 6.10 Reductie van I_{out} voor diverse $T_{AMB, MAX}$ voor behuizingstype B1 en B2, bij gebruik van SFAVM en een hoge overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 160%)



Afbeelding 6.11 Reductie van I_{out} voor diverse $T_{AMB, MAX}$ voor behuizingstype B1 en B2, bij gebruik van SFAVM en een normale overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 110%)

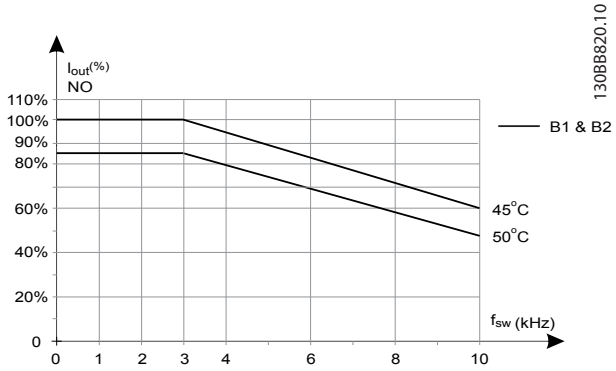


Afbeelding 6.12 Reductie van I_{out} voor diverse $T_{AMB, MAX}$ voor behuizingstype B3 en B4, bij gebruik van SFAVM en een hoge overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 160%)

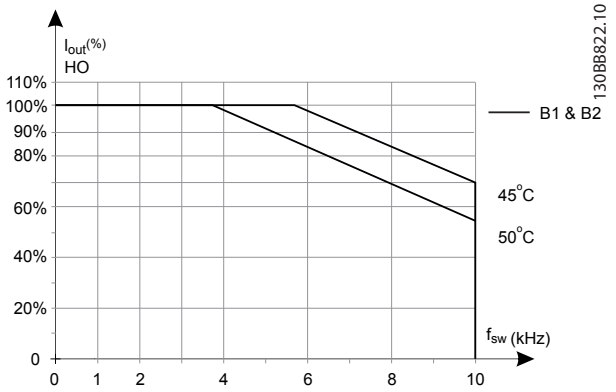


Afbeelding 6.13 Reductie van I_{out} voor diverse $T_{AMB, MAX}$ voor behuizingstype B3 en B4, bij gebruik van SFAVM en een normale overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 110%)

Behuizing B, T6
60° AVM – pulsbreedtemodulatie

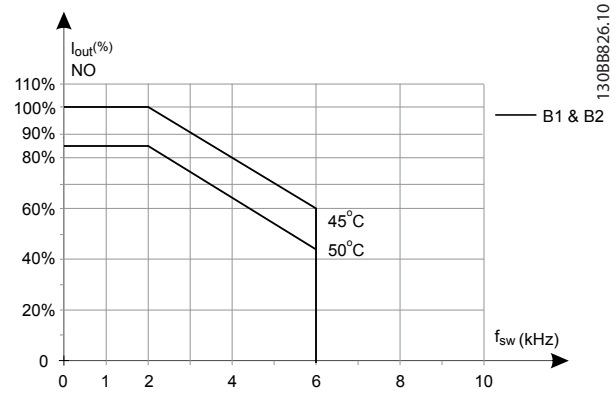


Afbeelding 6.14 Reductie van de uitgangsstroom wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor 600 V-frequentieomvormers, behuizingstype B, 60° AVM, NO

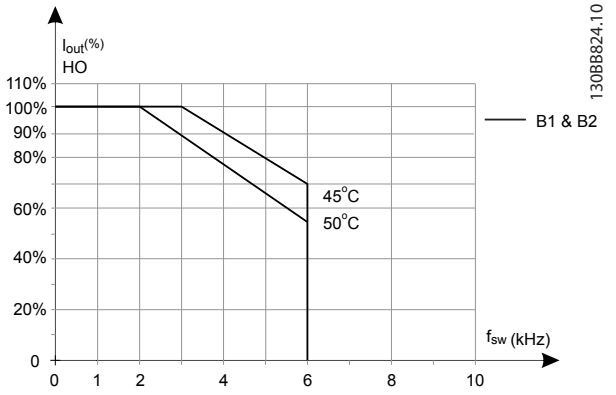


Afbeelding 6.15 Reductie van de uitgangsstroom wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor 600 V-frequentieomvormers, behuizingstype B, 60° AVM, HO

SFAVM – Stator Flux-oriented Asynchronous Vector Modulation

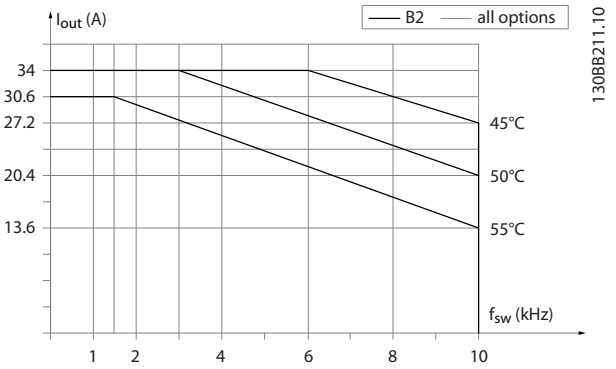


Afbeelding 6.16 Reductie van de uitgangsstroom wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor 600 V-frequentieomvormers, behuizingstype B, SFAVM, NO



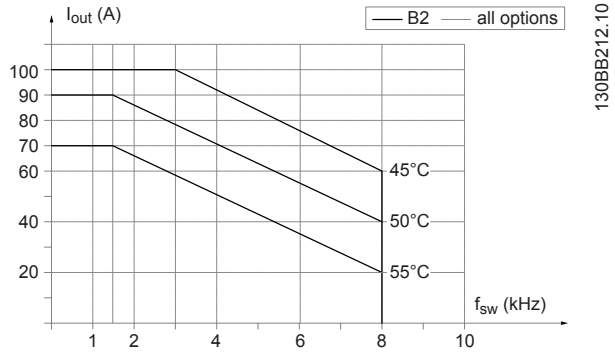
Afbeelding 6.17 Reductie van de uitgangsstroom wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor 600 V-frequentieomvormers, behuizingstype B, SFAVM, HO

Behuizing B, T7
Behuizing B2 en B4, 525-690 V
60° AVM – pulsbreedtemodulatie



Afbeelding 6.18 Reductie van de uitgangsstroom wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor behuizingstype B2 en B4, 60° AVM. NB De grafiek gaat uit van de stroom als absolute waarde en geldt voor zowel een hoge als een normale overbelasting.

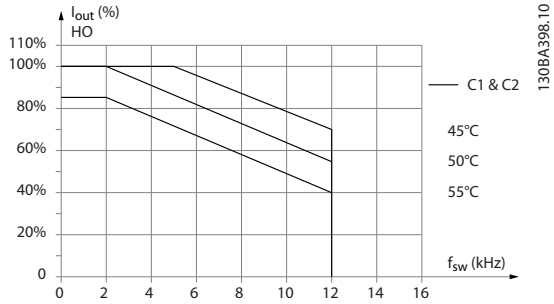
SFAVM – Stator Flux-oriented Asynchronous Vector Modulation



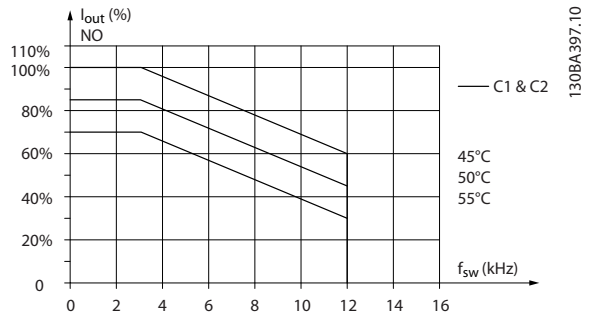
Afbeelding 6.19 Reductie van de uitgangsstroom wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor behuizingstype B2 en B4, SFAVM. NB De grafiek gaat uit van de stroom als absolute waarde en geldt voor zowel een hoge als een normale overbelasting.

6.2.6.3 Reductie wegens omgevingstemperatuur, behuizingstype C

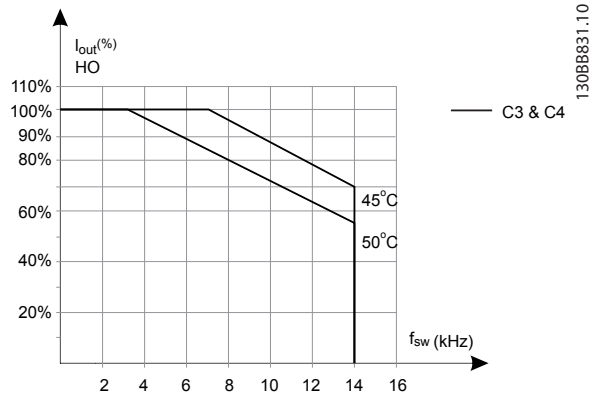
Behuizing C, T2, T4 en T5
60° AVM – pulsbreedtemodulatie



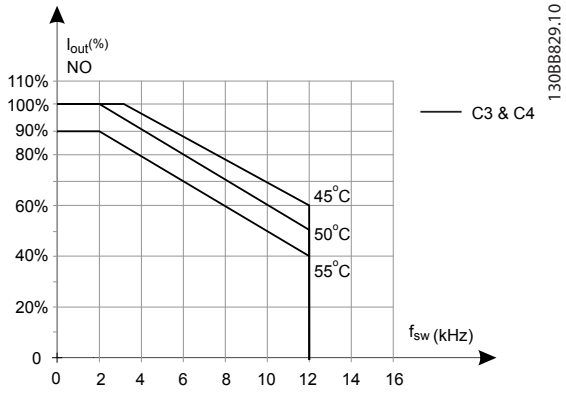
Afbeelding 6.20 Reductie van I_{out} voor diverse $T_{AMB, MAX}$ voor behuizingstype C1 en C2, bij gebruik van 60° AVM en een hoge overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 160%)



Afbeelding 6.21 Reductie van I_{out} voor diverse $T_{AMB, MAX}$ voor behuizingstype C1 en C2, bij gebruik van 60° AVM en een normale overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 110%)

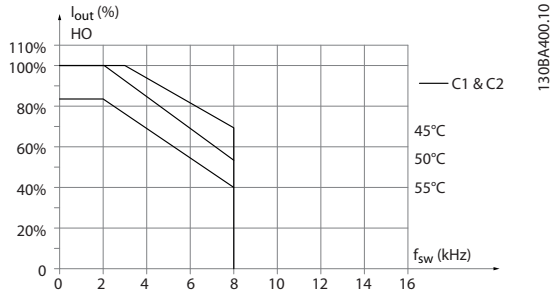


Afbeelding 6.22 Reductie van I_{out} voor diverse $T_{AMB, MAX}$ voor behuizingstype C3 en C4, bij gebruik van 60° AVM en een hoge overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 160%)



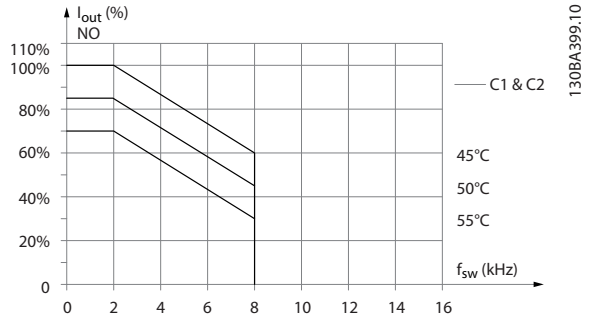
Afbeelding 6.23 Reductie van I_{out} voor diverse $T_{AMB, MAX}$ voor behuizingstype C3 en C4, bij gebruik van 60° AVM en een normale overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 110%)

SFAVM – Stator Flux-oriented Asynchronous Vector Modulation

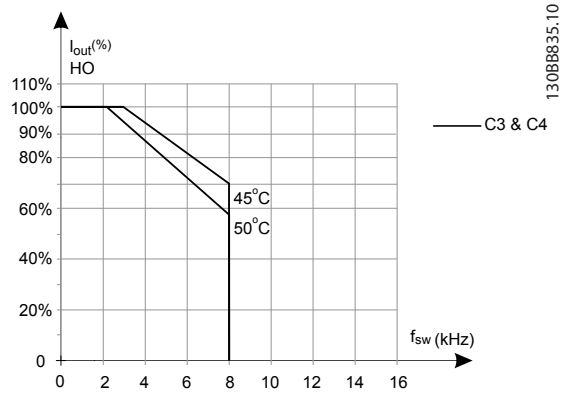


Afbeelding 6.24 Reductie van I_{out} voor diverse $T_{AMB, MAX}$ voor behuizingstype C1 en C2, bij gebruik van SFAVM en een hoge overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 160%)

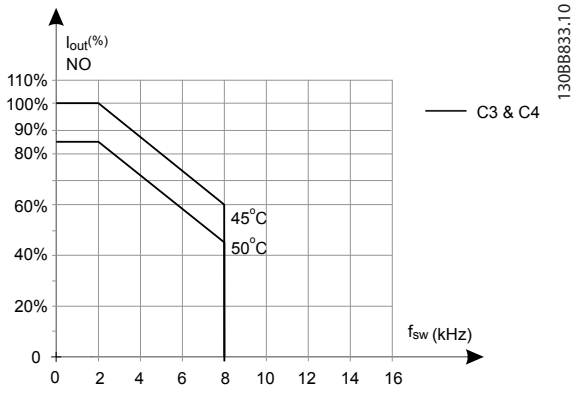
6



Afbeelding 6.25 Reductie van I_{out} voor diverse $T_{AMB, MAX}$ voor behuizingstype C1 en C2, bij gebruik van SFAVM en een normale overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 110%)

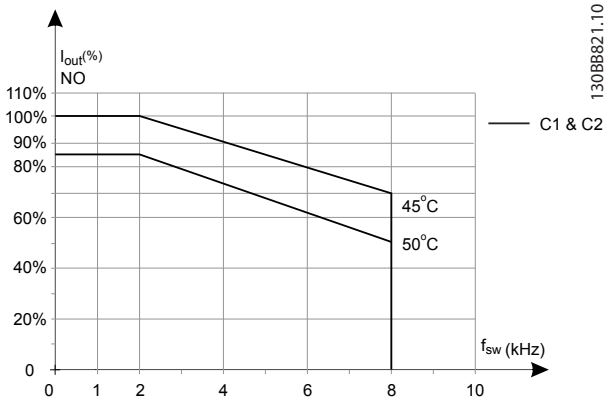


Afbeelding 6.26 Reductie van I_{out} voor diverse $T_{AMB, MAX}$ voor behuizingstype C3 en C4, bij gebruik van SFAVM en een hoge overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 160%)

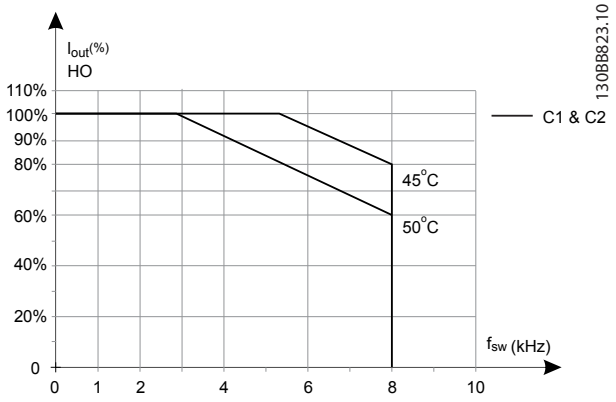


Afbeelding 6.27 Reductie van I_{out} voor diverse $T_{AMB, MAX}$ voor behuizingstype C3 en C4, bij gebruik van SFAVM en een normale overbelastingsmodus (overbelastingskoppel van 110%)

Behuizingstype C, T6
60° AVM – pulsbreedtemodulatie

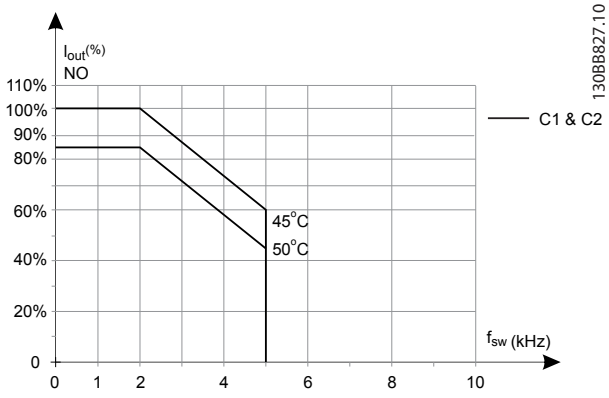


Afbeelding 6.28 Reductie van de uitgangsstroom wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor 600 V-frequentieomvormers, behuizingstype C, 60° AVM, NO

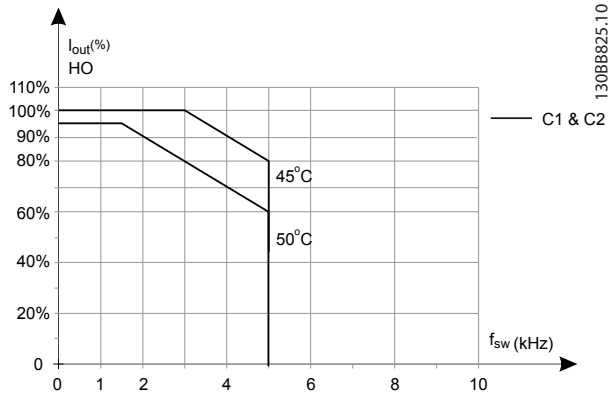


Afbeelding 6.29 Reductie van de uitgangsstroom wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor 600 V-frequentieomvormers, behuizingstype C, 60° AVM, HO

SFAVM – Stator Flux-oriented Asynchronous Vector Modulation

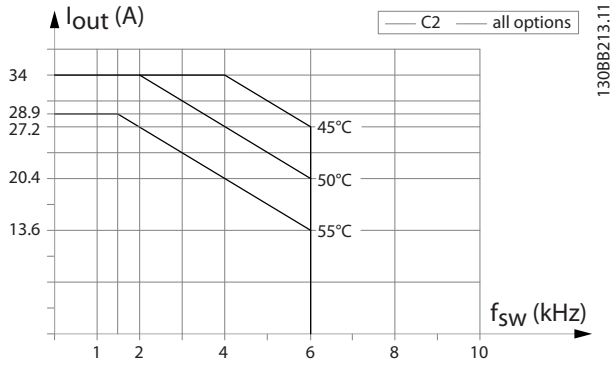


Afbeelding 6.30 Reductie van de uitgangsstroom wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor 600 V-frequentieomvormers, behuizingstype C, SFAVM, NO



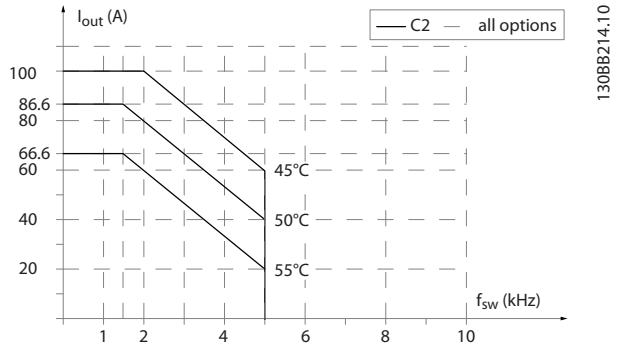
Afbeelding 6.31 Reductie van de uitgangsstroom wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor 600 V-frequentieomvormers, behuizingstype C, SFAVM, HO

Behuizingstype C, T7
60° AVM – pulsbreedtemodulatie

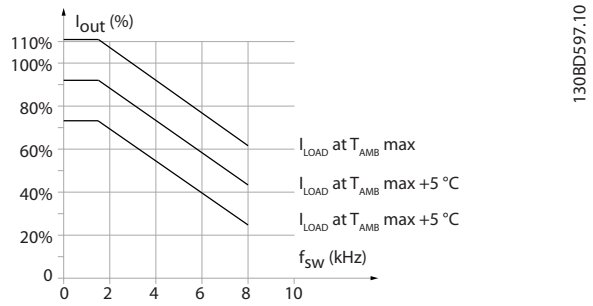


Afbeelding 6.32 Reductie van de uitgangsstroom wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor behuizingstype C2, 60° AVM. NB De grafiek gaat uit van de stroom als absolute waarde en geldt voor zowel een hoge als een normale overbelasting.

SFAVM – Stator Flux-oriented Asynchronous Vector Modulation



Afbeelding 6.33 Reductie van de uitgangsstroom wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor behuizingstype C2, SFAVM. NB De grafiek gaat uit van de stroom als absolute waarde en geldt voor zowel een hoge als een normale overbelasting.



Afbeelding 6.34 Reductie van de uitgangsstroom wegens schakelfrequentie en omgevingstemperatuur voor behuizingstype C3

6.2.7 Gemeten waarden voor dU/dt-tests

Het wordt ten zeerste aanbevolen om een dU/dt-filter of een LC-filter te installeren op de uitgang van de frequentieomvormer. Dit voorkomt schade aan motoren zonder fase-isolatiemateriaal of andere versterkte isolatie die geschikt is voor gebruik met een frequentieomvormer.

Wanneer een transistor in de omvormerbrug schakelt, neemt de spanning in de motor toe met een dU/dt-verhouding die afhankelijk is van:

- motorinductantie
- motorkabel (type, dwarsdoorsnede, lengte, afgeschermd of niet-afgeschermd)

De natuurlijke inductie veroorzaakt een doorschot van de spanningspiek in de motorspanning voordat deze zichzelf stabiliseert op een niveau dat afhangt van de spanning in de DC-tussenkring.

6

Een piekspanning op de motorklemmen worden veroorzaakt door het schakelen van de IGBT's. De stijgtijd en de piekspanning beïnvloeden de levensduur van de motor. Een te hoge piekspanning heeft op termijn met name gevolgen voor motoren zonder fasespoelisolatie.

Bij gebruik van korte motorkabels (enkele meters) zijn de stijgtijd en de piekspanning lager. De stijgtijd en de piekspanning nemen toe bij gebruik van langere kabels (100 m).

De frequentieomvormer voldoet aan IEC 60034-25 en IEC 60034-17 met betrekking tot het motorontwerp.

200-240 V (T2)

Kabellengte [m]	Netspanning [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	240	0,13	0,510	3,090
50	240	0,23		2,034
100	240	0,54	0,580	0,865
150	240	0,66	0,560	0,674

Tabel 6.13 P5K5T2

Kabellengte [m]	Netspanning [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	240	0,264	0,624	1,890
136	240	0,536	0,596	0,889
150	240	0,568	0,568	0,800

Tabel 6.14 P7K5T2

Kabellengte [m]	Netspanning [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	240	0,556	0,650	0,935
100	240	0,592	0,594	0,802
150	240	0,708	0,587	0,663

Tabel 6.15 P11KT2

Kabellengte [m]	Netspanning [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,816
150	240	0,720	0,574	0,637

Tabel 6.16 P15KT2

Kabellengte [m]	Netspanning [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,816
150	240	0,720	0,574	0,637

Tabel 6.17 P18KT2

Kabellengte [m]	Netspanning [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	240	0,194	0,626	2,581
50	240	0,252	0,574	1,822
150	240	0,488	0,538	0,882

Tabel 6.18 P22KT2

Kabellengte [m]	Netspanning [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	240	0,300	0,598	1,594
100	240	0,536	0,566	0,844
150	240	0,776	0,546	0,562

Tabel 6.19 P30KT2

Kabellengte [m]	Netspanning [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	240	0,300	0,598	1,594
100	240	0,536	0,566	0,844
150	240	0,776	0,546	0,562

Tabel 6.20 P37KT2

380-500 V (T4)

Kabellengte [m]	Netspanning [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,640	0,690	0,862
50	480	0,470	0,985	0,985
150	480	0,760	1,045	0,947

Tabel 6.21 P1K5T4

Kabellengte [m]	Netspanning [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,172	0,890	4,156
50	480	0,310		2,564
150	480	0,370	1,190	1,770

Tabel 6.22 P4K0T4

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Alle rechten voorbehouden.

Kabel-lengte [m]	Net-spann-ing [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,04755	0,739	8,035
50	480	0,207		4,548
150	480	0,6742	1,030	2,828

Tabel 6.23 P7K5T4

Kabel-lengte [m]	Net-spann-ing [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	480	0,396	1,210	2,444
100	480	0,844	1,230	1,165
150	480	0,696	1,160	1,333

Tabel 6.24 P11KT4

Kabel-lengte [m]	Net-spann-ing [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	480	0,396	1,210	2,444
100	480	0,844	1,230	1,165
150	480	0,696	1,160	1,333

Tabel 6.25 P15KT4

Kabel-lengte [m]	Net-spann-ing [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	480	0,312		2,846
100	480	0,556	1,250	1,798
150	480	0,608	1,230	1,618

Tabel 6.26 P18KT4

Kabel-lengte [m]	Net-spann-ing [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	480	0,288		3,083
100	480	0,492	1,230	2,000
150	480	0,468	1,190	2,034

Tabel 6.27 P22KT4

Kabel-lengte [m]	Net-spann-ing [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,368	1,270	2,853
50	480	0,536	1,260	1,978
100	480	0,680	1,240	1,426
150	480	0,712	1,200	1,334

Tabel 6.28 P30KT4

Kabel-lengte [m]	Net-spann-ing [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,368	1,270	2,853
50	480	0,536	1,260	1,978
100	480	0,680	1,240	1,426
150	480	0,712	1,200	1,334

Tabel 6.29 P37KT4

Kabel-lengte [m]	Net-spann-ing [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	480	0,256	1,230	3,847
50	480	0,328	1,200	2,957
100	480	0,456	1,200	2,127
150	480	0,960	1,150	1,052

Tabel 6.30 P45KT4

380-500 V (T5)

Kabel-lengte [m]	Net-spann-ing [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,371	1,170	2,523

Tabel 6.31 P55KT5

Kabel-lengte [m]	Net-spann-ing [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,371	1,170	2,523

Tabel 6.32 P75KT5

600 V (T6)

Kabel-lengte [m]	Net-spann-ing [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	600	0,304	1,560	4,105
50	600	0,300	1,550	4,133
100	600	0,536	1,640	2,448
150	600	0,576	1,640	2,278

Tabel 6.33 P15KT6

Kabel-lengte [m]	Net-spann-ing [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	600	0,084	1,560	7,962
50	600	0,120	1,540	5,467
100	600	0,165	1,472	3,976
150	600	0,190	1,530	3,432

Tabel 6.34 P30KT6

Kabel-lengte [m]	Net-spann-ing [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	600	0,276	1,184	4,290

Tabel 6.35 P75KT6

525-690 V (T7)

Kabel-lengte [m]	Net-spann-ing [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
80	690	0,58	1,728	2369
130	690	0,93	1,824	1569
180	690	0,925	1,818	1570

Tabel 6.36 P7K5T7

Kabel-lengte [m]	Net-spann-ing [V]	Stijgtijd [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
6	690	0,238	1416	4739
50	690	0,358	1764	3922
150	690	0,465	1872	3252

Tabel 6.37 P45KT7

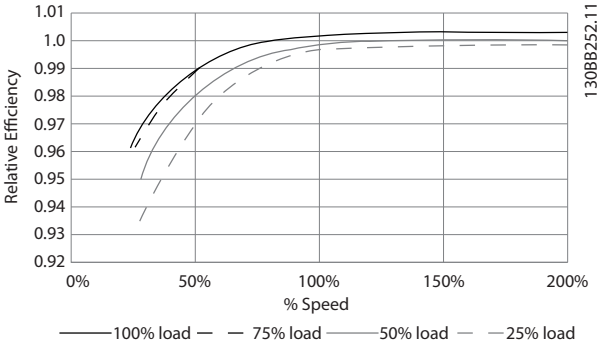
6.2.8 Rendement

Rendement van de frequentieomvormer
De belasting van de frequentieomvormer heeft weinig invloed op het rendement.

Dit houdt tevens in dat het rendement van de frequentieomvormer niet verandert door het wijzigen van de U/f-karakteristieken. De U/f-karakteristiek is echter wel van invloed op het rendement van de motor.

Het rendement daalt enigszins als de schakelfrequentie is ingesteld op een waarde boven 5 kHz. Het rendement zal ook enigszins afnemen als de motorkabel langer is dan 30 m.

Rendement berekenen
Bereken het rendement van de frequentieomvormer bij verschillende belastingen op basis van *Afbeelding 6.35*. Vermenigvuldig de factor in deze grafiek met de relevante rendementsfactor die in *hoofdstuk 6.2 Algemene specificaties* staat vermeld.



Afbeelding 6.35 Typische rendementscurves

Voorbeeld: uitgaande van een 55 kW, 380-480 V AC-frequentieomvormer met een belasting van 25% en een toerental van 50%. De grafiek geeft 0,97 aan, terwijl het nominale rendement voor een 55 kW-frequentieomvormer 0,98 bedraagt. Het feitelijke rendement is dan:
0,97 x 0,98 = 0,95.

Motorrendement
Het rendement van een motor die is aangesloten op de frequentieomvormer, hangt af van het magnetiseringsniveau. Het motorrendement is afhankelijk van het type motor.

- Binnen het gebied van 75-100% van het nominale koppel is het motorrendement bijna constant, zowel bij aansluiting op de frequentieomvormer als bij werking direct op het net.
- De invloed van de U/f-karakteristiek op kleine motoren is marginaal. Bij gebruik van motoren vanaf 11 kW is de gunstige invloed op het rendement echter aanzienlijk.
- De schakelfrequentie is niet van invloed op het rendement van kleine motoren. Bij motoren van 11 kW en hoger neemt het rendement toe met 1-2%. Het rendement wordt namelijk verbeterd als de sinusvorm van de motorstroom bij hoge schakelfrequenties bijna perfect is.

Systeemrendement
Om het systeemrendement te berekenen, wordt het rendement van de frequentieomvormer vermenigvuldigd met het rendement van de motor.

6.2.9 Akoestische ruis

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

- DC-(tussenkring)spoelen
- RFI-filter (smoorspoel)
- Interne ventilatoren

Zie *Tabel 6.38* voor de nominale waarden voor akoestische ruis.

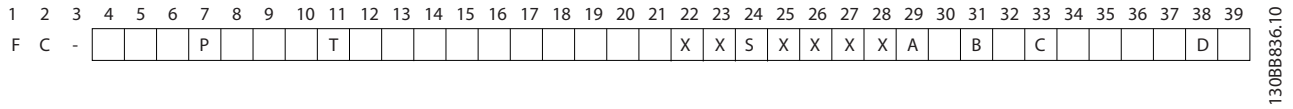
Behuizingstype	50% ventilator-snelheid [dBA]	Volle ventilator-snelheid [dBA]
A1	51	60
A2	51	60
A3	51	60
A4	51	60
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
B4	52	62
C1	52	62
C2	55	65
C4	56	71
D3h	58	71

Tabel 6.38 Akoestische-ruiswaarden

De waarden zijn gemeten op een afstand van 1 m vanaf de eenheid.

7 Bestellen

7.1 Drive Configurator



Afbeelding 7.1 Voorbeeld van een typecode

Configureer de juiste frequentieomvormer voor de juiste toepassing en genereer de typecodereeks via de webgebaseerde Drive Configurator. De Drive Configurator genereert automatisch een 8-cijferig bestelnummer dat naar het verkoopkantoor bij u in de buurt wordt verzonden.
Daarnaast kunt u een projectlijst met verschillende producten samenstellen en deze naar een verkoopmedewerker van Danfoss zenden.

7

De Drive Configurator is te vinden op de internationale website: *www.danfoss.com/drives*.

7.1.1 Typecode

Voorbeeld van een typecode:

FC-302PK75T5E20H1BGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

De betekenis van de tekens in de reeks is te vinden in *Tabel 7.1* en *Tabel 7.2*. In bovenstaand voorbeeld is een Profibus DP V1 en een 24 V-backupoptie ingebouwd.

Beschrijving	Pos.	Mogelijke opties
Productgroep	1-3	FC 30x
Omvormerserie	4-6	301: FC 301 302: FC 302
Vermogensklasse	8-10	0,25-75 kW
Fasen	11	Drie fasen (T)
Netspanning	11-12	T2: 200-240 V T4: 380-480 V T5: 380-500 V T6: 525-600 V T7: 525-690 V
Behuizing	13-15	E20: IP 20 E55: IP 55/NEMA type 12 P20: IP 20 (met achterwand) P21: IP 21/NEMA type 1 (met achterwand) P55: IP 55/NEMA type 12 (met achterwand) Z20: IP 20[1)] E66: IP 66
RFI-filter	16-17	Hx: geen geïntegreerd EMC-filter in de frequentieomvormer (alleen 600 V-eenheden) H1: geïntegreerd EMC-filter; voldoet aan EN 55011 klasse A1/B en EN-IEC 61800-3 categorie 1/2 H2: geen aanvullend EMC-filter; voldoet aan EN 55011 klasse A2 en EN-IEC 61800-3 categorie 3 H3: H3 – geïntegreerd EMC-filter; voldoet aan EN 55011 klasse A1/B en EN-IEC 61800-3 categorie 1/2 (alleen behuizingstype A1[1)] H4: geïntegreerd EMC-filter; voldoet aan EN 55011 klasse A1 en EN-IEC 61800-3 categorie 2 H5: maritieme versies. Voldoen aan dezelfde emissieniveaus als H2-versies

Beschrijving	Pos.	Mogelijke opties
Rem	18	B: inclusief remchopper X: zonder remchopper T: veilige stop zonder rem[1)] U: veilige stop met remchopper[1)]
Display	19	G: grafisch lokaal bedieningspaneel (LCP) N: numeriek lokaal bedieningspaneel (LCP) X: geen lokaal bedieningspaneel
Coating printplaat	20	C: gecoate printplaat R: verstevigd X: ongecoate printplaat
Netvoedingsoptie	21	X: geen netvoedingsoptie 1: Netschakelaar 3: Netschakelaar en zekering[2)] 5: Netschakelaar, zekering en loadsharing[2,3)] 7: Zekering[2)] 8: Netschakelaar en loadsharing[3)] A: Zekering en loadsharing[2,3)] D: Loadsharing[3)]
Aanpassing	22	X: standaard kabelingangen O: Europese/metrische schroefdraad in kabelingangen (alleen A4, A5, B1, B2, C1, C2) S: Imperial kabelingangen (alleen A5, B1, B2, C1 en C2)
Aanpassing	23	X: geen aanpassing
Software, versie	24-27	SXXX: nieuwste versie – standaardsoftware
Software, taal	28	X: niet gebruikt

[1)] FC 301/alleen behuizingstype A1

[2)] Alleen voor VS-markt

[3)] Bij frame A en B3 is loadsharing standaard ingebouwd

Tabel 7.1 Te bestellen typecode voor behuizingstype A, B en C

Beschrijving	Pos.	Mogelijke opties
A-opties	29-30	AX: geen A-optie A0: PROFIBUS DP MCA 101 (standaard) A4: DeviceNet MCA 104 (standaard) A6: CAN Open MCA 105 (standaard) AN: EtherNet/IP MCA 121 AL: PROFINET MCA 120 AQ: Modbus TCP MCA 122 AT: PROFIBUS Converter MCA 113, VLT 3000 AU: PROFIBUS Converter MCA 114, VLT 5000 AY: Powerlink MCA 123 A8: EtherCAT MCA 124
B-opties	31-32	BX: geen optie BK: General purpose I/O MCB 101 BR: Encoder Input MCB 102 BU: Resolver Input MCB 103 BP: Relay Card MCB 105 BZ: Safe PLC I/O MCB 108 B2: PTC Thermistor Card MCB 112 B4: Sensor Input MCB 114 B6: Safe Option MCB 150 TTL B7: Safe Option MCB 151 HTL
C0-opties:	33-34	CX: geen optie C4: Motion Control Option MCO 305

Beschrijving	Pos.	Mogelijke opties
C1-opties	35	X: geen optie R: Extended Relay Card MCB 113 Z: OEM-optie Modbus RTU MCA 140
Software voor C-optie/E1-opties	36-37	XX: standaardregelaar 10: Synchronizing Controller MCO 350 11: Position Controller MCO 351
D-opties	38-39	DX: geen optie D0: 24 V External Supply MCB 107

Tabel 7.2 Te bestellen typecode, opties

LET OP

Zie de *VLT® AutomationDrive FC 300 90-1400 kW Design Guide* voor vermogens boven 75 kW.

7.1.2 Taal

7

Frequentieomvormers worden automatisch geleverd met een taalpakket dat toepasselijk is voor het gebied waar de bestelling is geplaatst. Er bestaan 4 regionale taalpakketten met daarin de volgende talen:

Taalpakket 1	Taalpakket 2	Taalpakket 3	Taalpakket 4
Engels	Engels	Engels	Engels
Duits	Duits	Duits	Duits
Frans	Chinees	Sloveens	Spaans
Deens	Koreaans	Bulgaars	Engels VS
Nederlands	Japans	Servisch	Grieks
Spaans	Thais	Roemeens	Braziliaans-Portugees
Zweeds	Traditioneel Chinees	Hongaars	Turks
Italiaans	Indonesisch	Tsjechisch	Pools
Fins		Russisch	

Tabel 7.3 Taalpakketten

Om een frequentieomvormer met een ander taalpakket te bestellen, kunt u contact opnemen met het verkoopkantoor bij u in de buurt.

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Alle rechten voorbehouden.

7.2 Bestelnummers

7.2.1 Opties en accessoires

Beschrijving	Bestelnr.	
	Ongecoat	Gecoat
Overige hardware		
VLT®-paneeldoorvoerset behuizingstype A5	130B1028	
VLT®-paneeldoorvoerset behuizingstype B1	130B1046	
VLT®-paneeldoorvoerset behuizingstype B2	130B1047	
VLT®-paneeldoorvoerset behuizingstype C1	130B1048	
VLT®-paneeldoorvoerset behuizingstype C2	130B1049	
VLT®-montagebeugels voor behuizingstype A5	130B1080	
VLT®-montagebeugels voor behuizingstype B1	130B1081	
VLT®-montagebeugels voor behuizingstype B2	130B1082	
VLT®-montagebeugels voor behuizingstype C1	130B1083	
VLT®-montagebeugels voor behuizingstype C2	130B1084	
VLT® IP 21/Type 1-set, behuizingstype A1	130B1121	
VLT® IP 21/Type 1-set, behuizingstype A2	130B1122	
VLT® IP 21/Type 1-set, behuizingstype A3	130B1123	
VLT® IP 21/boven/Type 1-set, behuizingstype A2	130B1132	
VLT® IP 21/boven/Type 1-set, behuizingstype A3	130B1133	
VLT®-achterwand IP 55/Type 12, behuizingstype A5	130B1098	
VLT®-achterwand IP 21/Type 1, IP 55/Type 12, behuizingstype B1	130B3383	
VLT®-achterwand IP 21/Type 1, IP 55/Type 12, behuizingstype B2	130B3397	
VLT®-achterwand IP 20/Type 1, behuizingstype B4	130B4172	
VLT®-achterwand IP 21/Type 1, IP 55/Type 12, behuizingstype C1	130B3910	
VLT®-achterwand IP 21/Type 1, IP 55/Type 12, behuizingstype C2	130B3911	
VLT®-achterwand IP 21/Type 1, behuizingstype C3	130B4170	
VLT®-achterwand IP 21/Type 1, behuizingstype C4	130B4171	
VLT®-achterwand IP 66/Type 4X, behuizingstype A5	130B3242	
VLT®-achterwand in roestvrij staal IP 66/Type 4X, behuizingstype B1	130B3434	
VLT®-achterwand in roestvrij staal IP 66/Type 4X, behuizingstype B2	130B3465	
VLT®-achterwand in roestvrij staal IP 66/Type 4X, behuizingstype C1	130B3468	
VLT®-achterwand in roestvrij staal IP 66/Type 4X, behuizingstype C2	130B3491	
VLT® Profibus-adapter sub-D9-connector	130B1112	
Profibus-afschermingsplaatset voor IP 20, behuizingstype A1, A2 en A3	130B0524	
Klemmenblok voor DC-tussenkringaansluiting op behuizingstype A2/A3	130B1064	
VLT®-schroefklemmen	130B1116	
VLT® USB-uitbreiding, 350 mm-kabel	130B1155	
VLT® USB-uitbreiding, 650 mm-kabel	130B1156	
VLT®-achterframe A2 voor 1 remweerstand	175U0085	
VLT®-achterframe A3 voor 1 remweerstand	175U0088	
VLT®-achterframe A2 voor 2 remweerstanden	175U0087	
VLT®-achterframe A3 voor 2 remweerstanden	175U0086	
Lokaal bedieningspaneel		
VLT® Control Panel LCP 101, numeriek	130B1124	
VLT® Control Panel LCP 101, grafisch	130B1107	
VLT®-kabel voor LCP 2, 3 m	175Z0929	
VLT®-paneelmontageset voor alle LCP-typen	130B1170	
VLT®-paneelmontageset voor grafisch LCP	130B1113	

Beschrijving	Bestelnr.	
	Ongecoat	Gecoat
VLT®-paneelmontageset voor numeriek LCP	130B1114	
VLT® LCP-montageset, met/zonder LCP	130B1117	
VLT® LCP-montageset met blinde afdekking IP 55/66, 8 m	130B1129	
VLT® Control Panel LCP 102, grafisch	130B1078	
VLT® blinde afdekking met Danfoss-logo, IP 55/66	130B1077	
Opties voor sleuf A		
VLT® PROFIBUS DP MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® CAN Open MCA 105	130B1103	130B1205
VLT® PROFIBUS Converter MCA 113	130B1245	
VLT® PROFIBUS Converter MCA 114		130B1246
VLT® PROFINET MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® EtherNet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
POWERLINK	130B1489	130B1490
EtherCAT	130B5546	130B5646
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
Opties voor sleuf B		
VLT® General Purpose I/O MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® Encoder Input MCB 102	130B1115	130B1203
VLT® Resolver Input MCB 103	130B1127	130B1227
VLT® Relay Card MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® Safe PLC I/O MCB 108	130B1120	130B1220
VLT® PTC Thermistor Card MCB 112		130B1137
VLT® Safe Option MCB 140	130B6443	
VLT® Safe Option MCB 141	130B6447	
VLT® Safe option MCB 150		130B3280
VLT® Safe option MCB 151		130B3290
Montagesets voor C-opties		
VLT®-montageset voor C-optie, 40 mm, behuizingstype A2/A3	130B7530	
VLT®-montageset voor C-optie, 60 mm, behuizingstype A2/A3	130B7531	
VLT®-montageset voor C-optie, behuizingstype A5	130B7532	
VLT®-montageset voor C-optie, behuizingstype B/C/D/E/F (m.u.v. B3)	130B7533	
VLT®-montageset voor C-optie, 40 mm, behuizingstype B3	130B1413	
VLT®-montageset voor C-optie, 60 mm, behuizingstype B3	130B1414	
Opties voor sleuf C		
VLT® Motion Control Option MCO 305	130B1134	130B1234
VLT® Synchronizing Controller MCO 350	130B1152	130B1252
VLT® Position Controller MCO 351	130B1153	120B1253
Centrale wikkelregelaar	130B1165	130B1166
VLT® Extended Relay Card MCB 113	130B1164	130B1264
VLT® C Option Adapter MCF 106		130B1230
Optie voor sleuf D		
VLT® 24 V External Supply MCB 107	130B1108	130B1208
VLT® EtherNet/IP MCA 121	175N2584	
VLT® Leakage Current Monitor Kit, behuizingstype A2/A3	130B5645	
VLT® Leakage Current Monitor Kit, behuizingstype B3	130B5764	
VLT® Leakage Current Monitor Kit, behuizingstype B4	130B5765	
VLT® Leakage Current Monitor Kit, behuizingstype C3	130B6226	

Beschrijving	Bestelnr.	
	Ongecoat	Gecoat
VLT® Leakage Current Monitor Kit, behuizingstype C4	130B5647	
Pc-software		
VLT® Motion Control Tool MCT 10, 1 licentie	130B1000	
VLT® Motion Control Tool MCT 10, 5 licenties	130B1001	
VLT® Motion Control Tool MCT 10, 10 licenties	130B1002	
VLT® Motion Control Tool MCT 10, 25 licenties	130B1003	
VLT® Motion Control Tool MCT 10, 50 licenties	130B1004	
VLT® Motion Control Tool MCT 10, 100 licenties	130B1005	
VLT® Motion Control Tool MCT 10, > 100 licenties	130B1006	
Opties kunnen worden besteld als door de fabriek ingebouwde opties; zie bestelinformatie, *hoofdstuk 7.1 Drive Configurator*.		

Tabel 7.4 Bestelnummers voor opties en accessoires

7.2.2 Reserveonderdelen

Raadpleeg de VLT-winkel of de Configurator om te zien welke reserveonderdelen leverbaar zijn voor uw specificatie; *VLTShop.danfoss.com*.

7.2.3 Accessoiretassen

Type	Beschrijving	Bestelnr.
Accessoiretassen		
Accessoiretas A1	Accessoiretas, behuizingstype A1	130B1021
Accessoiretas A2/A3	Accessoiretas, behuizingstype A2/A3	130B1022
Accessoiretas A5	Accessoiretas, behuizingstype A5	130B1023
Accessoiretas A1–A5	Accessoiretas, behuizingstype A1-A5, rem- en loadsharingconnector	130B0633
Accessoiretas B1	Accessoiretas, behuizingstype B1	130B2060
Accessoiretas B2	Accessoiretas, behuizingstype B2	130B2061
Accessoiretas B3	Accessoiretas, behuizingstype B3	130B0980
Accessoiretas B4	Accessoiretas, behuizingstype B4, 18,5-22 kW	130B1300
Accessoiretas B4	Accessoiretas, behuizingstype B4, 30 kW	130B1301
Accessoiretas C1	Accessoiretas, behuizingstype C1	130B0046
Accessoiretas C2	Accessoiretas, behuizingstype C2	130B0047
Accessoiretas C3	Accessoiretas, behuizingstype C3	130B0981
Accessoiretas C4	Accessoiretas, behuizingstype C4, 55 kW	130B0982
Accessoiretas C4	Accessoiretas, behuizingstype C4, 75 kW	130B0983

Tabel 7.5 Bestelnummers voor accessoiretassen

7.2.4 VLT AutomationDrive FC 301

T2, horizontaal remmen 10% belastingscyclus

FC 301				Horizontaal remmen 10% belastingscyclus							
Gegevens frequentieomvormer				Gegevens remweerstand						Installatie	
						Onderdeelnummer Danfoss					
Type net	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Draad IP 54	Schroef-klem IP 21	Schroef-klem IP 65	Bolt connection IP20	Kabeldo-orsnede [mm²]	Therm-isch relais [A]
T2	0,25	368	415,9	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	248	280,7	300	0,100	175u3006	-	-	-	1,5	0,6
T2	0,55	166	188,7	200	0,100	175u3011	-	-	-	1,5	0,7
T2	0,75	121	138,4	145	0,100	175u3016	-	-	-	1,5	0,8
T2	1,1	81,0	92,0	100	0,100	175u3021	-	-	-	1,5	0,9
T2	1,5	58,5	66,5	70	0,200	175u3026	-	-	-	1,5	1,6
T2	2,2	40,2	44,6	48	0,200	175u3031	-	-	-	1,5	1,9
T2	3	29,1	32,3	35	0,300	175u3325	-	-	-	1,5	2,7
T2	3,7	22,5	25,9	27	0,360	175u3326	175u3477	175u3478	-	1,5	3,5
T2	5,5	17,7	19,7	18	0,570	175u3327	175u3442	175u3441	-	1,5	5,3
T2	7,5	12,6	14,3	13	0,680	175u3328	175u3059	175u3060	-	1,5	6,8
T2	11	8,7	9,7	9	1,130	175u3329	175u3068	175u3069	-	2,5	10,5
T2	15	5,3	7,5	5,7	1,400	175u3330	175u3073	175u3074	-	4	15
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	1,700	175u3331	175u3483	175u3484	-	4	16
T2	22	3,2	5,0	3,5	2,200	175u3332	175u3080	175u3081	-	6	24
T2	30	3,0	3,7	3,5	2,800	175u3333	175u3448	175u3447	-	10	27
T2	37	2,4	3,0	2,8	3,200	175u3334	175u3086	175u3087	-	16	32

Tabel 7.6 T2, horizontaal remmen 10% belastingscyclus

FC 301				Verticaal remmen 40% belastingscyclus							
Gegevens frequentieomvormer				Gegevens remweerstand						Installatie	
						Onderdeelnummer Danfoss					
Type net	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Draad IP 54	Schroef-klem IP 21	Schroef-klem IP 65	Bolt connection IP20	Kabeldo-orsnede [mm²]	Therm-isch relais [A]
T2	0,25	368	415,9	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	248	280,7	300	0,200	175u3096	-	-	-	1,5	0,8
T2	0,55	166	188,7	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T2	0,75	121	138,4	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T2	1,1	81,0	92,0	100	0,450	175u3301	175u3402	175u3401	-	1,5	2
T2	1,5	58,5	66,5	70	0,570	175u3302	175u3404	175u3403	-	1,5	2,7
T2	2,2	40,2	44,6	48	0,960	175u3303	175u3406	175u3405	-	1,5	4,2
T2	3	29,1	32,3	35	1,130	175u3304	175u3408	175u3407	-	1,5	5,4
T2	3,7	22,5	25,9	27	1,400	175u3305	175u3410	175u3409	-	1,5	6,8
T2	5,5	17,7	19,7	18	2,200	175u3306	175u3412	175u3411	-	1,5	10,4
T2	7,5	12,6	14,3	13	3,200	175u3307	175u3414	175u3413	-	2,5	14,7
T2	11	8,7	9,7	9	5,500	-	175u3176	175u3177	-	4	23
T2	15	5,3	7,5	5,7	6,000	-	-	-	175u3233	10	33
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	8,000	-	-	-	175u3234	10	38
T2	22	3,2	5,0	3,5	9,000	-	-	-	175u3235	16	51
T2	30	3,0	3,7	3,5	14,000	-	-	-	175u3224	25	63
T2	37	2,4	3,0	2,8	17,000	-	-	-	175u3227	35	78

Tabel 7.7 T2, verticaal remmen 40% belastingscyclus

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Alle rechten voorbehouden.

FC 301				Horizontaal remmen 10% belastingscyclus							
Gegevens frequentieomvormer				Gegevens remweerstand						Installatie	
						Onderdeelnummer Danfoss					
Type net	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Draad IP 54	Schroef-klem IP 21	Schroef-klem IP 65	Bolt connection IP20	Kabeldo-orsnede [mm²]	Therm-isch relais [A]
T4	0,37	1000	1121,4	1200	0,100	175u3000	-	-	-	1,5	0,3
T4	0,55	620	749,8	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T4	0,75	485	547,6	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T4	1,1	329	365,3	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T4	1,5	240	263,0	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T4	2,2	161	176,5	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T4	3	117	127,9	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T4	4	86,9	94,6	110	0,450	175u3335	175u3450	175u3449	-	1,5	1,9
T4	5,5	62,5	68,2	80	0,570	175u3336	175u3452	175u3451	-	1,5	2,5
T4	7,5	45,3	49,6	56	0,680	175u3337	175u3027	175u3028	-	1,5	3,3
T4	11	34,9	38,0	38	1,130	175u3338	175u3034	175u3035	-	1,5	5,2
T4	15	25,3	27,7	28	1,400	175u3339	175u3039	175u3040	-	1,5	6,7
T4	18,5	20,3	22,3	22	1,700	175u3340	175u3047	175u3048	-	1,5	8,3
T4	22	16,9	18,7	19	2,200	175u3357	175u3049	175u3050	-	1,5	10,1
T4	30	13,2	14,5	14	2,800	175u3341	175u3055	175u3056	-	2,5	13,3
T4	37	10,6	11,7	12	3,200	175u3359	175u3061	175u3062	-	2,5	15,3
T4	45	8,7	9,6	9,5	4,200	-	175u3065	175u3066	-	4	20
T4	55	6,6	7,8	7,0	5,500	-	175u3070	175u3071	-	6	26
T4	75	4,2	5,7	5,5	7,000	-	-	-	175u3231	10	36

Tabel 7.8 T4, horizontaal remmen 10% belastingscyclus

FC 301				Verticaal remmen 40% belastingscyclus							
Gegevens frequentieomvormer				Gegevens remweerstand						Installatie	
						Onderdeelnummer Danfoss					
Type net	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Draad IP 54	Schroef-klem IP 21	Schroef-klem IP 65	Bolt connection IP20	Kabeldo-orsnede [mm²]	Therm-isch relais [A]
T4	0,37	1000	1121,4	1200	0,200	175u3101	-	-	-	1,5	0,4
T4	0,55	620	749,8	850	0,200	175u3308	-	-	-	1,5	0,5
T4	0,75	485	547,6	630	0,300	175u3309	-	-	-	1,5	0,7
T4	1,1	329	365,3	410	0,450	175u3310	175u3416	175u3415	-	1,5	1
T4	1,5	240	263,0	270	0,570	175u3311	175u3418	175u3417	-	1,5	1,4
T4	2,2	161	176,5	200	0,960	175u3312	175u3420	175u3419	-	1,5	2,1
T4	3	117	127,9	145	1,130	175u3313	175u3422	175u3421	-	1,5	2,7
T4	4	86,9	94,6	110	1,700	175u3314	175u3424	175u3423	-	1,5	3,7
T4	5,5	62,5	68,2	80	2,200	175u3315	175u3138	175u3139	-	1,5	5
T4	7,5	45,3	49,6	56	3,200	175u3316	175u3428	175u3427	-	1,5	7,1
T4	11	34,9	38,0	38	5,000	-	-	-	175u3236	1,5	11,5
T4	15	25,3	27,7	28	6,000	-	-	-	175u3237	2,5	14,7
T4	18,5	20,3	22,3	22	8,000	-	-	-	175u3238	4	19
T4	22	16,9	18,7	19	10,000	-	-	-	175u3203	4	23
T4	30	13,2	14,5	14	14,000	-	-	-	175u3206	10	32
T4	37	10,6	11,7	12	17,000	-	-	-	175u3210	10	38
T4	45	8,7	9,6	9,5	21,000	-	-	-	175u3213	16	47
T4	55	6,6	7,8	7,0	26,000	-	-	-	175u3216	25	61
T4	75	4,2	5,7	5,5	36,000	-	-	-	175u3219	35	81

Tabel 7.9 T4, verticaal remmen 40% belastingscyclus

7.2.5 Remweerstanden voor FC 302

FC 302				Horizontaal remmen 10% belastingscyclus							
Gegevens frequentieomvormer				Gegevens remweerstand						Installatie	
						Onderdeelnummer Danfoss					
Type net	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Draad IP 54	Schroef-klem IP 21	Schroef-klem IP 65	Bolt connection IP20	Kabeldo-orsnede [mm²]	Therm-isch relais [A]
T2	0,25	380	475,3	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	275	320,8	300	0,100	175u3006	-	-	-	1,5	0,6
T2	0,55	188	215,7	200	0,100	175u3011	-	-	-	1,5	0,7
T2	0,75	130	158,1	145	0,100	175u3016	-	-	-	1,5	0,8
T2	1,1	81,0	105,1	100	0,100	175u3021	-	-	-	1,5	0,9
T2	1,5	58,5	76,0	70	0,200	175u3026	-	-	-	1,5	1,6
T2	2,2	45,0	51,0	48	0,200	175u3031	-	-	-	1,5	1,9
T2	3	31,5	37,0	35	0,300	175u3325	-	-	-	1,5	2,7
T2	3,7	22,5	29,7	27	0,360	175u3326	175u3477	175u3478	-	1,5	3,5
T2	5,5	17,7	19,7	18	0,570	175u3327	175u3442	175u3441	-	1,5	5,3
T2	7,5	12,6	14,3	13,0	0,680	175u3328	175u3059	175u3060	-	1,5	6,8
T2	11	8,7	9,7	9,0	1,130	175u3329	175u3068	175u3069	-	2,5	10,5
T2	15	5,3	7,5	5,7	1,400	175u3330	175u3073	175u3074	-	4	14,7
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	1,700	175u3331	175u3483	175u3484	-	4	16
T2	22	3,2	5,0	3,5	2,200	175u3332	175u3080	175u3081	-	6	24
T2	30	3,0	3,7	3,5	2,800	175u3333	175u3448	175u3447	-	10	27
T2	37	2,4	3,0	2,8	3,200	175u3334	175u3086	175u3087	-	16	32

Tabel 7.10 T2, horizontaal remmen 10% belastingscyclus

FC 302				Verticaal remmen 40% belastingscyclus							
Gegevens frequentieomvormer				Gegevens remweerstand						Installatie	
						Onderdeelnummer Danfoss					
Type net	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Draad IP 54	Schroef-klem IP 21	Schroef-klem IP 65	Bolt connection IP20	Kabeldo-orsnede [mm²]	Therm-isch relais [A]
T2	0,25	380	475,3	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	275	320,8	300	0,200	175u3096	-	-	-	1,5	0,8
T2	0,55	188	215,7	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T2	0,75	130	158,1	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T2	1,1	81,0	105,1	100	0,450	175u3301	175u3402	175u3401	-	1,5	2
T2	1,5	58,5	76,0	70	0,570	175u3302	175u3404	175u3403	-	1,5	2,7
T2	2,2	45,0	51,0	48	0,960	175u3303	175u3406	175u3405	-	1,5	4,2
T2	3	31,5	37,0	35	1,130	175u3304	175u3408	175u3407	-	1,5	5,4
T2	3,7	22,5	29,7	27	1,400	175u3305	175u3410	175u3409	-	1,5	6,8
T2	5,5	17,7	19,7	18	2,200	175u3306	175u3412	175u3411	-	1,5	10,4
T2	7,5	12,6	14,3	13,0	3,200	175u3307	175u3414	175u3413	-	2,5	14,7
T2	11	8,7	9,7	9,0	5,500	-	175u3176	175u3177	-	4	23
T2	15	5,3	7,5	5,7	6,000	-	-	-	175u3233	10	33
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	8,000	-	-	-	175u3234	10	38
T2	22	3,2	5,0	3,5	9,000	-	-	-	175u3235	16	51
T2	30	3,0	3,7	3,5	14,000	-	-	-	175u3224	25	63
T2	37	2,4	3,0	2,8	17,000	-	-	-	175u3227	35	78

Tabel 7.11 T2, verticaal remmen 40% belastingscyclus

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Alle rechten voorbehouden.

FC 302				Horizontaal remmen 10% belastingscyclus							
Gegevens frequentieomvormer				Gegevens remweerstand						Installatie	
						Onderdeelnummer Danfoss					
Type net	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Draad IP 54	Schroef-klem IP 21	Schroef-klem IP 65	Bolt connection IP20	Kabeldo-orsnede [mm²]	Therm-isch relais [A]
T5	0,37	1000	1389,2	1200	0,100	175u3000	-	-	-	1,5	0,3
T5	0,55	620	928,8	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T5	0,75	558	678,3	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T5	1,1	382	452,5	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T5	1,5	260	325,9	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T5	2,2	189	218,6	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T5	3	135	158,5	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T5	4	99,0	117,2	110	0,450	175u3335	175u3450	175u3449	-	1,5	1,9
T5	5,5	72,0	84,4	80	0,570	175u3336	175u3452	175u3451	-	1,5	2,5
T5	7,5	50,0	61,4	56	0,680	175u3337	175u3027	175u3028	-	1,5	3,3
T5	11	36,0	41,2	38	1,130	175u3338	175u3034	175u3035	-	1,5	5,2
T5	15	27,0	30,0	28	1,400	175u3339	175u3039	175u3040	-	1,5	6,7
T5	18,5	20,3	24,2	22	1,700	175u3340	175u3047	175u3048	-	1,5	8,3
T5	22	18,0	20,3	19	2,200	175u3357	175u3049	175u3050	-	1,5	10,1
T5	30	13,4	15,8	14	2,800	175u3341	175u3055	175u3056	-	2,5	13,3
T5	37	10,8	12,7	12	3,200	175u3359	175u3061	175u3062	-	2,5	15,3
T5	45	8,8	10,4	9,5	4,200	-	175u3065	175u3066	-	4	20
T5	55	6,5	8,5	7,0	5,500	-	175u3070	175u3071	-	6	26
T5	75	4,2	6,2	5,5	7,000	-	-	-	175u3231	10	36

Tabel 7.12 T5, horizontaal remmen 10% belastingscyclus

FC 302				Verticaal remmen 40% belastingscyclus							
Gegevens frequentieomvormer				Gegevens remweerstand						Installatie	
						Onderdeelnummer Danfoss					
Type net	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Draad IP 54	Schroef-klem IP 21	Schroef-klem IP 65	Bolt connection IP20	Kabeldo-orsnede [mm²]	Therm-isch relais [A]
T5	0,37	1000	1389,2	1200	0,200	175u3101	-	-	-	1,5	0,4
T5	0,55	620	928,8	850	0,200	175u3308	-	-	-	1,5	0,5
T5	0,75	558	678,3	630	0,300	175u3309	-	-	-	1,5	0,7
T5	1,1	382	452,5	410	0,450	175u3310	175u3416	175u3415	-	1,5	1
T5	1,5	260	325,9	270	0,570	175u3311	175u3418	175u3417	-	1,5	1,4
T5	2,2	189	218,6	200	0,960	175u3312	175u3420	175u3419	-	1,5	2,1
T5	3	135	158,5	145	1,130	175u3313	175u3422	175u3421	-	1,5	2,7
T5	4	99,0	117,2	110	1,700	175u3314	175u3424	175u3423	-	1,5	3,7
T5	5,5	72,0	84,4	80	2,200	175u3315	175u3138	175u3139	-	1,5	5
T5	7,5	50,0	61,4	56	3,200	175u3316	175u3428	175u3427	-	1,5	7,1
T5	11	36,0	41,2	38	5,000	-	-	-	175u3236	1,5	11,5
T5	15	27,0	30,0	28	6,000	-	-	-	175u3237	2,5	14,7
T5	18,5	20,3	24,2	22	8,000	-	-	-	175u3238	4	19
T5	22	18,0	20,3	19	10,000	-	-	-	175u3203	4	23
T5	30	13,4	15,8	14	14,000	-	-	-	175u3206	10	32
T5	37	10,8	12,7	12	17,000	-	-	-	175u3210	10	38
T5	45	8,8	10,4	9,5	21,000	-	-	-	175u3213	16	47
T5	55	6,5	8,5	7,0	26,000	-	-	-	175u3216	25	61
T5	75	4,2	6,2	5,5	36,000	-	-	-	175u3219	35	81

Tabel 7.13 T5, verticaal remmen 40% belastingscyclus

FC 302				Horizontaal remmen 10% belastingscyclus							
Gegevens frequentieomvormer				Gegevens remweerstand						Installatie	
						Onderdeelnummer Danfoss					
Type net	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Draad IP 54	Schroef-klem IP 21	Schroef-klem IP 65	Bolt connection IP20	Kabeldo-orsnede [mm²]	Therm-isch relais [A]
T6	0,75	620	914,2	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T6	1,1	550	611,3	570	0,100	175u3003	-	-	-	1,5	0,4
T6	1,5	380	441,9	415	0,200	175u3005	-	-	-	1,5	0,7
T6	2,2	260	296,4	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T6	3	189	214,8	200	0,300	175u3342	-	-	-	1,5	1,1
T6	4	135	159,2	145	0,450	175u3343	175u3012	175u3013	-	1,5	1,7
T6	5,5	99,0	114,5	100	0,570	175u3344	175u3136	175u3137	-	1,5	2,3
T6	7,5	69,0	83,2	72	0,680	175u3345	175u3456	175u3455	-	1,5	2,9
T6	11	48,6	56,1	52	1,130	175u3346	175u3458	175u3457	-	1,5	4,4
T6	15	35,1	40,8	38	1,400	175u3347	175u3460	175u3459	-	1,5	5,7
T6	18,5	27,0	32,9	31	1,700	175u3348	175u3037	175u3038	-	1,5	7
T6	22	22,5	27,6	27	2,200	175u3349	175u3043	175u3044	-	1,5	8,5
T6	30	17,1	21,4	19	2,800	175u3350	175u3462	175u3461	-	2,5	11,4
T6	37	13,5	17,3	14	3,200	175u3358	175u3464	175u3463	-	2,5	14,2
T6	45	10,8	14,2	13,5	4,200	-	175u3057	175u3058	-	4	17
T6	55	8,8	11,6	11	5,500	-	175u3063	175u3064	-	6	21
T6	75	6,6	8,4	7,0	7,000	-	-	-	175u3245	10	32

Tabel 7.14 T6, horizontaal remmen 10% belastingscyclus

FC 302				Verticaal remmen 40% belastingscyclus							
Gegevens frequentieomvormer				Gegevens remweerstand						Installatie	
						Onderdeelnummer Danfoss					
Type net	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Draad IP 54	Schroef-klem IP 21	Schroef-klem IP 65	Bolt connection IP20	Kabeldo-orsnede [mm²]	Therm-isch relais [A]
T6	0,75	620	914,2	850	0,280	175u3317	175u3104	175u3105	-	1,5	0,6
T6	1,1	550	611,3	570	0,450	175u3318	175u3430	175u3429	-	1,5	0,9
T6	1,5	380	441,9	415	0,570	175u3319	175u3432	175u3431	-	1,5	1,1
T6	2,2	260	296,4	270	0,960	175u3320	175u3434	175u3433	-	1,5	1,8
T6	3	189	214,8	200	1,130	175u3321	175u3436	175u3435	-	1,5	2,3
T6	4	135	159,2	145	1,700	175u3322	175u3126	175u3127	-	1,5	3,3
T6	5,5	99,0	114,5	100	2,200	175u3323	175u3438	175u3437	-	1,5	4,4
T6	7,5	69,0	83,2	72	3,200	175u3324	175u3440	175u3439	-	1,5	6,3
T6	11	48,6	56,1	52	5,500	-	175u3148	175u3149	-	1,5	9,7
T6	15	35,1	40,8	38	6,000	-	-	-	175u3239	2,5	12,6
T6	18,5	27,0	32,9	31	8,000	-	-	-	175u3240	4	16
T6	22	22,5	27,6	27	10,000	-	-	-	175u3200	4	19
T6	30	17,1	21,4	19	14,000	-	-	-	175u3204	10	27
T6	37	13,5	17,3	14	17,000	-	-	-	175u3207	10	35
T6	45	10,8	14,2	13,5	21,000	-	-	-	175u3208	16	40
T6	55	8,8	11,6	11	26,000	-	-	-	175u3211	25	49
T6	75	6,6	8,4	7,0	30,000	-	-	-	175u3241	35	66

Tabel 7.15 T6, verticaal remmen 40% belastingscyclus

FC 302				Verticaal remmen 40% belastingscyclus							
Gegevens frequentieomvormer				Gegevens remweerstand						Installatie	
						Onderdeelnummer Danfoss					
Type net	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Draad IP 54	Schroef-klem IP 21	Schroef-klem IP 65	Bolt connection IP20	Kabeldo-orsnede [mm²]	Therm-isch relais [A]
T7	1,1	620	830	630	0,360	-	175u3108	175u3109	-	1,5	0,8
T7	1,5	513	600	570	0,570	-	175u3110	175u3111	-	1,5	1
T7	2,2	340	403	415	0,790	-	175u3112	175u3113	-	1,5	1,3
T7	3	243	292	270	1,130	-	175u3118	175u3119	-	1,5	2
T7	4	180	216	200	1,700	-	175u3122	175u3123	-	1,5	2,8
T7	5,5	130	156	145	2,200	-	175u3106	175u3107	-	1,5	3,7
T7	7,5	94	113	105	3,200	-	175u3132	175u3133	-	1,5	5,2
T7	11	69,7	76,2	72	4,200	-	175u3142	175u3143	-	1,5	7,2
T7	15	46,8	55,5	52	6,000	-	-	-	175u3242	2,5	10,8
T7	18,5	36,0	44,7	42	8,000	-	-	-	175u3243	2,5	13,9
T7	22	29,0	37,5	31	10,000	-	-	-	175u3244	4	18
T7	30	22,5	29,1	27	14,000	-	-	-	175u3201	10	23
T7	37	18,0	23,5	22	17,000	-	-	-	175u3202	10	28
T7	45	13,5	19,3	15,5	21,000	-	-	-	175u3205	16	37
T7	55	13,5	15,7	13,5	26,000	-	-	-	175u3209	16	44
T7	75	8,8	11,5	11	36,000	-	-	-	175u3212	25	57

Tabel 7.16 T7, verticaal remmen 40% belastingscyclus

Horizontaal remmen: belastingscyclus van 10% en een herhalingsfrequentie van maximaal 120 s op basis van het referentieremprofiel. Het gemiddelde vermogen komt overeen met 6%.

Verticaal remmen: belastingscyclus van 40% en een herhalingsfrequentie van maximaal 120 s op basis van het referentieremprofiel. Het gemiddelde vermogen komt overeen met 27%.

Kabeldoorsnede: aanbevolen minimale waarde op basis van pvc-geïsoleerde koperen kabel, omgevingstemperatuur van 30 °C met normale warmtedissipatie.

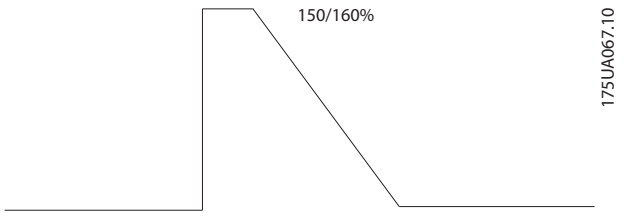
Alle bekabeling moet voldoen aan de nationale en lokale voorschriften ten aanzien van kabeldoorsneden en omgevingstemperatuur.

Thermisch relais: instelling remstroom van extern thermisch relais. Alle weerstanden hebben een ingebouwd thermisch relais (NC).

De IP 54-uitvoering wordt geleverd met 1000 mm vaste niet-afgeschermde kabel. Verticale en horizontale montage. Reductie vereist bij horizontale montage.

IP 21 & IP 65 worden geleverd met een schroefklem voor het aansluiten van de kabel. Verticale en horizontale montage. Reductie vereist bij horizontale montage.

De IP 20-uitvoering wordt geleverd met boutaansluiting voor het aansluiten van de kabel. Vloermontage.



Afbeelding 7.2 Horizontale belastingen

Afbeelding 7.3 Verticale belastingen

7.2.6 Andere flatpackremweerstanden

				Flatpack IP 65 voor horizontale transportbanden		
FC 301	P_m	R_{min}	$R_{br,\ nom}$	R_{rec} per stuk	Belastingscyclus	Bestelnr.
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω//W]	[%]	175Uxxxx
PK25	0,25	368	416	430/100	40	1002
PK37	0,37	248	281	330/100 of 310/200	27 of 55	1003 of 0984
PK55	0,55	166	189	220/100 of 210/200	20 of 37	1004 of 0987
PK75	0,75	121	138	150/100 of 150/200	14 of 27	1005 of 0989
P1K1	1,1	81,0	92	100/100 of 100/200	10 of 19	1006 of 0991
P1K5	1,5	58,5	66,5	72/200	14	0992
P2K2	2,2	40,2	44,6	50/200	10	0993
P3K0	3	29,1	32,3	35/200 of 72/200	7 of 14	0994 of 2 x 0992
P3K7	3,7	22,5	25,9	60/200	11	2 x 0996

Tabel 7.17 Andere flatpackweerstanden voor frequentieomvormers met netvoeding
Netvoeding FC 301: 200-240 V (T2)

7

				Flatpack IP 65 voor horizontale transportbanden		
FC 302	P_m	R_{min}	$R_{br.\ nom}$	R_{rec} per stuk	Belastingscyclus	Bestelnr.
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	[%]	175Uxxxx
PK25	0,25	380	475	430/100	40	1002
PK37	0,37	275	321	330/100 of 310/200	27 of 55	1003 of 0984
PK55	0,55	188	216	220/100 of 210/200	20 of 37	1004 of 0987
PK75	0,75	130	158	150/100 of 150/200	14 of 27	1005 of 0989
P1K1	1,1	81,0	105,1	100/100 of 100/200	10 of 19	1006 of 0991
P1K5	1,5	58,5	76,0	72/200	14	0992
P2K2	2,2	45,0	51,0	50/200	10	0993
P3K0	3	31,5	37,0	35/200 of 72/200	7 of 14	0994 of 2 x 0992
P3K7	3,7	22,5	29,7	60/200	11	2 x 0996

Tabel 7.18 Andere flatpackweerstanden voor frequentieomvormers met netvoeding
Netvoeding FC 302: 200-240 V (T2)

				Flatpack IP 65 voor horizontale transportbanden		
FC 301	P_m	R_{min}	$R_{br.\ nom}$	R_{rec} per stuk	Belastingscyclus	Bestelnr.
T4	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	[%]	175Uxxxx
PK37	0,37	620	1121	830/100	30	1000
PK55	0,55	620	750	830/100	20	1000
PK75	0,75	485	548	620/100 of 620/200	14 of 27	1001 of 0982
P1K1	1,1	329	365	430/100 of 430/200	10 of 20	1002 of 0983
P1K5	1,5	240,0	263,0	310/200	14	0984
P2K2	2,2	161,0	176,5	210/200	10	0987
P3K0	3	117,0	127,9	150/200 of 300/200	7 of 14	0989 of 2 x 0985
P4K0	4	87	95	240/200	10	2 x 0986
P5K5	5,5	63	68	160/200	8	2 x 0988
P7K5	7,5	45	50	130/200	6	2 x 0990
P11K	11	34,9	38,0	80/240	5	2 x 0090
P15K	15	25,3	27,7	72/240	4	2 x 0091

Tabel 7.19 Andere flatpackweerstanden voor frequentieomvormers met netvoeding
Netvoeding FC 301: 380-480 V (T4)

FC 302	P_m	R_{min}	$R_{br.\ nom}$	Flatpack IP 65 voor horizontale transportbanden		
				R_{rec} per stuk	Belastingscyclus	Bestelnr.
T5	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	[%]	175Uxxxx
PK37	0,37	620	1389	830/100	30	1000
PK55	0,55	620	929	830/100	20	1000
PK75	0,75	558	678	620/100 of 620/200	14 of 27	1001 of 0982
P1K1	1,1	382	453	430/100 of 430/200	10 of 20	1002 of 0983
P1K5	1,5	260,0	325,9	310/200	14	0984
P2K2	2,2	189,0	218,6	210/200	10	0987
P3K0	3	135,0	158,5	150/200 of 300/200	7 of 14	0989 of 2 x 0985
P4K0	4	99	117	240/200	10	2 x 0986
P5K5	5,5	72	84	160/200	8	2 x 0988
P7K5	7,5	50	61	130/200	6	2 x 0990
P11K	11	36,0	41,2	80/240	5	2 x 0090
P15K	15	27,0	30,0	72/240	4	2 x 0091

Tabel 7.20 Andere flatpackweerstanden voor frequentieomvormers met netvoeding
Netvoeding FC 302: 380-500 V (T5)

IP 65 is een flatpacktype met vaste kabel.

7.2.7 Harmonischenfilters

Harmonischenfilters worden gebruikt om de harmonischen in het elektriciteitsnet te beperken.

- AHF 010: 10% stroomvervorming
- AHF 005: 5% stroomvervorming

Koeling en ventilatie
IP 20: gekoeld door natuurlijke convectie of met ingebouwde ventilatoren. IP 00: aanvullende geforceerde koeling is vereist. Zorg tijdens het installeren voor voldoende luchtstroming door het filter om oververhitting van het filter te voorkomen. Een minimale luchtstroom van 2 m/s door het filter is vereist.

Nominaal vermogen en nominale stroom		Standaard motor	Nominale filter-stroom	Bestelnr. AHF 005		Bestelnr. AHF 010	
			50 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
PK37-P4K0	1,2-9	3	10	130B1392	130B1229	130B1262	130B1027
P5K5-P7K5	14,4	7,5	14	130B1393	130B1231	130B1263	130B1058
P11K	22	11	22	130B1394	130B1232	130B1268	130B1059
P15K	29	15	29	130B1395	130B1233	130B1270	130B1089
P18K	34	18,5	34	130B1396	130B1238	130B1273	130B1094
P22K	40	22	40	130B1397	130B1239	130B1274	130B1111
P30K	55	30	55	130B1398	130B1240	130B1275	130B1176
P37K	66	37	66	130B1399	130B1241	130B1281	130B1180
P45K	82	45	82	130B1442	130B1247	130B1291	130B1201
P55K	96	55	96	130B1443	130B1248	130B1292	130B1204
P75K	133	75	133	130B1444	130B1249	130B1293	130B1207

Tabel 7.21 Harmonischenfilters voor 380-415 V, 50 Hz

Nominaal vermogen en nominale stroom		Standaard motor	Nominale filter-stroom	Bestelnr. AHF 005		Bestelnr. AHF 010	
			60 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
PK37-P4K0	1,2-9	3	10	130B3095	130B2857	130B2874	130B2262
P5K5-P7K5	14,4	7,5	14	130B3096	130B2858	130B2875	130B2265
P11K	22	11	22	130B3097	130B2859	130B2876	130B2268
P15K	29	15	29	130B3098	130B2860	130B2877	130B2294
P18K	34	18,5	34	130B3099	130B2861	130B3000	130B2297
P22K	40	22	40	130B3124	130B2862	130B3083	130B2303
P30K	55	30	55	130B3125	130B2863	130B3084	130B2445
P37K	66	37	66	130B3026	130B2864	130B3085	130B2459
P45K	82	45	82	130B3127	130B2865	130B3086	130B2488
P55K	96	55	96	130B3128	130B2866	130B3087	130B2489
P75K	133	75	133	130B3129	130B2867	130B3088	130B2498

Tabel 7.22 Harmonischenfilters voor 380-415 V, 60 Hz

7

Nominaal vermogen en nominale stroom		Standaard motor	Nominale filter-stroom	Bestelnr. AHF 005		Bestelnr. AHF 010	
			60 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
PK37-P4K0	1-7,4	3	10	130B1787	130B1752	130B1770	130B1482
P5K5-P7K5	9,9 + 13	7,5	14	130B1788	130B1753	130B1771	130B1483
P11K	19	11	19	130B1789	130B1754	130B1772	130B1484
P15K	25	15	25	130B1790	130B1755	130B1773	130B1485
P18K	31	18,5	31	130B1791	130B1756	130B1774	130B1486
P22K	36	22	36	130B1792	130B1757	130B1775	130B1487
P30K	47	30	48	130B1793	130B1758	130B1776	130B1488
P37K	59	37	60	130B1794	130B1759	130B1777	130B1491
P45K	73	45	73	130B1795	130B1760	130B1778	130B1492
P55K	95	55	95	130B1796	130B1761	130B1779	130B1493
P75K	118	75	118	130B1797	130B1762	130B1780	130B1494

Tabel 7.23 Harmonischenfilters voor 440-480 V, 60 Hz

Nominaal vermogen en nominale stroom		Standaard motor	Nominale filter-stroom	Bestelnr. AHF 005		Bestelnr. AHF 010	
			60 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
P11K	15	10	15	130B5261	130B5246	130B5229	130B5212
P15K	19	16,4	20	130B5262	130B5247	130B5230	130B5213
P18K	24	20	24	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
P22K	29	24	29	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
P30K	36	33	36	130B5265	130B5250	130B5233	130B5216
P37K	49	40	50	130B5266	130B5251	130B5234	130B5217
P45K	58	50	58	130B5267	130B5252	130B5235	130B5218
P55K	74	60	77	130B5268	130B5253	130B5236	130B5219
P75K	85	75	87	130B5269	130B5254	130B5237	130B5220

Tabel 7.24 Harmonischenfilters voor 600 V, 60 Hz

Nominaal vermogen en nominale stroom		Standaard motor	Nominaal vermogen en nominale stroom		Standaard motor	Nominale filterstroom	Bestelnr. AHF 005		Bestelnr. AHF 010	
500-550 V			551-690 V			50 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
P11K	15	7,5	P15K	16	15	15	130B5000	130B5088	130B5297	130B5280
P15K	19,5	11	P18K	20	18,5	20	130B5017	130B5089	130B5298	130B5281
P18K	24	15	P22K	25	22	24	130B5018	130B5090	130B5299	130B5282
P22K	29	18,5	P30K	31	30	29	130B5019	130B5092	130B5302	130B5283
P30K	36	22	P37K	38	37	36	130B5021	130B5125	130B5404	130B5284
P37K	49	30	P45K	48	45	50	130B5022	130B5144	130B5310	130B5285
P45K	59	37	P55K	57	55	58	130B5023	130B5168	130B5324	130B5286
P55K	71	45	P75K	76	75	77	130B5024	130B5169	130B5325	130B5287
P75K	89	55				87	130B5025	130B5170	130B5326	130B5288

Tabel 7.25 Harmonischenfilters voor 500-690 V, 50 Hz

7.2.8 Sinusfilters

Nominaal vermogen en nominale stroom van frequentieomvormer						Nominale filterstroom			Schakelfrequentie	Bestelnr.	
200-240 V		380-440 V		441-500 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23[1)]
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[kHz]		
-	-	0,37	1,3	0,37	1,1	2,5	2,5	2	5	130B2404	130B2439
0,25	1,8	0,55	1,8	0,55	1,6						
0,37	2,4	0,75	2,4	0,75	2,1						
		1,1	3	1,1	3	4,5	4	3,5	5	130B2406	130B2441
0,55	3,5	1,5	4,1	1,5	3,4						
0,75	4,6	2,2	5,6	2,2	4,8	8	7,5	5,5	5	130B2408	130B2443
1,1	6,6	3	7,2	3	6,3						
1,5	7,5	-	-	-	-						
-	-	4	10	4	8,2	10	9,5	7,5	5	130B2409	130B2444
2,2	10,6	5,5	13	5,5	11	17	16	13	5	130B2411	130B2446
3	12,5	7,5	16	7,5	14,5						
3,7	16,7	-	-	-	-						
5,5	24,2	11	24	11	21	24	23	18	4	130B2412	130B2447
7,5	30,8	15	32	15	27	38	36	28,5	4	130B2413	130B2448
		18,5	37,5	18,5	34						
11	46,2	22	44	22	40	48	45,5	36	4	130B2281	130B2307
15	59,4	30	61	30	52	62	59	46,5	3	130B2282	130B2308
18,5	74,8	37	73	37	65	75	71	56	3	130B2283	130B2309
22	88	45	90	55	80	115	109	86	3	130B3179	130B3181*
30	115	55	106	75	105						
37	143	75	147	90	130	180	170	135	3	130B3182	130B3183*
45	170	90	177								

Tabel 7.26 Sinusfilters voor frequentieomvormers met 380-500 V

*[1)] Met * gemarkeerde bestelnummers zijn IP 23.*

Nominaal vermogen en nominale stroom van frequentieomvormer						Nominale filterstroom			Schakelfrequentie	Bestelnr.	
525-600 V		690 V		525-550 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23[1]
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	kHz		
0,75	1,7	1,1	1,6	-	-	4,5	4	3	4	130B7335	130B7356
1,1	2,4	1,5	2,2								
1,5	2,7	2,2	3,2								
2,2	3,9	3,0	4,5								
3	4,9	4,0	5,5	-	-	10	9	7	4	130B7289	130B7324
4	6,1	5,5	7,5								
5,5	9	7,5	10								
7,5	11	11	13	7,5	14	13	12	9	3	130B3195	130B3196
11	18	15	18	11	19	28	26	21	3	130B4112	130B4113
15	22	18,5	22	15	23						
18,5	27	22	27	18	28						
22	34	30	34	22	36	45	42	33	3	130B4114	130B4115
30	41	37	41	30	48						
37	52	45	52	37	54	76	72	57	3	130B4116	130B4117*
45	62	55	62	45	65						
55	83	75	83	55	87	115	109	86	3	130B4118	130B4119*
75	100	90	100	75	105						
90	131	-	-	90	137	165	156	124	2	130B4121	130B4124*

Tabel 7.27 Sinusfilters voor frequentieomvormers met 525-690 V

*[1] Met * gemarkeerde bestelnummers zijn IP 23.*

Parameter	Instelling
14-00 Schakelpatroon	[1] SFAVM
14-01 Schakelfrequentie	In te stellen op basis van het betreffende filter. De waarde is te vinden op het productlabel en in de handleiding van het uitgangsfilter. Bij gebruik van sinusfilters mag de schakelfrequentie niet lager zijn dan is gespecificeerd voor het betreffende filter
14-55 Uitgangsfilter	[2] Sinusfilter vast
14-56 Capaciteit uitgangsfilter	In te stellen op basis van het betreffende filter. De waarde is te vinden op het productlabel en in de handleiding van het uitgangsfilter (alleen vereist bij werking in Fluxmodus)
14-57 Inductantie uitgangsfilter	In te stellen op basis van het betreffende filter. De waarde is te vinden op het productlabel en in de handleiding van het uitgangsfilter (alleen vereist bij werking in Fluxmodus)

Tabel 7.28 Parameterinstellingen bij gebruik van sinusfilter

7.2.9 dU/dt-filters

Nominale waarden frequentieomvormer [V]										Nominale filterstroom [V]				Bestelnr.		
200-240		380-440		441-500		525-550		551-690		380 bij 60 Hz 200-400/ 440 bij 50 Hz	460/480 bij 60 Hz 500/525 bij 50 Hz	575/600 bij 60 Hz	690 bij 50 Hz	IP00	IP20*	IP54
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]			
3	12,5	5,5	13	5,5	11	5,5	9,5	1,1	1,6	17	15	13	10	n.v.t.	130B7367*	n.v.t.
3,7	16	7,5	16	7,5	14,5	7,5	11,5	1,5	2,2							
-	-	-	-	-	-	-	-	2,2	3,2							
								3	4,5							
								4	5,5							
								5,5	7,5							
								7,5	10							
5,5	24,2	11	24	11	21	7,5	14	11	13	44	40	32	27	130B2835	130B2836	130B2837
7,5	30,8	15	32	15	27	11	19	15	18							
-	-	18,5	37,5	18,5	34	15	23	18,5	22							
-	-	22	44	22	40	18,5	28	22	27							
11	46,2	30	61	30	52	30	43	30	34	90	80	58	54	130B2838	130B2839	130B2840
15	59,4	37	73	37	65	37	54	37	41							
18,5	74,8	45	90	55	80	45	65	45	52							
22	88	-	-	-	-	-	-	-	-							
-	-	55	106	75	105	55	87	55	62	106	105	94	86	103B2841	103B2842	103B2843
-	-							75	83							
30	115	75	147	90	130	75	113	90	108	177	160	131	108	130B2844	130B2845	130B2846
37	143	90	177	-	-	90	137	-	-							
45	170	-	-	-	-	-	-	-	-							
* Speciale A3-behuizingstypen die geschikt zijn voor paneelmontage en boekvormmontage. Aansluiting op frequentieomvormer via vaste afgeschermde kabel.																

Tabel 7.29 dU/dt-filters voor 200-690 V

Parameter	Instelling
14-01 Schakelfrequentie	Het gebruik van een hogere bedrijfsschakelfrequentie dan is gespecificeerd voor het betreffende filter wordt niet aanbevolen
14-55 Uitgangsfilter	[0] Geen filter
14-56 Capaciteit uitgangsfilter	Niet gebruikt
14-57 Inductantie uitgangsfilter	Niet gebruikt

Tabel 7.30 Parameterinstellingen bij gebruik van dU/dt-filter

8 Mechanische installatie

8.1 Veiligheid

Zie *hoofdstuk 2 Veiligheid* voor algemene veiligheidsvoorschriften.

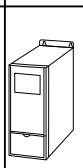
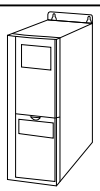
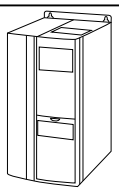
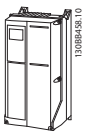
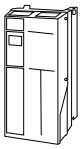
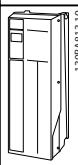
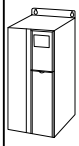
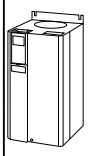
⚠WAARSCHUWING

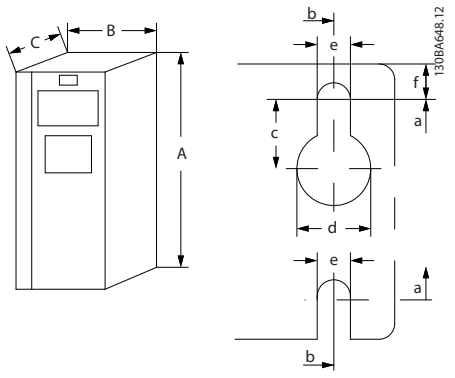
Houd rekening met de aanwijzingen m.b.t. het inbouwen en de montageset voor externe installatie. De informatie in deze lijst moet in acht worden genomen om ernstig letsel of schade aan apparatuur te voorkomen, met name bij de installatie van grote eenheden.

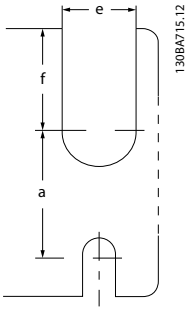
LET OP

De frequentieomvormer wordt gekoeld door middel van luchtcirculatie.
Om oververhitting van de eenheid te voorkomen, mag de omgevingstemperatuur NIET hoger zijn dan de maximumtemperatuur die is opgegeven voor de frequentieomvormer en mag de gemiddelde temperatuur over 24 uur NIET worden overschreden. De maximumtemperatuur is te vinden in *hoofdstuk 6.2.3 Omgevingscondities*. De gemiddelde temperatuur over 24 uur ligt 5 °C onder de maximumtemperatuur.

8.2 Mechanische afmetingen

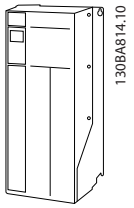
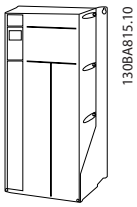
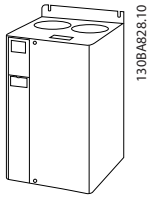
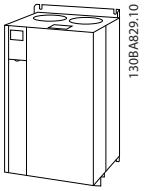
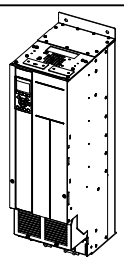
Type behuizing		A1	A2		A3		A4	A5	B1	B2	B3	B4
Power [kW]	200-240 V	0,25-1,5	0.25-2.2		3-3,7		0.25-2.2	0.25-3.7	5.5-7.5	11	5.5-7.5	11-15
	380-480/500 V	0.37-1.5	0.37-4.0		5.5-7.5		0,37-4	0.37-7.5	11-15	18,5-22	11-15	18,5-30
	525-600 V				0.75-7.5			0.75-7.5	11-15	18,5-22	11-15	18,5-30
	525-690 V				1.1-7.5					11-22		11-30
Afbeeldingen												
IP		20	20	21	20	21	55/66	55/66	21/55/66	21/55/66	20	20
NEMA		Chassis	Chassis	Type 1	Chassis	Type 1	Type 12/4X	Type 12/4X	Type 1/12/4X	Type 1/12/4X	Chassis	Chassis
Hoogte [mm]												
Hoogte van achterwand	A	200	268	375	268	375	390	420	480	650	399	520
Hoogte met ontkoppelingsplaat voor veldbuskabels	A	316	374	-	374	-	-	-	-	-	420	595
Afstand tussen bevestigingsgaten	a	190	257	350	257	350	401	402	454	624	380	495
Breedte [mm]												
Breedte van achterwand	B	75	90	90	130	130	200	242	242	242	165	230
Breedte van achterwand met één C-optie	B	-	130	130	170	170	-	242	242	242	205	230
Breedte van achterwand met 2 C-opties	B	-	150	150	190	190	-	242	242	242	225	230
Afstand tussen bevestigingsgaten	b	60	70	70	110	110	171	215	210	210	140	200
Diepte [mm]												
Diepte zonder optie A/B	C	207	205	207	205	207	175	200	260	260	249	242
Met optie A/B	C	222	220	222	220	222	175	200	260	260	262	242
Schroefgaten [mm]												
	c	6,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,25	8,25	12	12	8	-
	d	ø8	ø11	ø11	ø11	ø11	ø12	ø12	ø19	ø19	12	-
	e	ø5	ø5,5	ø5,5	ø5,5	ø5,5	ø6,5	ø6,5	ø9	ø9	6,8	8,5
	f	5	9	9	6,5	6,5	6	9	9	9	7,9	15
Maximumgewicht [kg]		2,7	4,9	5,3	6,6	7,0	9,7	13.5/14.2	23	27	12	23,5
Aanhaalmoment frontpaneel [Nm]												
Kunststof afdekking (lage IP-klasse)		Klik	Klik		Klik		-	-	Klik	Klik	Klik	Klik
Metalen afdekking (IP 55/66)		-	-		-		1,5	1,5	2,2	2,2	-	-

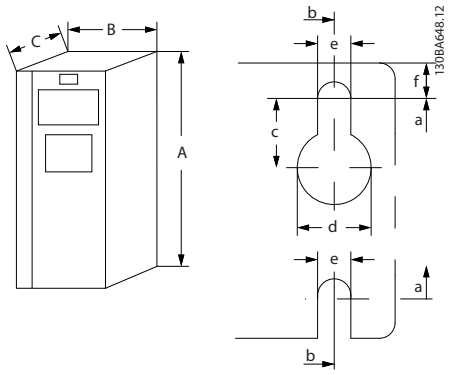


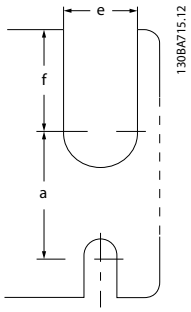


Afbeelding 8.1 Bovenste en onderste bevestigingsgaten (alleen B4, C3 en C4)

Tabel 8.1 Mechanische afmetingen, behuizingstype A en B

Type behuizing			C1	C2	C3	C4	D3h
Power [kW]	200-240 V		15-22	30-37	18,5-22	30-37	-
	380-480/500 V		30-45	55-75	37-45	55-75	-
	525-600 V		30-45	55-90	37-45	55-90	-
	525-690 V			30-75	37-45		55-75
Afbeeldingen							
IP			21/55/66	21/55/66	20	20	20
NEMA			Type 1/12/4X	Type 1/12/4X	Chassis	Chassis	Chassis
Hoogte [mm]							
Hoogte van achterwand		A	680	770	550	660	909
Hoogte met ontkoppelingsplaat voor veldbuskabels		A	-	-	630	800	-
Afstand tussen bevestigingsgaten		a	648	739	521	631	-
Breedte [mm]							
Breedte van achterwand		B	308	370	308	370	250
Breedte van achterwand met één C-optie		B	308	370	308	370	-
Breedte van achterwand met 2 C-opties		B	308	370	308	370	-
Afstand tussen bevestigingsgaten		b	272	334	270	330	-
Diepte [mm]							
Diepte zonder optie A/B		C	310	335	333	333	275
Met optie A/B		C	310	335	333	333	275
Schroefgaten [mm]							
		c	12,5	12,5	-	-	-
		d	ø19	ø19	-	-	-
		e	ø9	ø9	8,5	8,5	-
		f	9,8	9,8	17	17	-
Maximumgewicht [kg]			45	65	35	50	62
Aanhaalmoment frontpaneel [Nm]							
Kunststof afdekking (lage IP-klasse)			Klik	Klik	2,0	2,0	-
Metalen afdekking (IP 55/66)			2,2	2,2	2,0	2,0	-





Afbeelding 8.1 Bovenste en onderste bevestigingsgaten (alleen B4, C3 en C4)

Tabel 8.2 Mechanische afmetingen, behuizingstype C en D

LET OP

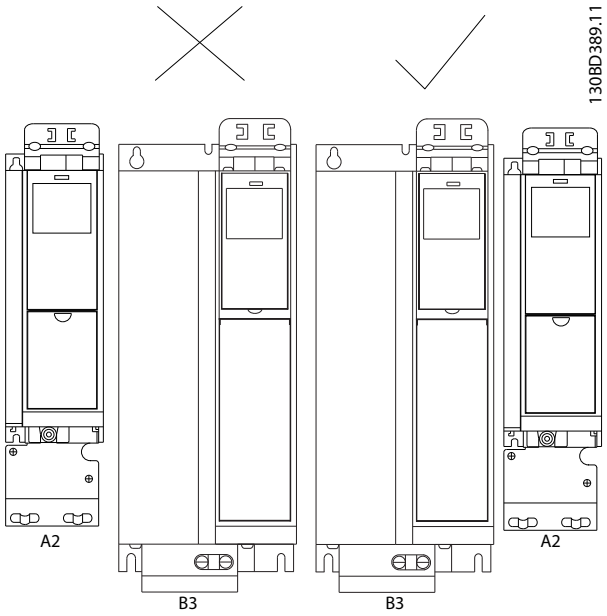
De accessoiretas met de benodigde montagebeugels, schroeven en aansluitingen worden meegeleverd met de frequentieomvormer.

8.2.1 Mechanische bevestiging

8.2.1.1 Vrije ruimte

Alle behuizingstypen zijn geschikt voor zij-aan-zij-installatie, tenzij een IP 21/IP 4X/Type 1-behuizingsset wordt gebruikt (zie *hoofdstuk 11 Opties en accessoires*).

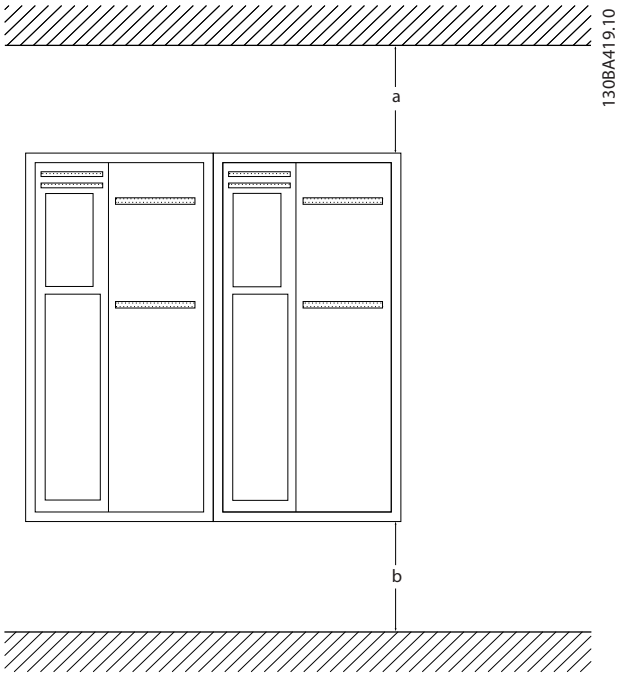
Zij-aan-zij-installatie
De IP 20-behuizingen A en B kunnen naast elkaar worden geïnstalleerd zonder enige tussenruimte, maar de montagevolgorde is wel van belang. *Afbeelding 8.1* laat zien hoe de frames correct worden gemonteerd.



Afbeelding 8.1 Correcte zij-aan-zij-installatie

Als de IP 21-behuizingsset wordt gebruikt voor behuizingstype A1, A2 of A3, moet er tussen de frequentieomvormers een vrije ruimte zijn van minimaal 50 mm

Voor optimale koelomstandigheden moet de lucht boven en onder de frequentieomvormer vrij kunnen circuleren. Zie *Tabel 8.3*.



Afbeelding 8.2 Vrije ruimte

Behuizingstype	A1*/A2/A3/A4/ A5/B1	B2/B3/B4/ C1/C3	C2/C4
a [mm]	100	200	225
b [mm]	100	200	225

Tabel 8.3 Vrije ruimte voor de diverse behuizingstypen

8.2.1.2 wandmontage

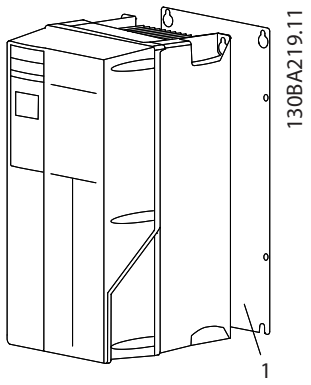
Bij montage op een massieve achterwand is de installatie heel eenvoudig.

1. Boor gaten overeenkomstig de vermelde afmetingen.
2. Gebruik schroeven die geschikt zijn voor het oppervlak waarop u de frequentieomvormer wilt bevestigen. Haal alle 4 de schroeven weer aan.

Als de frequentieomvormer op een niet-massieve achterwand moet worden gemonteerd, moet de frequentieomvormer worden voorzien van achterwand '1', wegens onvoldoende koelluchtstroming over het koellichaam.

LET OP

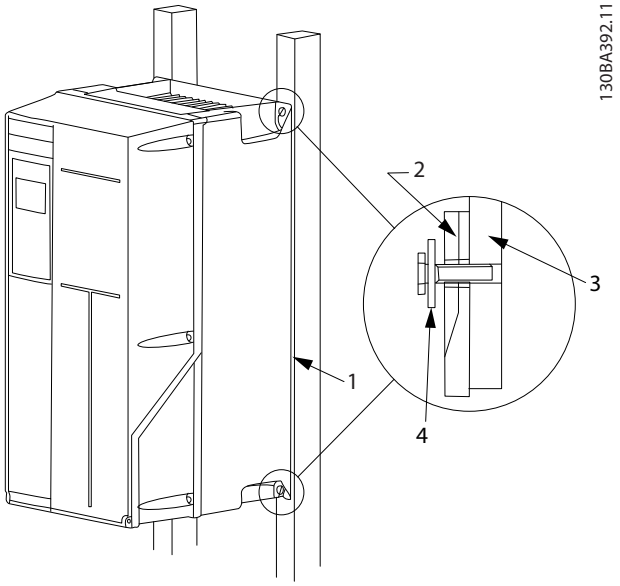
De achterwand is alleen relevant voor A4, A5, B1, B2, C1 en C2.



1	Achterwand

Afbeelding 8.3 Bij montage op een niet-massieve wand hebt u een achterwand nodig.

Bij frequentieomvormers met IP 66 moet u extra voorzichtig zijn om het corrosiebestendige oppervlak intact te houden. U kunt een sluitring van vezel of nylon gebruiken om de expoxycoating te beschermen.



1	Achterwand
2	IP 66-frequentieomvormer
3	Bodemplaat
4	Vezel sluitring

Afbeelding 8.4 Montage op een niet-massieve achterwand

9 Elektrische installatie

9.1 Veiligheid

Zie *hoofdstuk 2 Veiligheid* voor algemene veiligheidsvoorschriften.

⚠WAARSCHUWING

GEÏNDUCEERDE SPANNING

Geïnduceerde spanning van de uitgangskabels van motoren die bij elkaar zijn geplaatst, kan de condensatoren van de apparatuur opladen, ook wanneer de apparatuur is afgeschakeld en vergrendeld (lockout). Wanneer u de motoruitgangskabels niet van elkaar gescheiden houdt en ook geen afgeschermde kabels gebruikt, kan dit leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

- **houd uitgaande motorkabels van elkaar gescheiden of**
- **gebruik afgeschermde kabels**

⚠VOORZICHTIG

GEVAAR VAN SCHOKKEN

De frequentieomvormer kan gelijkstroom veroorzaken in de PE-geleider.

- **Bij gebruik van een reststroomapparaat (RCD) als beveiliging tegen elektrische schokken mag aan de voedingszijde uitsluitend een RCD van type B (met vertraging) worden gebruikt.**

Het niet opvolgen van de aanbeveling kan ertoe leiden dat de RCD niet de beoogde beveiliging biedt.

⚠WAARSCHUWING

GEVAARLIJKE LEKSTROOM

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

- **Laat een erkende elektrisch installateur zorgen voor een correcte aarding van de apparatuur.**

Voor elektrische veiligheid

- Zorg dat de frequentieomvormer overeenkomstig de relevante normen en richtlijnen wordt geaard.
- Gebruik een afzonderlijke aarddraad voor het ingangsvermogen, het motorvermogen en de stuurkabels.
- Aard een frequentieomvormer niet aan een andere zoals in een ringnetwerk.
- Houd de aarddraadverbindingen zo kort mogelijk.
- Volg de bedradingsvereisten van de motorfabrikant op.
- Minimale kabeldoorsnede: 10 mm² (of 2 nominale aarddraden die afzonderlijk zijn aangesloten).

Voor een EMC-correcte installatie

- Zorg voor elektrisch contact tussen de kabelafscherming en de behuizing van de frequentieomvormer met behulp van metalen kabelwartels of de klemmen die op de apparatuur aanwezig zijn (zie *hoofdstuk 9.4 Motoraansluiting*).
- Gebruik sterk gevlochten draad (litzedraad, high-strand wire) om elektrische verstoringen te beperken.
- Gebruik geen pigtails.

LET OP

POTENTIAALVEREFFENING

Risico van elektrische interferentie wanneer de aardpotentiaal van de frequentieomvormer en het systeem niet overeenkomen. Installeer vereffeningskabels tussen de systeemcomponenten. Aanbevolen kabeldoorsnede: 16 mm².

⚠WAARSCHUWING

GEVAARLIJKE LEKSTROOM

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

- **Laat een erkende elektrisch installateur zorgen voor een correcte aarding van de apparatuur.**

9.2 Kabels

LET OP

Kabels algemeen

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

Aluminium geleiders

De klemmen kunnen worden gebruikt met aluminium geleiders, maar hiervoor moet het geleideroppervlak schoon zijn, oxidatie worden verwijderd en het oppervlak worden afgedicht met neutrale zuurvrije vaseline voordat de geleider wordt aangesloten.

Bovendien moet de klemschroef na 2 dagen opnieuw worden aangedraaid vanwege de zachtheid van het aluminium. Het is van cruciaal belang om de aansluiting gasdicht te houden, omdat het aluminium oppervlak anders weer oxideert.

9.2.1 Aanhaalmoment

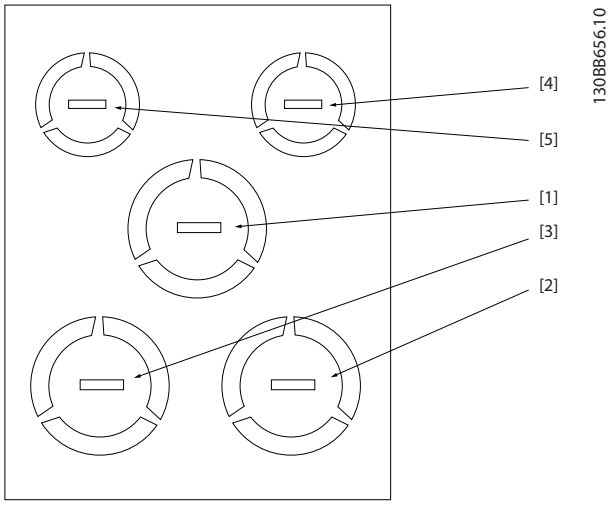
Behuizing stype	200-240 V [kW]	380-500 V [kW]	525-690 V [kW]	Kabel voor	Aanhaalmoment [Nm]
A1	0.25-1.5	0.37-1.5	-	Net, remweerstand, loadsharing en motor	0.5-0.6
A2	0.25-2.2	0,37-4	-		
A3	3-3,7	5.5-7.5	1.1-7.5		
A4	0.25-2.2	0,37-4			
A5	3-3,7	5.5-7.5	-		
B1	5.5-7.5	11-15	-	Net, remweerstand, loadsharing en motor	1,8
				Relais	0.5-0.6
				Aarde	2-3
B2	11	18,5-22	11-22	Net, remweerstand en loadsharing	4,5
				Motorkabels	4,5
				Relais	0.5-0.6
				Aarde	2-3
B3	5.5-7.5	11-15	-	Net, remweerstand, loadsharing en motor	1,8
				Relais	0.5-0.6
				Aarde	2-3
B4	11-15	18,5-30	11-30	Net, remweerstand, loadsharing en motor	4,5
				Relais	0.5-0.6
				Aarde	2-3
C1	15-22	30-45	-	Net, remweerstand en loadsharing	10
				Motorkabels	10
				Relais	0.5-0.6
				Aarde	2-3
C2	30-37	55-75	30-75	Net en motor	14 (tot 95 mm^2) 24 (boven 95 mm^2)
				Loadsharing en rem	14
				Relais	0.5-0.6
				Aarde	2-3
C3	18,5-22	30-37	37-45	Net, remweerstand, loadsharing en motor	10
				Relais	0.5-0.6
				Aarde	2-3
C4	37-45	55-75	-	Net en motor	14 (tot 95 mm^2) 24 (boven 95 mm^2)
				Loadsharing en rem	14
				Relais	0.5-0.6
				Aarde	2-3

Tabel 9.1 Aanhaalmoment voor kabels

9.2.2 Invoergaten

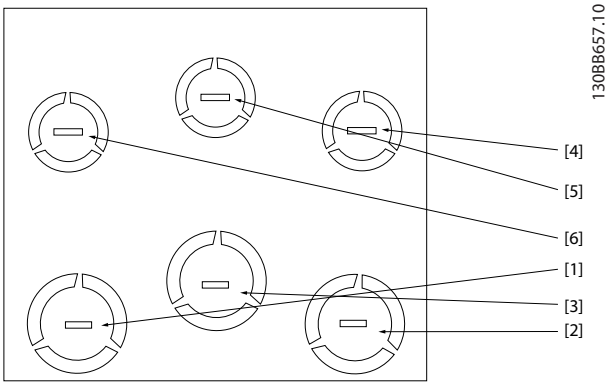
1. Verwijder de kabelingang uit de frequentieomvormer (voorkom dat bij het verwijderen van de uitbreekpoort vreemde elementen in de frequentieomvormer vallen).
2. De kabeldoorvoer moet worden ondersteund rondom de te verwijderen uitbreekpoort.
3. De uitbreekpoort kan nu worden verwijderd met behulp van een stevige drevel en een hamer.
4. Verwijder bramen uit het gat.
5. Monteer de kabelingang op de frequentieomvormer.

Het aangegeven gebruik van de gaten is een aanbeveling; andere oplossingen zijn ook mogelijk. Ongebruikte kabelinvoergaten kunnen worden afgedicht met doorvoerrubbers (voor IP 21).



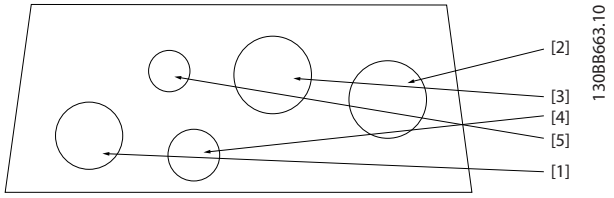
Gatnummer en aanbevolen gebruik	Afmetingen[1]		Dichtstbijzijnd metrisch
	UL [in]	[mm]	
1) Net	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Rem/loadsharing	3/4	28,4	M25
4) Stuurkabel	1/2	22,5	M20
5) Stuurkabel	1/2	22,5	M20
[1] Tolerantie ± 0,2 mm			

Afbeelding 9.1 A2 – IP 21



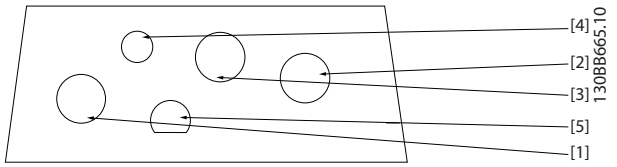
Gatnummer en aanbevolen gebruik	Afmetingen[1]		Dichtstbijzijnd metrisch
	UL [in]	[mm]	
1) Net	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Rem/loadsharing	3/4	28,4	M25
4) Stuurkabel	1/2	22,5	M20
5) Stuurkabel	1/2	22,5	M20
6) Stuurkabel	1/2	22,5	M20
[1] Tolerantie ± 0,2 mm			

Afbeelding 9.2 A3 – IP 21



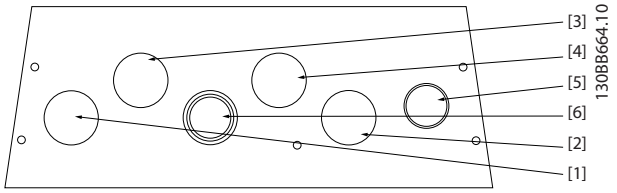
Gatnummer en aanbevolen gebruik	Afmetingen[1]		Dichtstbijzijnd metrisch
	UL [in]	[mm]	
1) Net	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Rem/loadsharing	3/4	28,4	M25
4) Stuurkabel	1/2	22,5	M20
5) Verwijderd	-	-	-
[1] Tolerantie ± 0,2 mm			

Afbeelding 9.3 A4 – IP 55



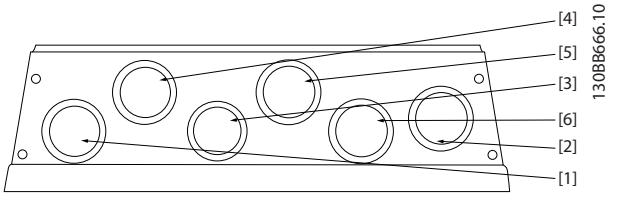
Gatnummer en aanbevolen gebruik	Dichtstbijzijnd metrisch
1) Net	M25
2) Motor	M25
3) Rem/loadsharing	M25
4) Stuurkabel	M16
5) Stuurkabel	M20

Afbeelding 9.4 A4 – IP 55 wartelgaten met schroefdraad



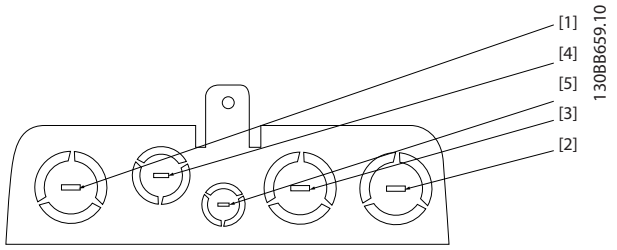
Gatnummer en aanbevolen gebruik	Afmetingen[1]		Dichtstbijzijnd metrisch
	UL [in]	[mm]	
1) Net	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Rem/ loadsharing	3/4	28,4	M25
4) Stuurkabel	3/4	28,4	M25
5) Stuurkabel[2]	3/4	28,4	M25
6) Stuurkabel[2]	3/4	28,4	M25
[1] Tolerantie ± 0,2 mm			
[2] Uitbreekpoort			

Afbeelding 9.5 A5 – IP 55



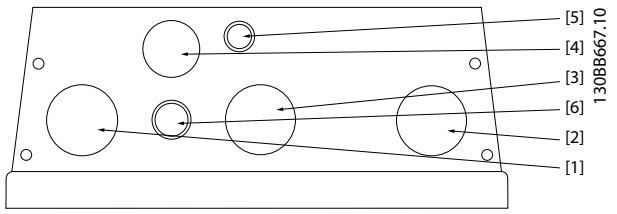
Gatnummer en aanbevolen gebruik	Dichtstbijzijnd metrisch
1) Net	M25
2) Motor	M25
3) Rem/loadsharing	28,4 mm[1]
4) Stuurkabel	M25
5) Stuurkabel	M25
6) Stuurkabel	M25
[1] Uitbreekpoort	

Afbeelding 9.6 A5 – IP 55 wartelgaten met schroefdraad



Gatnummer en aanbevolen gebruik	Afmetingen[1]		Dichtstbijzijnd metrisch
	UL [in]	[mm]	
1) Net	1	34,7	M32
2) Motor	1	34,7	M32
3) Rem/ loadsharing	1	34,7	M32
4) Stuurkabel	1	34,7	M32
5) Stuurkabel	1/2	22,5	M20
[1] Tolerantie ± 0,2 mm			

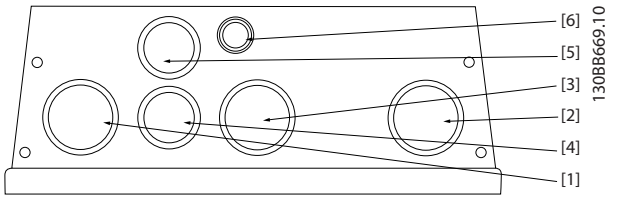
Afbeelding 9.7 B1 – IP 21



Gatnummer en aanbevolen gebruik	Afmetingen[1]		Dichtstbijzijnd metrisch
	UL [in]	[mm]	
1) Net	1	34,7	M32
2) Motor	1	34,7	M32
3) Rem/ loadsharing	1	34,7	M32
4) Stuurkabel	3/4	28,4	M25
5) Stuurkabel	1/2	22,5	M20
5) Stuurkabel[2]	1/2	22,5	M20
[1] Tolerantie ± 0,2 mm			
[2] Uitbreekpoort			

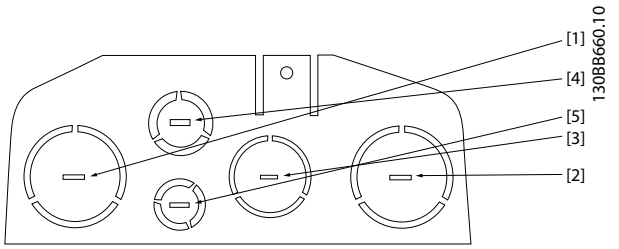
Afbeelding 9.8 B1 – IP 55

9



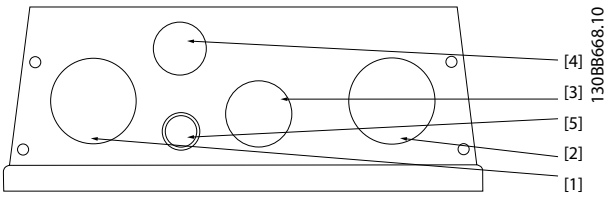
Gatnummer en aanbevolen gebruik	Dichtstbijzijnd metrisch
1) Net	M32
2) Motor	M32
3) Rem/loadsharing	M32
4) Stuurkabel	M25
5) Stuurkabel	M25
6) Stuurkabel	22,5 mm[1)]
[1)] Uitbreekpoort	

Afbeelding 9.9 B1 – IP 55 wartelgaten met schroefdraad



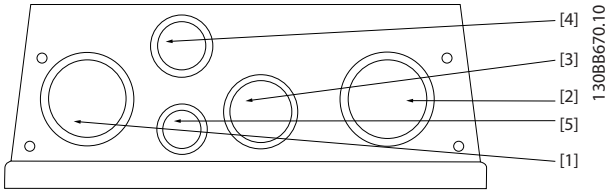
Gatnummer en aanbevolen gebruik	Afmetingen[1)]		Dichtstbijzijnd metrisch
	UL [in]	[mm]	
1) Net	1 1/4	44,2	M40
2) Motor	1 1/4	44,2	M40
3) Rem/ loadsharing	1	34,7	M32
4) Stuurkabel	3/4	28,4	M25
5) Stuurkabel	1/2	22,5	M20
[1)] Tolerantie ± 0,2 mm			

Afbeelding 9.10 B2 – IP 21



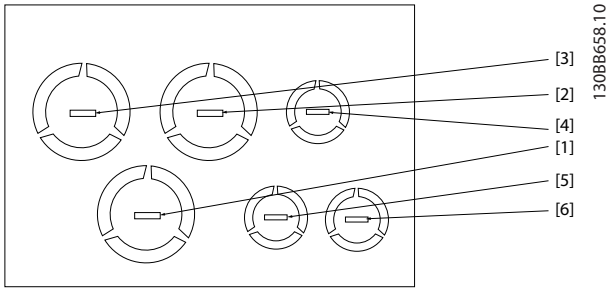
Gatnummer en aanbevolen gebruik	Afmetingen[1)]		Dichtstbijzijnd metrisch
	UL [in]	[mm]	
1) Net	1 1/4	44,2	M40
2) Motor	1 1/4	44,2	M40
3) Rem/ loadsharing	1	34,7	M32
4) Stuurkabel	3/4	28,4	M25
5) Stuurkabel[2)]	1/2	22,5	M20
[1)] Tolerantie ± 0,2 mm			
[2)] Uitbreekpoort			

Afbeelding 9.11 B2 – IP 55



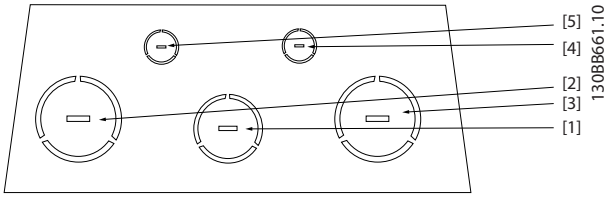
Gatnummer en aanbevolen gebruik	Dichtstbijzijnd metrisch
1) Net	M40
2) Motor	M40
3) Rem/loadsharing	M32
4) Stuurkabel	M25
5) Stuurkabel	M20

Afbeelding 9.12 B2 – IP 55 wartelgaten met schroefdraad



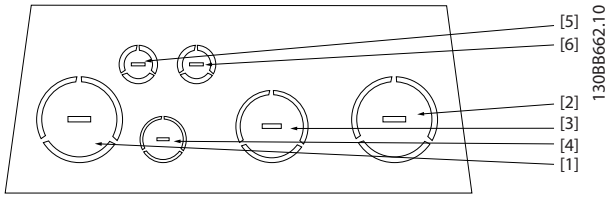
Gatnummer en aanbevolen gebruik	Afmetingen[1]		Dichtstbijzijnd metrisch
	UL [in]	[mm]	
1) Net	1	34,7	M32
2) Motor	1	34,7	M32
3) Rem/ loadsharing	1	34,7	M32
4) Stuurkabel	1/2	22,5	M20
5) Stuurkabel	1/2	22,5	M20
6) Stuurkabel	1/2	22,5	M20
[1] Tolerantie ± 0,2 mm			

Afbeelding 9.13 B3 – IP 21



Gatnummer en aanbevolen gebruik	Afmetingen[1]		Dichtstbijzijnd metrisch
	UL [in]	[mm]	
1) Net	2	63,3	M63
2) Motor	2	63,3	M63
3) Rem/ loadsharing	1 1/2	50,2	M50
4) Stuurkabel	3/4	28,4	M25
5) Stuurkabel	1/2	22,5	M20
[1] Tolerantie ± 0,2 mm			

Afbeelding 9.14 C1 – IP 21



Gatnummer en aanbevolen gebruik	Afmetingen[1]		Dichtstbijzijnd metrisch
	UL [in]	[mm]	
1) Net	2	63,3	M63
2) Motor	2	63,3	M63
3) Rem/ loadsharing	1 1/2	50,2	M50
4) Stuurkabel	3/4	28,4	M25
5) Stuurkabel	1/2	22,5	M20
6) Stuurkabel	1/2	22,5	M20
[1] Tolerantie ± 0,2 mm			

Afbeelding 9.15 C2 – IP 21

9.2.3 Aanhalen van de afdekking nadat de aansluitingen zijn gemaakt

Type behuizing	IP20	IP21	IP55	IP66
A1	*	-	-	-
A2	*	*	-	-
A3	*	*	-	-
A4/A5	-	-	2	2
B1	-	*	2,2	2,2
B2	-	*	2,2	2,2
B3	*	-	-	-
B4	*	-	-	-
C1	-	*	2,2	2,2
C2	-	*	2,2	2,2
C3	2	-	-	-
C4	2	-	-	-
* = geen schroeven om aan te halen - = bestaat niet				

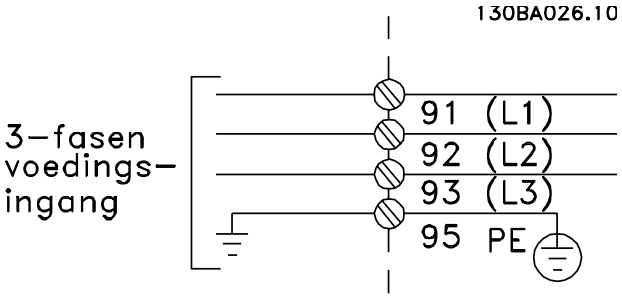
Tabel 9.2 Aanhaalmoment voor afdekking (Nm)

9

9.3 Aansluiting netvoeding

Het is verplicht om de aansluiting op het net correct te aarden met behulp van klem 95 van de frequentieomvormer; zie *hoofdstuk 9.1.1 Aarding*.

De dwarsdoorsnede van de aardkabel moet minstens 10 mm^2 bedragen of bestaan uit 2 nominale netdraden die afzonderlijk op aarde zijn aangesloten overeenkomstig EN 50178.
Gebruik niet-afgeschermde kabel.



Afbeelding 9.16 Aansluiting netvoeding

9

LET OP

Het gebruik van zekeringen en/of circuitbreakers aan de voedingszijde is verplicht als moet worden voldaan aan IEC 60364 (voor CE) of NEC 2009 (voor UL). Zie *hoofdstuk 9.3.1.4 UL-conformiteit*.

LET OP

Hoger dan 480 V_{rms}

RISICO VAN SCHADE AAN DE FREQUENTIEOMVORMER MET RFI-FILTER GEÏNSTALLEERD

Bij installatie via een geaarde driehoekschakeling of op een IT-net (inclusief aardsluiting), mag de ingangsspanning binnen het bereik van 380-500 V (T4, T5) niet hoger zijn dat 480 V_{rms} tussen net en aarde.

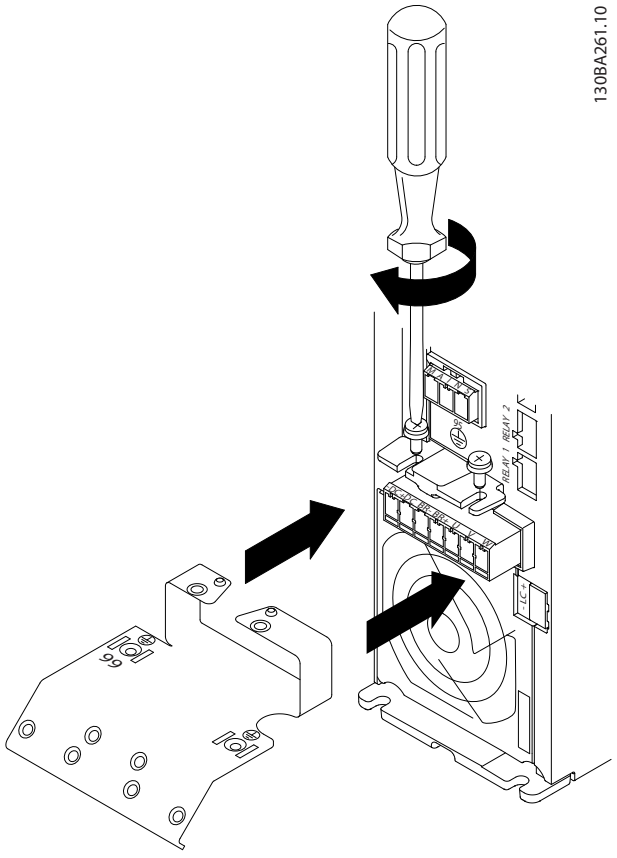
Voor sommige behuizingen geldt een andere montagewijze als de frequentieomvormer af fabriek is geconfigureerd met een netschakelaar. De diverse scenario's worden hieronder geïllustreerd.

Netvoeding voor behuizing A1, A2 en A3:

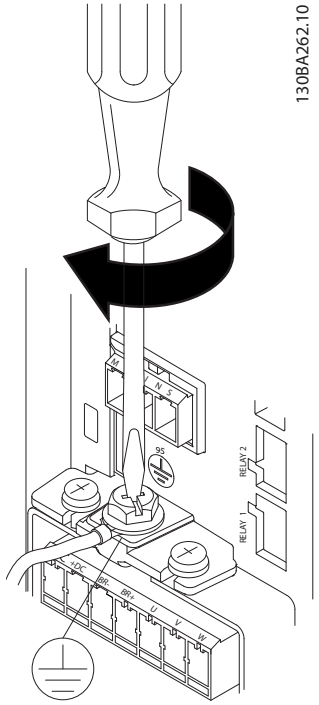
LET OP

De voedingsstekkerconnector kan worden gebruikt voor frequentieomvormers tot 7,5 kW.

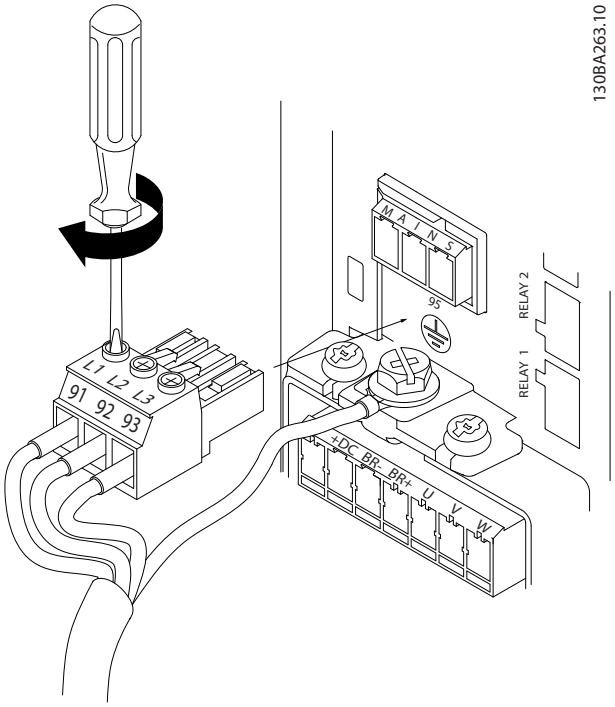
1. Plaats de 2 schroeven in de ontkoppelingsplaat, schuif deze op zijn plaats en haal de schroeven aan.
2. Zorg ervoor dat de frequentieomvormer goed geaard is. Sluit aan op de aardverbinding (klem 95). Gebruik de schroef uit de accessoiretas.
3. Sluit de stekkerconnectoren 91 (L1), 92 (L2), 93 (L3) uit de accessoiretas aan op de klemmen die gelabeld zijn als MAINS onder aan de frequentieomvormer.
4. Sluit de netvoedingsdraden aan op de netstekkerconnector.
5. Ondersteun de kabel met de bijgesloten steunbeugels.



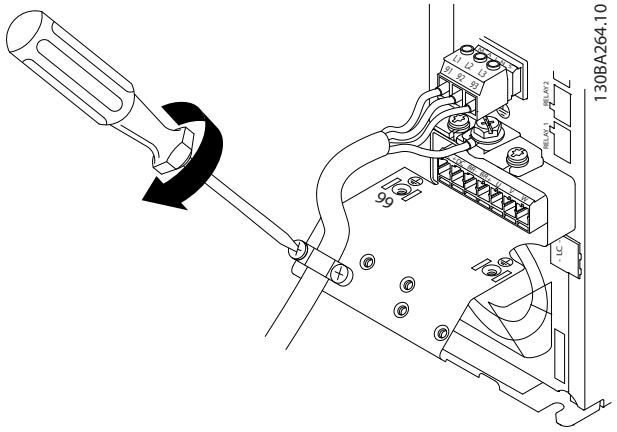
Afbeelding 9.17 Steunplaat



Afbeelding 9.18 De aardkabel vastzetten

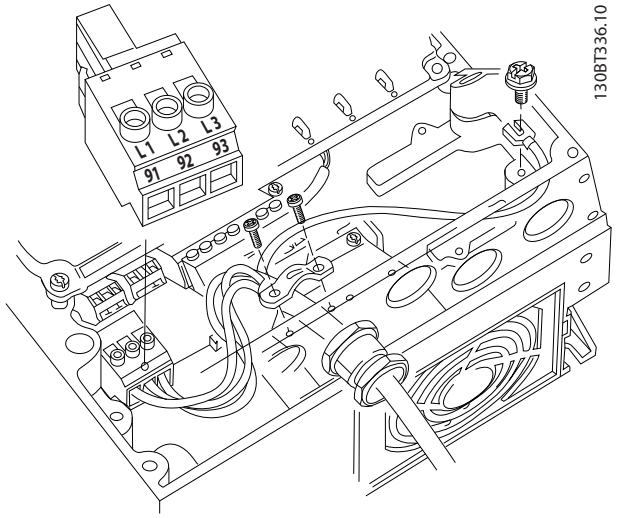


Afbeelding 9.19 De netstekker monteren en de bedrading vastzetten



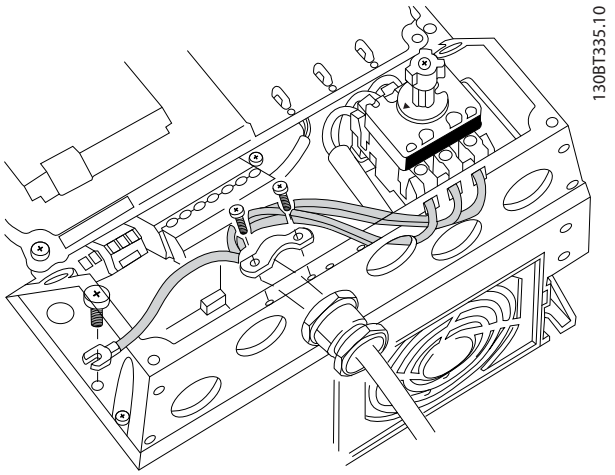
Afbeelding 9.20 De steunbeugel vastzetten

Netaansluiting voor behuizing A4/A5



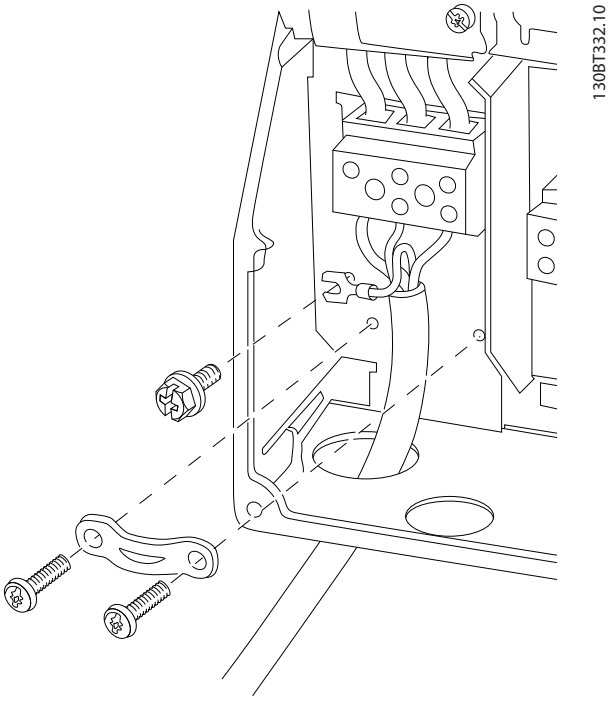
Afbeelding 9.21 Aansluiting op het net en aarding zonder netschakelaar

9

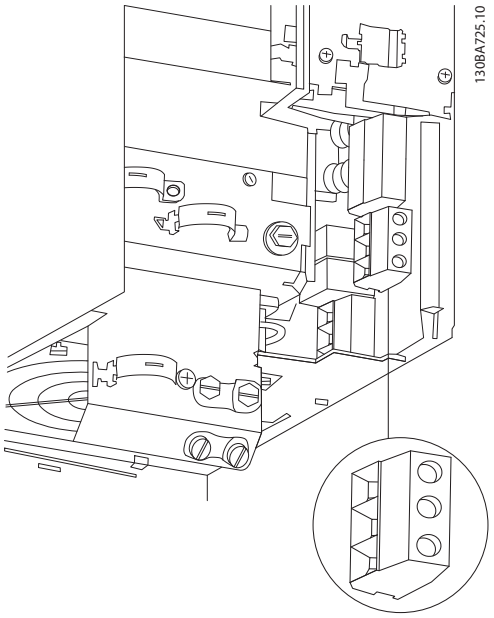


Afbeelding 9.22 Aansluiting op het net en aarding met netschakelaar

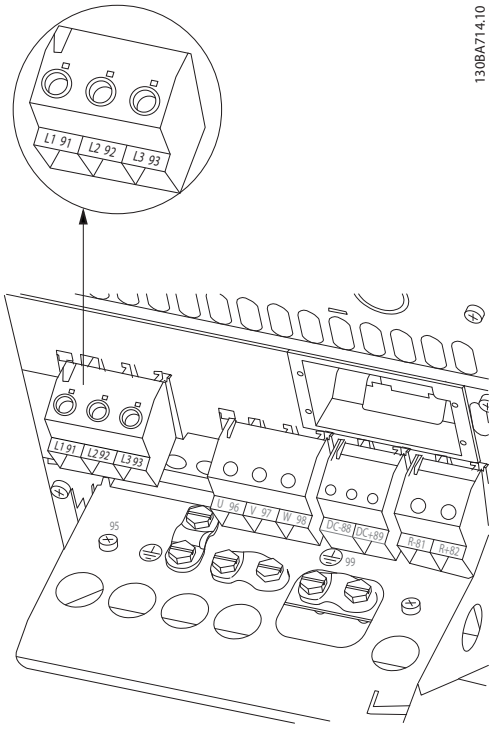
Wanneer gebruik wordt gemaakt van een netschakelaar (behuizing A4/A5), moet de aardverbinding worden gemonteerd aan de linkerkant van de frequentieomvormer.



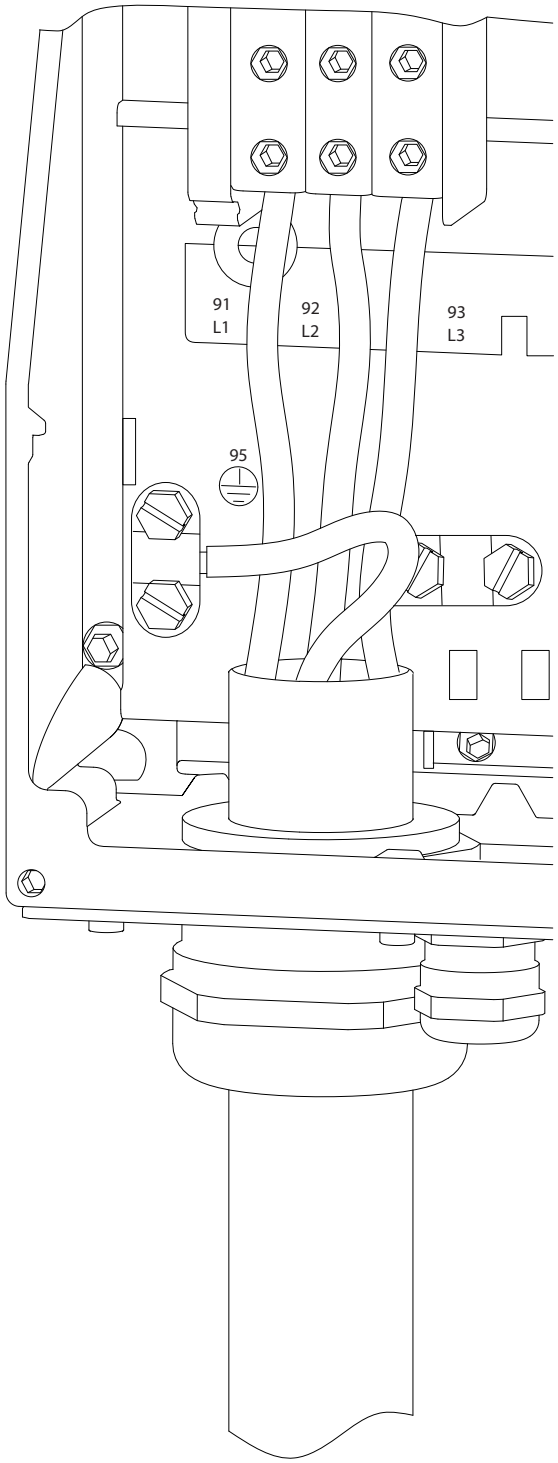
Afbeelding 9.23 Netvoeding voor behuizing B1 en B2



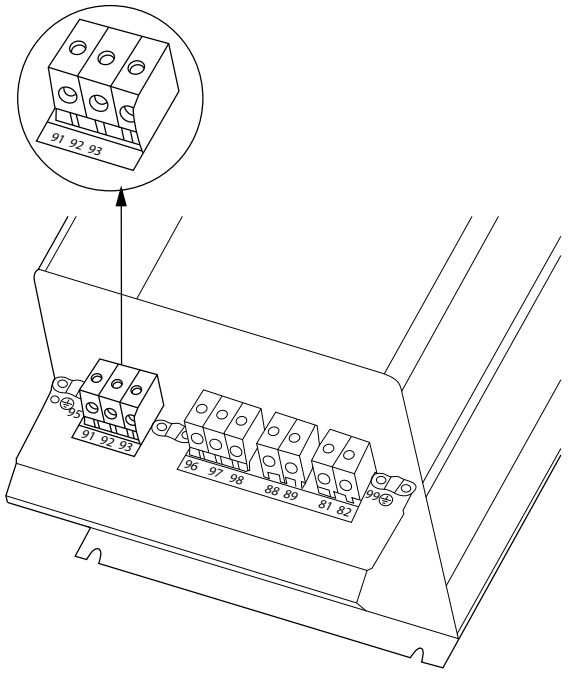
Afbeelding 9.24 Netvoeding voor behuizing B3



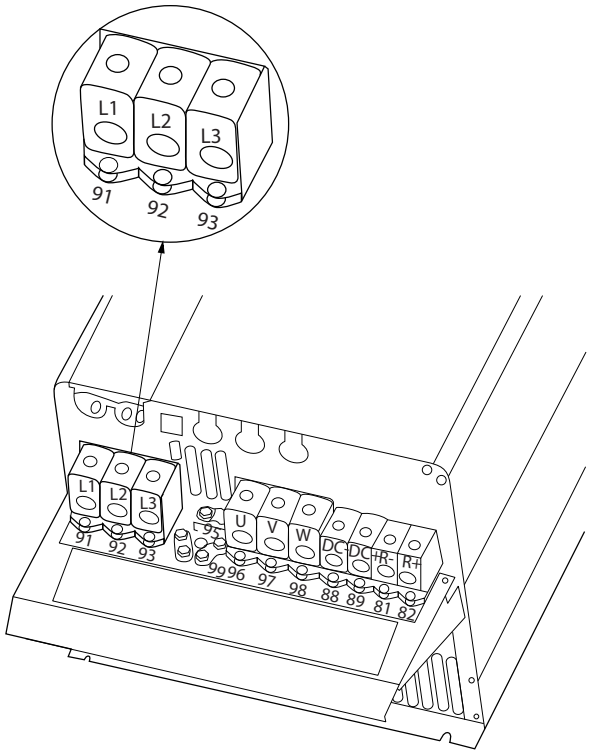
Afbeelding 9.25 Netvoeding voor behuizing B4



Afbeelding 9.26 Netvoeding voor behuizing C1 en C2 (IP 21/NEMA type 1 en IP 55/66/NEMA type 12)



Afbeelding 9.27 Netvoeding voor behuizing C3 (IP 20)



Afbeelding 9.28 Netvoeding voor behuizing C4 (IP 20)

9

9.3.1 Zekeringen en circuitbreakers

9.3.1.1 Zekeringen

Het gebruik van zekeringen en/of circuitbreakers aan de voedingszijde wordt aanbevolen. Dit biedt bescherming wanneer er een component in de frequentieomvormer defect raakt (eerste storing).

LET OP

Het gebruik van zekeringen en/of circuitbreakers aan de voedingszijde is verplicht als moet worden voldaan aan IEC 60364 (voor CE) en NEC 2009 (voor UL).

Aftakcircuitbeveiliging
Om de installatie tegen elektrische gevaren en brand te beveiligen, moeten alle aftakcircuits in een installatie en in schakelinrichtingen, machines en dergelijke zijn voorzien van een beveiliging tegen kortsluiting en overstroom overeenkomstig de nationale/internationale voorschriften.

LET OP

Deze aanbevelingen gelden niet voor de aftakcircuitbeveiliging voor UL.

9

Kortsluitbeveiliging
Danfoss adviseert het gebruik van de onderstaande zekeringen/circuitbreakers om onderhoudspersoneel en eigendommen te beschermen in geval van defecte componenten in de frequentieomvormer.

9.3.1.2 Aanbevelingen

De tabellen in *hoofdstuk 9.3.1 Zekeringen en circuitbreakers* vermelden de aanbevolen nominale stroom. Voor kleine tot middelhoge vermogens worden zekeringen van het type gG aanbevolen. Voor hogere vermogens worden aR-zekeringen aanbevolen. Voor circuitbreakers worden de typen van Moeller aanbevolen. Andere typen circuitbreakers kunnen worden gebruikt als ze de energie naar de frequentieomvormer beperken tot een niveau dat gelijk is aan of lager is dan het niveau voor de Moeller-typen.

Als zekeringen/circuitbreakers volgens de aanbevelingen worden geselecteerd, blijft eventuele schade aan de frequentieomvormer voornamelijk beperkt tot schade in de eenheid.

Zie de toepassingsnotitie *Fuses and Circuit Breakers,* MN90T, voor meer informatie.

9.3.1.3 CE-conformiteit

Zekeringen en circuitbreakers moeten voldoen aan IEC 60364. Danfoss adviseert het gebruik van de onderstaande typen.

Onderstaande zekeringen zijn geschikt voor gebruik in een circuit dat maximaal 100.000 A_{rms} (symmetrisch) en 240 V, 500 V, 600 V of 690 V kan leveren, afhankelijk van de nominale spanning van de frequentieomvormer. Met de juiste zekeringen bedraagt de nominale kortsluitstroom (SCCR – Short Circuit Current Rating) van de frequentieomvormer 100.000 A_{rms}.

De volgende UL-zekeringen zijn geschikt:

- Zekeringen van het type UL 248-4 klasse CC
- Zekeringen van het type UL 248-8 klasse J
- Zekeringen van het type UL 248-12 klasse R (RK1)
- Zekeringen van het type UL 248-15 klasse T

De volgende max. zekeringgroottes en zekeringtypen zijn getest:

Behuizing	Vermogen [kW]	Aanbevolen zekeringgrootte	Aanbevolen max. zekering	Aanbevolen circuit-breaker Moeller	Max. uitschakelniveau [A]
A1	0.25-1.5	gG-10	gG-25	PKZM0-10	10
A2	0.25-2.2	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2)	gG-25	PKZM0-16	16
A3	3.0-3.7	gG-16 (3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
A4	0.25-2.2	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.25-3.7	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2-3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	5.5-7.5	gG-25 (5,5) gG-32 (7,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	11	gG-50	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	5,5	gG-25	gG-63	PKZM4-50	50
B4	7,5-15	gG-32 (7,5) gG-50 (11) gG-63 (15)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	15-22	gG-63 (15) gG-80 (18,5) gG-100 (22)	gG-160 (15-18,5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	160
C2	30-37	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250
C3	18,5-22	gG-80 (18,5) aR-125 (22)	gG-150 (18,5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	150
C4	30-37	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250

Tabel 9.3 200-240 V, behuizingstype A, B en C

Behuizing	Vermogen [kW]	Aanbevolen zekeringgrootte	Aanbevolen max. zekering	Aanbevolen circuit-breaker Moeller	Max. uitschakelniveau [A]
A1	0.37-1.5	gG-10	gG-25	PKZM0-10	10
A2	0.37-4.0	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4)	gG-25	PKZM0-16	16
A3	5.5-7.5	gG-16	gG-32	PKZM0-25	25
A4	0,37-4	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.37-7.5	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4-7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-15	gG-40	gG-80	PKZM4-63	63
B2	18,5-22	gG-50 (18,5) gG-63 (22)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11-15	gG-40	gG-63	PKZM4-50	50
B4	18,5-30	gG-50 (18,5) gG-63 (22) gG-80 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	30-45	gG-80 (30) gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-160	NZMB2-A200	160
C2	55-75	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	37-45	gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-150 (37) gG-160 (45)	NZMB2-A200	150
C4	55-75	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tabel 9.4 380-500 V, behuizingstype A, B en C

Behuizing	Vermogen [kW]	Aanbevolen zekeringgrootte	Aanbevolen max. zekering	Aanbevolen circuit-breaker Moeller	Max. uitschakelniveau [A]
A2	0-75-4,0	gG-10	gG-25	PKZM0-16	16
A3	5.5-7.5	gG-10 (5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.75-7.5	gG-10 (0,75-5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-18	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-40 (18,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22-30	gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11-15	gG-25 (11) gG-32 (15)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	18,5-30	gG-40 (18,5) gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	37-55	gG-63 (37) gG-100 (45) aR-160 (55)	gG-160 (37-45) aR-250 (55)	NZMB2-A200	160
C2	75	aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	37-45	gG-63 (37) gG-100 (45)	gG-150	NZMB2-A200	150
C4	55-75	aR-160 (55) aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tabel 9.5 525-600 V, behuizingstype A, B en C

Behuizing	Vermogen [kW]	Aanbevolen zekeringgrootte	Aanbevolen max. zekering	Aanbevolen circuit-breaker Moeller	Max. uitschakelniveau [A]
A3	1,1 1,5 2,2 3 4 5,5 7,5	gG-6 gG-6 gG-6 gG-10 gG-10 gG-16 gG-16	gG-25 gG-25 gG-25 gG-25 gG-25 gG-25 gG-25	PKZM0-16	16
B2/B4	11 15 18 22	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-32 (18) gG-40 (22)	gG-63	-	-
B4/C2	30	gG-63 (30)	gG-80 (30)	-	-
C2/C3	37 45	gG-63 (37) gG-80 (45)	gG-100 (37) gG-125 (45)		
C2	55 75	gG-100 (55) gG-125 (75)	gG-160 (55-75)		

Tabel 9.6 525-690 V, behuizingstype A, B en C

9.3.1.4 UL-conformiteit

Onderstaande zekeringen zijn geschikt voor gebruik in een circuit dat maximaal 100.000 A_{rms} (symmetrisch) en 240 V, 500 V of 600 V kan leveren, afhankelijk van de nominale spanning van de frequentieomvormer. Met de juiste zekeringen bedraagt de nominale kortsluitstroom (SCCR – Short Circuit Current Rating) van de frequentieomvormer 100.000 A_{rms}.

Zekeringen en circuitbreakers moeten voldoen aan NEC 2009. Danfoss adviseert het gebruik van de onderstaande typen:

	Aanbevolen max. zekering					
Vermogen [kW]	**Bussmann Type RK1[1)]**	**Bussmann Type J**	**Bussmann Type T**	**Bussmann Type CC**	**Bussmann Type CC**	**Bussmann Type CC**
0.25-0.37	KTN-R-05	JKS-05	JJN-05	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
0.55-1.1	KTN-R-10	JKS-10	JJN-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
1,5	KTN-R-15	JKS-15	JJN-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
2,2	KTN-R-20	JKS-20	JJN-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
3,0	KTN-R-25	JKS-25	JJN-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
3,7	KTN-R-30	JKS-30	JJN-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
5.5	KTN-R-50	KS-50	JJN-50	-	-	-
7,5	KTN-R-60	JKS-60	JJN-60	-	-	-
11	KTN-R-80	JKS-80	JJN-80	-	-	-
15-18,5	KTN-R-125	JKS-125	JJN-125	-	-	-
22	KTN-R-150	JKS-150	JJN-150	-	-	-
30	KTN-R-200	JKS-200	JJN-200	-	-	-
37	KTN-R-250	JKS-250	JJN-250	-	-	-

Tabel 9.7 200-240 V, behuizingstype A, B en C

	Aanbevolen max. zekering			
Vermogen [kW]	**SIBA Type RK1**	**Littelfuse Type RK1**	**Ferraz Shawmut Type CC**	**Ferraz Shawmut Type RK1[3)]**
0.25-0.37	5017906-005	KLN-R-05	ATM-R-05	A2K-05-R
0.55-1.1	5017906-010	KLN-R-10	ATM-R-10	A2K-10-R
1,5	5017906-016	KLN-R-15	ATM-R-15	A2K-15-R
2,2	5017906-020	KLN-R-20	ATM-R-20	A2K-20-R
3,0	5017906-025	KLN-R-25	ATM-R-25	A2K-25-R
3,7	5012406-032	KLN-R-30	ATM-R-30	A2K-30-R
5.5	5014006-050	KLN-R-50	-	A2K-50-R
7,5	5014006-063	KLN-R-60	-	A2K-60-R
11	5014006-080	KLN-R-80	-	A2K-80-R
15-18,5	2028220-125	KLN-R-125	-	A2K-125-R
22	2028220-150	KLN-R-150	-	A2K-150-R
30	2028220-200	KLN-R-200	-	A2K-200-R
37	2028220-250	KLN-R-250	-	A2K-250-R

Tabel 9.8 200-240 V, behuizingstype A, B en C

	Aanbevolen max. zekering			
Vermogen [kW]	Bussmann Type JFHR2[2)]	Littelfuse JFHR2	Ferraz Shawmut JFHR2[4)]	Ferraz Shawmut J
0.25-0.37	FWX-5	-	-	HSJ-6
0.55-1.1	FWX-10	-	-	HSJ-10
1,5	FWX-15	-	-	HSJ-15
2,2	FWX-20	-	-	HSJ-20
3,0	FWX-25	-	-	HSJ-25
3,7	FWX-30	-	-	HSJ-30
5.5	FWX-50	-	-	HSJ-50
7,5	FWX-60	-	-	HSJ-60
11	FWX-80	-	-	HSJ-80
15-18,5	FWX-125	-	-	HSJ-125
22	FWX-150	L25S-150	A25X-150	HSJ-150
30	FWX-200	L25S-200	A25X-200	HSJ-200
37	FWX-250	L25S-250	A25X-250	HSJ-250

Tabel 9.9 200-240 V, behuizingstype A, B en C

[1)] Voor frequentieomvormers voor 240 V kunt u KTS-zekeringen van Bussmann gebruiken in plaats van KTN.

[2)] Voor frequentieomvormers voor 240 V kunt u FWH-zekeringen van Bussmann gebruiken in plaats van FWX.

[3)] Voor frequentieomvormers voor 240 V kunt u A6KR-zekeringen van Ferraz Shawmut gebruiken in plaats van A2KR.

[4)] Voor frequentieomvormers voor 240 V kunt u A50X-zekeringen van Ferraz Shawmut gebruiken in plaats van A25X.

9

	Aanbevolen max. zekering					
Vermogen [kW]	Bussmann Type RK1	Bussmann Type J	Bussmann Type T	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC
0,37-1,1	KTS-R-6	JKS-6	JJS-6	FNQ-R-6	KTK-R-6	LP-CC-6
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5.5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11	KTS-R-40	JKS-40	JJS-40	-	-	-
15	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
18	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
22	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
30	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
37	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
45	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
55	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	-	-	-
75	KTS-R-250	JKS-250	JJS-250	-	-	-

Tabel 9.10 380-500 V, behuizingstype A, B en C

	Aanbevolen max. zekering			
Vermogen [kW]	SIBA Type RK1	Littelfuse Type RK1	Ferraz Shawmut Type CC	Ferraz Shawmut Type RK1
0,37-1,1	5017906-006	KLS-R-6	ATM-R-6	A6K-6-R
1.5-2.2	5017906-010	KLS-R-10	ATM-R-10	A6K-10-R
3	5017906-016	KLS-R-15	ATM-R-15	A6K-15-R
4	5017906-020	KLS-R-20	ATM-R-20	A6K-20-R
5.5	5017906-025	KLS-R-25	ATM-R-25	A6K-25-R
7,5	5012406-032	KLS-R-30	ATM-R-30	A6K-30-R
11	5014006-040	KLS-R-40	-	A6K-40-R
15	5014006-050	KLS-R-50	-	A6K-50-R
18	5014006-063	KLS-R-60	-	A6K-60-R
22	2028220-100	KLS-R-80	-	A6K-80-R
30	2028220-125	KLS-R-100	-	A6K-100-R
37	2028220-125	KLS-R-125	-	A6K-125-R
45	2028220-160	KLS-R-150	-	A6K-150-R
55	2028220-200	KLS-R-200	-	A6K-200-R
75	2028220-250	KLS-R-250	-	A6K-250-R

Tabel 9.11 380-500 V, behuizingstype A, B en C

9

	Aanbevolen max. zekering			
Vermogen [kW]	Bussmann JFHR2	Ferraz Shawmut J	Ferraz Shawmut JFHR2[1)]	Littelfuse JFHR2
0,37-1,1	FWH-6	HSJ-6	-	-
1.5-2.2	FWH-10	HSJ-10	-	-
3	FWH-15	HSJ-15	-	-
4	FWH-20	HSJ-20	-	-
5.5	FWH-25	HSJ-25	-	-
7,5	FWH-30	HSJ-30	-	-
11	FWH-40	HSJ-40	-	-
15	FWH-50	HSJ-50	-	-
18	FWH-60	HSJ-60	-	-
22	FWH-80	HSJ-80	-	-
30	FWH-100	HSJ-100	-	-
37	FWH-125	HSJ-125	-	-
45	FWH-150	HSJ-150	-	-
55	FWH-200	HSJ-200	A50-P-225	L50-S-225
75	FWH-250	HSJ-250	A50-P-250	L50-S-250

Tabel 9.12 380-500 V, behuizingstype A, B en C

[1)] U kunt A50QS-zekeringen van Ferraz Shawmut gebruiken in plaats van A50P.

	Aanbevolen max. zekering					
Vermogen [kW]	Bussmann Type RK1	Bussmann Type J	Bussmann Type T	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC
0.75-1.1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
15	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
18	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
22	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
30	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
37	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
45	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
55	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
75	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

Tabel 9.13 525-600 V, behuizingstype A, B en C

	Aanbevolen max. zekering			
Vermogen [kW]	SIBA Type RK1	Littelfuse Type RK1	Ferraz Shawmut Type RK1	Ferraz Shawmut J
0.75-1.1	5017906-005	KLS-R-005	A6K-5-R	HSJ-6
1.5-2.2	5017906-010	KLS-R-010	A6K-10-R	HSJ-10
3	5017906-016	KLS-R-015	A6K-15-R	HSJ-15
4	5017906-020	KLS-R-020	A6K-20-R	HSJ-20
5,5	5017906-025	KLS-R-025	A6K-25-R	HSJ-25
7,5	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HSJ-30
11	5014006-040	KLS-R-035	A6K-35-R	HSJ-35
15	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HSJ-45
18	5014006-050	KLS-R-050	A6K-50-R	HSJ-50
22	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HSJ-60
30	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HSJ-80
37	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HSJ-100
45	2028220-125	KLS-R-125	A6K-125-R	HSJ-125
55	2028220-150	KLS-R-150	A6K-150-R	HSJ-150
75	2028220-200	KLS-R-175	A6K-175-R	HSJ-175

Tabel 9.14 525-600 V, behuizingstype A, B en C

	Aanbevolen max. zekering					
Vermogen [kW]	Bussmann Type RK1	Bussmann Type J	Bussmann Type T	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC
1,1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
15	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
18	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
22	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
30	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
37	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
45	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
55	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
75	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

Tabel 9.15 525-690 V, behuizingstype A, B en C

	Aanbevolen max. zekering							
Vermogen [kW]	Max. voorze-kering	Bussmann E52273 RK1/JDDZ	Bussmann E4273 J/JDDZ	Bussmann E4273 T/JDDZ	SIBA E180276 RK1/JDDZ	LittelFuse E81895 RK1/JDDZ	Ferraz Shawmut E163267/E2137 RK1/JDDZ	Ferraz Shawmut E2137 J/HSJ
11	30 A	KTS-R-30	JKS-30	JKJS-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HST-30
15-18,5	45 A	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HST-45
22	60 A	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HST-60
30	80 A	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HST-80
37	90 A	KTS-R-90	JKS-90	JJS-90	5014006-100	KLS-R-090	A6K-90-R	HST-90
45	100 A	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HST-100
55	125 A	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	2028220-125	KLS-150	A6K-125-R	HST-125
75	150 A	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	2028220-150	KLS-175	A6K-150-R	HST-150

Tabel 9.16 525-690 V, behuizingstype B en C

9.4 Motoraansluiting

⚠WAARSCHUWING

GEÏNDUCEERDE SPANNING

Geïnduceerde spanning van de uitgangskabels van motoren die bij elkaar zijn geplaatst, kan de condensatoren van de apparatuur opladen, ook wanneer de apparatuur is afgeschakeld en vergrendeld (lockout). Wanneer u de motoruitgangskabels niet van elkaar gescheiden houdt en ook geen afgeschermde kabels gebruikt, kan dit leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

- **houd uitgaande motorkabels van elkaar gescheiden of**
- **gebruik afgeschermde kabels**

Motoraansluiting

LET OP

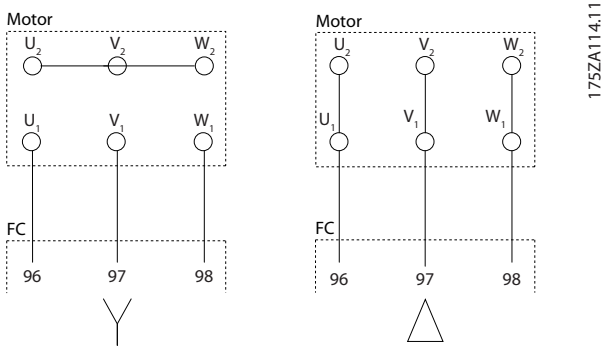
Gebruik afgeschermde/gewapende kabels om te voldoen aan de EMC-emissienormen. Zie *hoofdstuk 5.2.1 EMC-testresultaten* en *Afbeelding 3.3* voor meer informatie.

Zie *hoofdstuk 6.2 Algemene specificaties* voor de juiste dwarsdoorsnede en lengte van de motorkabel.

Klem nr.	96	97	98	99	
	U	V	W	PE[1)]	Motorspanning 0-100% van netspanning. 3 draden uit motor
	U1	V1	W1	PE[1)]	Driehoekschakeling
	W2	U2	V2		6 draden uit motor
	U1	V1	W1	PE[1)]	Sterschakeling U2, V2, W2 U2, V2 en W2 moeten afzonderlijk onderling worden verbonden.

Tabel 9.17 Klembeschrijvingen

1) Aardverbinding (veiligheidsaarde)



Afbeelding 9.29 Ster- en driehoekschakelingen

LET OP

Bij motoren zonder fase-isolatiemateriaal of andere versterkte isolatie die geschikt is voor gebruik met een frequentieomvormer, moet een sinusfilter worden aangebracht op de uitgang van de frequentieomvormer

Kabelafscherming

Vermijd montage met een afscherming met gedraaide uiteinden (pigtails). Dit kan het afschermende effect bij hoge frequenties verstoren. Als het noodzakelijk is de afscherming te onderbreken om een motorisolator of motorrelais te installeren, moet de afscherming worden voortgezet met de laagst mogelijke HF-impedantie.

LET OP

Strip een deel van de motorkabel om de afscherming achter de kabelklem bloot te leggen, EN sluit de aardverbinding aan op klem 99.

Sluit de afscherming van de motorkabel aan op de ontkoppelingsplaat van de frequentieomvormer en de metalen behuizing van de motor.
Gebruik voor aansluitingen op de afscherming een zo groot mogelijk oppervlak (kabelklem). Dit kan worden gedaan met behulp van de bijgeleverde installatiemiddelen in de frequentieomvormer.
Als het noodzakelijk is om de afscherming te splitsen om een motorisolator of motorrelais te installeren, moet de afscherming worden voortgezet met de laagst mogelijke HF-impedantie.

Kabellengte en dwarsdoorsnede

De frequentieomvormer is getest met een bepaalde kabellengte en een bepaalde kabeldoorsnede. Als de doorsnede toeneemt, kan ook de kabelcapaciteit – en daarmee de lekstroom – toenemen en moet de kabellengte dienovereenkomstig verminderd worden.
Houd de motorkabel zo kort mogelijk om interferentie en lekstromen te beperken.

Schakelfrequentie

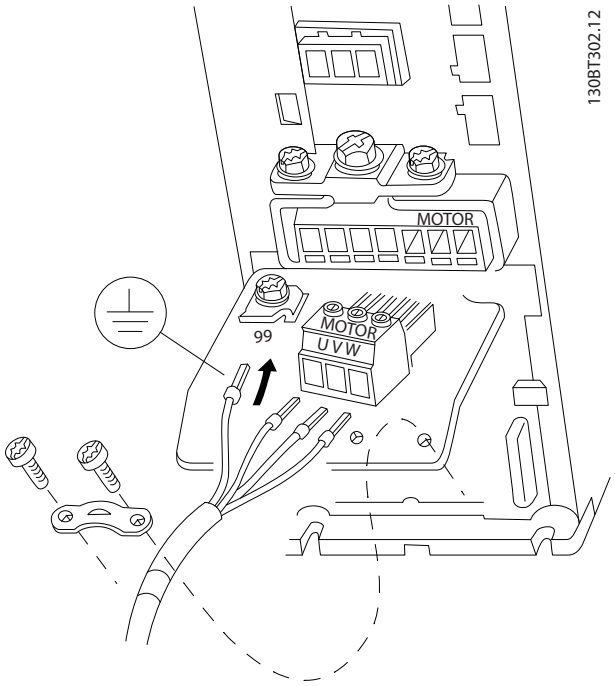
Als frequentieomvormers in combinatie met sinusfilters worden gebruikt om de akoestische ruis van een motor te beperken, moet de schakelfrequentie worden ingesteld overeenkomstig de instructies voor sinusfilters in *14-01 Schakelfrequentie*.

1. Bevestig de ontkoppelingsplaat aan de bodem van de frequentieomvormer met de schroeven en sluitringen uit de accessoiretas.
2. Bevestig de motorkabel aan de klemmen 96 (U), 97 (V), 98 (W).
3. Bevestig aan de aardverbinding (klem 99) op de ontkoppelingsplaat met de schroeven uit de accessoiretas.

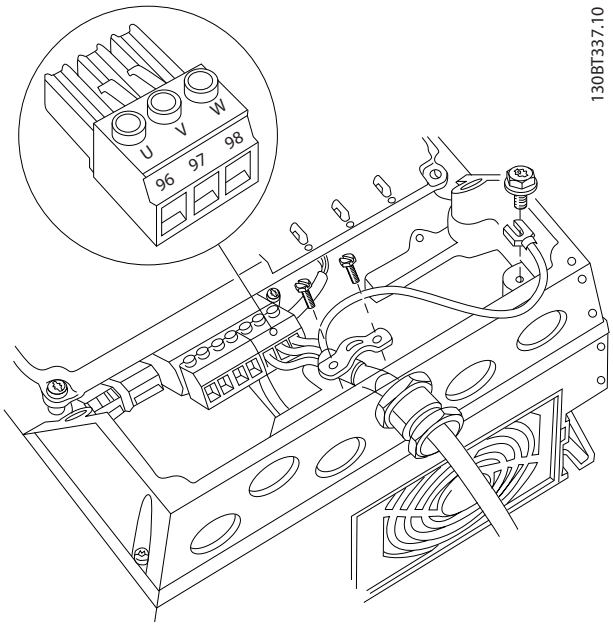
9

4. Sluit de stekkerconnectoren 96 (U), 97 (V), 98 (W) (tot 7,5 kW) en de motorkabel aan op de klemmen gelabeld MOTOR.
5. Bevestig de afgeschermde kabel aan de ontkoppelingsplaat met de schroeven en sluitringen uit de accessoiretas.

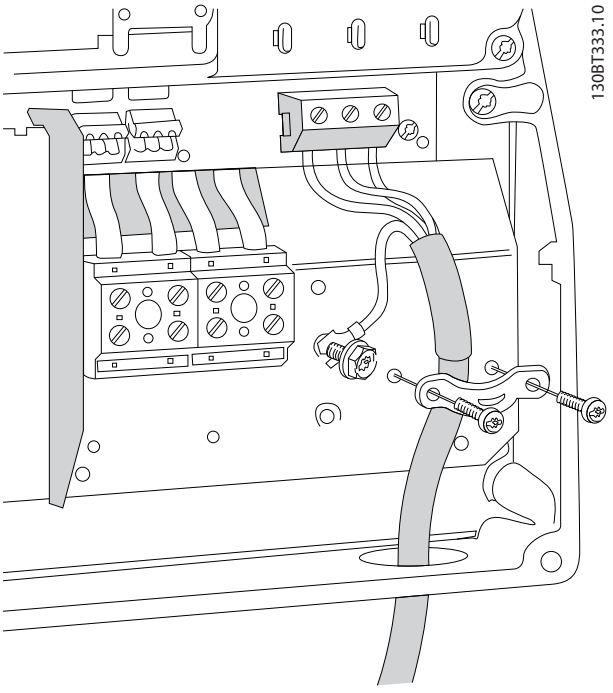
Alle typen 3-fasige asynchrone standaardmotoren kunnen op de frequentieomvormer worden aangesloten. Kleine motoren worden gewoonlijk in ster geschakeld (230/400 V, Y). Grote motoren zijn gewoonlijk in driehoekschakeling geschakeld (400/690 V, Δ). Kijk op het motortypeplaatje voor de juiste aansluitmodus en spanning.



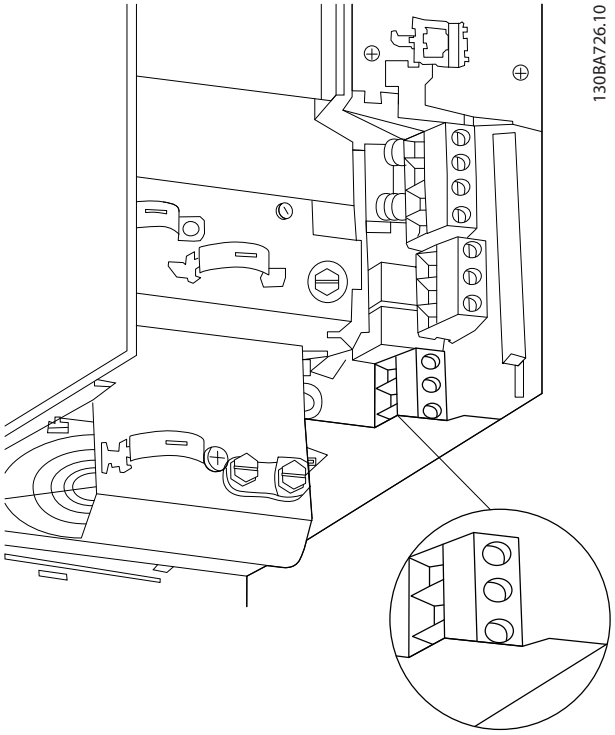
Afbeelding 9.30 Motoraansluiting voor behuizing A1, A2 en A3



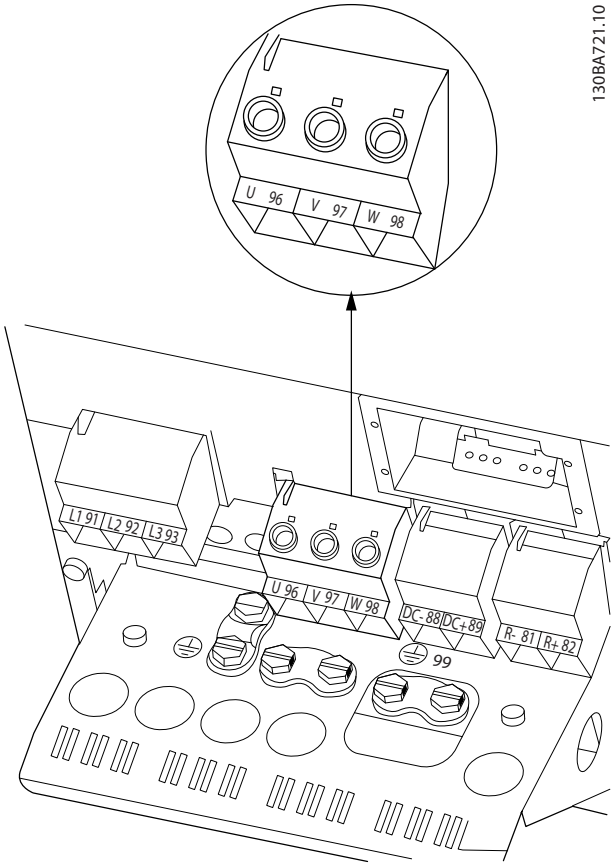
Afbeelding 9.31 Motoraansluiting voor behuizing A4/A5



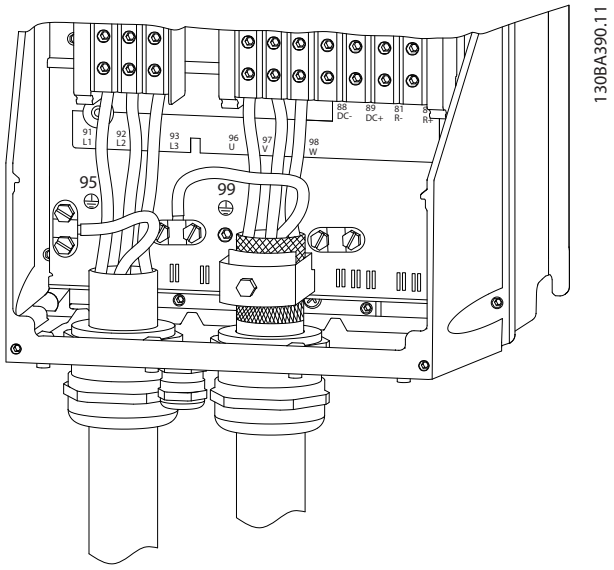
Afbeelding 9.32 Motoraansluiting voor behuizing B1 en B2



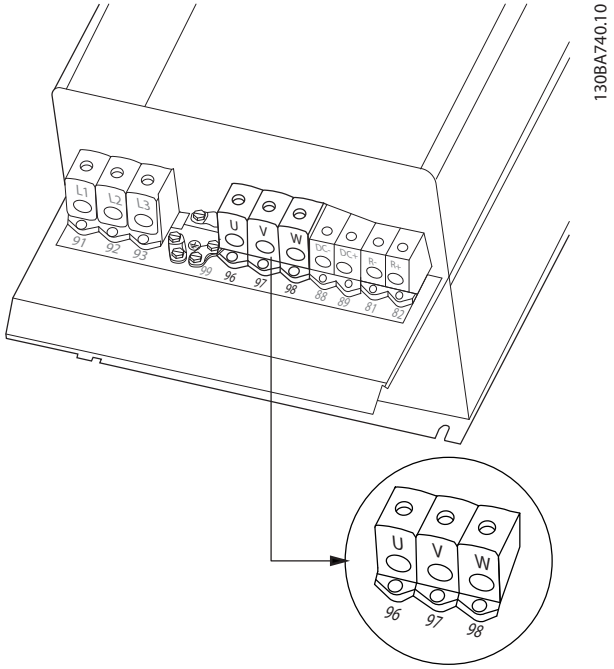
Afbeelding 9.33 Motoraansluiting voor behuizing B3



Afbeelding 9.34 Motoraansluiting voor behuizing B4.



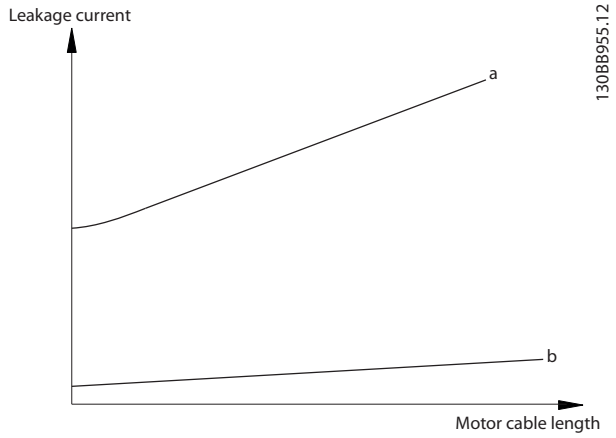
Afbeelding 9.35 Motoraansluiting behuizing C1 en C2. (IP 21/NEMA type 1 en IP 55/66/NEMA type 12)



Afbeelding 9.36 Motoraansluiting voor behuizing C3 en C4

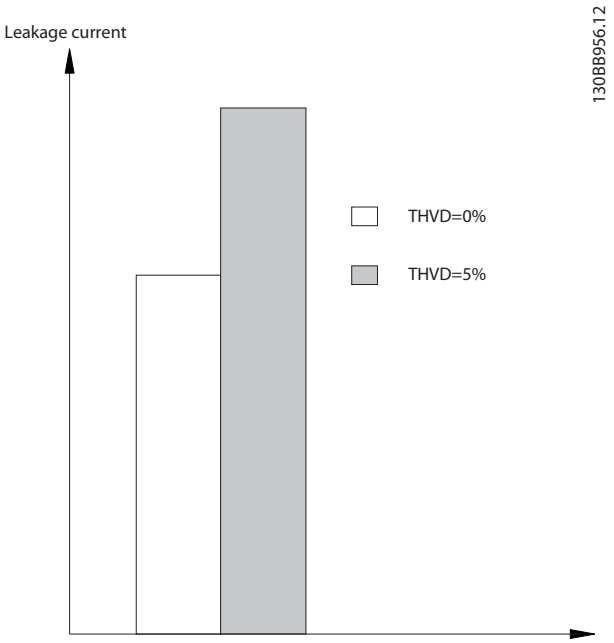
9.5 Aardlekstroombeveiliging

Volg de nationale en lokale voorschriften ten aanzien van de aarding van apparatuur met een lekstroom > 3,5 mA op.
De aardverbinding moet een dwarsdoorsnede van minstens 10 mm² hebben of bestaan uit 2 afzonderlijke aarddraden met dezelfde dwarsdoorsnede als de fasedraden. Frequentieomvormertechnologie impliceert hoogfrequent schakelen bij hoog vermogen. Dit genereert een lekstroom in de aardverbinding.
De aardlekstroom bestaat uit meerdere componenten en hangt af van diverse systeemconfiguraties, waaronder RFI-filtering, lengte van de motorkabel, afscherming van de motorkabel en het vermogen van de frequentieomvormer.



Afbeelding 9.37 Invloed van de kabellengte en vermogensklasse van de motorkabel op de lekstroom – vermogensklasse a > vermogensklasse b

De lekstroom is mede afhankelijk van de lijnvervorming.



Afbeelding 9.38 Lijnvervorming is van invloed op de lekstroom

EN-IEC 61800-5-1 (productnorm voor regelbare elektrische aandrijfsystemen) vereist speciale voorzorgsmaatregelen wanneer de lekstroom meer bedraagt dan 3,5 mA. De aarding moet op een van de volgende manieren worden versterkt:

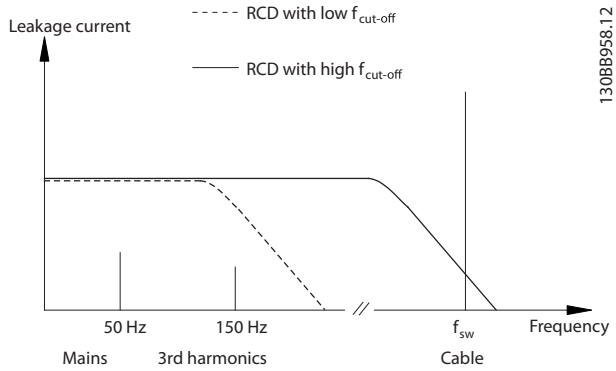
- Aarddraad (klem 95) van minimaal 10 mm²
- 2 afzonderlijke aarddraden die beide voldoen aan de regels ten aanzien van maatvoering

Zie EN-IEC 61800-5-1 en EN 50178 voor meer informatie.

Gebruik van RCD's
Bij gebruik van reststroomapparaten (RCD's), ook wel bekend als aardlekschakelaars (ELCB's), moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan:

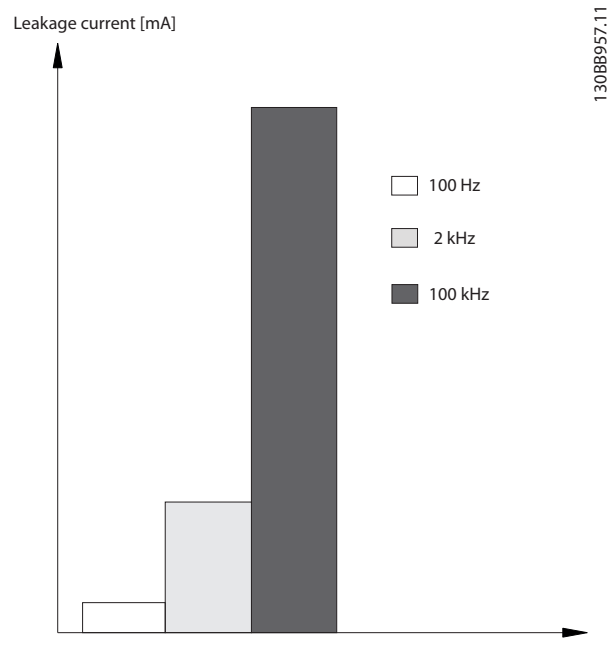
- Gebruik uitsluitend RCD's van type B, omdat deze in staat zijn tot het detecteren van AC- en DC-stromen.
- Gebruik RCD's met vertraging om fouten door kortstondige aardstromen te voorkomen.
- Dimensioneer RCD's op basis van de systeemconfiguratie en omgevingsaspecten.

De lekstroom bevat meerdere frequenties die afkomstig zijn van zowel de netfrequentie als de schakelfrequentie. Of de schakelfrequentie wordt gedetecteerd, hangt af van het gebruikte type RCD.



Afbeelding 9.39 Belangrijkste factoren die bijdragen aan lekstroom

De hoeveelheid lekstroom die door de RCD wordt gedetecteerd, hangt af van de uitschakelfrequentie van de RCD.



Afbeelding 9.40 De invloed van de uitschakelfrequentie van de RCD op de wijze waarop wordt gereageerd/wat er wordt gemeten

9.6 Extra aansluitingen

9.6.1 Relais

Relais 1

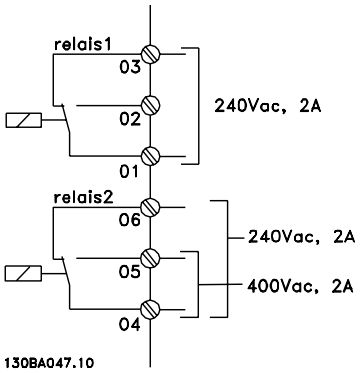
- Klem 01: gemeenschappelijk
- Klem 02: normaal open 240 V
- Klem 03: normaal gesloten 240 V

Relais 2 (geldt niet voor FC 301)

- Klem 04: gemeenschappelijk
- Klem 05: normaal open 400 V
- Klem 06: normaal gesloten 240 V

Relais 1 en relais 2 worden geprogrammeerd in *5-40 Functierelais*, *5-41 Aan-vertr., relais* en *5-42 Uit-vertr., relais*.

Aanvullende relaisuitgangen zijn beschikbaar via Relay Card MCB 105.

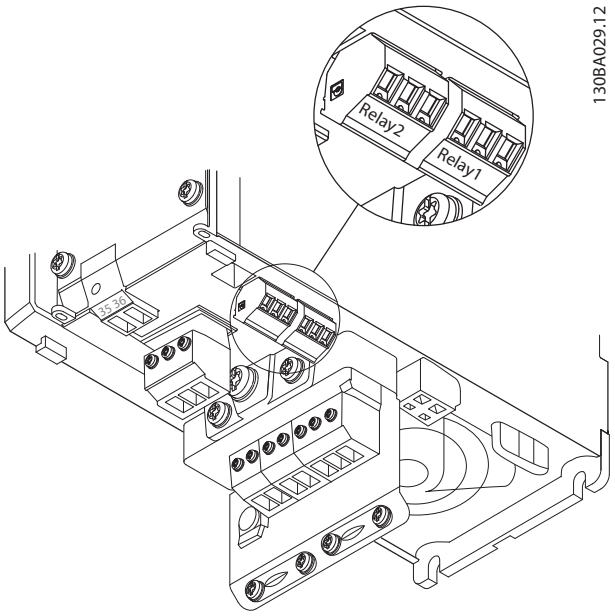


Afbeelding 9.41 Relaisuitgang 1 en 2

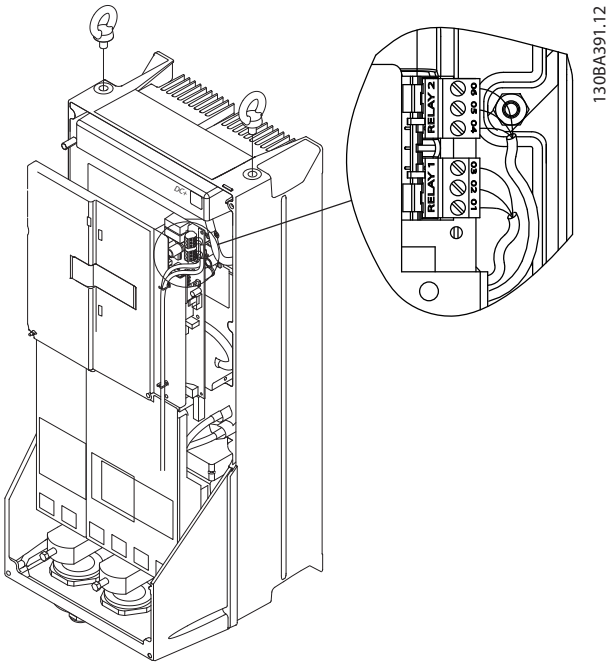
Zie parametergroep *5-4* Relais* voor informatie over het instellen van de relaisuitgang.

Nr.	01-02	maak (normaal geopend)
	01-03	verbreek (normaal gesloten)
	04-05	maak (normaal geopend)
	04-06	verbreek (normaal gesloten)

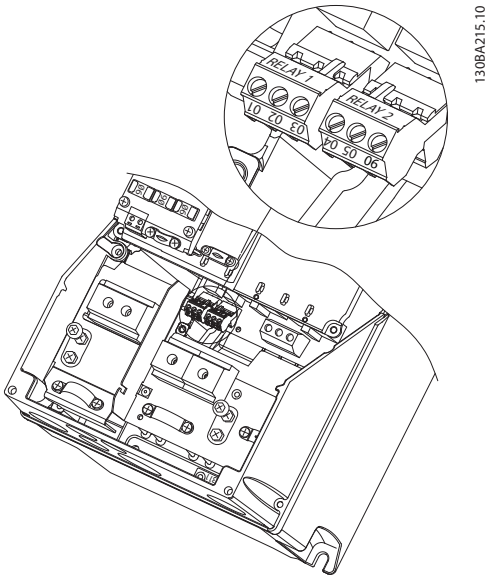
Tabel 9.18 Beschrijving van relais



Afbeelding 9.42 Klemmen voor relaisaansluiting (behuizingstype A1, A2 en A3).



Afbeelding 9.43 Klemmen voor relaisaansluiting (behuizingstype C1 en C2).

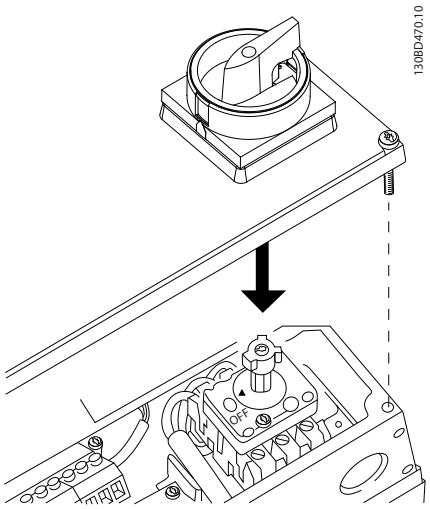


Afbeelding 9.44 Klemmen voor relaisaansluiting (behuizingstype A5, B1 en B2).

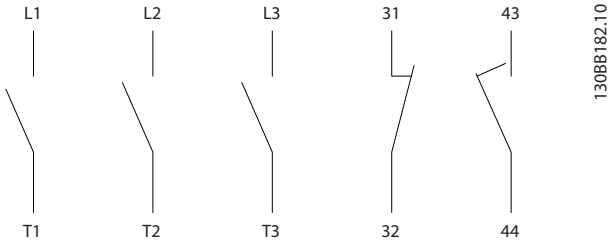
9.6.2 Netschakelaars en contactors

IP 55/NEMA type 12 (behuizingstype A5) met netschakelaar in elkaar zetten

De netschakelaar bevindt zich aan de linkerkant van behuizingstype B1, B2, C1 en C2. Op behuizingstype A5 bevindt de netschakelaar zich aan de rechterkant.

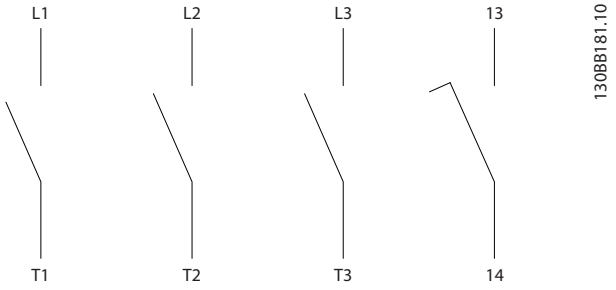


Afbeelding 9.45 Positie van netschakelaar



Behuizingstype	Type
A4/A5	Kraus&Naimer KG20A T303
B1	Kraus&Naimer KG64 T303
B2	Kraus&Naimer KG64 T303

Afbeelding 9.46 Klemaansluitingen voor A4, A5, B1, B2



Behuizingstype	Type
C1	Kraus&Naimer KG100 T303
C1	Kraus&Naimer KG105 T303
C2	Kraus&Naimer KG160 T303

Afbeelding 9.47 Klemaansluitingen voor C1, C2

9.6.3 Loadsharing

De DC-aansluitklem wordt gebruikt als DC-backup, waarbij de tussenkring wordt gevoed vanuit een externe bron. Hierbij worden klem 88 en 89 gebruikt.

De aansluitkabel moet zijn afgeschermd en de maximale kabellengte van de frequentieomvormer naar de DC-lamel bedraagt 25 meter.
Loadsharing maakt de verbinding van DC-tussenkringen van verschillende frequentieomvormers mogelijk.

⚠VOORZICHTIG

Houd er rekening mee dat er spanningen tot 1099 V DC op de klemmen kunnen komen te staan.
Voor loadsharing is extra apparatuur nodig en moeten veiligheidsmaatregelen worden getroffen.

⚠VOORZICHTIG

Houd er rekening mee dat de netschakelaar de frequentieomvormer mogelijk niet zal isoleren vanwege de DC-tussenkringaansluiting.

9.6.4 Remweerstand

De aansluitkabel naar de remweerstand moet zijn afgeschermd en de maximale kabellengte van de frequentieomvormer naar de DC-lamel bedraagt 25 meter.

1. Sluit de afscherming met behulp van kabelklemmen aan op de geleidende achterwand van de frequentieomvormer en op de metalen behuizing van de remweerstand.
2. Stem de doorsnede van de remweerstandbekabeling af op het remkoppel.

Klem 81 en 82 zijn remweerstandsklemmen.

LET OP

Als er kortsluiting optreedt in de rem-IGBT, moet u vermogensdissipatie in de remweerstand voorkomen door de netspanning naar de frequentieomvormer af te schakelen via een netschakelaar of contactor. Alleen de frequentieomvormer mag de contactor besturen.

⚠VOORZICHTIG

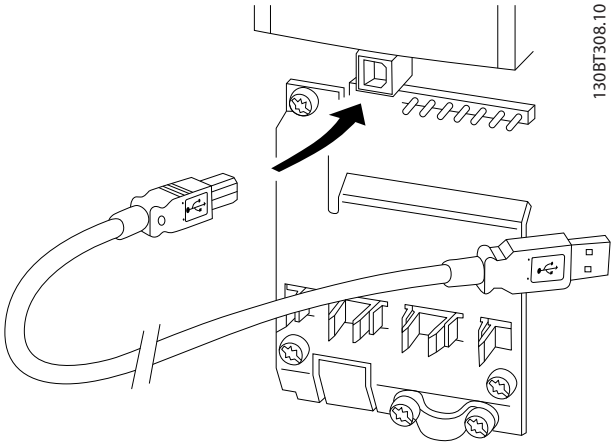
Houd er rekening mee dat er spanningen tot 1099 V DC op de klemmen kunnen komen te staan, afhankelijk van de voedingsspanning.

9.6.5 Pc-software

De pc wordt aangesloten via een standaard USB-kabel (host/apparaat) of via de RS-485-interface.

USB is een seriële bus die gebruikmaakt van 4 afgeschermde draden en waarbij pen 4 (aarde) is verbonden met de afscherming in de USB-poort van de pc. Als de pc via een USB-kabel wordt aangesloten op een frequentieomvormer, bestaat er een risico van beschadiging van de USB-hostcontroller in de pc. Alle standaard pc's worden geproduceerd zonder galvanische scheiding in de USB-poort.
Een verschil in aardpotentiaal dat wordt veroorzaakt door het niet opvolgen van de aanbevelingen onder *Aansluiting op het net* in de *Bedieningshandleiding*, kan leiden tot beschadiging van de USB-hostcontroller via de afscherming van de USB-kabel.

Het wordt aangeraden om een USB-isolator met galvanische scheiding te gebruiken om de USB-hostcontroller in de pc te beschermen tegen verschillen in aardpotentiaal op het moment dat de pc via een USB-kabel wordt aangesloten op de pc. Het wordt aangeraden om geen pc-voedingskabel met een geaarde stekker te gebruiken wanneer de pc via een USB-kabel wordt aangesloten op de pc. Deze beperkt het verschil in aardpotentiaal maar elimineert niet alle potentiaalverschillen, vanwege de aardverbinding en afscherming in de USB-poort van de pc.



Afbeelding 9.48 USB-aansluiting

9.6.5.1 MCT 10

Installeer de MCT 10 setupsoftware om de frequentieomvormer vanaf een pc te besturen.

Gegevens in de pc opslaan met behulp van MCT 10 setupsoftware

1. Sluit de pc via een USB-poort aan op de eenheid.
2. Start de MCT 10 setupsoftware.
3. Selecteer de USB-poort in het gedeelte *network*.
4. Selecteer *copy*.
5. Selecteer het gedeelte *project*.
6. Selecteer *paste*.
7. Selecteer *save as*.

Alle parameters zijn nu opgeslagen.

Gegevens overzetten van LCP naar frequentieomvormer met behulp van MCT 10 setupsoftware

1. Sluit de pc via een USB-poort aan op de eenheid.
2. Start de MCT 10 setupsoftware.
3. Selecteer *Open* – de opgeslagen bestanden worden getoond.
4. Open het relevante bestand.
5. Selecteer *Write to drive*.

Alle parameters worden nu overgezet naar de frequentieomvormer.

Er is een aparte handleiding beschikbaar voor de MCT 10 setupsoftware. Download deze van *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Softwaredownload/*.

9.6.5.2 MCT 31

De MCT 31 harmonischencalculator voor de pc vereenvoudigt het schatten van de harmonische vervorming in een bepaalde toepassing. De harmonische vervorming van zowel frequentieomvormers van Danfoss als frequentieomvormers van andere fabrikanten met aanvullende hulpmiddelen voor harmonischenreductie, zoals Danfoss AHF-filters en 12-18-pulsgelijkrichters, kunnen worden berekend.

MCT 31 is ook te downloaden via *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Softwaredownload/*.

9.6.5.3 Harmonic Calculation Software (HCS)

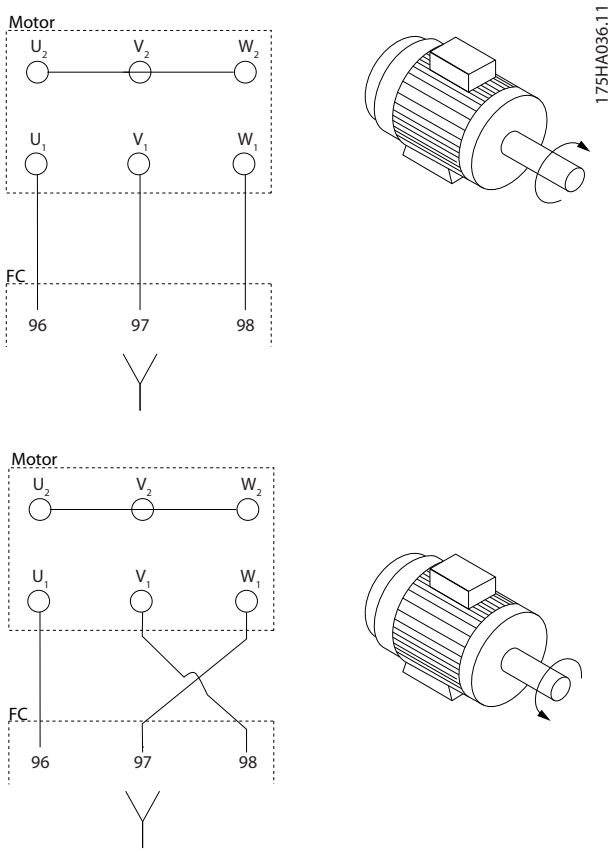
HCS is een geavanceerde versie van de harmonischencalculator. De berekende resultaten worden vergeleken met relevante normen en kunnen vervolgens worden afgedrukt.

Zie *www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START*

9.7 Extra motorgegevens

9.7.1 Motorkabel

Alle typen 3-fasige asynchrone standaardmotoren kunnen door een frequentieomvormer worden bestuurd. De draairichting is rechtsom op basis van de fabrieksinstelling. Hierbij is de uitgang van de frequentieomvormer als volgt aangesloten:



Afbeelding 9.49 Klemaansluiting voor rechtsom en linksom draaien

De draairichting kan worden gewijzigd door 2 fasen van de motorkabel te verwisselen of door de instelling in *4-10 Draairichting motor* te wijzigen.

De draairichting van de motor kan worden gecontroleerd via *1-28 Controle draair. motor* en het volgen van de stappen die op het display worden weergegeven.

9.7.2 Aansluiten van meerdere motoren

LET OP

Als de motorvermogens sterk verschillen, kunnen er bij de start en bij lage toerentallen problemen optreden. Dit komt omdat de relatief hoge ohmse weerstand in de stator van kleine motoren een hogere spanning vereist bij de start en bij lage toerentallen.

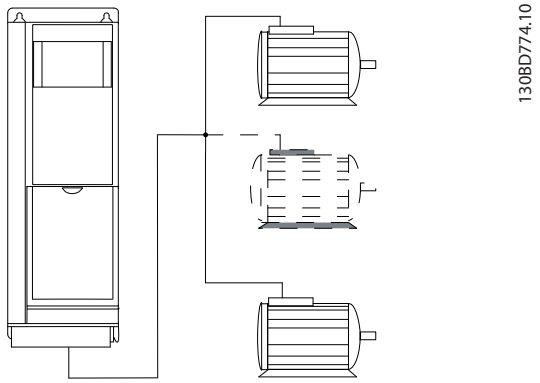
De frequentieomvormer kan een aantal parallel aangesloten motoren besturen. Neem bij een parallelle motoraansluiting het volgende in acht:

- In sommige toepassingen kan de modus VVC^{plus} worden gebruikt.
- De totale stroom die door de motoren wordt opgenomen, mag niet groter zijn dan de nominale uitgangsstroom I_{INV} van de frequentie-omvormer.
- Gebruik geen gemeenschappelijk aansluitpunt voor lange kabellengtes; zie *Afbeelding 9.51*.
- De gespecificeerde totale lengte van de motorkabel in *Tabel 5.2* is van toepassing zolang de parallelle kabels kort worden gehouden (elk korter dan 10 m); zie *Afbeelding 9.53* en *Afbeelding 9.54*.
- Houd rekening met de spanningsval over de motorkabel; zie *Afbeelding 9.54*.
- Gebruik voor lange parallelle kabels een LC-filter; zie *Afbeelding 9.54*.
- Zie *Afbeelding 9.55* voor informatie over lange kabels zonder parallelle aansluiting.

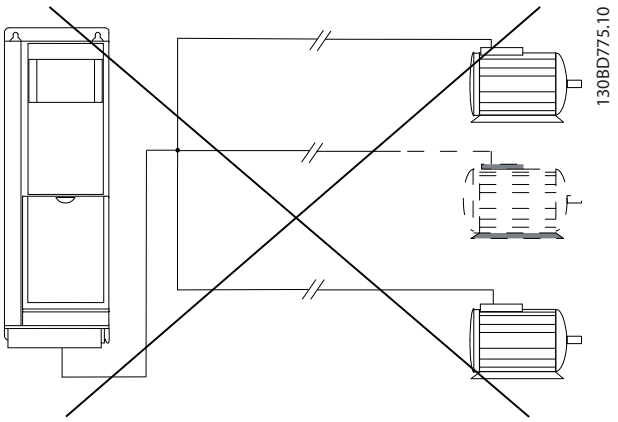
LET OP

Wanneer motoren parallel zijn aangesloten, kan *1-02 Flux motorterugk.bron* niet worden gebruikt en moet *1-01 Motorbesturingsprincipe* worden ingesteld op *[0] U/f*.

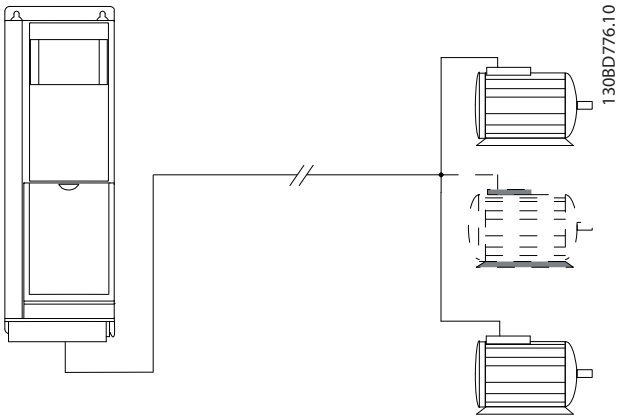
9



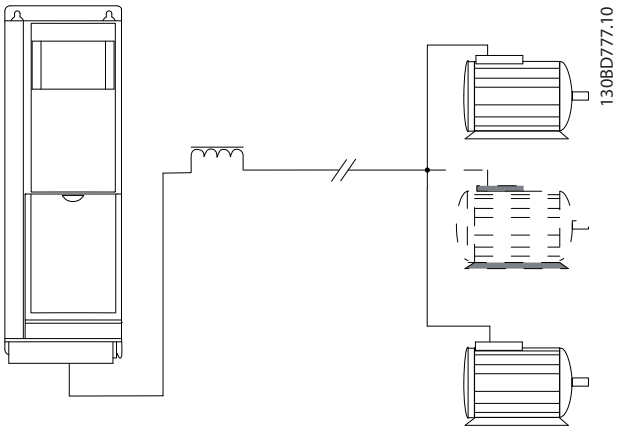
Afbeelding 9.50 Gemeenschappelijk aansluitpunt voor korte kabellengtes



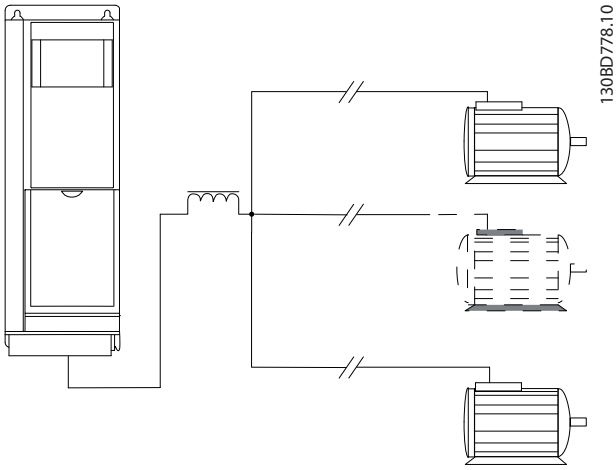
Afbeelding 9.51 Gemeenschappelijk aansluitpunt voor lange kabellengtes



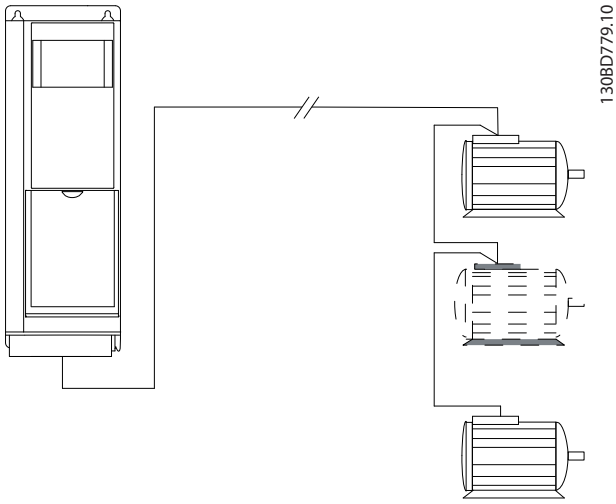
Afbeelding 9.52 Parallelle kabels zonder belasting



Afbeelding 9.53 Parallelle kabels met belasting



Afbeelding 9.54 LC-filter voor lange parallelle kabels



Afbeelding 9.55 In serie aangesloten lange kabels

Behuizingstypen	Vermogensklasse [kW]	Spanning [V]	1 kabel [m]	2 kabels [m]	3 kabels [m]	4 kabels [m]
A1, A2, A4, A5	0.37-0.75	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A4, A5	1.1-1.5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A4, A5	2,2-4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, A4, A5	5.5-7.5	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11-75	400	150	75	50	37
		500	150	75	50	37
A3	1.1-7.5	525-690	100	50	33	25
B4	11-30	525-690	150	75	50	37
C3	37-45	525-690	150	75	50	37

Tabel 9.19 Max. kabellengte voor elke parallelle kabel

9.8 Veiligheid

9.8.1 Hoogspanningstest

Voer een hoogspanningstest uit door de klemmen U, V, W, L_1, L_2 en L_3 kort te sluiten. Schakel tussen deze kortsluiting en het chassis gedurende één seconde een spanning van maximaal 2,15 kV DC in geval van 380-500 V-frequentieomvormers of maximaal 2,525 kV DC in geval van 525-690 V-frequentieomvormers.

9

⚠WAARSCHUWING

Bij het uitvoeren van hoogspanningstests op de volledige installatie moet de aansluiting van het net en de motor worden onderbroken als de lekstromen te hoog zijn.

9.8.2 EMC-aarding

Correcte EMC-aardingspraktijken

- Neem veiligheidsaarding serieus.
- Houd de aardverbinding zo kort mogelijk voor optimale EMC-prestaties.
- Draden met een groter oppervlak hebben een lagere impedantie en een betere EMC-aarding.
- In gevallen waarbij meerdere apparaten met metalen kasten worden gebruikt, moet u deze op een gemeenschappelijke montageplaat installeren om de EMC-prestaties te verbeteren.

LET OP

Gebruik zo nodig sluitringen voor bevestigingsbouten, bijvoorbeeld in geval van gelakte delen.

⚠VOORZICHTIG

POTENTIEEL GEVAAR BIJ INTERNE FOUT

Er bestaat een kans op lichamelijk letsel wanneer de frequentieomvormer niet goed is gesloten.

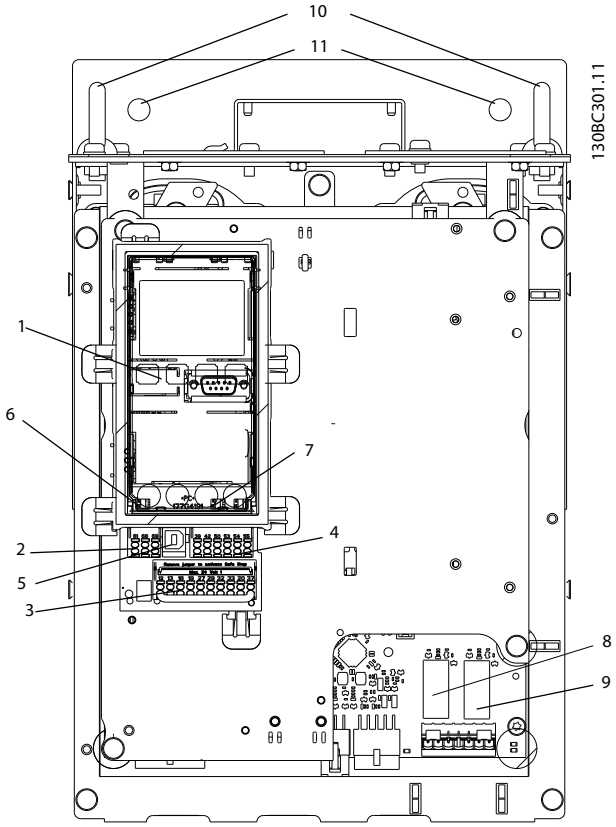
- **Controleer voordat u de spanning inschakelt of alle veiligheidsafdekkingen op hun plaats zitten en stevig zijn vastgezet.**

9.8.3 ADN-conforme installatie

Eenheden met beschermingsklasse IP 55 (NEMA 12) of hoger voorkomen vonkvorming en zijn geclassificeerd als elektrische apparaten met beperkt explosiegevaar overeenkomstig het Europees Verdrag inzake het internationale vervoer van gevaarlijke goederen over de binnenwateren (ADN).

Voor eenheden met beschermingsklasse IP 20, IP 21 of IP 54 moet u het risico van vonkvorming als volgt vermijden:

- Installeer geen netschakelaar.
- Zorg dat *14-50 RFI-filter* is ingesteld op *[1] Aan*.
- Verwijder alle relaisstekkers die zijn gemarkeerd als 'RELAY'. Zie *Afbeelding 9.56*.
- Controleer of, en zo ja, welke relaisopties er zijn geïnstalleerd. De enige toegestane relaisoptie is Extended Relay Card MCB 113.



Afbeelding 9.56 Positie van relaisstekkers, pos. 8 en 9

Op verzoek wordt een verklaring van de fabrikant afgegeven.

10 Toepassingsvoorbeelden

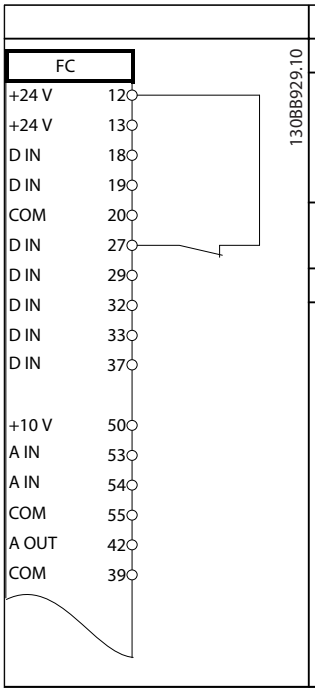
10.1 Gangbare toepassingen

De voorbeelden in deze sectie zijn bedoeld als een snelle referentie voor veelgebruikte toepassingen.

- De parameterinstellingen zijn gebaseerd op de standaard regionale instelling (geselecteerd in *0-03 Regionale instellingen*), tenzij anders aangegeven.
- De parameters die betrekking hebben op de klemmen en bijbehorende instellingen, worden naast de tekeningen weergegeven.
- Wanneer schakelinstellingen nodig zijn voor de analoge klemmen A53 of A54 wordt dit ook aangegeven.

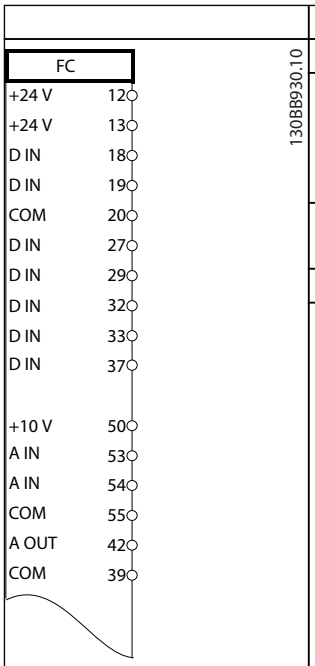
VOORZICHTIG

Thermistors moeten zijn voorzien van versterking of dubbele isolatie om te voldoen aan de PELV-isolatievereisten.



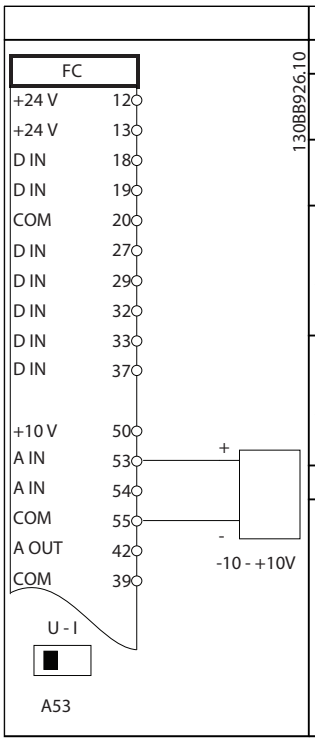
	Parameters	
	Functie	**Instelling**
1-29 Autom. aanpassing motorgeg. (AMA)		[1] Volledige AMA insch.
5-12 Klem 27 digitale ingang		[2]* Vrijloop geïnv.
* = standaardwaarde		
Opmerkingen: parametergroep *1-2* Motordata* moet worden ingesteld op basis van de gebruikte motor		

Tabel 10.1 AMA, klem 27 aangesloten



	Parameters	
	Functie	**Instelling**
1-29 Autom. aanpassing motorgeg. (AMA)		[1] Volledige AMA insch.
5-12 Klem 27 digitale ingang		[0] Niet in bedrijf
* = standaardwaarde		
Opmerkingen: parametergroep *1-2* Motordata* moet worden ingesteld op basis van de gebruikte motor		

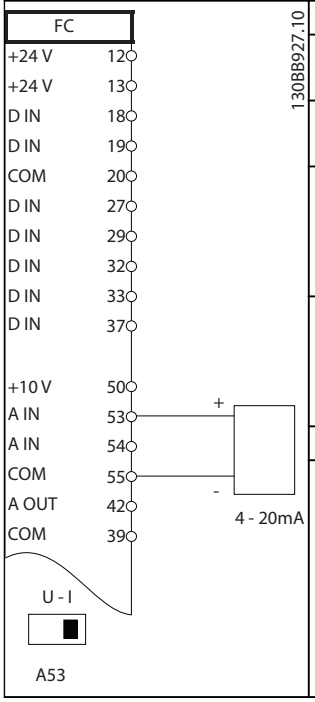
Tabel 10.2 AMA, klem 27 niet aangesloten



	Parameters	
	Functie	**Instelling**
6-10 Klem 53 lage spanning		0,07 V*
6-11 Klem 53 hoge spanning		10 V*
6-14 Klem 53 lage ref./ terugkopp. waarde		0 tpm
6-15 Klem 53 hoge ref./ terugkopp. waarde		1500 tpm
* = standaardwaarde		
Opmerkingen		

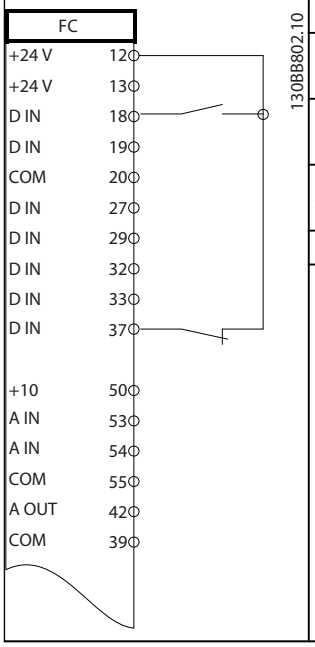
Tabel 10.3 Analoge snelheidsreferentie (spanning)

10



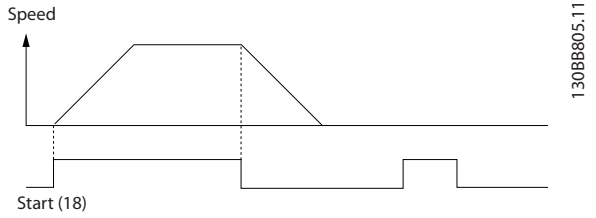
	Parameters	
	Functie	**Instelling**
	6-12 Klem 53 lage stroom	4 mA*
	6-13 Klem 53 hoge stroom	20 mA*
	6-14 Klem 53 lage ref./ terugkopp. waarde	0 tpm
	6-15 Klem 53 hoge ref./ terugkopp. waarde	1500 tpm
* = standaardwaarde		
Opmerkingen		

Tabel 10.4 Analoge snelheidsreferentie (stroom)

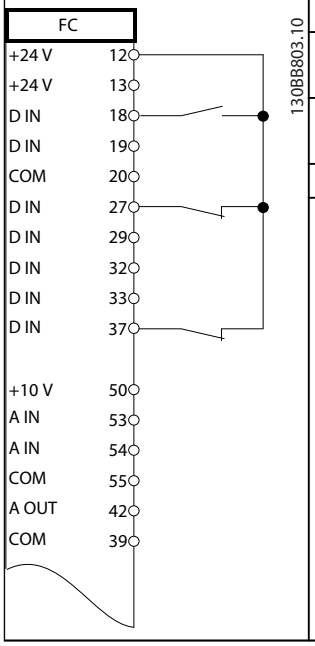


	Parameters	
	Functie	**Instelling**
	5-10 Klem 18 digitale ingang	[8] Start*
	5-12 Klem 27 digitale ingang	[0] Niet in bedrijf
	5-19 Klem 37 Veilige stop	[1] Alarm Veilige stop
* = standaardwaarde		
Opmerkingen: Als *5-12 Klem 27 digitale ingang* is ingesteld op *[0] Niet in bedrijf*, is geen jumperkabel naar klem 27 nodig.		

Tabel 10.5 Start-/stopcommando met STO-functie

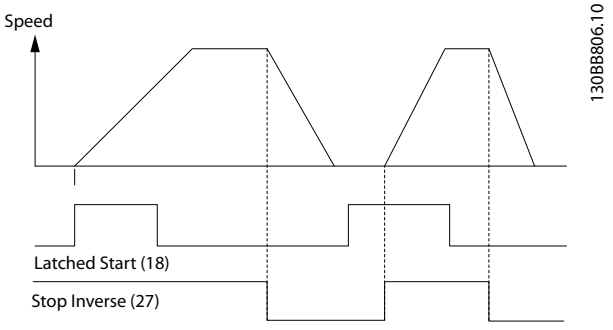


Afbeelding 10.1 Start/stop met STO-functie

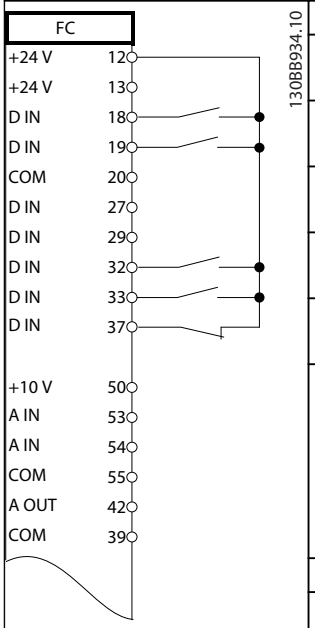


	Parameters	
	Functie	**Instelling**
	5-10 Klem 18 digitale ingang	[9] Pulsstart
	5-12 Klem 27 digitale ingang	[6] Stop geïnverteerd
* = standaardwaarde		
Opmerkingen: Als *5-12 Klem 27 digitale ingang* is ingesteld op *[0] Niet in bedrijf*, is geen jumperkabel naar klem 27 nodig.		

Tabel 10.6 Pulsstart/stop

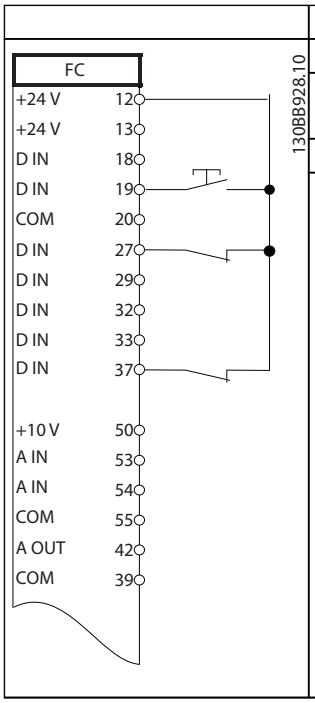


Afbeelding 10.2 Pulsstart/Stop geïnverteerd



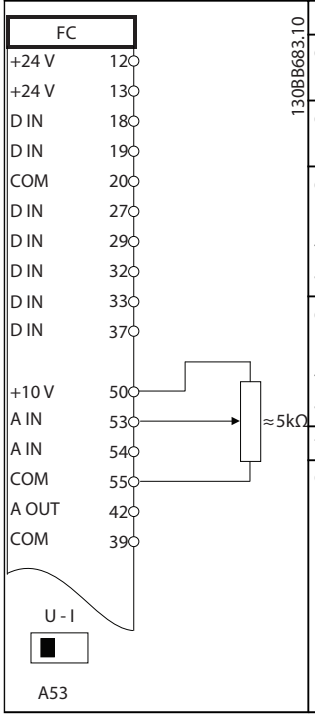
Parameters	
Functie	**Instelling**
5-10 Klem 18 digitale ingang	[8] Start
5-11 Klem 19 digitale ingang	[10] Omkeren*
5-12 Klem 27 digitale ingang	[0] Niet in bedrijf
5-14 Klem 32 digitale ingang	[16] Ingest. ref. bit 0
5-15 Klem 33 digitale ingang	[17] Ingest. ref. bit 1
3-10 Ingestelde ref.	
Ingest. ref. 0	25%
Ingest. ref. 1	50%
Ingest. ref. 2	75%
Ingest. ref. 3	100%
* = standaardwaarde	
Opmerkingen	

Tabel 10.7 Start/stop met omkeren en 4 vooraf ingestelde snelheden



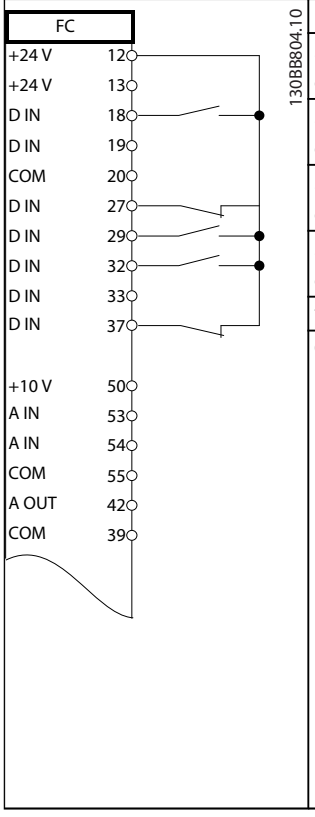
Parameters	
Functie	**Instelling**
5-11 Klem 19 digitale ingang	[1] Reset
* = standaardwaarde	
Opmerkingen	

Tabel 10.8 Externe reset na alarm



Parameters	
Functie	**Instelling**
6-10 Klem 53 lage spanning	0,07 V*
6-11 Klem 53 hoge spanning	10 V*
6-14 Klem 53 lage ref./ terugkopp. waarde	0 tpm
6-15 Klem 53 hoge ref./ terugkopp. waarde	1500 tpm
* = standaardwaarde	
Opmerkingen	

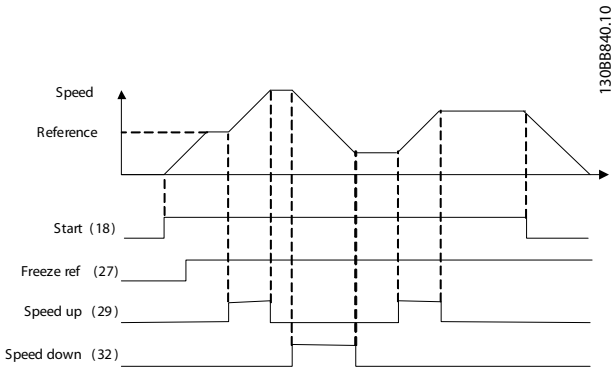
Tabel 10.9 Snelheidsreferentie (via een handmatige potentiometer)



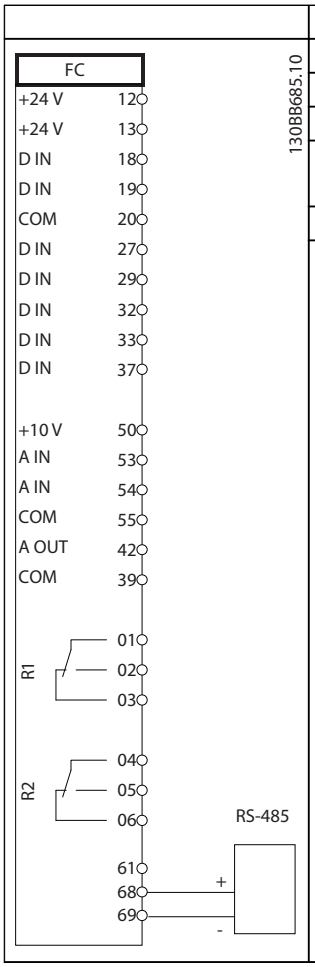
Parameters	
Functie	**Instelling**
5-10 Klem 18 digitale ingang	[8] Start*
5-12 Klem 27 digitale ingang	[19] Ref. vasthouden
5-13 Klem 29 digitale ingang	[21] Snelh. omh.
5-14 Klem 32 digitale ingang	[22] Snelh. omlaag
* = standaardwaarde	
Opmerkingen	

Tabel 10.10 Snelheid omhoog/omlaag

10

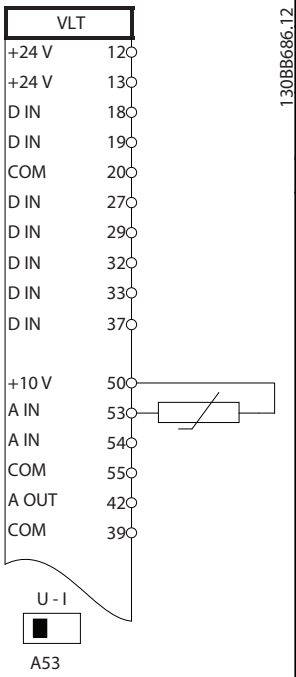


Afbeelding 10.3 Snelheid omhoog/omlaag



Parameters	
Functie	**Instelling**
8-30 Protocol	FC*
8-31 Adres	1*
8-32 Baudsnelheid	9600*
* = standaardwaarde	
Opmerkingen: Selecteer protocol, adres en baudsnelheid in de bovenstaande parameters.	

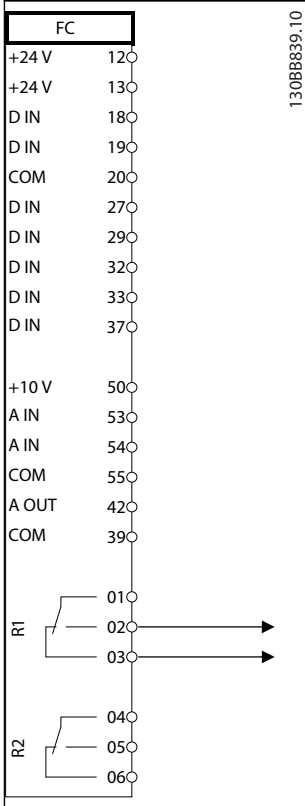
Tabel 10.11 RS-485-netwerkaansluiting



Parameters	
Functie	**Instelling**
1-90 Therm. motorbeveiliging	[2] Thermistoruitsch.
1-93 Thermistorbron	[1] Anal. ingang 53
* = standaardwaarde	
Opmerkingen: Stel *1-90 Therm. motorbeveiliging* in op *[1]Thermistorwaarsch.* als alleen een waarschuwing gewenst is.	

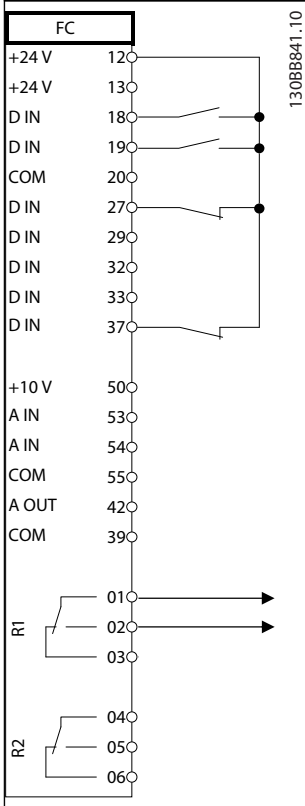
Tabel 10.12 Motorthermistor

10



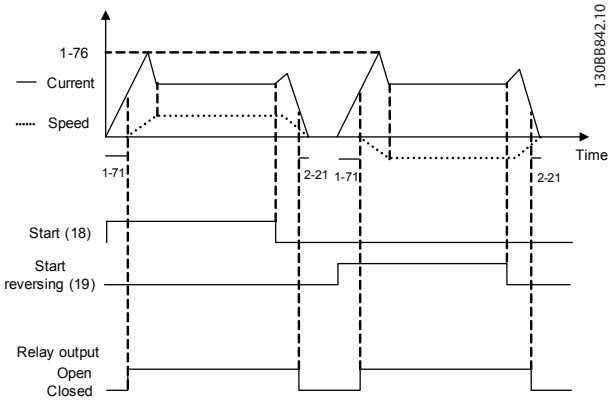
Parameters	
Functie	**Instelling**
4-30 Motorterugkoppelingsverliesfunctie	[1] Waarschuwing
4-31 Motorterugkoppelingssnelh. fout	100 tpm
4-32 Motorterugkoppelingsverliestime-out	5 s
7-00 Terugk.bron snelheids-PID	[2] MCB 102
17-11 Resolutie (PPO)	1024*
13-00 SL-controllermodus	[1] Aan
13-01 Gebeurt. starten	[19] Waarschuwing
13-02 Gebeurt. stoppen	[44] Toets Reset
13-10 Comparator-operand	[21] Waarsch. nummer
13-11 Comparator-operator	[1] ≈*
13-12 Comparatorwaarde	90
13-51 SL Controller Event	[22] Comparator 0
13-52 SL-controlleractie	[32] Dig. uitgang A laag
5-40 Functierelais	[80] SL dig. uitgang A
* = standaardwaarde	
Opmerkingen: Als de limiet van de terugkoppelingsbewaking wordt overschreden, wordt Waarschuwing 90 gegenereerd. De SLC bewaakt Waarschuwing 90 en schakelt relais 1 in wanneer Waarschuwing 90 TRUE wordt. Via externe apparatuur kan worden aangegeven dat er onderhoud nodig is. Als de terugkoppelingsfout binnen 5 s weer tot onder de limiet zakt, blijft de frequentieomvormer werken en verdwijnt de waarschuwing. Relais 1 blijft echter ingeschakeld totdat [Reset] op het LCP wordt ingedrukt.	

Tabel 10.13 SLC gebruiken om een relais in te stellen



Parameters	
Functie	**Instelling**
1-00 Configuratiemodus	[0] Snelh. zndr terugk.
1-01 Motorbesturingsprincipe	[1] VVC^{plus}
5-40 Functierelais	[32] Mech. rembesturing
5-10 Klem 18 digitale ingang	[8] Start*
5-11 Klem 19 digitale ingang	[11] Start omgekeerd
1-71 Startvertraging	0,2
1-72 Startfunctie	[5] VVC^{plus}/ Flux rechtsom
1-76 Startstroom	$I_{m,n}$
2-20 Stroom bij vrijgave rem	Afhankelijk van de toepassing
2-21 Snelheid rematctivering [TPM]	De helft van de nominale slip van de motor
* = standaardwaarde	
Opmerkingen:	

Tabel 10.14 Mechanische rembesturing (zonder terugkoppeling)



Afbeelding 10.4 Mechanische rembesturing (zonder terugkoppeling)

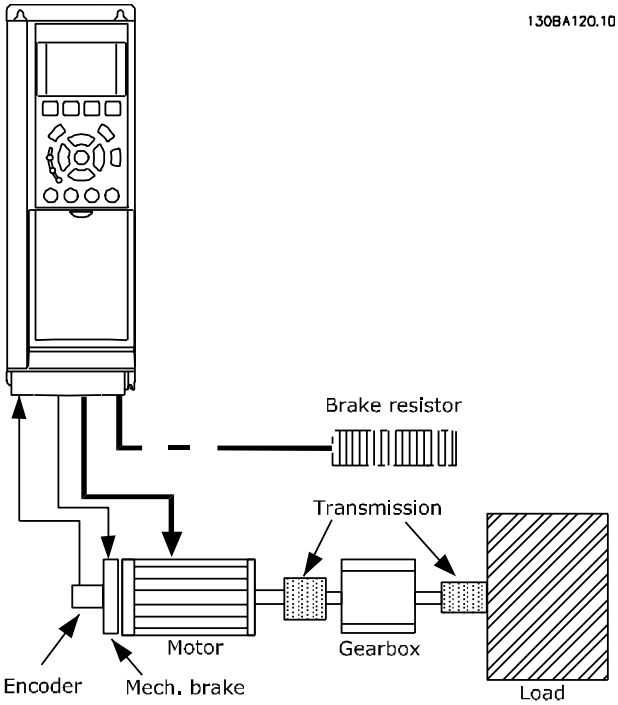
10

10.1.1 Omvormersysteem met terugkoppeling

Een frequentieomvormersysteem bestaat gewoonlijk uit meerdere componenten, zoals:

- Motor
- Tandwielkast
- Mechanische rem
- Frequentieomvormer
- Encoder als terugkoppelingssysteem
- Remweerstand voor dynamisch remmen
- Overbrenging
- Belasting

Bij toepassingen waarbij het gebruik van een mechanische rem vereist is, is gewoonlijk een remweerstand nodig.



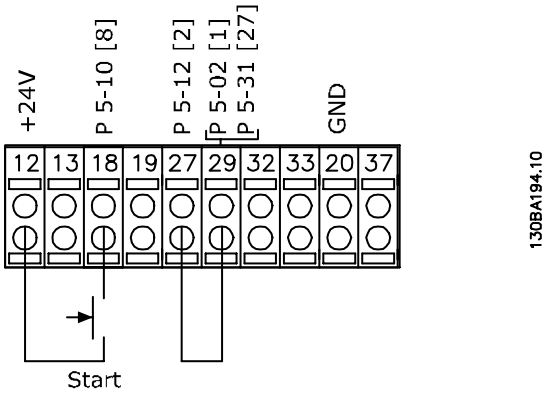
Afbeelding 10.5 Voorbeeld van FC 302 snelheidsregeling met terugkoppeling

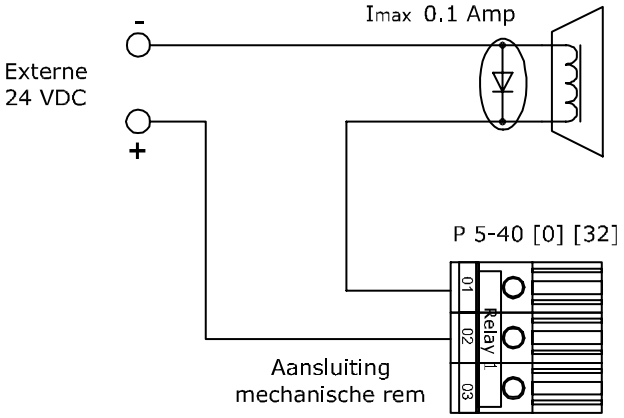
10.1.2 Programmeren van koppelbegrenzing en stop

In toepassingen met een externe elektromechanische rem, zoals hijstoepassingen, is het mogelijk om de frequentieomvormer te stoppen via een 'standaard' stopcommando en gelijktijdig de externe elektromechanische rem te activeren.
Het onderstaande voorbeeld illustreert de programmering van de aansluitingen van de frequentieomvormer.
De externe rem kan worden aangesloten op relais 1 of 2. Programmeer klem 27 als *[2] Vrijloop geïnv.* of *[3] Vrijloop & reset inv*, stel *Klem 29 modus* in op *[1] Uitgang* en programmeer klem 29 als *[27] Koppelbegr. & stop*.

Beschrijving
Als een stopcommando actief is via klem 18 en de frequentieomvormer de waarde van de koppelbegrenzing niet heeft bereikt, zal de motor uitlopen tot 0 Hz.
Als de frequentieomvormer de waarde van de koppelbegrenzing heeft bereikt en een stopcommando wordt geactiveerd, wordt *Klem 29 dig. uitgang* (ingesteld op *[27] Koppelbegr. & stop*) geactiveerd. Het signaal naar klem 27 wijzigt van 'logische 1' naar 'logische 0' en de motor gaat vrijlopen, waardoor het hijsen zal worden gestopt, ook als de frequentieomvormer zelf het vereiste koppel niet aankan (d.w.z. wegens een te hoge overbelasting).

- Start/stop via klem 18
  5-10 Klem 18 digitale ingang, *[8] Start*
- Snelle stop via klem 27
  5-12 Klem 27 digitale ingang, *[2] Vrijloop geïnv.*
- Klem 29 uitgang
  5-02 Klem 29 modus, *[1] Uitgang*
  5-31 Klem 29 dig. uitgang, *[27] Koppelbegr. & stop*
- Relaisuitgang [0] (Relais 1) =
  5-40 Functierelais, *[32] Mech. rembesturing*

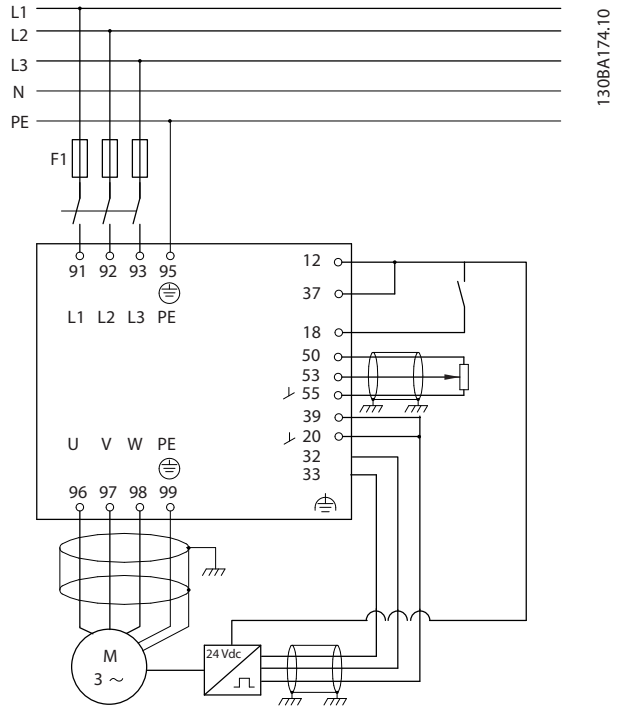




Afbeelding 10.6 Externe elektromechanische rem

10.1.3 Programmeren van snelheidsregeling

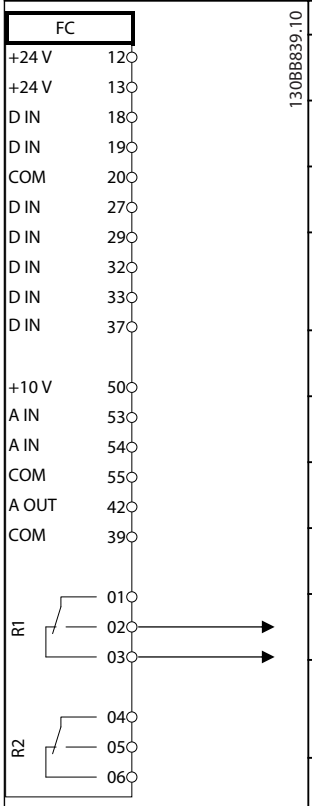
De benodigde motorsnelheid wordt ingesteld via een potentiometer die is aangesloten op klem 53. Het snelheidsbereik is 0 tot 1500 tpm, wat overeenkomt met 0 tot 10 V over de potentiometer. Het starten en stoppen wordt geregeld door middel van een schakelaar die is aangesloten op klem 18. De snelheids-PID bewaakt het actuele toerental van de motor door een 24 V (HTL) incrementele encoder als terugkoppeling te gebruiken. De terugkoppelingssensor is een encoder (1024 pulsen per omwenteling) die is aangesloten op klem 32 en 33.



Afbeelding 10.7 Voorbeeld – aansluitingen snelheidsregeling

10

Toepassingsvoorbeeld



Parameters	
Functie	**Instelling**
7-00 Terugk.bron snelheids-PID	[2] MCB 102
17-11 Resolutie (PPO)	1024*
13-00 SL-controllermodus	[1] Aan
13-01 Gebeurt. starten	[19] Waarschu-wing
13-02 Gebeurt. stoppen	[44] Toets Reset
13-10 Comparat or-operand	[21] Waarsch. nummer
13-11 Comparat or-operator	[1] ≈*
13-12 Compara-torwaarde	90
13-51 SL Controller Event	[22] Comparator 0
13-52 SL-control-leractie	[32] Dig. uitgang A laag
5-40 Functie-relais	[80] SL dig. uitgang A
* = standaardwaarde	
Opmerkingen: Waarschuwing 90 wordt gegenereerd wanneer het terugkoppelingssignaal van de encoder niet overeenkomt met de referentie. De SLC bewaakt Waarschuwing 90 en schakelt relais 1 in wanneer Waarschuwing 90 TRUE wordt. Via externe apparatuur kan vervolgens worden aangegeven dat er mogelijk onderhoud nodig is.	

Tabel 10.15 SLC gebruiken om een relais in te stellen

10

11 Opties en accessoires

11.1 Communicatieopties

- VLT® PROFIBUS DP MCA 101
- VLT® DeviceNet MCA 104
- VLT® CAN Open MCA 105
- VLT® EtherCAT MCA 124
- VLT® PROFIBUS Converter MCA 114
- VLT® PROFINET MCA 120
- VLT® EtherNet/IP MCA 121
- VLT® Modbus TCP MCA 122
- VLT® Powerlink MCA 123
- VLT® DeviceNet Converter MCA 194

11.2 Opties voor I/O, terugkoppeling en veiligheid

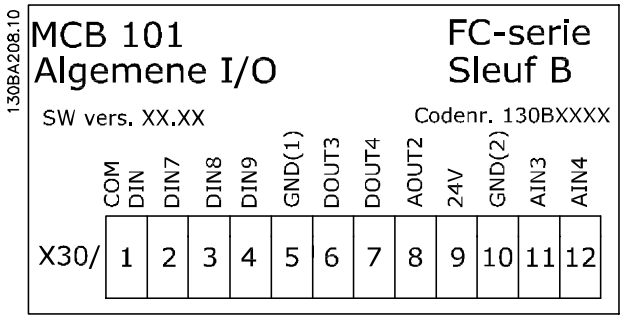
11.2.1 VLT® General Purpose I/O MCB 101

MCB 101 wordt gebruikt om het aantal digitale en analoge in- en uitgangen voor de FC 301 en FC 302 uit te breiden.

Steek de MCB 101 in sleuf B in de VLT® AutomationDrive.

Inhoud:

- Optiemodule MCB 101
- Uitgebreide bevestiging voor LCP
- Klemafdekking

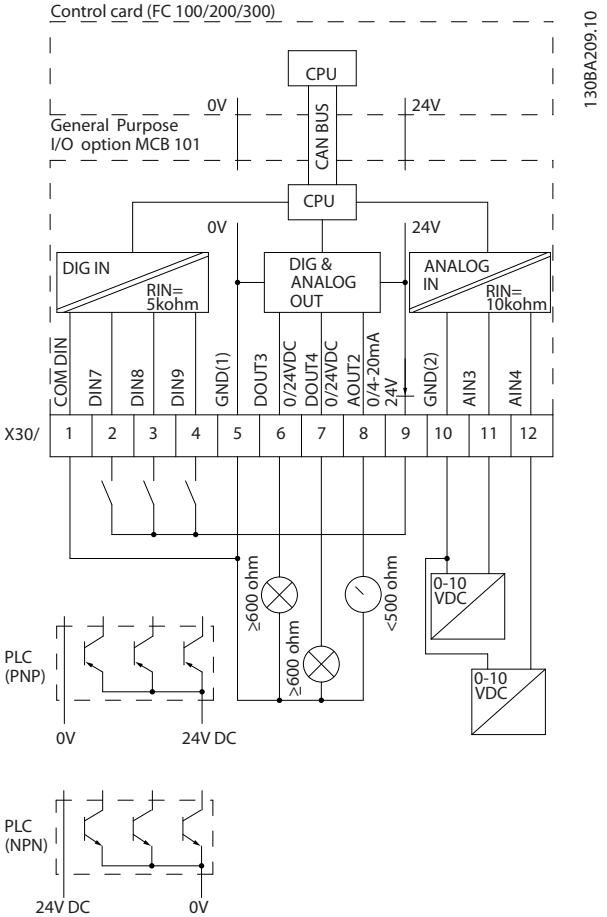


Afbeelding 11.1 Optie MCB 101

11.2.1.1 Galvanische scheiding in MCB 101

Digitale/analoge ingangen zijn galvanisch gescheiden van andere ingangen/uitgangen op de MCB 101 en op de stuurkaart van de frequentieomvormer. Digitale/analoge uitgangen in de MCB 101 zijn galvanisch gescheiden van andere ingangen/uitgangen op de MCB 101, maar niet van de in- en uitgangen op de stuurkaart van de frequentieomvormer.

Als de digitale ingangen 7, 8 of 9 via de interne 24 V-voeding (klem 9) moeten worden geschakeld, moet u een verbinding maken tussen klem 1 en 5 zoals aangegeven in *Afbeelding 11.2*.



Afbeelding 11.2 Principeschema

Digitale ingang – klem X30/1-4	
Aantal digitale ingangen	3
Klemnummer	X30/2, X30/3, X30/4
Logica	PNP of NPN
Spanningsniveau	0-24 V DC
Spanningsniveau, logische '0' PNP (GND = 0 V)	< 5 V DC
Spanningsniveau, logische '1' PNP (GND = 0 V)	> 10 V DC
Spanningsniveau, logische '0' NPN (GND = 24 V)	< 14 V DC
Spanningsniveau, logische '1' NPN (GND = 24 V)	> 19 V DC
Maximale spanning op ingang	28 V continu
Pulsfrequentiebereik	0-110 kHz
Belastingscyclus, min. pulsbreedte	4,5 ms
Ingangsimpedantie	> 2 kΩ

Analoge ingang – klem X30/11, 12	
Aantal analoge ingangen	2
Klemnummer	X30/11, X30/12
Modi	Spanning
Spanningsniveau	0-10 V
Ingangsimpedantie	> 10 kΩ
Max. spanning	20 V
Resolutie voor analoge ingangen	10 bit (+ teken)
Nauwkeurigheid van analoge ingangen	Max. fout 0,5% van volledige schaal
Bandbreedte	FC 301: 20 Hz/FC 302: 100 Hz

Digitale uitgangen – klem X30/6, 7	
Aantal digitale uitgangen	2
Klemnummer	X30/6, X30/7
Spanningsniveau bij digitale/frequentie-uitgang	0-24 V
Max. uitgangsstroom	40 mA
Max. belasting	≥ 600 Ω
Max. capacitieve belasting	< 10 nF
Min. uitgangsfrequentie	0 Hz
Max. uitgangsfrequentie	≤ 32 kHz
Nauwkeurigheid van frequentie-uitgang	Max. fout: 0,1% van volledige schaal

Analoge uitgang – klem X30/8	
Aantal analoge uitgangen	1
Klemnummer	X30.8
Stroombereik van analoge uitgang	0-20 mA
Max. belasting GND – analoge uitgang	500 Ω
Nauwkeurigheid van analoge uitgang	Max. fout: 0,5% van volledige schaal
Resolutie op analoge uitgang	12 bit

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Alle rechten voorbehouden.

11.2.2 VLT® Encoder Input MCB 102

De encodermodule kan worden gebruikt als terugkoppelingsbron voor een fluxregeling met terugkoppeling (*1-02 Flux motorterugk.bron*) en voor een snelheidsregeling met terugkoppeling (*7-00 Terugk.bron snelheids-PID*). Configureer de encoderoptie in parametergroep *17-** Terugk.optie*.

Gebruikt voor

- VVC^{plus} met terugkoppeling
- Flux-vectorsnelheidsregeling
- Flux-vectorkoppelregeling
- Permanentmagneetmotor

Ondersteunde typen encoder:
Incrementele encoder: 5 V TTL-type, RS-422, max. frequentie: 410 kHz
Incrementele encoder: 1 Vpp, sinus/cosinus
Hiperface®-encoder: absoluut en sinus/cosinus (Stegmann/SICK)
EnDat-encoder: absoluut en sinus/cosinus (Heidenhain); ondersteunt versie 2.1
SSI-encoder: Absoluut

LET OP

Incrementele encoders worden bij gebruik van PM-motoren niet aanbevolen, vanwege de kans op een onjuiste polariteit.

LET OP

Het wordt ten zeerste aanbevolen om de encoder altijd te voeden via de MCB 102. Er mag geen externe voeding voor de encoder worden gebruikt.

Encoderbewaking:
De 4 encoderkanalen (A, B, Z en D) worden bewaakt, waarbij 'open' en kortsluiting kunnen worden gedetecteerd. Voor elk kanaal is een groene led beschikbaar die oplicht wanneer het kanaal OK is.

LET OP

De leds zijn alleen zichtbaar als het LCP is verwijderd. In *17-61 Bewaking terugkoppelingssignaal* kan worden ingesteld welke reactie gewenst is in geval van een encoderfout: *[0] Uitgesch.*, *[1] Waarschuwing* of *[2] Uitschakeling (trip)*.

Wanneer de encoderoptieset apart wordt besteld, bevat deze het volgende:

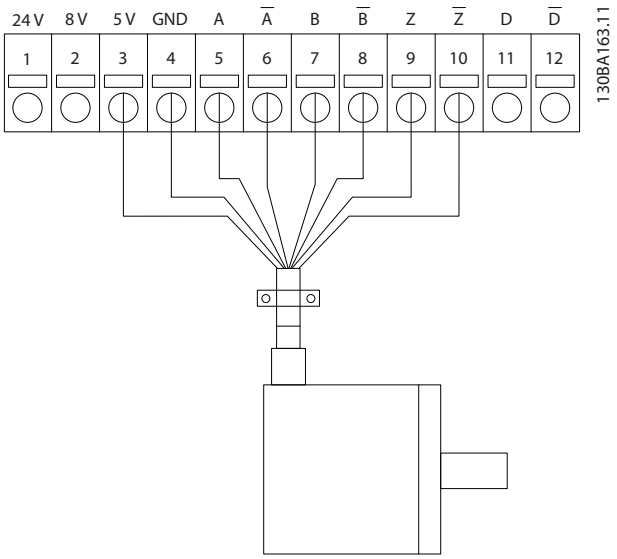
- Encoderoptie MCB 102
- Vergrote LCP-houder en vergrote klemafdekking

De encoderoptie is niet geschikt voor FC 302-frequentieomvormers die zijn geproduceerd vóór week 50/2004. Min.softwareversie: 2.03 (*15-43 Softwareversie*).

Connector Designation X31	Incrementele encoder (zie *Afbeelding 11.3*)	SinCos-encoder Hiperface® (zie *Afbeelding 11.4*)	EnDat-encoder	SSI-encoder	Beschrijving
1	NC			24 V*	24 V-uitgang (21-25 V, I_{max}: 125 mA)
2	NC	8 VCC			8 V-uitgang (7-12 V, I_{max}: 200 mA)
3	5 VCC		5 VCC	5 V*	5 V-uitgang (5 V ± 5%, I_{max}: 200 mA)
4	GND		GND	GND	GND
5	A-ingang	+COS	+COS		A-ingang
6	A-omv.ingang	REFCOS	REFCOS		A-omv.ingang
7	B-ingang	+SIN	+SIN		B-ingang
8	B-omv.ingang	REFSIN	REFSIN		B-omv.ingang
9	Z-ingang	+Data RS-485	Klok uit	Klok uit	Z-ingang OF +Data RS-485
10	Z-omv.ingang	-Data RS-485	Klok uit omv.	Klok uit omv.	Z-ingang OF -Data RS-485
11	NC	NC	Data in	Data in	Voor toekomstig gebruik
12	NC	NC	Data in omv.	Data in omv.	Voor toekomstig gebruik
Max. 5 V op X31/5-12					

Tabel 11.1 Encoderaansluitingen

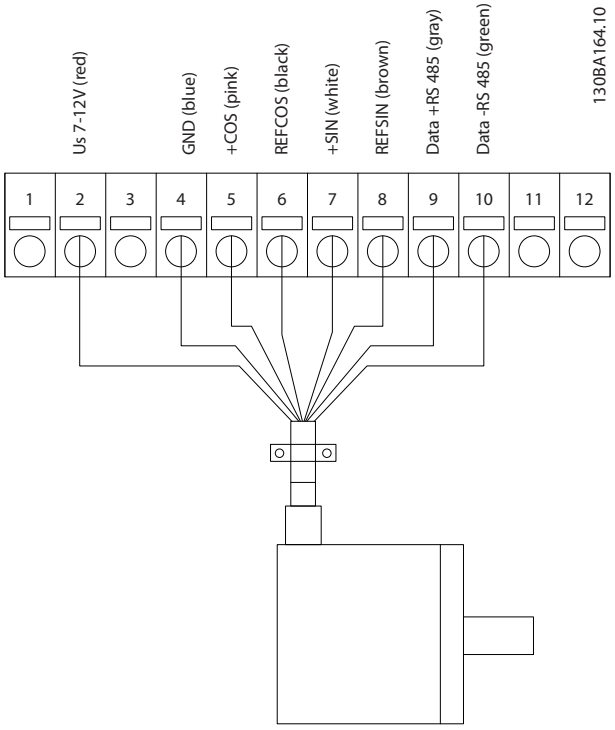
** Voeding voor encoder: zie encodergegevens*



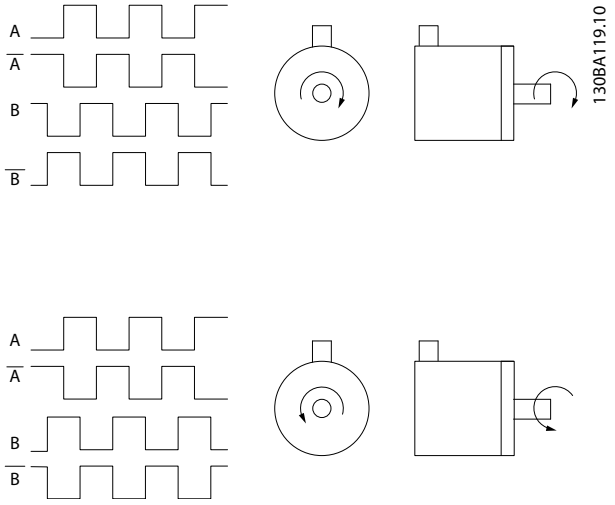
Afbeelding 11.3 Incrementele encoder

LET OP

Max. kabellengte 150 m.



Afbeelding 11.4 SinCos-encoder Hiperface



Afbeelding 11.5 Draairichting

11.2.3 VLT® Resolver Option MCB 103

Resolveroptie MCB 103 wordt gebruikt als interface van de motorterugkoppeling van de resolver naar de VLT® AutomationDrive. Resolvers worden voornamelijk gebruikt als motorterugkoppelingsapparaat voor synchrone, borstelloze permanentmagneetmotoren.

Wanneer de resolveroptie apart wordt besteld, bevat de set het volgende:

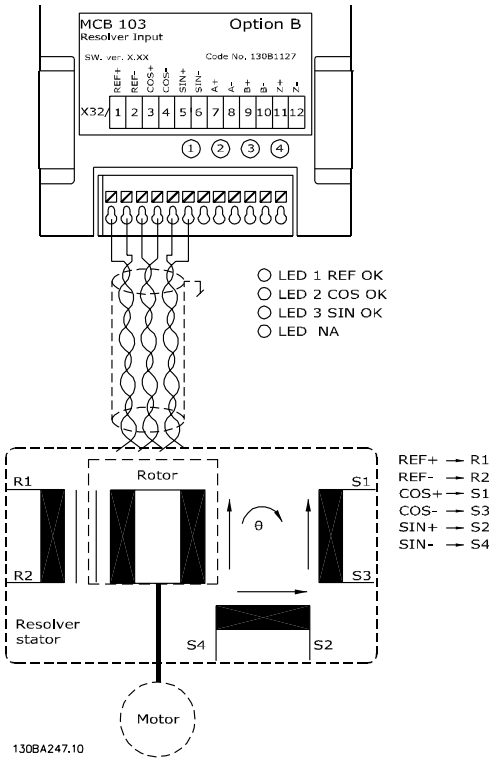
- Resolveroptie MCB 103
- Vergrote LCP-houder en vergrote klemafdekking

Parameterselectie: *17-5* Resolverinterface*.

Resolveroptie MCB 103 ondersteunt diverse resolvertypen.

Polen	17-50 Polen: 2 *2
Ingangsspanning van resolver	17-51 Ingangsspanning: 2,0–8,0 V_{rms} *7,0 V_{rms}
Ingangsfrequentie van resolver	17-52 Ingangsfrequentie: 2-15 kHz *10,0 kHz
Transformatieverhouding	17-53 Transformatieverhouding: 0,1-1,1 *0,5
Secundaire ingangsspanning	Max 4 V_{rms}
Secundaire belasting	Ca. 10 kΩ

Tabel 11.2 Resolverspecificaties

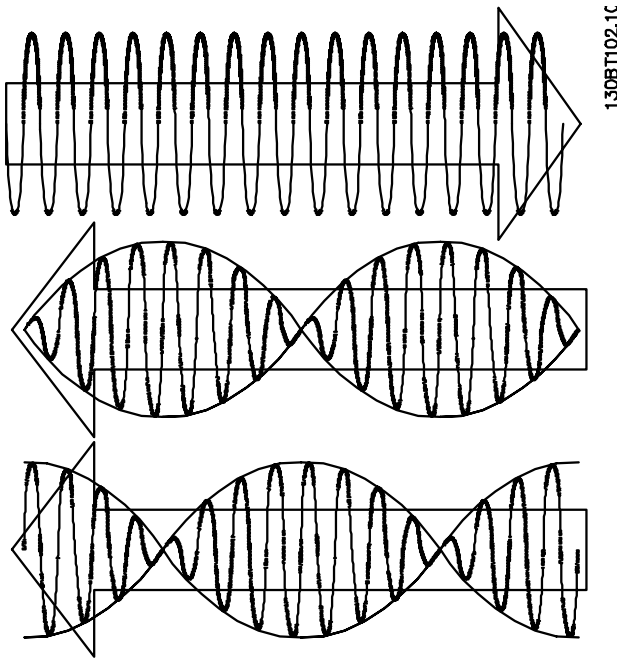


Afbeelding 11.6 MCB 103-resolveringang

11

Ledindicaties
Led 1 brandt als het referentiesignaal naar de resolver OK is.
Led 2 brandt als het cosinussignaal vanaf de resolver OK is.
Led 3 brandt als het sinussignaal vanaf de resolver OK is.

De leds zijn actief wanneer *17-61 Bewaking terugkoppelingssignaal* is ingesteld op *[1] Waarschuwing* of *[2] Uitschakeling (trip)*.



Afbeelding 11.7 Permanentmagneetmotor (PM) met een resolver als snelheidsterugkoppeling

Setupvoorbeeld
In dit voorbeeld wordt een permanentmagneetmotor (PM) gebruikt met een resolver als snelheidsterugkoppeling. Een PM-motor moet gewoonlijk in fluxmodus werken.
Bedrading
De max. kabellengte is 150 m bij gebruik van gedraaide kabelparen.

LET OP

Resolverkabels moeten zijn afgeschermd en gescheiden worden gehouden van de motorkabels.

LET OP

De afscherming van de resolverkabel moet correct zijn aangesloten op de ontkoppelingsplaat en aan de motorzijde zijn aangesloten op het chassis (aarde).

LET OP

Gebruik altijd afgeschermde motorkabels en remchopperkabels.

1-00 Configuratiemodus	[1] Snelh. met terugk.
1-01 Motorbesturingsprincipe	[3] Flux met enc.terugk.
1-10 Motorconstructie	[1] PM, niet-uitspr. SPM
1-24 Motorstroom	Motortypeplaatje
1-25 Nom. motorsnelheid	Motortypeplaatje
1-26 Cont. nom. motorkoppel	Motortypeplaatje
AMA is niet mogelijk bij PM-motoren	
1-30 Statorweerstand (Rs)	Datablad voor motor
30-80 Inductantie d-as (Ld)	Datablad voor motor (mH)
1-39 Motorpolen	Datablad voor motor
1-40 Tegen-EMK bij 1000 TPM	Datablad voor motor
1-41 Offset motorhoek	Datablad voor motor (meestal nul)
17-50 Polen	Datablad voor resolver
17-51 Ingangsspanning	Datablad voor resolver
17-52 Ingangsfrequentie	Datablad voor resolver
17-53 Transformatieverhouding	Datablad voor resolver
17-59 Resolverinterface	[1] Ingesch.

Tabel 11.3 Aan te passen parameters

11

11.2.4 VLT® Relay Card MCB 105

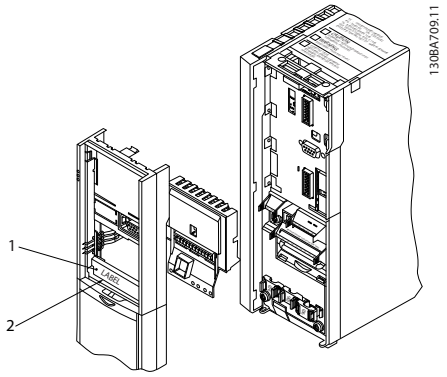
De Relay Option MCB 105 bevat 3 SPDT-contacten en moet worden bevestigd in optiesleuf B.

Elektrische gegevens	
Max. klembelasting (AC-1)[1)] (resistieve belasting)	240 V AC 2 A
Max. klembelasting (AC-15)[1)] (inductieve belasting bij cos φ 0,4)	240 V AC 0,2 A
Max. klembelasting (DC-1)[1)] (resistieve belasting)	24 V DC 1 A
Max. klembelasting (DC-13)[1)] (inductieve belasting)	24 V DC 0,1 A
Max. klembelasting (DC)	5 V 10 mA
Max. schakelsnelheid bij nominale belasting/min. belasting	6 min^{-1}/20 s^{-1}

[1)] IEC 947 deel 4 en 5

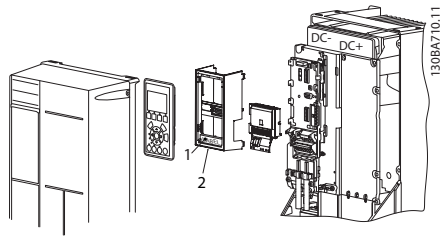
Wanneer de relaisoptieset apart wordt besteld, bevat deze het volgende:

- Relaisoptie MCB 105
- Vergrote LCP-houder en vergrote klemafdekking
- Label om de toegang tot schakelaar S201, S202 en S801 af te dekken
- Kabelklemmen om de kabels aan de relaismodule te bevestigen



1	**BELANGRIJK!** Het label MOET op het LCP-frame worden aangebracht zoals aangegeven (UL-goedkeuring).
2	Relaiskaart

Afbeelding 11.8 Behuizingstype A2-A3-B3



1	**BELANGRIJK!** Het label MOET op het LCP-frame worden aangebracht zoals aangegeven (UL-goedkeuring).
2	Relaiskaart

Afbeelding 11.9 Behuizingstype A5-B1-B2-B4-C1-C2-C3-C4

⚠WAARSCHUWING

Waarschuwing dubbele voeding

Relaisoptie MCB 105 toevoegen:

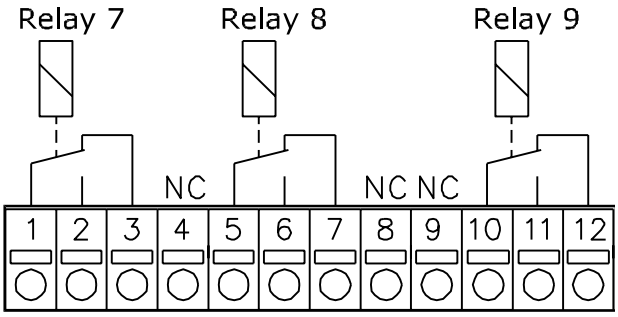
1. Schakel de voeding naar de frequentieomvormer af.
2. Schakel de voeding naar de spanningvoerende aansluitingen op de relaisklemmen af.
3. Verwijder het LCP, de klemafdekking en de LCP-houder van de frequentieomvormer.
4. Steek de MCB 105-optie in sleuf B.
5. Sluit de stuurkabels aan en bevestig de kabels met behulp van de bijgevoegde kabelklemmen.
6. Zorg voor een juiste striplengte van de draad (zie *Afbeelding 11.11*).
7. Combineer geen spanningvoerende delen (hoge spanning) met stuursignalen (PELV).
8. Bevestig de vergrote LCP-houder en de vergrote klemafdekking.
9. Vervang het LCP.
10. Sluit de voeding aan op de frequentieomvormer.
11. Stel de relaisfuncties in via *5-40 Functierelais* [6-8], *5-41 Aan-vertr., relais* [6-8] en *5-42 Uit-vertr., relais* [6-8].

LET OP

Array [6] is relais 7, array [7] is relais 8 en array [8] is relais 9.

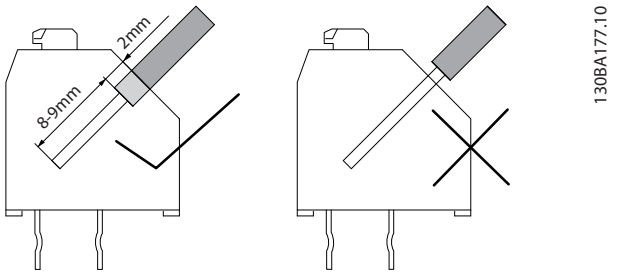
LET OP

Om toegang te krijgen tot RS-485-eindschakelaar S801 of de stroom-/spanningschakelaars S201/S202, moet u de relaiskaart demonteren (zie *Afbeelding 11.8* en *Afbeelding 11.9*, positie 2).



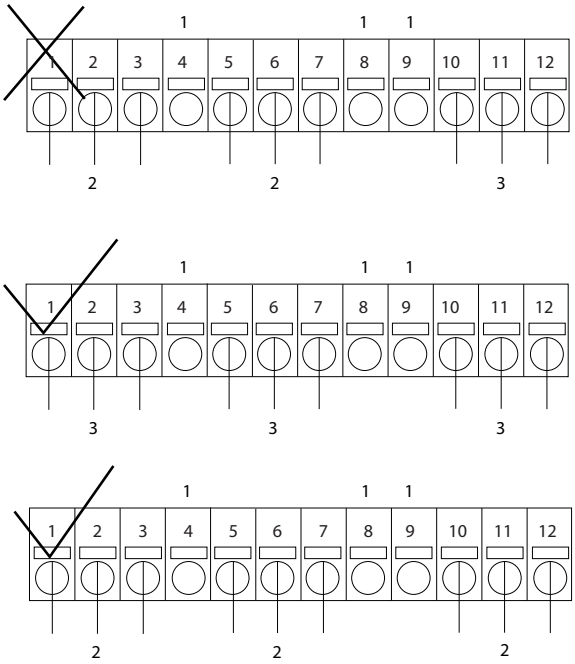
130BA162.10

Afbeelding 11.10 Relais



130BA177.10

Afbeelding 11.11 Juiste kabeldoorvoer



130BA176.11

1	NC
2	Spanningvoerend deel
3	PELV

Afbeelding 11.12 Juiste relaisbedrading

LET OP

Combineer 24/48 V-systemen niet met systemen met hoge spanning.

11.2.5 VLT® Safe PLC I/O MCB 108

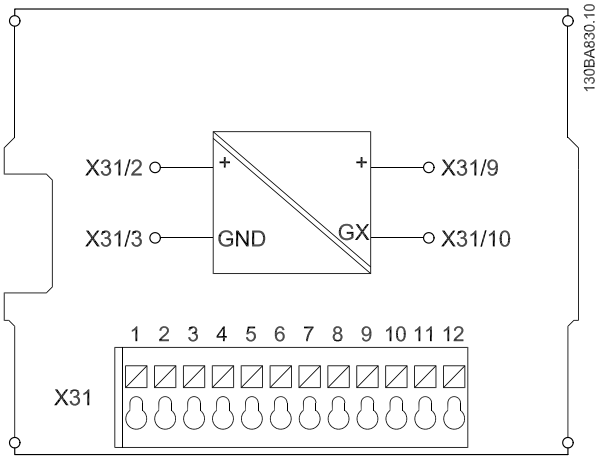
De Safe PLC I/O MCB 108 is ontworpen om te worden ingebouwd tussen de Veilige dubbele pool (plus/min) op de Veilige PLC en de ingang voor Veilige stop op de FC 302. De Veilige PLC-interface stelt de Veilige PLC in staat om testpulsen op de plus- en minaansluitingen te handhaven zonder het sensorsignaal op de klem 37 voor de Veilige stop te beïnvloeden.
De optie kan worden gebruikt in combinatie met beveiligingen om te voldoen aan IEC 61800-5-2 SIL 2, ISO13849-1 cat. 3 voor veilige uitschakeling van het koppel (STO).

De optiemodule MCB 108 is galvanisch gescheiden via een interne DC/DC-omzetter en kan worden aangebracht in optiesleuf B.

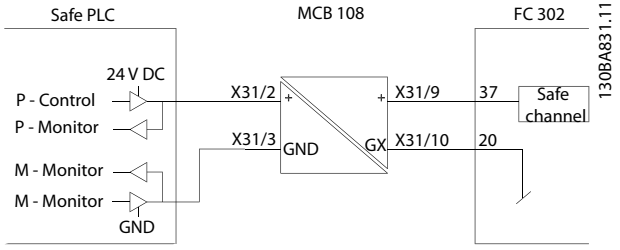
Ingangsspanning (DC)	18-28 V DC
Typische ingangsstroom (DC)	60 mA
Max. ingangsstroom (DC)	110 mA DC
Max. inschakelstroom (DC)	500 mA DC
Uitgangsspanning (DC)	20 V DC bij Vin = 24 V
Inschakelvertraging	1 ms
Uitschakelvertraging	3 ms

Neem de volgende voorzorgsmaatregelen in acht

- De FC 302 met MCB 108 (inclusief de aansluitingen tussen X31/9 en klem 37) moet in een IP 54-behuizing worden geplaatst.
- Activering van de Veilige stop (d.w.z. het wegnemen van de 24 V DC-spanning naar klem 37 door het wegnemen van de spanning naar de dubbelpolige ingang van MCB 108) biedt geen elektrische veiligheid.
- De beveiliging die op de dubbelpolige ingang van de MCB 108 is aangesloten, moet voldoen aan de vereisten van Categorie 3/PL d overeenkomstig ISO 13849-1 voor onderbreking van de spanning/stroom naar de MCB 108. Dit geldt tevens voor de aansluitingen tussen de MCB 108 en de beveiliging.
- Lees en volg de instructies voor de beveiliging om deze correct aan te sluiten op de MCB 108.



Afbeelding 11.13 Optiemodule Safe PLC I/O MCB 108



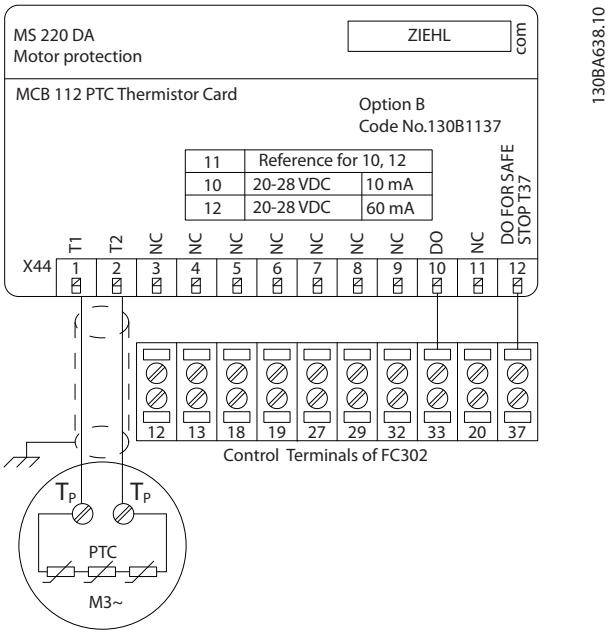
Afbeelding 11.14 Aansluiting Safe PLC I/O MCB 108

11.2.6 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

De MCB 112-optie maakt het mogelijk om de temperatuur van een elektrische motor te bewaken via een galvanisch gescheiden PTC-thermistoringang. Dit is een B-optie voor frequentieomvormers met STO-functie.

Zie *hoofdstuk 10 Toepassingsvoorbeelden* voor diverse toepassingsmogelijkheden.

X44/1 en X44/2 zijn de thermistoringangen. X44/12 schakelt de STO-functie van de frequentieomvormer (klem 37) in als de thermistorwaarden dit noodzakelijk maken en X44/10 laat de frequentieomvormer weten dat een verzoek voor veilige uitschakeling van het koppel (STO) afkomstig was uit de MCB 112, zodat een passende alarmverwerking wordt verkregen. Een van de digitale ingangen (of een digitale ingang van een gemonteerde optie) moet worden ingesteld op *[80] PTC-kaart 1* om de informatie van X44/10 te kunnen gebruiken. Stel *5-19 Klem 37 Veilige stop* in op de gewenste STO-functionaliteit (standaardinstelling is *Alarm Veilige stop*).



Afbeelding 11.15 MCB 112 installeren

ATEX-certificering voor FC 102, FC 202 en FC 302
De MCB 112 is gecertificeerd voor ATEX, wat betekent dat de frequentieomvormer en de MCB 112 samen kunnen worden gebruikt met motoren in explosiegevaarlijke omgevingen. Zie de *VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 Operating Instructions* voor meer informatie.

Afbeelding 11.16 ATmosphère EXplosive (ATEX)

Elektrische gegevens

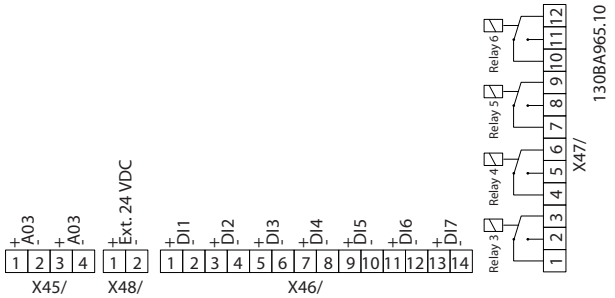
Aansluiting weerstand	
PTC voldoet aan DIN 44081 en DIN 44082	
Nummer	1-6 weerstanden in serie
Uitschakelwaarde	3,3 Ω.... 3,65 Ω ... 3,85 Ω
Resetwaarde	1,7 Ω .... 1,8 Ω ... 1,95 Ω
Triggertolerantie	± 6 °C
Collectieve weerstand van de sensorkring	< 1,65 Ω
Klemspanning	≤ 2,5 V voor R ≤ 3,65 Ω, ≤ 9 V voor R = ∞
Sensorstroom	≤ 1 mA
Kortsluiting	20 Ω ≤ R ≤ 40 Ω
Energieverbruik	60 mA

Testcondities	
EN 60 947-8	
Meting van weerstand tegen spanningspieken	6000 V
Overspanningscategorie	III
Verontreinigingsgraad	2
Meting van isolatiespanning V_{bis}	690 V
Betrouwbare galvanische scheiding tot V_i	500 V
Permanente omgevingstemperatuur	-20 °C tot +60 °C
	EN 60068-2-1 Droge warmte
Vochtigheidsgraad	5-95%, geen condensvorming toegestaan
Weerstand tegen trillingen	10 tot 1000 Hz 1,14 g
Weerstand tegen schokken	50 g

Waarden voor veiligheidssysteem	
EN 61508 voor Tu = 75 °C continu	
SIL	2 voor onderhoudscyclus van 2 jaar
	1 voor onderhoudscyclus van 3 jaar
HFT	0
PFD (voor jaarlijkse functionele test)	4,10 $*10^{-3}$
SFF	78%
$\lambda_s + \lambda_{DD}$	8494 FIT
λ_{DU}	934 FIT
Bestelnummer 130B1137	

11.2.7 VLT® Extended Relay Card MCB 113

De MCB 113 voegt 7 digitale ingangen, 2 analoge uitgangen en 4 SPDT-relais toe aan de standaard I/O van de frequentie-omvormer, voor extra flexibiliteit en om te voldoen aan de Duitse NAMUR NE37-aanbevelingen.
De MCB 113 is een standaard C1-optie voor de VLT® AutomationDrive en wordt na installatie automatisch gedetecteerd.



Afbeelding 11.17 Elektrische aansluitingen voor MCB 113

De MCB 113 kan worden aangesloten op een externe 24 V op X58/ om te zorgen voor galvanische scheiding tussen de VLT® AutomationDrive en de optiekaart. Als galvanische scheiding niet nodig is, kan de optiekaart worden gevoed via de interne 24 V van de frequentieomvormer.

LET OP

Het is toegestaan om 24 V-signalen in de relais te combineren met hoogspanningssignalen zolang er een ongebruikt relais tussen zit.

De MCB 113 kunt u configureren via parametergroep *5-1* Digitale ingangen*, *6-7* Anal. uitgang 3*, *6-8* Anal. uitgang 4*, *14-8* Opties*, *5-4* Relais* en *16-6* In- en uitgangen*.

LET OP

In parametergroep *5-4* Relais* is array [2] relais 3, array [3] relais 4, array [4] relais 5 en array [5] relais 6.

Elektrische gegevens

Relais	
Aantal	4 SPDT
Belasting bij 250 V AC/30 V DC	8 A
Belasting bij 250 V AC/30 V DC met cos = 0,4	3,5 A
Overspanningscategorie (contact-aarde)	III
Overspanningscategorie (contact-contact)	II
Combinatie van 250 V- en 24 V-signalen	Mogelijk met één ongebruikt relais ertussen
Max. doorvoervertraging	10 ms
Geïsoleerd van aarde/chassis voor gebruik in IT-netsystemen	

Digitale ingangen	
Aantal	7
Bereik	0/24 V
Modus	PNP/NPN
Ingangsimpedantie	4 kW
Laag triggerniveau	6,4 V
Hoog triggerniveau	17 V
Max. doorvoervertraging	10 ms

Analoge uitgangen	
Aantal	2
Bereik	0/4-20 mA
Resolutie	11 bit
Lineariteit	< 0,2%

11.2.8 VLT® Sensor Input MCB 114

De Sensor Input MCB 114-optiekaart is te gebruiken in de volgende gevallen:

- Sensoringang voor temperatuurtransmitter Pt 100 en Pt 1000 voor het bewaken van lagertemperaturen
- Als algemene uitbreiding van de analoge ingangen met een extra ingang voor een regeling met meerdere zones en verschildrukmetingen
- Als ondersteuning voor uitgebreide PID-regelaars met I/O's voor setpoint, transmitter-/sensoringangen

Typische motoren, ontworpen met temperatuursensoren die de lagers beschermen tegen overbelasting, zijn uitgerust met 3 Pt 100/1000-temperatuursensoren: één vooraan, één in het lager aan de achterzijde en één in de motorwikkelingen. De Danfoss MCB 114-optie ondersteunt 2- of 3-draads sensoren met afzonderlijke temperatuurbegrenzingen voor onder-/overtemperatuur. Bij het inschakelen wordt het sensortype, Pt 100 of Pt 1000, automatisch gedetecteerd.

De optie kan een alarm genereren als de gemeten temperatuur onder de lage begrenzing of boven de hoge begrenzing komt die door de gebruiker is geprogrammeerd. De afzonderlijk gemeten temperatuur op elke sensoringang kan worden uitgelezen via het display of via uitleesparameters. De relais of digitale uitgangen kunnen worden ingesteld om in geval van een alarm actief/hoog te zijn door *[21] Therm. waarsch.* te selecteren in parametergroep *5-** Digitaal In/Uit.*

Aan de foutconditie is een gezamenlijk waarschuwings-/alarmnummer verbonden, namelijk Alarm/Waarschuwing 20, Temp. ing. fout. Elke beschikbare uitgang kan worden geprogrammeerd om actief te zijn als deze waarschuwing of dit alarm zich voordoet.

11.2.8.1 Elektrische en mechanische specificaties

Analoge ingang	
Aantal analoge ingangen	1
Indeling	0-20 mA of 4-20 mA
Draden	2
Ingangsimpedantie	< 200 Ω
Meetsnelheid	1 kHz
Derde-ordefilter	100 Hz bij 3 dB

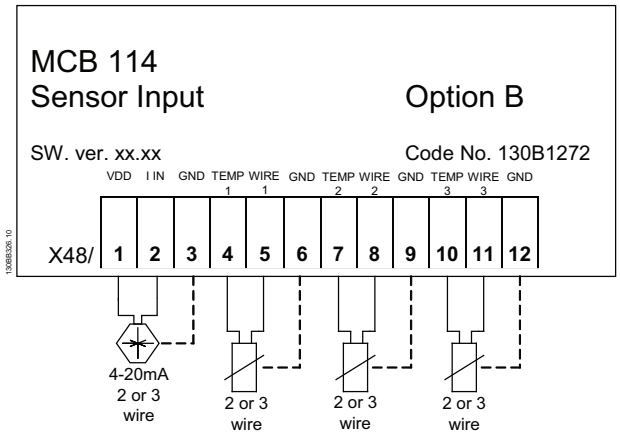
De optie kan de analoge sensor voorzien van 24 V DC (klem 1).

Ingang voor temperatuursensor	
Aantal analoge ingangen met ondersteuning voor Pt 100/1000	3
Signaaltype	PT100/1000
Aansluiten	Pt 100, 2- of 3-draads/Pt 1000, 2- of 3-draads
Frequentie Pt 100- en Pt 1000-ingang	1 Hz voor elk kanaal
Resolutie	10 bit
Temperatuurbereik	-50 tot 204 °C -58 tot 399 °F

Galvanische scheiding	
De sensoren die moeten worden aangesloten, moeten galvanisch gescheiden zijn van de netspanning.	IEC 61800-5-1 en UL 508C

Bekabeling	
Maximale lengte signaalkabel	500 m

11.2.8.2 Elektrische bedrading



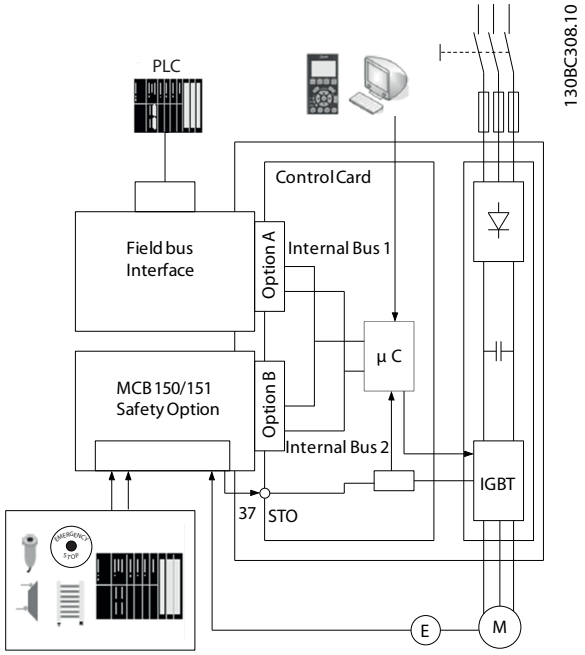
Klem	Naam	Functie
1	VDD	24 V DC-voeding voor 4-20 mA-sensor
2	I in	4-20 mA-ingang
3	GND	Analoge ingang GND
4, 7, 10	Temp 1, 2, 3	Temperatuuringang
5, 8, 11	Draad 1, 2, 3	Derde draadingang bij gebruik van 3-draads sensoren
6, 9, 12	GND	Temp. ingang GND

Afbeelding 11.18 MCB 114

11.2.9 VLT® Safe Option MCB 15x

LET OP

Zie de *MCB 15x Safe Option Operating Instructions* voor meer informatie over MCB 15x.



Afbeelding 11.19 Veilig omvormersysteem

De MCB 15x voert veiligheidsfuncties uit overeenkomstig EN-IEC 61800-5-2. Hij bewaakt veilige bewegingsreeksen op frequentieomvormers, die veilig worden gestopt of uitgeschakeld wanneer er een fout optreedt.
De MCB 15 is ingebouwd in een VLT® AutomationDrive FC 302 en heeft een signaal van een sensoreenheid nodig. Een veilig omvormersysteem van Danfoss bestaat uit de volgende componenten:

- Frequentieomvormer, VLT® AutomationDrive FC 302
- MCB 15x, ingebouwd in de frequentieomvormer

De MCB 15x

- activeert veiligheidsfuncties
- bewaakt veilige bewegingsreeksen
- geeft de status van de veiligheidsfuncties door aan het veiligheidsbesturingssysteem via een eventueel aangesloten Profibus-veldbus
- activeert de geselecteerde reactie in geval van een fout, d.w.z. Veilige uitschakeling van het koppel (STO) of Veilige stop 1

Er zijn 2 varianten van de MCB 15x: één met HTL-encoderinterface (MCB 151) en één met TTL-encoderinterface (MCB 150).

De Safe Option MCB 15x is ontworpen als een standaardoptie voor de VLT® AutomationDrive FC 302 en wordt na installatie automatisch gedetecteerd.

De MCB 15x kan worden gebruikt om het stoppen, starten of het toerental van een draaiend of zijdelings bewegend apparaat te bewaken. Bij gebruik als toerentalbewaking wordt de optie vaak gecombineerd met fysieke afscherming, toegangsdeuren en veiligheidshekken met veiligheidsschakelaars met solenoïdevergrendeling of -ontgrendeling. Wanneer het toerental van het bewaakte apparaat lager wordt dan het ingestelde schakelpunt (waarbij het toerental niet meer gevaarlijk wordt geacht), zet de MCB 15x de S37-uitgang laag. Hierdoor kan de operator het veiligheidshek openen. In toerentalbewakingstoepassingen is de veiligheidsuitgang S37 hoog voor bedrijf (wanneer het motortoerental van het bewaakte apparaat lager is dan het ingestelde schakelpunt). Wanneer het toerental de ingestelde waarde overschrijdt, wat een te hoog (gevaarlijk) toerental aangeeft, is de veiligheidsuitgang laag.

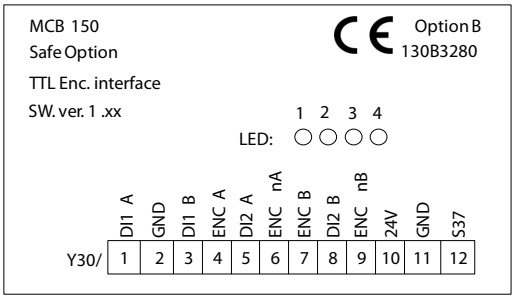
De frequentieomvormer

- onderbreekt de voeding naar de motor
- schakelt de motor naar koppelvrij als de STO-functie wordt geactiveerd

Het veiligheidsbesturingssysteem

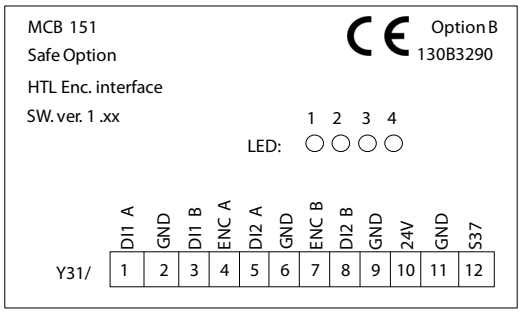
- activeert de veiligheidsfuncties via ingangen op de MCB 15x
- evalueert signalen van beveiligingen, zoals
  - nooddrukknoppen
  - contactvrije magnetische schakelaar
  - vergrendelschakelaar
  - lichtgordijninrichtingen
- verwerkt de MCB 15x-statusfunctie
- voorziet in een veilige aansluiting tussen de MCB 15x en het veiligheidsbesturingssysteem
- voorziet in foutdetectie bij activering van de veiligheidsfuncties (kortsluiting over de contacten, kortsluiting) op het signaal tussen het veiligheidsbesturingssysteem en de MCB 15x

Vooraanzicht



130BC306.10

Afbeelding 11.20 MCB 150



130BC307.10

Afbeelding 11.21 MCB 151

11

Technische specificaties

MCB 150/MCB 151	
Energieverbruik	2 W (vergelijkbaar energieverbruik met betrekking tot VDD)
Stroomverbruik VCC (5 V)	< 200 mA
Stroomverbruik VDD (24 V)	< 30 mA (< 25 mA voor MCB 150)

Digitale ingangen	
Aantal digitale ingangen	4 (2 x 2-kanaals digitale veiligheidsingang)
Bereik ingangsvermogen	0 tot 24 V DC
Ingangsspanning, logische '0'	< 5 V DC
Ingangsspanning, logische '1'	> 12 V DC
Ingangsspanning (max.)	28 V DC
Ingangsstroom (min.)	6 mA bij V_{in} = 24 V (inschakelstroom 12 mA piek)
Ingangsweerstand	ongeveer 4 kΩ
Galvanische scheiding	Nee
Beveiliging tegen kortsluiting	Ja
Ingangspulsidentificatietijd (min.)	3 ms
Discrepantietijd (min.)	9 ms
Kabellengte	< 30 m (afgeschermde of niet-afgeschermde kabel) > 30 m (afgeschermde kabel)

Digitale uitgang (veilige uitgang)	
Aantal uitgangen	1
Uitgangsspanning laag	< 2 V DC
Uitgangsspanning hoog	> 19,5 V DC
Uitgangsspanning (max.)	24,5 V DC
Nominale uitgangsstroom (bij 24 V)	< 100 mA
Nominale uitgangsstroom (bij 0 V)	< 0,5 mA
Galvanische scheiding	Nee
Diagnostische testpuls	300 µs
Beveiliging tegen kortsluiting	Ja
Kabellengte	< 30 m (afgeschermde kabel)

TTL-encoderingang (MCB 150)	
Aantal encoderingangen	4 (2 x differentiële ingang A/A, B/B)
Encodertypen	TTL, RS-422/RS-485 incrementele encoders
Differentieel ingangsspaninngsbereik	-7 tot +12 V DC
Common mode-ingangsspanning	-12 tot +12 V DC
Ingangsspanning, logische '0' (diff)	< -200 mV DC
Ingangsspanning, logische '1' (diff)	> +200 mV DC
Ingangsweerstand	ongeveer 120 Ω
Maximale frequentie	410 KHz
Beveiliging tegen kortsluiting	Ja
Kabellengte	< 150 m (getest met afgeschermde kabel – Heidenhain AWM Style 20963 80 °C 30V E63216, 100 m afgeschermde motorkabel, geen belasting op motor)

HTL-encoderingang (MCB 151)	
Aantal encoderingangen	2 (2 x eenzijdige ingang A; B)
Encodertypen	HTL incrementele encoders; HTL-naderingssensor
Logische ingang	PNP
Bereik ingangsvermogen	0 tot 24 V DC
Ingangsspanning, logische '0'	< 5 V DC
Ingangsspanning, logische '1'	> 12 V DC
Ingangsspanning (max.)	28 V DC
Ingangsweerstand	ongeveer 4 Ω
Maximale frequentie	110 kHz
Beveiliging tegen kortsluiting	Ja
Kabellengte	< 100 m (getest met afgeschermde kabel – Heidenhain AWM Style 20963 80 °C 30V E63216, 100 m afgeschermde motorkabel, geen belasting op motor)

24 V-voedingsuitgang	
Voedingsspanning	24 V DC (spanningstolerantie: +0,5 V DC tot -4,5 V DC)
Maximale uitgangsstroom	150 mA
Beveiliging tegen kortsluiting	Ja
Kabellengte	< 30 m (afgeschermde of niet-afgeschermde kabel) > 30 m (afgeschermde kabel)

Aardings-I/O-sectie	
Kabellengte	< 30 m (afgeschermde of niet-afgeschermde kabel) > 30 m (afgeschermde kabel)

Kabeldoorsnede	
Voedingsspanning digitale in-/uitgang	0,75 mm^2/AWG 18, AEH zonder kunststof kraag overeenkomstig DIN 46228/1

Resetkenmerken	
Tijd handmatige reset	≤ 5 ms (MCB 15x) ≤ 5 ms (frequentieomvormer) ≤ 10 ms (veldbus)
Pulstijd handmatige reset	10 µs (MCB 15x en frequentieomvormer)
Tijd automatische reset	≤ 4 ms
Tijd opstartreset	≤ 5 s (*42-90 Restart Safe Option*)

Responstijd	
Responstijd ingang naar uitgang	≤ 2 ms
Noodstop tot aan begin van SS1/SLS	≤ 7 ms
Detectietijd meervoudige fouten	≤ 3 ms (bij geactiveerde uitgang)

11.2.10 VLT® C Option Adapter MCF 106

De C Option Adapter MCF 106 maakt het mogelijk om een extra B-optie aan de frequentieomvormer toe te voegen. In de standaard A- en B-sleuven van de stuurkaart kan respectievelijk één A-optie en één B-optie worden geïnstalleerd, terwijl in de C-optieadapter tot 2 B-opties kunnen worden geïnstalleerd.

Zie de *VLT® AutomationDrive FC 300, C Option Adapter MCF 106 Installation Instructions* voor meer informatie.

11.3 Motion Control-opties

Bestellen

Motion Control-opties (MCO) worden geleverd als optiekaarten voor veldmontage of als ingebouwde opties. Voor plaatsing in een bestaande installatie moet u een montageset aanschaffen. Elke behuizing heeft een eigen montageset. MCO 3xx moet worden gebruikt in sleuf C0, maar kan worden gecombineerd met een andere optie in sleuf C1.

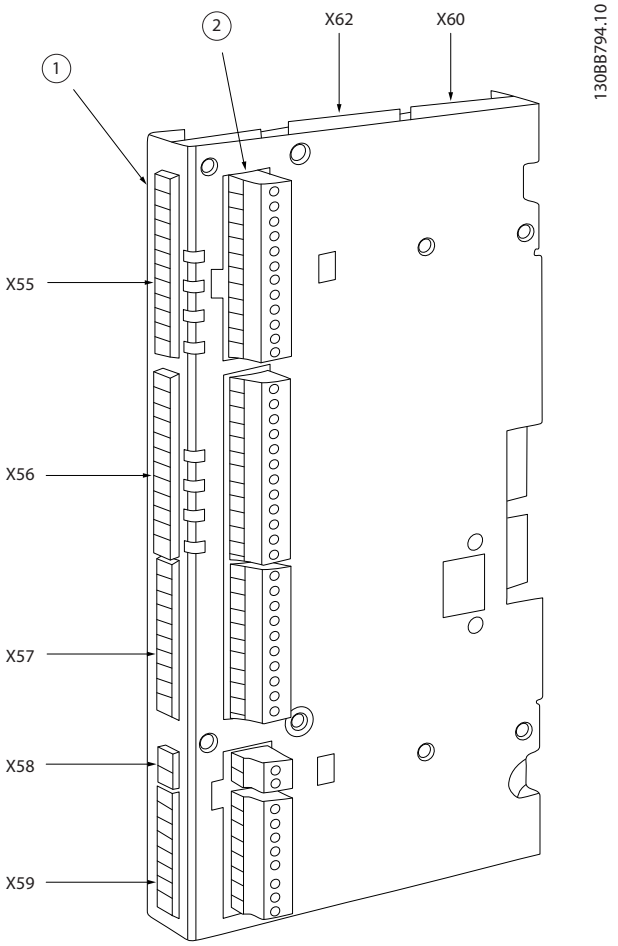
Montageset afhankelijk van behuizingstype	Bestelnr.
Boekvorm	
A2 en A3 (40 mm voor één C-optie)	130B7530
A2 en A3 (60 mm voor optie C0 + C1)	130B7531
B3 (40 mm voor één C-optie)	130B1413
B3 (60 mm voor optie C0 + C1)	130B1414
Compact	
A5	130B7532
B, C, D, E en F (m.u.v. B3)	130B7533

Tabel 11.4 Bestelnummers voor montagesets

Technische specificaties

Bij behuizing A5, B1 en B2 bevinden alle MCO 3xx-klemmen zich naast de stuurkaart. Verwijder de frontafdekking om toegang te krijgen.

MCO-stuurklemmen zijn stekkerconnectoren met schroefklemmen. De klemmen X55, X56, X57, X58 en X59 zijn dubbel uitgevoerd om ze te kunnen gebruiken voor zowel boekvorm- als compacte behuizingen.



1	Klemmenblok voor boekvorm
2	Klemmenblok voor compact
X55	Encoder 2
X56	Encoder 1
X57	Digitale ingangen
X58	24 V DC-voeding
X59	Digitale uitgangen
X62	MCO CAN-bus
X60	Debugaansluitingen (RS-485)

Afbeelding 11.22 Positie van klemmenblokken

Overzicht klemmen

Klemnummer	Omschrijving encoder 2 (terugkoppeling)
1	+24 V-voeding
2	+8 V-voeding
3	+5 V-voeding
4	GND
5	A
6	A niet
7	B
8	B niet
9	Z/klok
10	Z niet/klok niet
11	DATA
12	DATA niet

Tabel 11.5 Klemmenblok X55

Klemnummer	Omschrijving encoder 1 (master)
1	+24 V-voeding
2	n.v.t.
3	+5 V-voeding
4	GND
5	A
6	A niet
7	B
8	B niet
9	Z/klok
10	Z niet/klok niet
11	DATA
12	DATA niet

Tabel 11.6 Klemmenblok X56

Klemnummer	Omschrijving digitale ingangen
1	Digitale ingang
2	Digitale ingang
3	Digitale ingang
4	Digitale ingang
5	Digitale ingang
6	Digitale ingang
7	Digitale ingang
8	Digitale ingang
9	Digitale ingang
10	Digitale ingang

Tabel 11.7 Klemmenblok X57

Klemnummer	Omschrijving voeding
1	+24 V-voeding
2	GND

Tabel 11.8 Klemmenblok X58

Klemnummer	Omschrijving digitale uitgangen
1	Digitale uitgang/ingang
2	Digitale uitgang/ingang
3	Digitale uitgang
4	Digitale uitgang
5	Digitale uitgang
6	Digitale uitgang
7	Digitale uitgang
8	Digitale uitgang

Tabel 11.9 Klemmenblok X59

Klemnummer	MCO Debug (RS 485)
[1]CS	Selectie besturing
62	RxD/TxD - P
63	RxD/TxD - N
66	0 V
67	+5 V

Tabel 11.10 Klemmenblok X60

Klemnummer	MCO CAN-bus
1	n.v.t.
2	CAN - L
3	AFVOERELEKTRODE
4	CAN - H
5	n.v.t.

Tabel 11.11 Klemmenblok X62

11.3.1 VLT® Motion Control Option MCO 305

De MCO 305 is een geïntegreerde, vrij programmeerbare bewegingsregelaar voor FC 301 en FC 302. Zie *hoofdstuk 11.3.1 Motion Control-opties* voor meer informatie.

11.3.2 VLT® Synchronizing Controller MCO 350

LET OP

Klemmenblok X59 heeft vaste functionaliteit voor MCO 350.

LET OP

Klemmenblok X62 wordt niet ondersteund voor MCO 350.

LET OP

Klemmenblok X60 wordt niet gebruikt voor MCO 350.

Zie *hoofdstuk 11.3.1 Motion Control-opties* voor meer informatie.

11.3.3 VLT® Position Controller MCO 351

LET OP

Klemmenblok X59 heeft vaste functionaliteit voor MCO 351.

LET OP

Klemmenblok X62 wordt niet ondersteund voor MCO 351.

LET OP

Klemmenblok X60 wordt niet gebruikt voor MCO 351.

Zie *hoofdstuk 11.3.1 Motion Control-opties* voor meer informatie.

11.4 Accessoires

11.4.1 Remweerstanden

In toepassingen waarbij de motor als rem wordt gebruikt, wordt energie opgewekt in de motor en teruggevoerd naar de frequentieomvormer. Als de energie niet kan worden teruggevoerd naar de motor, zal deze de spanning in de DC-tussenkring van de frequentieomvormer verhogen. In toepassingen waarbij veel moet worden geremd en/of met hoge traagheidsbelastingen kan deze verhoging leiden tot uitschakeling (trip) van de frequentieomvormer wegens overspanning en uiteindelijk tot een definitieve uitschakeling. Remweerstanden worden gebruikt om de overtollige energie als gevolg van regeneratief remmen af te voeren. De weerstand wordt geselecteerd op basis van de ohmse waarde, de vermogensdissipatiewaarde en de fysieke afmetingen. Danfoss biedt een ruime keuze aan weerstanden die speciaal zijn ontworpen voor onze frequentieomvormers. Zie *hoofdstuk 5.5.3 Regeling met remfunctie* voor het selecteren van de juiste remweerstanden. De betreffende bestelnummers zijn te vinden in *hoofdstuk 7 Bestellen*.

11.4.2 Sinusfilters

Wanneer een motor door een frequentieomvormer wordt geregeld, produceert de motor resonantiegeluid. Dit geluid, dat het gevolg is van het motorontwerp, ontstaat telkens wanneer een van de omvormerschakelaars van de frequentieomvormer wordt geactiveerd. De frequentie van het resonantiegeluid correspondeert dus met de schakelfrequentie van de frequentieomvormer.

Voor de FC 300 levert Danfoss een sinusfilter waarmee de akoestische motorruis kan worden gedempt.

Het filter verlaagt de aanlooptijd van de spanning, de piekbelastingsspanning U_{PEAK} en de rimpelstroom ΔI naar de motor, wat betekent dat stroom en spanning bijna sinusvormig worden. De akoestische motorruis wordt daardoor tot een minimum beperkt.

De rimpelstroom in de sinusfilterspoelen veroorzaakt ook enige ruis. Dit probleem kan worden verholpen door het filter in een behuizing of iets dergelijks in te bouwen.

11.4.3 dU/dt-filters

dU/dt-filters zijn differentiële-modus-laagdoorlaatfilters die de fase-fasepiekspanningen bij de motorklemmen beperken en de stijgtijd verlagen tot een niveau dat de belasting op de isolatie bij de motorspoelen vermindert. Dit is met name van belang bij korte motorkabels.

In vergelijking met sinusfilters (zie *hoofdstuk 11.4.2 Sinusfilters*) hebben dU/dt-filters een uitschakelfrequentie die hoger is dan de schakelfrequentie.

11.4.4 Common-modefilters

Hoogfrequente common-modekernen beperkten de elektromagnetische interferentie en voorkomen beschadiging van de lagers door elektrische ontlading. Het zijn speciale nanokristallijne magnetische kernen met superieure filterprestaties in vergelijking met de gebruikelijke ferrietkernen. Ze werken als een common-mode-inductor (tussen fasen en aarde).

De common-modefilters worden geïnstalleerd rond de drie motorfasen (U, V, W) en beperken de hoogfrequentie common-modestromen. Hierdoor wordt hoogfrequente elektromagnetische interferentie vanaf de motorkabel beperkt.

11.4.5 Harmonischenfilters

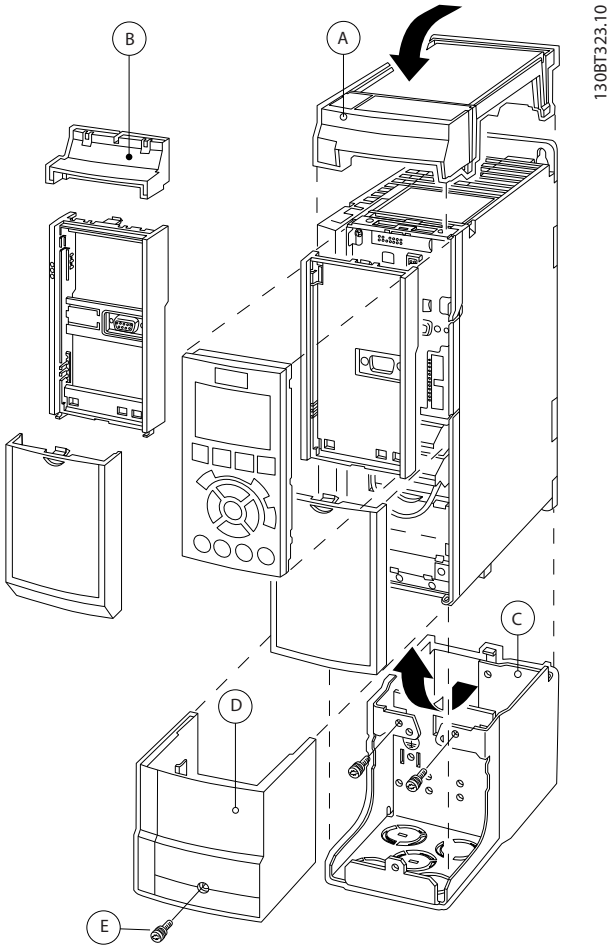
De Danfoss AHF 005 en AHF 010 zijn geavanceerde harmonischenfilters die niet te vergelijken zijn met de conventionele passieve filters. De harmonischenfilters van Danfoss zijn speciaal ontwikkeld voor de frequentieomvormers van Danfoss.

Door de Danfoss-harmonischenfilters AHF 005 of AHF 010 aan te sluiten vóór een frequentieomvormer van Danfoss, wordt de totale harmonische stroomvervorming die terug naar het net wordt gestuurd, beperkt tot respectievelijk 5% en 10%.

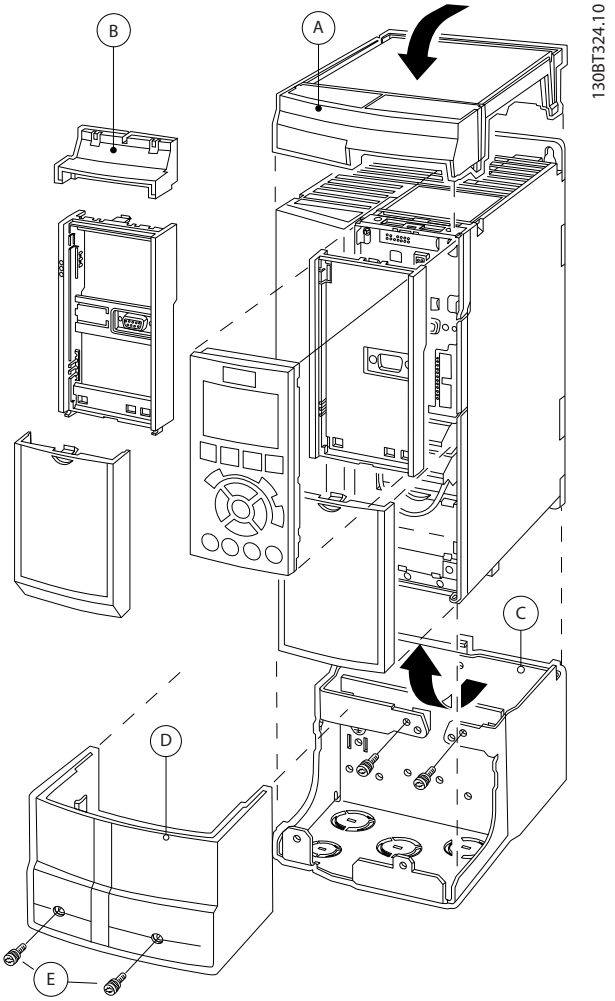
11.4.6 IP 21/Type 1-behuizingsset

IP 20/IP 4X-boven/Type 1 is een optioneel behuizingselement dat beschikbaar is voor IP 20 Compact-eenheden. Door gebruik van de behuizingsset wordt een IP 20-eenheid opgewaardeerd om te voldoen aan behuizing IP 21/4x boven/Type 1.

De IP 4X boven kan worden toegepast op alle standaard IP 20 FC 30X-varianten.



Afbeelding 11.23 Behuizingstype A2



Afbeelding 11.24 Behuizingstype A3

A	Bovenafdekking
B	Rand
C	Voetstuk
D	Afdekking voetstuk
E	Schroef/schroeven

Tabel 11.12 Legenda bij *Afbeelding 11.23* en *Afbeelding 11.24*

Plaats de bovenafdekking zoals aangegeven. Bij gebruik van een A- of B-optie moet de rand worden aangebracht om de boveningang af te dekken. Plaats voetstuk C onder aan de frequentieomvormer en gebruik de klemmen uit de accessoiretas om de kabels op de juiste wijze te bevestigen.

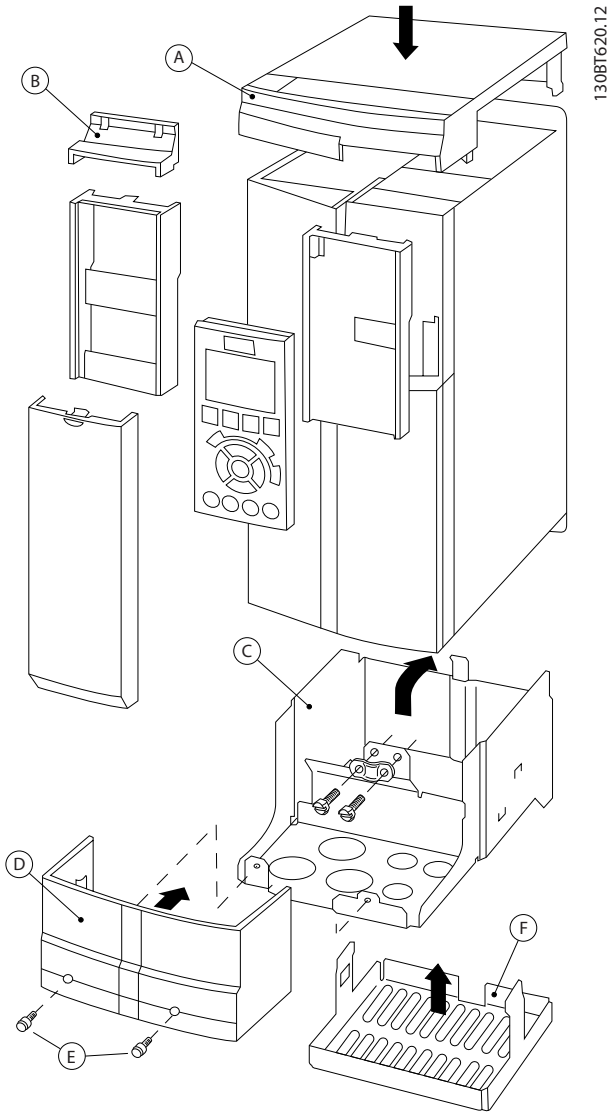
Gaten voor kabelwartels:

- Behuizingstype A2: 2 x M25 and 3 x M32
- Maat A3: 3 x M25 en 3 x M32

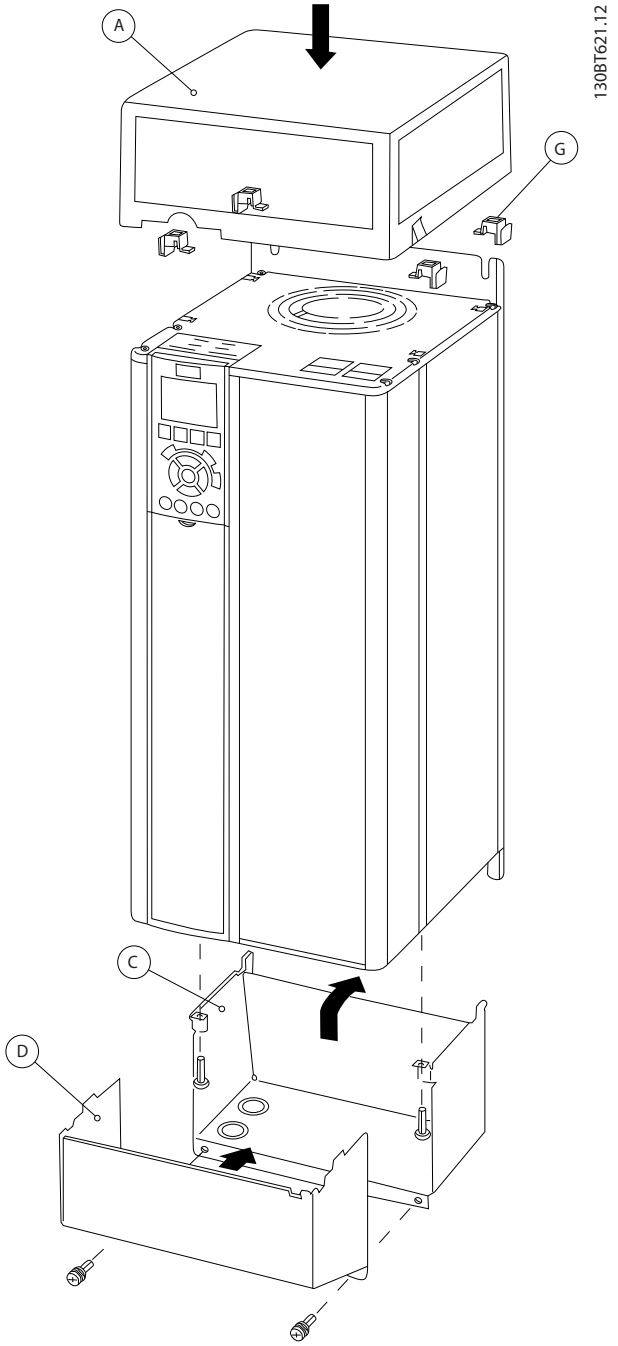
Behuizingstype	Hoogte A [mm]	Breedte B [mm]	Diepte C* [mm]
A2	372	90	205
A3	372	130	205
B3	475	165	249
B4	670	255	246
C3	755	329	337
C4	950	391	337

Tabel 11.13 Afmetingen

** Bij gebruik van optie A/B neemt de diepte toe (zie hoofdstuk 8.2.1 Mechanische afmetingen voor meer informatie)*



Afbeelding 11.25 Behuizingstype B3



Afbeelding 11.26 Behuizingstype B4, C3, C4

A	Bovenafdekking
B	Rand
C	Voetstuk
D	Afdekking voetstuk
E	Schroef/schroeven
F	Afdekking ventilator
G	Klem bovenafdekking

Tabel 11.14 Legenda bij *Afbeelding 11.25* en *Afbeelding 11.25*

Bij gebruik van optiemodule A en/of B moet de rand (B) worden aangebracht op de bovenafdekking (A).

LET OP

Zij-aan-zij-installatie is niet mogelijk bij gebruik van de IP 21/IP 4X/Type 1-behuizingsset.

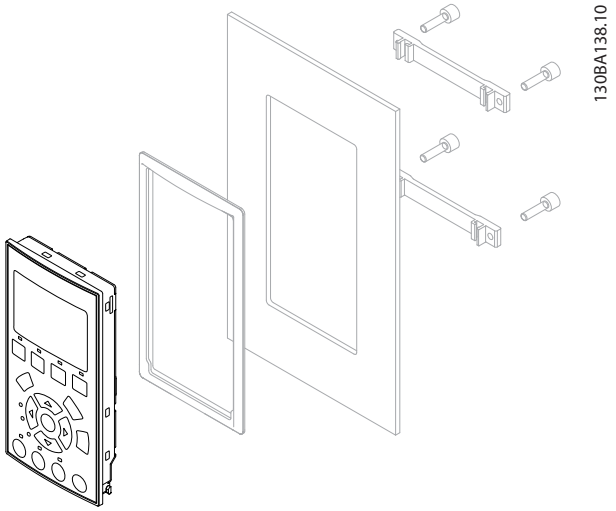
11.4.7 Bevestigingsset voor externe bediening van LCP

Het LCP kan naar de voorkant van een behuizing wordt verplaatst met behulp van de bevestigingsset voor externe bediening. De behuizing is IP 66. De bevestigingsschroeven moeten worden aangehaald met een koppel van max. 1 Nm.

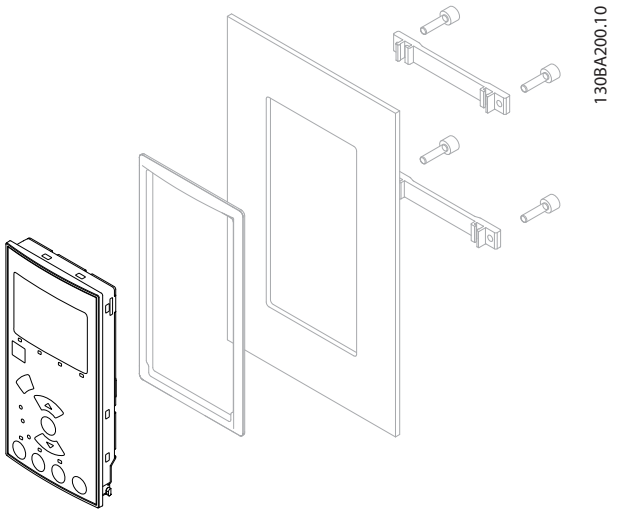
De LCP-behuizing is geclassificeerd als IP 66

Behuizing	IP 66 front
Max. kabellengte tussen frequentieomvormer en eenheid	3 m
Communicatiestandaard	RS-485

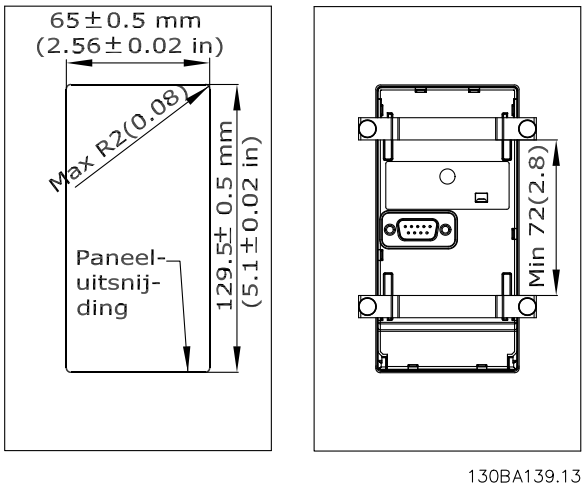
Tabel 11.15 Technische gegevens



Afbeelding 11.27 LCP-set inclusief grafisch LCP, bevestigingsmateriaal, 3 m kabel en pakking
Bestelnr. 130B1113



Afbeelding 11.28 LCP-set inclusief numeriek LCP, bevestigingsmateriaal en pakking
Bestelnr. 130B1114

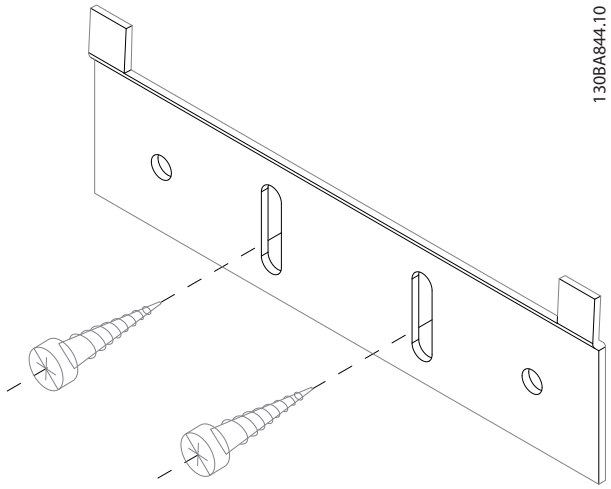


Afbeelding 11.29 Afmetingen

11

11.4.8 Montagebeugel voor behuizingstype A5, B1, B2, C1 en C2

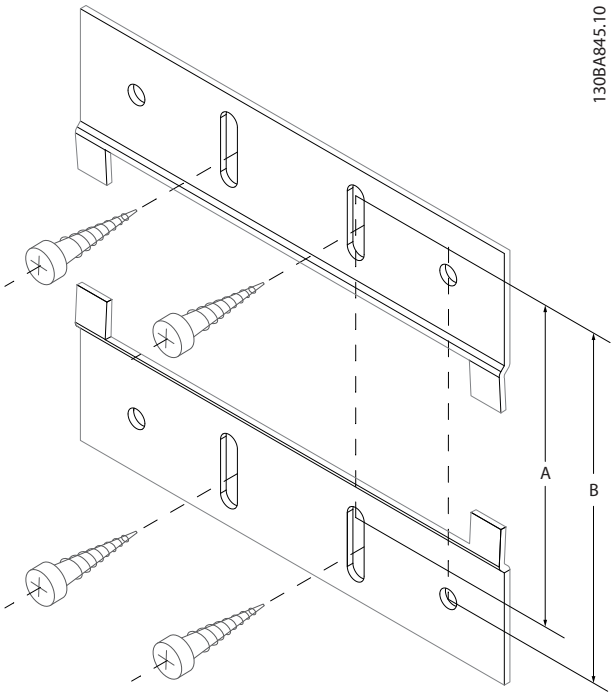
Stap 1



Afbeelding 11.30 Onderste beugel

Plaats de onderste beugel en bevestig deze met schroeven. Draai de schroeven niet helemaal vast, want dit maakt het lastig om de frequentieomvormer te bevestigen.

Stap 2



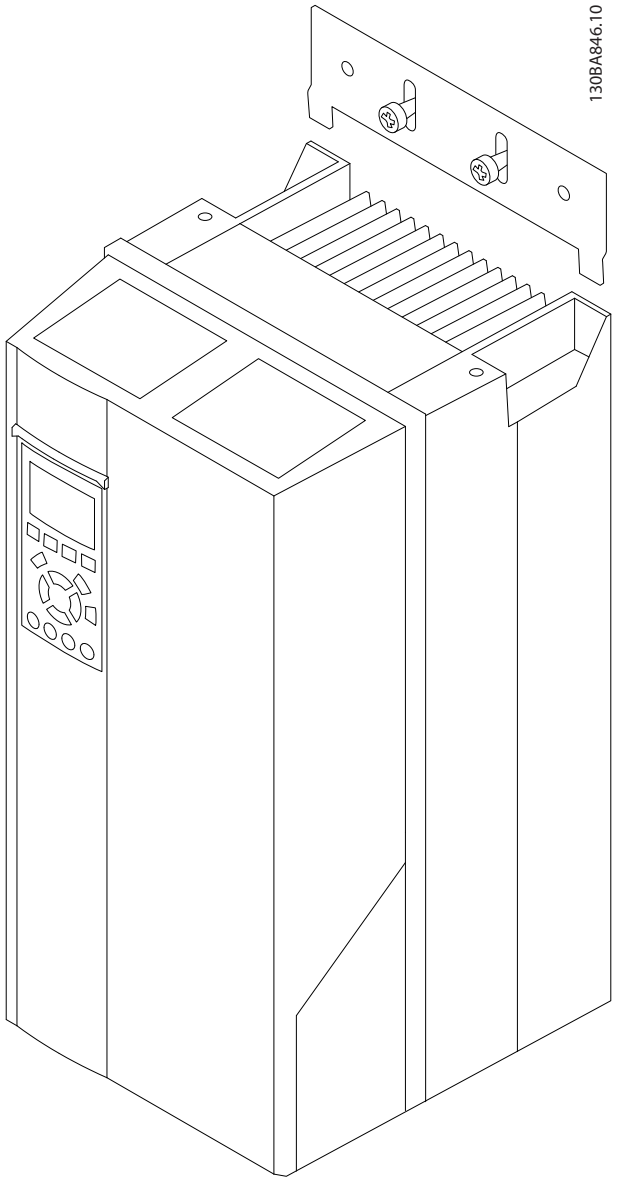
Afbeelding 11.31 Bovenste beugel

Meet de afstand A of B en plaats de bovenste beugel, maar zet deze niet helemaal vast. Zie de afmetingen in *Tabel 11.16*.

Behuizing	IP	A [mm]	B [mm]	Bestelnummer
A5	55/66	480	495	130B1080
B1	21/55/66	535	550	130B1081
B2	21/55/66	705	720	130B1082
B3	21/55/66	730	745	130B1083
B4	21/55/66	820	835	130B1084

Tabel 11.16 Details

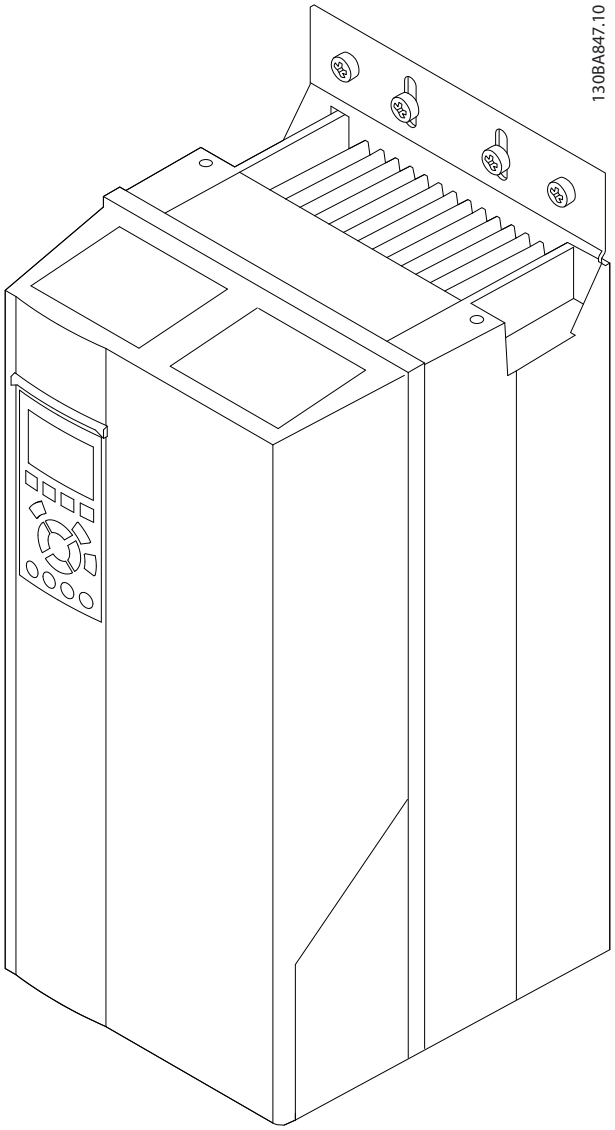
Stap 3



Afbeelding 11.32 Positionering

Plaats de frequentieomvormer in de onderste beugel, licht de bovenste omhoog. Laat de bovenste beugel zakken wanneer de frequentieomvormer in positie is gebracht.

Stap 4



Afbeelding 11.33 Schroeven vastdraaien

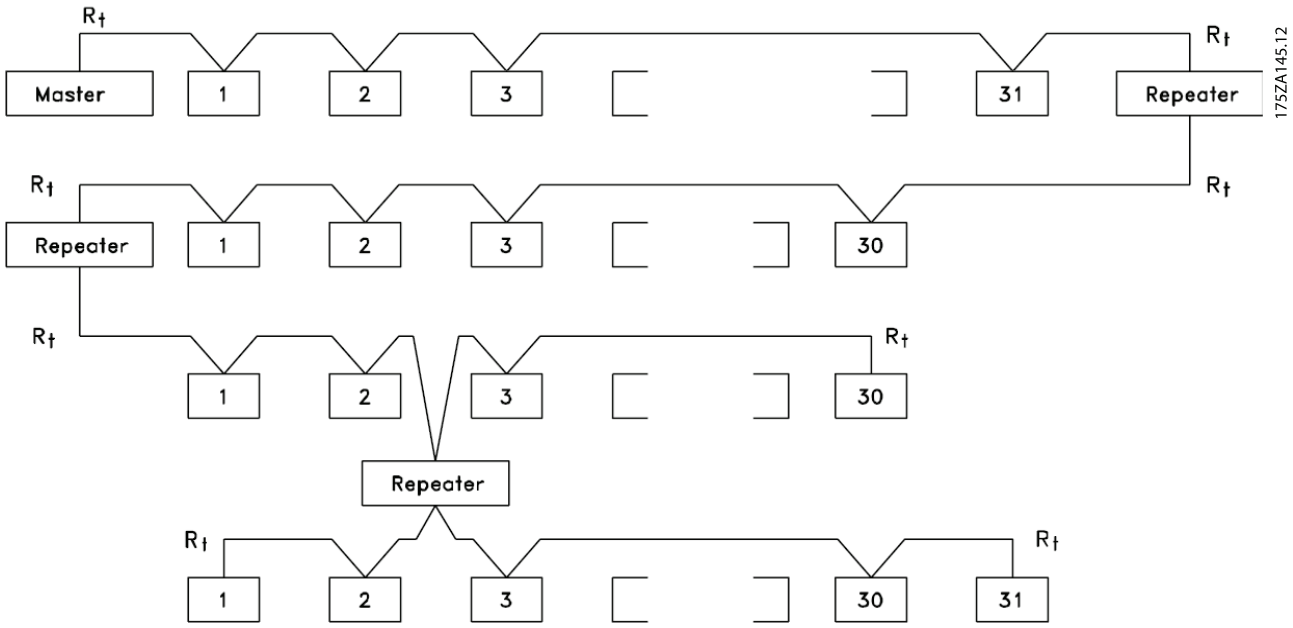
Draai de schroeven nu vast. Voor extra veiligheid kunt u gaten boren en hier schroeven in bevestigen.

12 Installatie en setup RS-485

12.1 Installatie en setup

12.1.1 Overzicht

RS-485 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 een netwerksegment kunnen in totaal 32 busdeelnemers worden aangesloten.
De netwerksegmenten worden onderling gekoppeld door middel van lijnversterkers. Zie *Afbeelding 12.1*.



Afbeelding 12.1 RS-485-businterface

LET OP

Elke lijnversterker 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 frequentieomvormers of een asymmetrisch afsluitweerstandsnetwerk. Gebruik altijd afgeschermde kabels met gedraaide paren (STP – screened twisted pair) voor de busbekabeling en werk volgens goede standaard installatiepraktijken.

12

Het is belangrijk om ervoor te zorgen dat de afscherming voor elke busdeelnemer is voorzien van een aardverbinding met lage impedantie; dit geldt ook bij hoge frequenties. Verbind een groot oppervlak van de afscherming met aarde, bijvoorbeeld door middel van een kabelklem of een geleidende kabelwartel. Het kan nodig zijn om gebruik te maken van 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 voor het aansluiten van een motor op de frequentieomvormer altijd een afgeschermde motorkabel.

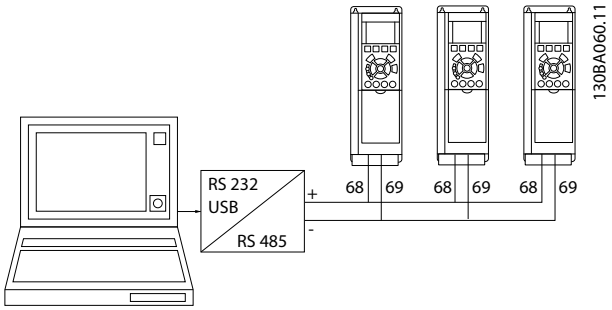
Kabel	Afgeschermd met gedraaide paren (STP)
Impedantie [Ω]	120
Kabellengte [m]	Max. 1200 m (inclusief dropkabels) Max. 500 m station-tot-station

Tabel 12.1 Kabelspecificaties

12.2 Netwerkaansluiting

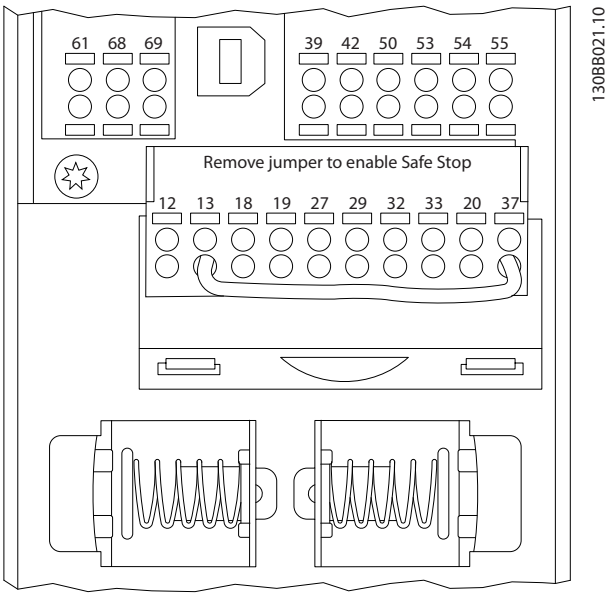
Op een regelaar (of master) kunnen een of meer frequentieomvormers worden aangesloten via de standaard RS-485-interface. Klem 68 wordt aangesloten op het P-signaal (TX+, RX+), terwijl klem 69 wordt aangesloten op het N-signaal (TX-, RX-). Zie de tekeningen in *hoofdstuk 3.5 Bedradingsschema*.

Gebruik parallelle aansluitingen om meerdere frequentieomvormers aan te sluiten op een master.



Afbeelding 12.2 Parallelle aansluitingen

Om mogelijke vereffeningsstromen in de afscherming te vermijden, moet de kabelafscherming worden geaard via klem 61, die via een RC-koppeling met het frame is verbonden.



Afbeelding 12.3 Stuurkaartklemmen

12.3 Busafsluiting

De RS-485-bus moet aan beide uiteinden worden afgesloten met een weerstandsnetwerk. Zet hiervoor schakelaar S801 op de stuurkaart op 'ON' (aan).

Het communicatieprotocol moet worden ingesteld op *8-30 Protocol*.

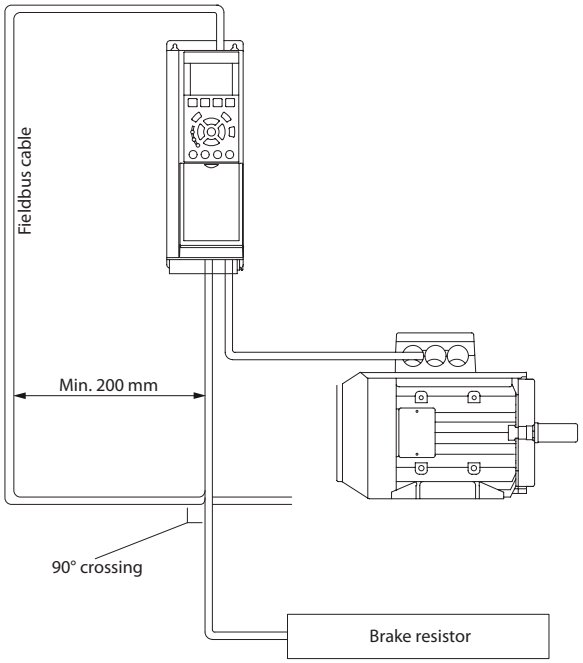
12.4 Installatie en setup RS-485

12.4.1 EMC-voorzorgsmaatregelen

De volgende EMC-voorzorgsmaatregelen worden aanbevolen om te zorgen voor een ruisvrije werking van het RS-485-netwerk.

Volg de relevante nationale en lokale voorschriften op, bijvoorbeeld ten aanzien van aardverbindingen. De RS-485-aansluitkabel moet uit de buurt worden gehouden van kabels voor motor en remweerstand om een koppeling van hoogfrequente ruis tussen kabels te vermijden. Normaal gesproken is een afstand van 200 mm voldoende, maar het wordt aanbevolen om een zo groot mogelijke afstand tussen de kabels aan te houden, vooral wanneer kabels parallel lopen over lange afstanden. Wanneer kruisen onvermijdelijk is, moet de RS-485-kabel de kabels voor motor en remweerstand kruisen onder een hoek van 90°.

12



Afbeelding 12.4 Bekabeling

12.5 Overzicht FC-protocol

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-volgerprincipe voor communicatie via een seriële bus.
Op de bus kunnen één master en maximaal 126 volgers worden aangesloten. De master selecteert de afzonderlijke volgers via een adresteken in het telegram. Een volger kan zelf nooit zenden zonder een verzoek hiertoe, en rechtstreeks berichtenverkeer tussen afzonderlijke volgers 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 RS-485, waarbij gebruik wordt gemaakt van de RS-485-poort die is ingebouwd in de frequentieomvormer. 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

12.6 Netwerkconfiguratie

12.6.1 Setup frequentieomvormer

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

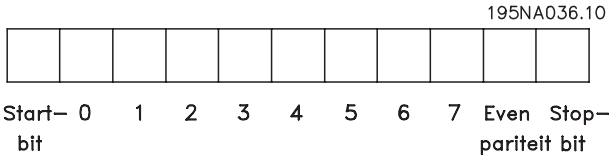
Parameternummer	Instelling
8-30 Protocol	FC
8-31 Adres	1-126
8-32 FC-poort baudsnelh.	2400-115200
8-33 Par./stopbits	Even pariteit, 1 stopbit (standaard)

Tabel 12.2 Parameters FC-protocol

12.7 Berichtframingstructuur FC-protocol

12.7.1 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 om de pariteit aan te geven. 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 12.5 Inhoud van een teken

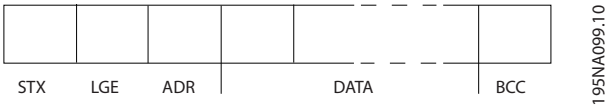
12.7.2 Telegramstructuur

Elk telegram heeft de volgende structuur:

1. Startteken (STX) = 02 hex
2. Een byte die de telegramlengte aangeeft (LGE)
3. Een byte die het adres van de frequentieomvormer aangeeft (ADR)

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

Het telegram eindigt met een datastuurbyte (BCC).



Afbeelding 12.6 Telegramstructuur

12.7.3 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 met tekst	10[1)]+ n bytes

Tabel 12.3 Telegramlengte

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

12.7.4 Adres frequentieomvormer (ADR)

Er kunnen 2 verschillende adresindelingen worden gebruikt.
Het adresbereik van de frequentieomvormer is 1-31 of 1-126.

1. Adresopmaak 1-31:

   Bit 7 = 0 (adresopmaak 1-31 actief)

   Bit 6 wordt niet gebruikt

   Bit 5 = 1: broadcast, adresbits (0-4) worden niet gebruikt

   Bit 5 = 0: geen broadcast

   Bit 0-4 = frequentieomvormeradres 1-31

2. Adresopmaak 1-126:

   Bit 7 = 1 (adresopmaak 1-126 actief)

   Bit 0-6 = frequentieomvormeradres 1-126

   Bit 0-6 = 0 broadcast

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

12.7.5 Datastuurbyte (BCC)

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

12.7.6 Het dataveld

De structuur van datablokken hangt af van het type telegram. Er zijn 3 typen telegrammen; het type geldt voor zowel stuurtelegrammen (master ⇒ volger) als antwoordtelegrammen (volger ⇒ master).

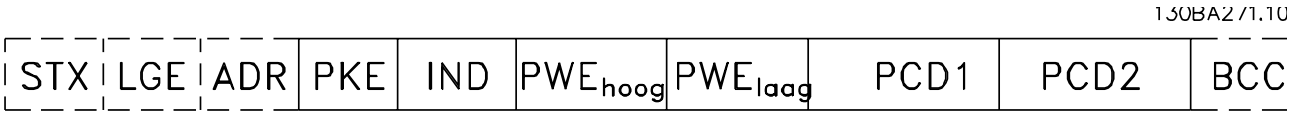
De 3 telegramtypen zijn:

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

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

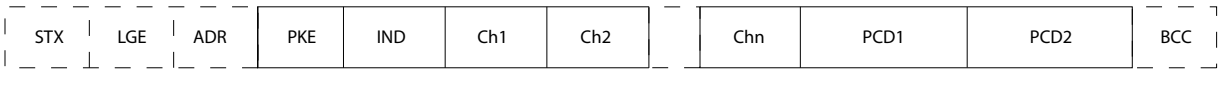
Afbeelding 12.7 Procesblok

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



Afbeelding 12.8 Parameterblok

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

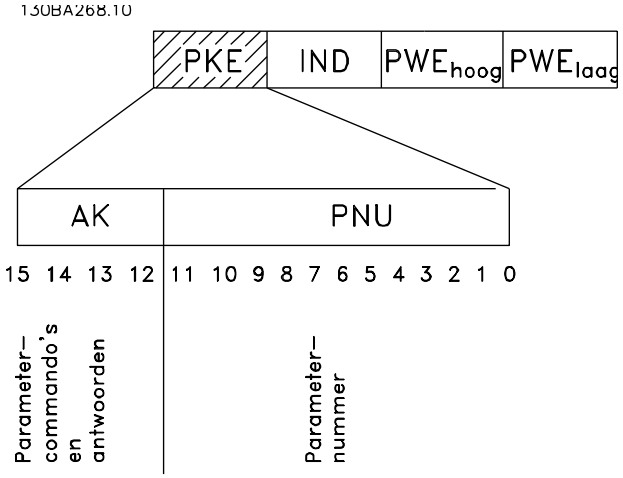


Afbeelding 12.9 Tekstblok

12

12.7.7 Het PKE-veld

Het PKE-veld bevat 2 subvelden: parametercommando en antwoord AK, en parameternummer PNU:



Afbeelding 12.10 PKE-veld

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

Bitnr.				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/schrijven tekst

Tabel 12.4 Parametercommando's master ⇒ volger

Bitnr.				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 12.5 Antwoord volger ⇒ master

Als het commando niet kan worden uitgevoerd, zal de volger het volgende antwoord zenden:
0111 Commando kan niet worden uitgevoerd
– en wordt de volgende foutmelding in de parameterwaarde (PWE) gegeven:

PWE laag (hex)	Foutmelding
0	Het gebruikte parameternummer bestaat niet
1	Er is geen schrijftoegang tot de gedefinieerde parameter
2	De datawaarde overschrijdt de parameterbegrenzingen
3	De gebruikte subindex bestaat niet
4	De parameter is niet van het type array
5	Het datatype komt niet overeen met de gedefinieerde parameter
11	Het wijzigen van de data in de gedefinieerde parameter is niet mogelijk in de huidige modus van de frequentieomvormer. Sommige parameters kunnen uitsluitend worden gewijzigd wanneer de motor is uitgeschakeld
82	Er is geen bustoegang tot de gedefinieerde parameter
83	Het wijzigen van de data is niet mogelijk omdat de fabrieksetup is geselecteerd

Tabel 12.6 Foutrapport parameterwaarde

12.7.8 Parameternummer (PNU)

De bitnummers 0-11 dragen parameternummers over. De functie van de betreffende parameter wordt uitgelegd in de parameterbeschrijving in de *Programmeerhandleiding*.

12.7.9 Index (IND)

De index wordt samen met het parameternummer gebruikt voor lees-/schrijftoegang tot de parameters met een index, bijv. *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.

12.7.10 Parameterwaarde (PWE)

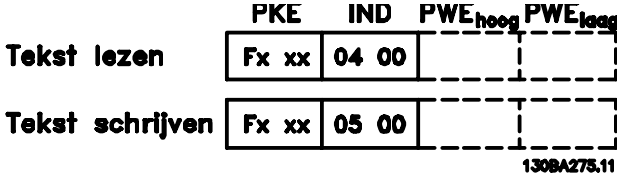
Het parameterwaardeblok bestaat uit 2 woorden (4 bytes) en de waarde hangt af van het gegeven commando (AK). De master vraagt om een parameterwaarde wanneer het PWE-blok geen waarde bevat. Om een parameterwaarde te wijzigen (schrijven), schrijft u de nieuwe waarde in het PWE-blok en verzendt u dit van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

Als een volger antwoordt op een parameterverzoek (leescommando), wordt de actuele parameterwaarde naar het PWE-blok overgedragen en teruggestuurd naar de master. Als een parameter geen numerieke waarde bevat maar verschillende dataopties, bijv. *0-01 Taal*, waarbij [0] staat voor Engels en [4] voor Spaans, selecteert u de gewenste datawaarde door de waarde in te voeren in het PWE-blok. Zie Voorbeeld – Een datawaarde selecteren. Via seriële communicatie is het alleen mogelijk om parameters met datatype 9 (tekstreeks) te lezen.

15-40 FC-type tot *15-53 Serienr. voedingskaart* bevatten datatype 9.
Zo kunt u bijvoorbeeld het vermogen van de eenheid en het netspanningsbereik uitlezen via *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 tweede 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.

Sommige parameters bevatten teksten die kunnen worden geschreven via de seriële bus. Om een tekst via het PWE-blok te schrijven, stelt u het parametercommando (AK) in op 'F' hex. De hoge byte van het indexteken moet '5' zijn.



Afbeelding 12.11 Tekst via PWE-blok

12.7.11 Datatypen die worden ondersteund

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

Datatypen	Beschrijving
3	Integer 16
4	Integer 32
5	Zonder teken 8
6	Zonder teken 16
7	Zonder teken 32
9	Tekstreeks
10	Bytereeks
13	Tijdverschil
33	Gereserveerd
35	Bitvolgorde

Tabel 12.7 Datatypen die worden ondersteund

12.7.12 Conversie

In de fabrieksinstellingen worden de diverse attributen van elke parameter weergegeven. Parameterwaarden worden enkel als gehele getallen overgedragen. Om decimalen over te dragen, worden conversiefactoren gebruikt.

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. De waarde 100 wordt dus gelezen als 10,0.

Voorbeelden:
0 s ⇒ conversie-index 0
0,00 s ⇒ conversie-index -2
0 ms ⇒ conversie-index -3
0,00 ms ⇒ conversie-index -5

12

Conversie-index:	Conversiefactor
100	
75	
74	
67	
6	1000000
5	100000
4	10000
3	1000
2	100
1	10
0	1
-1	0,1
-2	0,01
-3	0,001
-4	0,0001
-5	0,00001
-6	0,000001
-7	0,0000001

Tabel 12.8 Conversietabel

12.7.13 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 (stuurwoord master ⇒ volger)	Referentiewaarde
Stuurtelegram (statuswoord volger ⇒ master)	Actuele uitgangs-frequentie

Tabel 12.9 Proceswoorden (PCD)

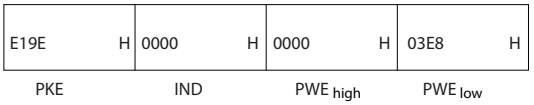
12.8 Voorbeelden

12.8.1 Een parameterwaarde schrijven

Stel *4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz]* in op 100 Hz.
Schrijf de gegevens in EEPROM.

PKE = E19E hex – schrijf één woord in *4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz]*
IND = 0000 hex
PWEHIGH = 0000 hex
PWELOW = 03E8 hex – datawaarde 1000, wat overeenkomt met 100 Hz; zie *hoofdstuk 12.7.12 Conversie*.

Het telegram ziet er als volgt uit:



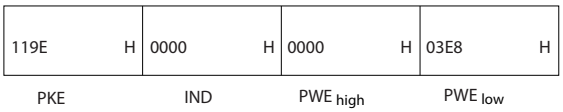
130BA092.10

Afbeelding 12.12 Schrijf gegevens in EEPROM.

LET OP

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

Het antwoord van de volger aan de master is:



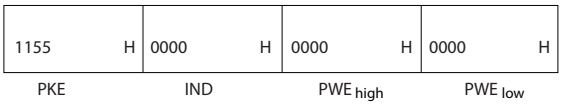
130BA093.10

Afbeelding 12.13 Antwoord van volger

12.8.2 Een parameterwaarde lezen

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

PKE = 1155 hex – lees parameterwaarde in *3-41 Ramp 1 aanlooptijd*
IND = 0000 hex
PWEHIGH = 0000 hex
PWELOW = 0000 hex

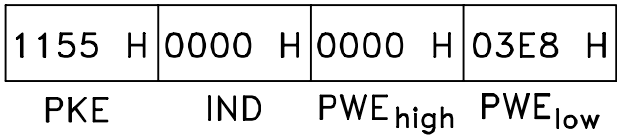


130BA094.10

Afbeelding 12.14 Parameterwaarde

Als de waarde in *3-41 Ramp 1 aanlooptijd* 10 s is, is het antwoord van de volger aan de master:

130BA267.10



Afbeelding 12.15 Antwoord van volger

3E8 hex komt overeen met 1000 decimaal. De conversie-index voor *3-41 Ramp 1 aanlooptijd* is -2, oftewel 0,01.
3-41 Ramp 1 aanlooptijd is van het type *Zonder teken 32*.

12

12.9 Overzicht Modbus RTU

12.9.1 Aannames

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 én de frequentieomvormer, inclusief de relevante beperkingen.

12.9.2 Wat de gebruiker al moet weten

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.

12.9.3 Overzicht Modbus RTU

Het Modbus RTU-overzicht beschrijft het proces dat een regelaar gebruikt om toegang te vragen tot een ander apparaat. Dit proces is hetzelfde voor alle typen fysieke-communicatienetwerken. 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 berichtvelden. Tijdens communicatie over een Modbus RTU-netwerk bepaalt het protocol hoe elke regelaar

- het adres van het apparaat verkrijgt
- een aan hem geadresseerd bericht herkent
- bepaalt welke acties moeten worden ondernomen
- gegevens of andere informatie uit het bericht haalt

Als een antwoord nodig is, zal de regelaar het antwoordbericht opstellen en verzenden.
Regelaars communiceren via een master-volgermethode waarbij alleen de master transacties (zogenaamde query's) kan initiëren. Volgers reageren door de gevraagde data aan de master te leveren of de via de query gevraagde actie uit te voeren.

De master kan afzonderlijke volgers aanspreken of een broadcastbericht naar alle volgers sturen. Wanneer een volger een query ontvangt die speciaal 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 query van de master door het adres van het apparaat (of het broadcastadres), een functiecode die de gewenste actie aangeeft, eventuele te verzenden data en een controleveld door te geven. Het antwoordbericht van de volger wordt ook gedefinieerd op basis van het Modbus-protocol. Het bevat velden voor het bevestigen van de uitgevoerde actie, eventuele terug te zenden data, en een controleveld. Als bij de ontvangst van het bericht een fout optreedt, of als de volger niet in staat is om de gevraagde actie uit te voeren, zal de volger een foutmelding genereren en deze als antwoord terugzenden; er kan ook een time-out optreden.

12.9.4 Frequentieomvormer met Modbus RTU

De frequentieomvormer communiceert in Modbus RTU-indeling over de ingebouwde RS-485-interface. Modbus RTU biedt toegang tot het stuurwoord en de busreferentie van de frequentieomvormer.

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

- Start
- De frequentieomvormer kan op verschillende manieren worden gestopt:
  - Vrijloop na stop
  - Snelle stop
  - Stop via DC-rem
  - Normale (uitloop)stop
- Reset na een uitschakeling (trip)
- Draaien met diverse vooraf ingestelde toerentallen
- Omgekeerd draaien
- Wijzigen van de actieve setup
- Besturen van het ingebouwde relais van de frequentieomvormer

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. Dit biedt een reeks besturingsopties, inclusief het besturen van het setpoint van de frequentieomvormer als gebruik wordt gemaakt van de interne PI-regelaar.

12.10 Netwerkconfiguratie

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

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

Tabel 12.10 Parameters Modbus RTU

12.11 Berichtframingstructuur Modbus RTU

12.11.1 Frequentieomvormer met Modbus RTU

De regelaars zijn ingesteld voor communicatie op het Modbus-netwerk via de RTU (Remote Terminal Unit) modus, waarbij elke byte in een bericht twee 4-bits hexadecimale tekens bevat. De gegevensindeling voor elke byte wordt aangegeven in *Tabel 12.11*.

Startbit	Databyte								Stop/ pariteit	Stop

Tabel 12.11 Gegevensindeling voor elke byte

Coderingssysteem	8-bits binair, hexadecimaal 0-9, A-F. 2 hexadecimale tekens in elk 8-bits veld van het bericht
Bits per byte	1 startbit 8 databits, de minst significante bit wordt 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)

12.11.2 Berichtenstructuur Modbus RTU

Het zendende apparaat plaatst een Modbus RTU-bericht in een frame met een bekend start- en eindpunt. Daardoor kunnen ontvangende apparaten aan het begin van het bericht beginnen, het adresgedeelte lezen, bepalen aan welk apparaat (of alle apparaten bij een broadcastbericht) het geadresseerd is en herkennen wanneer het bericht volledig is. Onvolledige berichten worden gedetecteerd en fouten worden als resultaat gezonden. Tekens voor verzending moeten voor elk veld in hexadecimale notatie 00 tot FF zijn gesteld. De frequentieomvormer bewaakt de netwerkbus continu, ook tijdens 'stille' intervallen. Wanneer het eerste veld (het adresveld) wordt ontvangen, wordt het door elke frequentieomvormer of apparaat gedecodeerd om te bepalen welk apparaat wordt geadresseerd. Modbus RTU-berichten die aan nul zijn geadresseerd, zijn broadcastberichten. Voor broadcastberichten is geen antwoord toegestaan. In *Tabel 12.12* wordt een typisch berichtenframe 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 12.12 Typische structuur Modbus RTU-berichten

12.11.3 Start-/stopveld

Berichten starten met een stille periode met een interval van minstens 3,5 tekens. Dit 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 van intervallen van minstens 3,5 tekens om het einde van het bericht aan te geven. Na deze periode kan een nieuw bericht beginnen. Het volledige berichtenframe moet als een continue stroom worden verzonden. Als voor voltooiing van het frame een stilte valt met een interval van meer dan 1,5 teken, gooit het ontvangende apparaat het onvolledige bericht weg en gaat het ervan uit dat de volgende byte het adresveld van een nieuw bericht zal bevatten. Als een nieuw bericht begint binnen een interval van 3,5 tekens na een voorgaand bericht, gaat het ontvangende apparaat ervan uit dat dit bericht een vervolg is op het eerdere bericht. Dit zal een time-out veroorzaken (geen antwoord van de volger), omdat de waarde in het laatste CRC-veld niet geldig is voor de gecombineerde berichten.

12.11.4 Adresveld

Het adresveld van een berichtenframe bevat 8 bits. Geldige adressen voor volgerapparaten liggen in het bereik van 0-247 decimaal. De individuele volgerapparaten krijgen adressen toegewezen in het bereik 1-247. (0 is gereserveerd voor de broadcastmodus en wordt door alle volgers herkend.) Een master adresseert een volger door het volgeradres in het adresveld van het bericht te plaatsen. Wanneer de volger zijn antwoord zendt, plaatst hij het eigen adres in dit adresveld om de master te laten weten welke volger reageert.

12.11.5 Functieveld

Het functieveld van een berichtenframe bevat 8 bits. Geldige codes liggen in het bereik van 1-FF. Functievelden worden gebruikt om berichten te verzenden tussen master en volger. Wanneer een bericht van een master naar een volgerapparaat wordt verzonden, vertelt het functiecodeveld de volger wat voor actie hij moet uitvoeren. Wanneer de volger antwoordt aan de master, gebruikt hij het functiecodeveld 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 volger simpelweg de originele functiecode terug. Voor een uitzonderingsantwoord zendt de volger een code terug die overeenkomt met de originele functiecode, maar waarbij de meest significante bit op logische 1 is gezet. Bovendien plaatst de volger een unieke code in het dataveld van het antwoordbericht. Dit vertelt de master wat voor type fout is opgetreden of de reden voor de uitzondering. Zie ook *hoofdstuk 12.11.10 Door Modbus RTU ondersteunde functiecodes* en *hoofdstuk 12.11.11 Uitzonderingscodes Modbus*.

12.11.6 Dataveld

Het dataveld wordt opgebouwd met behulp van 2 hexadecimale getallen, in het bereik van 00 tot FF hex. Deze bestaan uit één RTU-teken. Het dataveld van berichten die van een master naar een volgerapparaat worden gezonden, bevat aanvullende informatie die de volger moet gebruiken om de in de functiecode gedefinieerde actie uit te voeren. Dit kan bijvoorbeeld een spoel- of registeradres zijn, het aantal items dat moet worden afgehandeld of het aantal actuele databytes in het veld.

12.11.7 CRC-controleveld

Berichten bevatten onder meer een controleveld dat werkt op basis van de Cyclical Redundancy Check (CRC)-methode. Het CRC-veld controleert de inhoud van het volledige bericht. Deze controle wordt ook toegepast als voor afzonderlijke tekens van het bericht al een pariteits-controlemethode wordt uitgevoerd. De CRC-waarde wordt berekend door het zendende apparaat, dat de CRC achter het laatste veld in het bericht plakt. Het ontvangende apparaat berekent opnieuw een CRC tijdens de ontvangst van het bericht en vergelijkt de berekende waarde met de actuele waarde die werd ontvangen in het CRC-veld. Als de 2 waarden niet gelijk zijn, volgt een bustime-out. Het controleveld bevat een 16-bits binaire waarde die wordt geïmplementeerd als twee 8-bits bytes. Wanneer dit wordt gedaan, wordt eerst de lage byte van het veld aangeplakt, gevolgd door de hoge byte. De hoge byte van de CRC is de laatste byte die in het bericht wordt verzonden.

12.11.8 Adressering spoelregister

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

12

Spoelnummer	Beschrijving		Signaalrichting
1-16	Stuurwoord frequentieomvormer		Master naar volger
17-32	Snelheid frequentieomvormer of setpointreferentie Bereik 0x0-0xFFFF (-200% ... ~200%)		Master naar volger
33-48	Statuswoord frequentieomvormer (zie *Tabel 12.15*)		Volger naar master
49-64	Modus zonder terugkoppeling: Uitgangsfrequentie frequentieomvormer in modus met terugkoppeling: Terugkoppelingssignaal frequentieomvormer		Volger naar master
65	Besturing voor schrijven parameter (master naar volger)		Master naar volger
	0 =	Wijzigingen van parameterwaarden worden geschreven naar RAM van de frequentieomvormer	
	1 =	Wijzigingen van parameterwaarden worden geschreven naar RAM en EEPROM van de frequentieomvormer	
66-65536	Gereserveerd		

Tabel 12.13 Beschrijving spoelen

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	Uitgangsfreq. vasthouden	Uitgangsfreq. niet vasthouden
07	Uitloopstop	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	Setup msb	
16	Geen omkeren	Omkeren

Tabel 12.14 Stuurwoord frequentieomvormer (FC-profiel)

Spoel	0	1
33	Besturing niet gereed	Besturing gereed
34	Frequentieomvormer niet gereed	Frequentieomvormer 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	Spanningswaarschuwing
47	Niet binnen stroomgrens	Stroomgrens
48	Geen thermische waarschuwing	Thermische waarschuwing

Tabel 12.15 Statuswoord frequentieomvormer (FC-profiel)

Registernummer	Beschrijving
00001-00006	Gereserveerd
00007	Laatste foutcode uit een FC-dataobjectinterface
00008	Gereserveerd
00009	Parameterindex*
00010-00990	Parametergroep 000 (parameter 001 tot en met 099)
01000-01990	Parametergroep 100 (parameter 100 tot en met 199)
02000-02990	Parametergroep 200 (parameter 200 tot en met 299)
03000-03990	Parametergroep 300 (parameter 300 tot en met 399)
04000-04990	Parametergroep 400 (parameter 400 tot en met 499)
...	...
49000-49990	Parametergroep 4900 (parameter 4900 tot en met 4999)
50000	Ingangsgegevens: stuurwoordregister frequentieomvormer (CTW)
50010	Ingangsgegevens: busreferentieregister (REF)
...	...
50200	Uitgangsgegevens: statuswoordregister frequentieomvormer (STW)
50210	Uitgangsgegevens: hoofdregister actuele waarde frequentieomvormer (MAV)

Tabel 12.16 Registers

** Wordt gebruikt om aan te geven welk indexnummer moet worden gebruikt om toegang te krijgen tot een geïndexeerde parameter.*

12.11.9 De frequentieomvormer besturen

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

12.11.10 Door Modbus RTU ondersteunde functiecodes

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

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
Geef volger-ID	11

Tabel 12.17 Functiecodes

Functie	Functie-code	Subfunc-tiecode	Subfunctie
Diagnostiek	8	1	Communicatie hervatten
		2	Diagnostisch register terugzenden
		10	Tellers en diagnostisch register wissen
		11	Busberichtenteller terugzenden
		12	Buscommunicatiefouten-teller terugzenden
		13	Volgerfoutenteller terugzenden
		14	Volgerberichtenteller terugzenden

Tabel 12.18 Functiecodes

12.11.11 Uitzonderingscodes Modbus

Zie *hoofdstuk 12.11.5 Functieveld* voor een volledige beschrijving van de opbouw van een uitzonderingscode.

Code	Naam	Betekenis
1	Ongeldige functie	De functiecode die in de query werd ontvangen, is geen geldige actie voor de server (of volger). Dit kan zijn omdat de functiecode alleen van toepassing is op nieuwere apparatuur en niet geïmple-menteerd is in de geselecteerde eenheid. Het kan ook aangeven dat de server (of volger) niet in de juiste toestand verkeert om een verzoek van dit type te kunnen verwerken, bijvoorbeeld omdat hij niet geconfigureerd is en een verzoek krijgt om registerwaarden terug te zenden.
2	Ongeldig data-adres	Het data-adres dat in de query werd ontvangen, is geen geldig adres voor de server (of volger). Beter gezegd: de combinatie van referentienummer en overdrachtslengte is ongeldig. Voor een regelaar met 100 registers zou 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 volger). Dit geeft een fout aan in de opbouw van het resterende deel van een complex verzoek, zodat de geïmpliceerde lengte onjuist is. Het betekent beslist NIET dat een gegevenselement 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 volger-apparaat	Er is een onherstelbare fout opgetreden terwijl de server (of volger) probeerde om de gevraagde actie uit te voeren.

Tabel 12.19 Uitzonderingscodes Modbus

12.12 Toegang krijgen tot parameters

12.12.1 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 *3-12 Versnell.-/vertrag.-waarde* (16 bit): register 3120 houdt de waarde van de parameter vast. Een waarde van 1352 (decimaal) betekent dat de parameter is ingesteld op 13,52%

Uitlezing *3-14 Ingestelde relatieve ref.* (32 bit): de registers 3410 en 3411 houden de waarde van de parameter vast. 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 de programmeerhandleiding voor het betreffende product.

12.12.2 Dataopslag

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

12.12.3 IND (index)

Sommige parameters in de frequentieomvormer zijn arrayparameters, zoals *3-10 Ingestelde ref.*. Omdat Modbus geen ondersteuning biedt voor arrays in de registers, reserveert de frequentieomvormer 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.

12.12.4 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 gevuld.

12.12.5 Conversiefactor

De diverse attributen van elke parameter zijn te vinden in de sectie over fabrieksinstellingen. Omdat een parameterwaarde alleen als een geheel getal kan worden overgebracht, moet er een conversiefactor worden gebruikt om decimalen over te brengen.

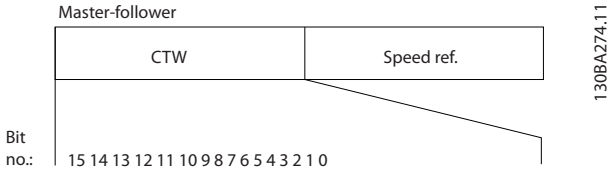
12.12.6 Parameterwaarden

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 lezen'. Leesbare groottes variëren van 1 register (2 tekens) tot 10 registers (20 tekens).

12.13 Danfoss FC-stuurwoordprofiel

12.13.1 Stuurwoord volgens het FC-profiel (*8-10 Stuurwoordprofiel* = FC-profiel)



Afbeelding 12.16 Stuurwoord

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

Tabel 12.20 Stuurwoordbits

Beschrijving van de stuurbits

Bits 00/01
Bit 00 en 01 worden gebruikt om een van de 4 referentiewaarden te selecteren die zijn voorgeprogrammeerd in *3-10 Ingestelde ref.* overeenkomstig *Tabel 12.21*:

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

Tabel 12.21 Referentiewaarden

LET OP

Maak een selectie in *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 stoppen. Stel de remstroom en de remtijd in onder *2-01 DC-remstroom* en *2-02 DC-remtijd*.
Bit 02 = '1' leidt tot uitloop.

Bit 03, Vrijloop
Bit 03 = '0': de frequentieomvormer laat de motor onmiddellijk 'gaan' (de uitgangstransistoren zijn 'uitgeschakeld'), waarna de motor vrijloopt tot stilstand.
Bit 03 = '1': de frequentieomvormer start de motor als aan de andere startvoorwaarden wordt voldaan.

Maak een selectie in *8-50 Vrijloopselectie* 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': laat de snelheid van de motor uitlopen tot stop (ingesteld in *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 (*5-10 Klem 18 digitale ingang* tot *5-15 Klem 33 digitale ingang*), ingesteld op *Snelh. omh.* en *Snelh. omlaag*.

LET OP

Als Uitgang vasth. actief is, kan de frequentieomvormer alleen op de volgende manier worden gestopt:

- **Bit 03 Vrijloop na stop**
- **Bit 02 DC-rem**
- **Digitale ingang (*5-10 Klem 18 digitale ingang* tot *5-15 Klem 33 digitale ingang*) geprogrammeerd als *DC-rem geïnv.*, *Vrijloop geïnv.* of *Vrijloop & reset inv***

Bit 06, Uitloopstop/start
Bit 06 = '0': leidt tot stop, waarbij het toerental van de motor uitloopt naar stop via de geselecteerde uitlooppa-rameter. Bit 06 = '1': betekent dat de frequentieomvormer de motor kan starten als aan de andere startvoorwaarden wordt voldaan.

Maak een selectie in *8-53 Startselectie* om in te stellen hoe Bit 06 Uitloopstop/start wordt gecombineerd (gated) met de corresponderende functie op een digitale ingang.

12

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': de uitgangsfrequentie wordt bepaald door *3-19 Jog-snelh. [TPM]*.

Bit 09, Keuze van aan/uitloop 1/2
Bit 09 = '0': Ramp 1 is actief (*3-41 Ramp 1 aanlooptijd* tot *3-42 Ramp 1 uitlooptijd*). Bit 09 = '1': Ramp 2 is actief (*3-51 Ramp 2 aanlooptijd* tot *3-52 Ramp 2 uitlooptijd*).

Bit 10, Data niet geldig/data geldig
Bepaal of de frequentieomvormer 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 dit niet moet 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 op voorwaarde dat *Stuurwoord bit 11* is geselecteerd in *5-40 Functierelais*.

Bit 12, relais 04
Bit 12 = '0': relais 04 is niet geactiveerd.
Bit 12 = '1': relais 04 is geactiveerd op voorwaarde dat *Stuurwoord bit 12* is geselecteerd in *5-40 Functierelais*.

Bit 13/14, Setupselectie
Gebruik bit 13 en 14 om een van de 4 menusetups te selecteren aan de hand van *Tabel 12.22*.

Setup	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

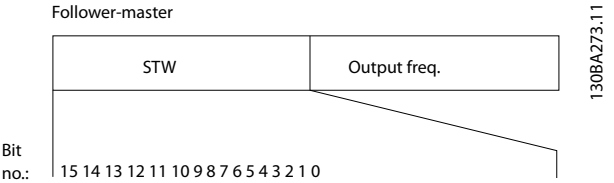
Tabel 12.22 4 menusetups

De functie is alleen beschikbaar wanneer *Multi setup* is geselecteerd in *0-10 Actieve setup*.

Maak een selectie in *8-55 Setupselectie* om in te stellen hoe Bit 13/14 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 *8-54 Omkeerselectie*. Bit 15 leidt alleen tot omkeren wanneer Bus, Log. OR of Log. AND is geselecteerd.

12.13.2 Statuswoord volgens het FC-profiel (STW) (*8-10 Stuurwoordprofiel* = FC-profiel)



Afbeelding 12.17 Statuswoord

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Besturing niet gereed	Besturing gereed
01	Omv. niet gereed	Omv. gereed
02	Vrijloop	Ingesch.
03	Geen fout	Uitschakeling (trip)
04	Geen fout	Fout (geen uitsch.)
05	Gereserveerd	-
06	Geen fout	Uitsch. met blokk.
07	Geen waarschuwing	Waarschuwing
08	Snelheid ≠ referentie	Snelheid = referentie
09	Lokale bediening	Busbest.
10	Buiten frequentiebegrenzing	Frequentiebegrenzing OK
11	Niet in bedrijf	In bedrijf
12	Omv. OK	Gestopt, autostart
13	Spanning OK	Spanning overschreden
14	Koppel OK	Koppel overschreden
15	Timer OK	Timer overschreden

Tabel 12.23 Statuswoordbits

Beschrijving van de statusbits

Bit 00, Besturing niet gereed/gereed
Bit 00 = '0': de frequentieomvormer wordt uitgeschakeld.
Bit 00 = '1': de besturingen van de frequentieomvormer zijn gereed, maar het vermogensdeel hoeft niet noodzakelijkerwijs stroom te ontvangen (in het geval van een externe 24 V-voeding naar de besturingen).

Bit 01, Omvormer gereed
Bit 01 = '1': de frequentieomvormer is gereed voor bedrijf, maar er is een actief vrijloopcommando via de digitale ingangen of via seriële communicatie.

Bit 02, Vrijloop na stop
Bit 02 = '0': de frequentieomvormer heeft de motor vrijgegeven.
Bit 02 = '1': de frequentieomvormer start de motor met een startcommando.

Bit 03, Geen fout/uitschakeling
Bit 03 = '0': de frequentieomvormer staat niet in de foutmodus. Bit 03 = '1': de frequentieomvormer wordt uitgeschakeld. Druk op [Reset] om de omvormer weer in bedrijf te stellen.

Bit 04, Geen fout/fout (geen uitschakeling)
Bit 04 = '0': de frequentieomvormer staat niet in de foutmodus. Bit 04 = '1': de frequentieomvormer geeft een fout aan maar schakelt niet uit.

Bit 05, Niet gebruikt
bit 05 wordt niet gebruikt in het statuswoord.

Bit 06, Geen fout/uitschakeling met blokkering
Bit 06 = '0': de frequentieomvormer staat niet in de foutmodus. Bit 06 = '1': de frequentieomvormer 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, Snelheid ≠ referentie/snelheid = referentie
Bit 08 = '0': de motor loopt, maar het huidige toerental wijkt af van de ingestelde snelheidsreferentie. Dit kan bijv. het geval zijn wanneer het toerental wordt verhoogd/verlaagd tijdens starten/stoppen.
Bit 08 = '1': het motortoerental komt overeen met de ingestelde snelheidsreferentie.

Bit 09, Lokale bediening/busbesturing
Bit 09 = '0': [Stop/Reset] wordt geactiveerd op de besturingseenheid of *Lokaal* is geselecteerd in *3-13 Referentieplaats*. Besturing via seriële communicatie is niet mogelijk.
Bit 09 = '1': de frequentieomvormer kan via de veldbus/seriële communicatie worden bestuurd.

Bit 10, Buiten frequentiebegrenzing
Bit 10 = '0': de uitgangsfrequentie heeft de ingestelde waarde in *4-11 Motorsnelh. lage begr. [RPM]* of *4-13 Motorsnelh. hoge begr. [RPM]* bereikt.
Bit 10 = '1': de uitgangsfrequentie bevindt zich binnen de gedefinieerde begrenzingen.

Bit 11, Niet in bedrijf/in bedrijf
Bit 11 = '0': de motor loopt niet.
Bit 11 = '1': de frequentieomvormer heeft een startsignaal gekregen of de uitgangsfrequentie is hoger dan 0 Hz.

Bit 12, Omvormer OK/gestopt, autostart
Bit 12 = '0': er is geen tijdelijke overtemperatuur in de omvormer.
Bit 12 = '1': de omvormer stopt vanwege een overtemperatuur, maar de eenheid schakelt niet uit en zal de werking hervatten zodra de overtemperatuur verdwijnt.

Bit 13, Spanning OK/begrenzing overschreden
Bit 13 = '0': er zijn geen spanningswaarschuwingen.
Bit 13 = '1': de DC-spanning in de tussenkring van de frequentieomvormer is te laag of te hoog.

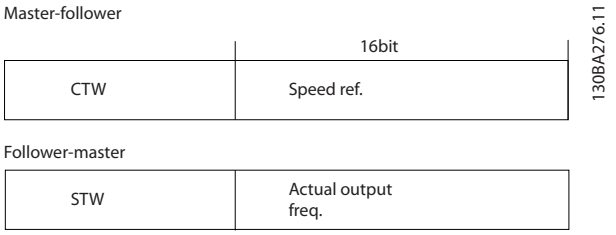
Bit 14, Koppel OK/begrenzing overschreden
Bit 14 = '0': de motorstroom is lager dan de ingestelde koppelbegrenzing in *4-18 Stroombegr.*.
Bit 14 = '1': de koppelbegrenzing in *4-18 Stroombegr.* is overschreden.

Bit 15, Timer OK/begrenzing overschreden
Bit 15 = '0': de timers voor thermische motorbeveiliging en thermische beveiliging hebben de 100% niet overschreden.
Bit 15 = '1': een van de timers heeft de 100% overschreden.

Alle bits in het STW worden ingesteld op '0' als de verbinding tussen de Interbus-optie en de frequentieomvormer wordt verbroken of er een intern communicatieprobleem optreedt.

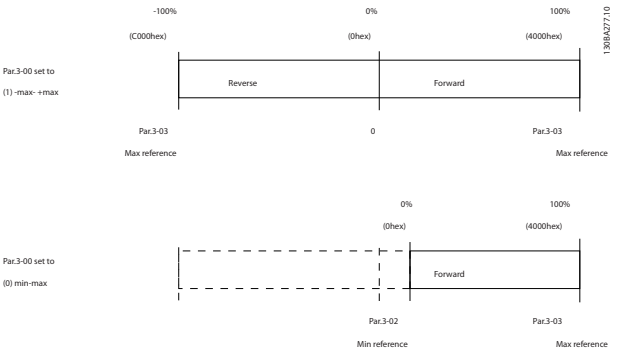
12.13.3 Referentiewaarde bussnelheid

De referentiewaarde voor de snelheid wordt naar de frequentieomvormer verzonden als een relatieve waarde in %. De waarde wordt verzonden in de vorm van een 16-bits woord, als een geheel getal (0-32767). De waarde 16384 (4000 hex) komt overeen met 100%. Negatieve getallen worden berekend volgens het 2-complement. De actuele uitgangsfrequentie (MAV) wordt op dezelfde wijze geschaald als de busreferentie.



Afbeelding 12.18 Actuele uitgangsfrequentie (MAV)

De referentie en MAV worden als volgt geschaald:



Afbeelding 12.19 Referentie en MAV

12.13.4 Stuurwoord overeenkomstig het PROFIdrive-profiel (CTW)

Het stuurwoord wordt gebruikt om commando's te verzenden van een master (bijv. een pc) naar een volger.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	UIT 1	AAN 1
01	UIT 2	AAN 2
02	UIT 3	AAN 3
03	Vrijloop	Geen vrijloop
04	Snelle stop	Ramp
05	Frequentie-uitgang vasthouden	Gebruik ramp
06	Uitloopstop	Start
07	Geen functie	Reset
08	Jog 1 UIT	Jog 1 AAN
09	Jog 2 UIT	Jog 2 AAN
10	Data ongeldig	Data geldig
11	Geen functie	Vertragen
12	Geen functie	Versnell.
13	Parametersetup	Selectie lsb
14	Parametersetup	Selectie msb
15	Geen functie	Omkeren

Tabel 12.24 Stuurwoordbits

Beschrijving van de stuurbits

Bit 00, UIT 1/AAN 1
Normale uitloopstop waarbij gebruik wordt gemaakt van de aan-/uitlooptijden van de huidige geselecteerde aan-/uitloop.
Bit 00 = '0' leidt tot stop en activeert uitgangsrelais 1 of 2 als de uitgangsfrequentie 0 Hz is en [Relais 123] is geselecteerd in *5-40 Functierelais*.
Wanneer bit 02 = '1' bevindt de frequentieomvormer zich in Status 1: 'Inschakeling geblokkeerd'.

Bit 01, UIT 2/AAN 2
Vrijloop na stop
Bit 01 = '0' leidt tot een vrijloop na stop en activeert uitgangsrelais 1 of 2 als de uitgangsfrequentie 0 Hz is en [Relais 123] is geselecteerd in *5-40 Functierelais*.

Bit 02, UIT 3/AAN 3
Snelle stop waarbij gebruik wordt gemaakt van de aan/uitlooptijd van *3-81 Snelle stop ramp-tijd*. Bit 02 = '0' leidt tot een snelle stop en activeert uitgangsrelais 1 of 2 als de uitgangsfrequentie 0 Hz is en [Relais 123] is geselecteerd in *5-40 Functierelais*.
Wanneer bit 02 = '1' bevindt de frequentieomvormer zich in Status 1: 'Inschakeling geblokkeerd'.

Bit 03, Vrijloop/Geen vrijloop
Vrijloop na stop Bit 03 = '0' leidt tot een stop.
Wanneer bit 03 = '1' kan de frequentieomvormer starten als aan de andere startvoorwaarden wordt voldaan.

LET OP

De selectie in *8-50 Vrijloopselectie* bepaalt hoe bit 03 is gekoppeld aan de corresponderende functie van de digitale ingangen.

Bit 04, Snelle stop/ramp
Snelle stop waarbij gebruik wordt gemaakt van de aan/uitlooptijd van *3-81 Snelle stop ramp-tijd*.
Bit 04 = '0' leidt tot een snelle stop.
Wanneer bit 04 = '1' kan de frequentieomvormer starten als aan de andere startvoorwaarden wordt voldaan.

LET OP

De selectie in *8-51 Select. snelle stop* bepaalt hoe bit 04 is gekoppeld aan de corresponderende functie van de digitale ingangen.

Bit 05, Frequentie-uitgang vasthouden/gebruik ramp
Wanneer bit 05 = '0' wordt de huidige uitgangsfrequentie gehandhaafd, ook als de referentiewaarde wordt gewijzigd.
Wanneer bit 05 = '1' kan de frequentieomvormer de regulerende functie weer uitvoeren; activering vindt plaats op basis van de relevante referentiewaarde.

Bit 06, Uitloopstop/start
Normale uitloopstop waarbij gebruik wordt gemaakt van de aan-/uitlooptijden van de huidige aan-/uitloop.
Daarnaast wordt uitgangsrelais 01 of 04 geactiveerd als de uitgangsfrequentie 0 Hz is en relais 123 is geselecteerd in *5-40 Functierelais*. Bit 06 = '0' leidt tot een stop. Wanneer bit 06 = '1' kan de frequentieomvormer starten als aan de andere startvoorwaarden wordt voldaan.

LET OP

De selectie in *8-53 Startselectie* bepaalt hoe bit 06 is gekoppeld aan de corresponderende functie van de digitale ingangen.

Bit 07, Geen functie/reset
Reset na uitschakeling.
Bevestigt gebeurtenis in foutbuffer.
Bij bit 07 = '0' vindt er geen reset plaats.
Een reset na uitschakeling vindt plaats wanneer de helling van bit 07 wijzigt naar '1'.

Bit 08, Jog 1 UIT/AAN
Activering van de voorgeprogrammeerde snelheid in *8-90 Snelheid bus-jog 1*. Jog 1 is alleen mogelijk wanneer bit 04 = '0' en bit 00-03 = '1'.

Bit 09, Jog 2 UIT/AAN
Activering van de voorgeprogrammeerde snelheid in *8-91 Snelheid bus-jog 2*. Jog 2 is alleen mogelijk wanneer bit 04 = '0' en bit 00-03 = '1'.

Bit 10, Data ongeldig/geldig
Wordt gebruikt om de frequentieomvormer mee te delen of het stuurwoord moet worden gebruikt of genegeerd. Bit 10 = '0' zorgt ervoor dat het stuurwoord wordt genegeerd.
Bit 10 = '1' zorgt ervoor dat het stuurwoord wordt gebruikt. Deze functie is belangrijk omdat het stuurwoord altijd in een telegram wordt overgedragen, ongeacht het gebruikte type telegram; dat wil zeggen dat het stuurwoord kan worden uitgeschakeld als het niet moet worden gebruikt voor het bijwerken of lezen van parameters.

Bit 11, Geen functie/vertragen
Wordt gebruikt om de snelheidsreferentiewaarde te verlagen met de waarde die is ingesteld in *3-12 Versnell.-/ vertrag.-waarde*. Wanneer bit 11 = '0' wordt de referentiewaarde niet aangepast. Wanneer bit 11 = '1' wordt de referentiewaarde verlaagd.

Bit 12, Geen functie/versnellen
Wordt gebruikt om de snelheidsreferentiewaarde te verhogen met de waarde die is ingesteld in *3-12 Versnell.-/ vertrag.-waarde*.
Wanneer bit 12 = '0' wordt de referentiewaarde niet aangepast.
Wanneer bit 12 = '1' wordt de referentie verhoogd.
Als zowel vertragen als versnellen is geactiveerd (bit 11 en 12 = '1'), heeft het vertragen de hoogste prioriteit, dat wil zeggen dat de snelheidsreferentie wordt verlaagd.

Bit 13/14, Setupselectie
Bit 13 en 14 worden gebruikt om een van de 4 parametersetups te selecteren aan de hand van *Tabel 12.25*:

De functie is alleen beschikbaar wanneer *[9] Multi setup* is geselecteerd in *0-10 Actieve setup*. De selectie in *8-55 Setupselectie* bepaalt hoe bit 13 en 14 zijn gekoppeld aan de corresponderende functie van de digitale ingangen. Het wijzigen van een setup tijdens bedrijf is alleen mogelijk als de setups zijn gekoppeld in *0-12 Setup gekoppeld aan*.

Setup	Bit 13	Bit 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

Tabel 12.25 Setupselectie

Bit 15, Geen functie/omkeren
Bit 15 = '0' leidt niet tot omkeren.
Bit 15 = '1' leidt tot omkeren.
NB Bij de standaardinstelling wordt omkeren ingesteld als *Dig. ingang* via *8-54 Omkeerselectie*.

LET OP

Bit 15 leidt alleen tot omkeren wanneer *Bus*, *Log. OR* of *Log. AND* is geselecteerd.

12.13.5 Statuswoord overeenkomstig het PROFIdrive-profiel (STW)

Het statuswoord wordt gebruikt om de master (bijvoorbeeld een pc) te informeren over de status van een volger.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Besturing niet gereed	Besturing gereed
01	Omv. niet gereed	Omv. gereed
02	Vrijloop	Ingesch.
03	Geen fout	Uitschakeling (trip)
04	UIT 2	AAN 2
05	UIT 3	AAN 3
06	Start mogelijk	Start niet mogelijk
07	Geen waarschuwing	Waarschuwing
08	Snelheid ≠ referentie	Snelheid = referentie
09	Lokale bediening	Busbest.
10	Buiten frequentiebegrenzing	Frequentiebegrenzing OK
11	Niet in bedrijf	In bedrijf
12	Omv. OK	Gestopt, autostart
13	Spanning OK	Spanning overschreden
14	Koppel OK	Koppel overschreden
15	Timer OK	Timer overschreden

Tabel 12.26 Statuswoordbits

Beschrijving van de statusbits

Bit 00, Besturing niet gereed/gereed
Wanneer bit 00 = '0' is bit 00, 01 of 02 van het stuurwoord '0' (UIT 1, UIT 2 of UIT 3) – anders zal de frequentieomvormer uitschakelen (trip).
Wanneer bit 00 = '1' is de besturing van de frequentieomvormer gereed, maar hoeft er geen netvoeding te zijn (in geval van een externe 24 V-voeding van het besturingssysteem).

Bit 01, VLT niet gereed/gereed
Vergelijkbaar met bit 00 maar met voeding via de voedingseenheid. De frequentieomvormer is gereed wanneer deze de noodzakelijke startsignalen ontvangt.

Bit 02, Vrijloop/inschakelen
Wanneer bit 02 = '0' is bit 00, 01 of 02 van het stuurwoord '0' (UIT 1, UIT 2, of UIT 3 of vrijloop) – anders zal de frequentieomvormer uitschakelen (trip).
Wanneer bit 02 = '1' is bit 00, 01 of 02 van het stuurwoord '1' – de frequentieomvormer is niet uitgeschakeld.

Bit 03, Geen fout/uitschakeling
Wanneer bit 03 = '0' is er geen fout opgetreden in de frequentieomvormer.
Wanneer bit 03 = '1' is de frequentieomvormer uitgeschakeld en is er een resetsignaal nodig voordat hij weer kan starten.

Bit 04, AAN 2/UIT 2
Bit 04 = '0' wanneer bit 01 van het stuurwoord '0' is.
Bit 04 = '1' wanneer bit 01 van het stuurwoord '1' is.

Bit 05, AAN 3/UIT 3
Bit 05 = '0' wanneer bit 02 van het stuurwoord '0' is.
Bit 05 = '1' wanneer bit 02 van het stuurwoord '1' is.

Bit 06, Start mogelijk/start niet mogelijk
Als PROFIdrive is geselecteerd in *8-10 Stuurwoordprofiel*, is bit 06 '1' na een bevestiging na uitschakeling, na activering van UIT 2 of UIT 3 en na inschakeling van de netspanning. Start niet mogelijk wordt gereset door bit 00 van het stuurwoord in te stellen op '0' en bit 01, 02 en 10 in te stellen op '1'.

Bit 07, Geen waarschuwing/waarschuwing
Bit 07 = '0' betekent dat er geen waarschuwingen zijn.
Bit 07 = '1' betekent dat er een waarschuwing is gegenereerd.

Bit 08, Snelheid ≠ referentie/snelheid = referentie
Wanneer bit 08 = '0' wijkt het huidige motortoerental af van de ingestelde snelheidsreferentie. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren wanneer de snelheid via een aanloop/uitloop wordt gewijzigd tijdens het starten/stoppen.
Wanneer bit 08 = '1' komt het huidige motortoerental overeen met de ingestelde snelheidsreferentie.

Bit 09, Lokale besturing/busbesturing
Bit 09 = '0' geeft aan dat de frequentieomvormer is gestopt via de [Stop]-toets op het LCP of dat *Gekoppeld Hand/Auto* of *Lokaal* is geselecteerd in *3-13 Referentieplaats*.
Wanneer bit 09 = '1' wordt de frequentieomvormer bestuurd via de seriële interface.

Bit 10, Buiten frequentiebegrenzing/frequentiebegrenzing OK
Wanneer bit 10 = '0' ligt de uitgangsfrequentie buiten de begrenzingen die zijn ingesteld in *4-52 Waarschuwing snelheid laag* en *4-53 Waarschuwing snelheid hoog*.
Wanneer bit 10 = '1' bevindt de uitgangsfrequentie zich binnen de ingestelde begrenzingen.

Bit 11, Niet in bedrijf/in bedrijf
Wanneer bit 11 = '0' draait de motor niet.
Wanneer bit 11 = '1' heeft de frequentieomvormer een startsignaal gekregen of is de uitgangsfrequentie hoger dan 0 Hz.

Bit 12, Omvormer OK/gestopt, autostart
Wanneer bit 12 = '0' is er geen sprake van een tijdelijke overbelasting van de omvormer.
Wanneer bit 12 = '1' is de omvormer gestopt wegens overbelasting. De frequentieomvormer is echter niet uitgeschakeld (trip) en start weer als de overbelasting is opgeheven.

Bit 13, Spanning OK/spanning overschreden
Wanneer bit 13 = '0' zijn de spanningsbegrenzingen van de frequentieomvormer niet overschreden.
Wanneer bit 13 = '1' is de DC-spanning in de tussenkring van de frequentieomvormer te laag of te hoog.

Bit 14, Koppel OK/koppel overschreden
Wanneer bit 14 = '0' is het motorkoppel lager dan de ingestelde waarde in *4-16 Koppelbegrenzing motormodus* en *4-17 Koppelbegrenzing generatormodus*.
Wanneer bit 14 = '1' is de ingestelde koppelbegrenzing in *4-16 Koppelbegrenzing motormodus* of *4-17 Koppelbegrenzing generatormodus* overschreden.

Bit 15, Timer OK/timer overschreden
Wanneer bit 15 = '0' hebben de timers voor de thermische motorbeveiliging en de thermische beveiliging van de frequentieomvormer de 100% niet overschreden.
Wanneer bit 15 = '1' heeft een van de timers de 100% overschreden.

Trefwoordenregister

A

Aanhaalmoment frontpaneel... 110, 111
Aarddraad... 114
Accessoiretassen... 95
Afgeschermd/gewapend... 133
Afgeschermde kabel... 19
Afkortingen... 8
Aftakcircuitbeveiliging... 124
Akoestische ruis... 51, 89
AMA, klem 27 aangesloten... 145
AMA, klem 27 niet aangesloten... 145
Analoge ingangen... 77, 154
Analoge snelheidsreferentie... 146
Analoge uitgang... 78, 154
Apparatuur, optioneel... 8

B

Bedradingsschema... 17
Beschermingsklasse... 60
Bestelformulier typecode... 90
Bestelnummer... 90, 95, 107
Bestelnummers, harmonischenfilters... 103
Bestelnummers, sinusfilters... 105
Besturingslogica... 15

C

CE-markering... 10
Circuitbreaker... 120, 124
Condensatie... 49
Conventies... 8

D

DC-busaansluiting... 139
DC-rem... 192
DC-tussenkring... 20, 60
Definities... 9
DeviceNet... 94
Digitale ingangen... 76, 154
Digitale uitgang... 78, 154
Dode band... 35
Door de motor gegenereerde overspanning... 39

E

Elektrische verstoringen... 114
Elektromechanische rem... 150
EMC-emissie... 54
EMC-storingen... 19
EMC-testresultaten... 55
EMC-voorzorgsmaatregelen... 179
Emissie via geleiding... 55
Emissie via straling... 55
Emissie-eisen... 56
Externe reset na alarm... 147
Extreme bedrijfsomstandigheden... 39

F

Filter... 52
Filter, RFI... 51, 89
Filter, sinus... 15
Filters... 52
Flux... 22, 23
Frontpaneel, aanhaalmoment... 110, 111
Functiecode... 190

G

Galvanische scheiding... 165
Gekwalificeerd personeel... 13
Gelijkrichter... 15
Gemeenschappelijk koppelpunt... 59

H

Harmonic Calculation Software (HCS)... 140
Harmonischenfilters... 103
HCS... 140
Hoge spanning... 13
Hoogspanningstest... 143
HTL-encoder... 167

I

Immuniteitseisen... 56
Ingangsvermogen... 19, 114
Installatie en setup RS-485... 178
IP 21/Type 1-behuizingsset... 173

J

Jog... 193

K

Kabel, afgeschermd/gewapend... 133
Kabel, lengte en dwarsdoorsnede... 76

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Alle rechten voorbehouden.

Kabel, motor 141
Kabel, specificaties 76
Kastverwarming 49
Klem X30/11, 12 154
Klem X30/1-4 154
Klem X30/6, 7 154
Klem X30/8 154
Koeling 50, 52
Koelomstandigheden 112
Koppelkarakteristiek 75
Koppelregeling 19
Kortsluiting (motorfase-fase) 39
Kortsluitverhouding 59

L

LCP 29, 175
Lekstroom 14, 114, 136
Loadsharing 16
Luchtstroom 52

M

MCT 10 140
MCT 31 140
Mechanische afmetingen 110
Mechanische bevestiging 112
Mechanische rem 44
Mechanische rembesturing 149
Modbus RTU 186
Motoraansluiting 133
Motorfasen 39
Motorkabel 114, 133, 141
Motorkabels 19
Motorspanning 85
Motorterugkoppeling 23
Motorthermistor 148
Motorvermogen 75, 114

N

Netschakelaar 138
Netstoring 43
Netvoeding 10, 58, 69, 70, 71, 75
Netwerkaansluiting 179

O

Omgeving 76
Omgevingscondities 76
Omkeren 147
Omvormer 15
Onbedoelde start 13
Onderhoud 52
Ontkoppelingsplaat 133
Ontladingstijd 14
Opties en accessoires 95
Overzicht Modbus RTU 186
Overzicht protocol 180

P

PELV 145
PID 19, 21, 24, 165
Potentiaalvereffening 114
Potentiometer 147
Prestaties 79
Proces-PID-regeling 27
Profibus 94
Programmeren van koppelbegrenzing en stop 150
Puls-/encoderingangen 78
Pulsbreedtemodulatie 15
Pulsstart/stop 146
Pulsstart/stop geïnverteerd 146

R

Reductie, automatisch 40
Reductie, draaiend met lage snelheid 50
Reductie, handmatig 50
Reductie, lage luchtdruk 50
Referentie 145
Referentie vasthouden 33
Referentielimieten 33
Relaisaansluiting 137
Relaisuitgangen 79
Remfunctie 63
Rem-IGBT 16
Remtijd 62
Remvermogen 9, 63
Remweerstand 16, 61, 172
Remweerstandbekabeling 63
Rendement 88
Richtlijn, EMC 10
Richtlijn, laagspanning 10
Richtlijn, machine 10
RS-485 148, 178
RS-485 seriële communicatie 79

S

Schakelen aan de uitgang... 40
Schaling... 34
Schokken... 51
Sensor... 165, 167
Sensor, thermisch... 15
Sensorstroom... 15
Seriële communicatie... 79
Seriële communicatie via USB... 79
Signaal... 166, 167
Sinusfilter... 105, 133, 172
Snelheids-PID... 19, 21, 24
Snelheidsreferentie... 145, 147
Softwareversies... 95
Spanningsniveau... 76
Start-/stopcommando... 146
Statuswoord... 193, 196
Stijgtijd... 86
Stof... 52
Stuurkaart... 78, 79
Stuurkabels... 19, 114
Stuurkarakteristieken... 79
Stuurwoord... 192, 195

T

Telegramlengte (LGE)... 181
Temperatuur... 49
Temperatuur, maximum... 49
Temperatuur, omgeving... 49
Temperatuursensor... 165
Thermische beveiliging... 11
Thermische motorbeveiliging... 194
Thermistor... 10, 145
Toepassingen met constant koppel (CT-modus)... 50
Toepassingen met variabel (kwadratisch) koppel (VT-modus)... 50
Toepassingsvoorbeelden... 145
Traagheidsmoment... 39
Trillingen... 51
TTL-encoder... 167
Tussenkring... 15, 39, 85

U

U/f... 20, 88
Uitbreekpoorten... 116
Uitgang, 24 V DC... 78
Uitgangsprestaties (U, V, W)... 75
Uitzonderingscode Modbus... 190

V

Veilige stop 1... 166
Veilige uitschakeling van het koppel... 146, 166
Veiligheidsbesturingssysteem... 167
Veiligheidsvoorschriften... 109
Versnellen/vertragen... 33
Verwijderingsinstructie... 11
Vochtigheid... 49
Vooraf ingestelde snelheden... 147
Voorzorgsmaatregelen, algemeen... 12
Vrijloop... 9, 192, 193
VVCplus... 9, 15, 21

W

Windmilling... 14

Z

Zekering... 124
Zij-aan-zij-installatie... 112

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Alle rechten voorbehouden.

www.danfoss.com/drives

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
www.danfoss.com/drives