MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

Design Guide

VLT® Decentral Drive FCD 302

VLT®
THE REAL DRIVE

Inhoud

1 Inleiding 5
1.1 De Design Guide gebruiken 5
1.1.1 Definities 5
1.1.2 Symbolen 8
1.2 Veiligheidsmaatregelen 8
1.3 Softwareversie 9
1.4 CE-markering 9
1.4.1 Conformiteit 9
1.4.2 Waarvoor gelden de richtlijnen? 9
1.4.3 CE-markering 10
1.4.4 Conformiteit met EMC-richtlijn 2004/108/EG 10
1.4.5 Conformiteit 10
1.5 Verwijdering 10

2 Productoverzicht 11
2.1 Bediening 11
2.1.1 Besturingsprincipe 12
2.1.2 Interne stroomregeling in de modus VVC+ 12
2.2 EMC 14
2.2.1 Algemene aspecten van EMC-emissies 14
2.2.2 EMC-testresultaten 15
2.2.3 Emissie-eisen 16
2.2.4 Immuniteitseisen: 16
2.3 Gebruik van referenties 18
2.3.1 Ref. begrenz. 19
2.3.2 Schaling van vooraf ingestelde referenties en busterugkoppelingen 20
2.3.3 Schaling van analoge en pulsreferenties en terugkoppeling 20
2.3.4 Dode band rond nul 22
2.5 Galvanische scheiding (PELV) 26
2.5.1 PELV – Protective Extra Low Voltage 26
2.6 Mechanische rem 27
2.6.1 Mechanische rem bij hijstoepassingen 27
2.6.2 Remweerstandkabels 27
2.7 Remfuncties 27
2.7.1 Mechanische houdrem 28
2.7.2 Dynamisch remmen 28
2.7.3 Keuze van de remweerstand 28
2.7.4 Regeling metremfunctie 30

3 Systeemintegratie 31

3.1 Inleiding 31
3.1.1 Montage 31
3.1.1.1 Hygiënische installatie 31
3.2 Ingang: dynamica netzijde 32
3.2.1 Aansluitingen 32
3.2.1.1 Kabels algemeen 32
3.2.1.2 Netvoeding en aarding 32
3.2.1.3 Relaisaansluiting 33
3.2.2 Zekeringen en stroomonderbrekers 33
3.2.2.1 Zekeringen 33
3.2.2.2 Aanbevelingen 33
3.2.2.3 CE-conformiteit 34
3.2.2.4 UL-conformiteit 34
3.3 Uitgang: dynamica motorzijde 34
3.3.1 Motoraansluiting 34
3.3.2 Werkschakelaars 35
3.3.3 Extra motorgegevens 36
3.3.3.1 Motorkabel 36
3.3.3.2 Thermische motorbeveiliging 36
3.3.3.3 Parallelle aansluiting van motoren 36
3.3.3.4 Motorisolatie 37
3.3.3.5 Motorlagerstromen 37
3.3.4 Extreme bedrijfscondities 37
3.3.4.1 Thermische motorbeveiliging 38
3.4 Omvormer-/optieselecties 39
3.4.1 Stuurkabels en klemmen 39
3.4.1.1 Stuurkabelroute 39
3.4.1.2 DIP-switches 39
3.4.1.3 Eenvoudig bedradingsvoorbeeld 40
3.4.1.4 Elektrische installatie, Stuurkabels 41
3.4.1.5 Relaisuitgang 42
3.4.2 Remweerstanden 43
3.4.2.1 Remweerstanden 10% 43
3.4.2.2 Remweerstand 40% 43
3.4.3 Speciale omstandigheden 43
3.4.3.1 Handmatige reductie 43
3.4.3.2 Automatische reductie 43
3.4.3.3 Reductie wegens lage bedrijfssnelheid 44
3.4.4 EMC 44
3.4.4.1 EMC-correcte kabels 44

3.4.4.2 Aarding van afgeschermde stuurkabels 46
3.4.4.3 RFI-schakelaar 47
3.4.5 Interferentie via het net/harmonischen 47
3.4.5.1 Interferentie via het net/harmonischen 47
3.4.5.2 Effect van harmonischen in een vermogensdistributiesysteem 47
3.4.5.3 Normen en voorschriften voor het beperken van harmonischen 48
3.4.5.4 Beperking van de harmonischen 48
3.4.5.5 Harmonischenberekening 48
3.4.6 Uiteindelijke setup en test 49
3.4.6.1 Hoogspanningstest 49
3.4.6.2 Aarding 49
3.4.6.3 Aardverbinding 49
3.4.6.4 Laatste setuptest 49
3.5 Omgevingsfactoren 50
3.5.1 Luchtvochtigheid 50
3.5.2 Agressieve omgevingen 50
3.5.3 Trillingen en schokken 51
3.5.4 Akoestische ruis 51

4 Toepassingsvoorbeelden 52
4.1 Encoderaansluiting 56
4.2 Encoderrichting 57
4.3 Omvormersysteem met terugkoppeling 57
4.4 PID-regeling 58
4.4.1 Snelheids-PID-regeling 58
4.4.2 De volgende parameters zijn relevant voor de snelheidsregeling 58
4.4.3 De PID-snelheidsregelaar afstellen 60
4.4.4 Proces-PID-regeling 61
4.4.6 Voorbeeld van proces-PID-regeling 63
4.4.8 Ziegler/Nichols-instelmethode 65
4.4.9 Voorbeeld van proces-PID-regeling 66
4.5 Regelingsstructuren 67
4.5.1 Regelingsstructuur bij VVC+Geav. vectorregeling 67
4.5.2 Regelingsstructuur in Flux sensorvrij 68
4.5.3 Regelingstructuur in Flux met motorterugkoppeling 68
4.6 Lokale (Hand on) en externe (Auto) besturing 69
4.7 Programmeren van koppelbegrenzing en stop 70
4.8 Mechanische rem 71
4.9 Veilige stop 72
4.9.1.1 Klem 37 veiligestopfunctie 73
4.9.1.2 Test voor inbedrijfstelling veilige stop 78

5 Typecode en selectiegids 79
5.1 Beschrijving typecode 79
5.1.1 Drive Configurator 80
5.2 Bestelnummers 81
5.2.1 Bestelnummer: Accessoires 81
5.2.2 Bestelnummer: Reserveonderdelen 81
5.3 Opties en accessoires 82
5.3.1 Veldbusopties 82
5.3.2 Encoderoptie MCB 102 82
5.3.3 Resolveroptie MCB 103 83
6 Specificaties 86
6.1 Mechanische afmetingen 86
6.2 Elektrische gegevens en kabelgroottes 87
6.3 Algemene specificaties 89
6.4 Rendement 93
6.5.1 Akoestische ruis 93
6.6.1 dU/dt-condities 93
Trefwoordenregister 94

1 Inleiding

1.1 De Design Guide gebruiken

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

Andere beschikbare informatiebronnen

- *Bedieningshandleiding*, MG04F, voor informatie die nodig is om de frequentieomvormer te installeren en in bedrijf te stellen
- *Programmeerhandleiding*, MG04G, voor informatie over het programmeren van de eenheid, inclusief een uitgebreide beschrijving van de parameters
- *Modbus RTU Bedieningshandleiding*, MG92B, voor alle informatie die nodig is voor het besturen, bewaken en programmeren van de frequentieomvormer via de ingebouwde Modbus-veldbus
- *Profibus Bedieningshandleiding*, MG34N, *Ethernet Bedieningshandleiding*, MG90J, en *Profinet Bedieningshandleiding*, MG90U, voor informatie die nodig is voor het besturen, bewaken en programmeren van de omvormer via een veldbus
- Handleiding MCB 102
- *VLT AutomationDrive FC 300 Resolveroptie MCB 103*, MI33I
- *Instructie veiligheids-PLC-interfaceoptie MCB 108*, MI33J
- Design Guide voor remweerstand, MG90O.
- Goedkeuringen

Technische publicaties en goedkeuringen zijn ook online beschikbaar via *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.*

1.1.1 Definities

Frequentieomvormer:

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

I_{MAX}
De maximale uitgangsstroom.

I_N
De nominale uitgangsstroom die door de frequentieomvormer wordt geleverd.

U_{MAX}
De maximale uitgangsspanning.

Ingang:

Stuurcommando
U kunt de aangesloten motor starten of stoppen via het LCP en de digitale ingangen.
De functies zijn in twee groepen verdeeld.

De functies in groep 1 hebben een hogere prioriteit dan de functies in groep 2.

Groep 1	Reset, Vrijloop na stop, Reset en vrijloop na stop, Snelle stop, DC-rem, Stop en de [Off]-toets.
Groep 2	Start, Pulsstart, Omkeren, Start omkeren, Jog en Uitgang vasthouden

Tabel 1.1 Stuurcommandofuncties

Motor:

f_{JOG}
De motorfrequentie wanneer de jog-functie is geactiveerd (via digitale klemmen).

f_M
Motorfrequentie. Uitgang van de frequentieomvormer. De uitgangsfrequentie is gerelateerd aan de assnelheid van de motor en afhankelijk van het aantal polen en de slipfrequentie.

f_{MAX}
De maximale uitgangsfrequentie van de frequentieomvormer die wordt toegepast op de uitgang. De maximale uitgangsfrequentie wordt ingesteld in par. 4-12, 4-13 en 4-19.

f_{MIN}
De minimale motorfrequentie van de frequentieomvormer. Standaard 0 Hz.

$f_{M,N}$
De nominale motorfrequentie (gegevens motortypeplaatje).

I_M
De motorstroom.

$I_{M,N}$
De nominale motorstroom (gegevens motortypeplaatje).

$n_{M,N}$
De nominale motorsnelheid (gegevens motortypeplaatje).

n_s
Synchroonmotorsnelheid

$$n_s = \frac{2 \times par.\ 1-23 \times 60\ s}{par.\ 1-39}$$

$P_{M,N}$
Het nominale motorvermogen (gegevens motortypeplaatje).

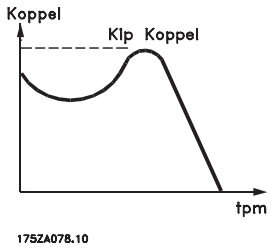
$T_{M,N}$
Het nominale koppel (motor).

1

U_M
De momentele motorspanning.

$U_{M,N}$
De nominale motorspanning (gegevens motortypeplaatje).

Losbreekkoppel



Afbeelding 1.1 Losbreekkoppel

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

Startdeactiveercommando
Een stopcommando behorend tot groep 1 van de stuurcommando's – zie deze groep.

Stopcommando
Zie *Stuurcommando's*.

Referenties:
Analoge referentie
Een analoog signaal dat op ingang 53 of 54 wordt toegepast. Dit signaal kan een spanningssignaal van 0-10 V of -10-+10 V 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.

Ingestelde ref.
Een gedefinieerde, vooraf ingestelde referentie die kan worden ingesteld van -100% tot +100% van het referentiebereik. Via de digitale klemmen kunnen acht vooraf ingestelde referenties worden geselecteerd.

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

Ref_{MAX}
Geeft de relatie aan tussen de referentie-ingang met een waarde van 100% van de volledige schaal (gewoonlijk 10 V, 20 mA) en de totale referentie. Stel de maximumreferentiewaarde in via 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. Stel de minimumreferentiewaarde in via 3-02 *Minimumreferentie*.

Diversen:
Analoge ingangen
De analoge ingangen worden gebruikt om diverse functies van de frequentieomvormer te besturen.
Er zijn twee typen analoge ingang:
Stroomingang, 0-20 mA en 4-20 mA
Spanningsingang, 0-10 V DC
Spanningsingang, -10 tot +10 V DC.

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

Automatische aanpassing motorgegevens, AMA
Het AMA-algoritme bepaalt de elektrische parameters voor de aangesloten motor in stilstand.

Remweerstand
De remweerstand is een module die het remvermogen dat wordt gegenereerd bij regeneratief remmen, 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.

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

Digitale uitgangen
De frequentieomvormer bevat twee halfgeleideruitgangen die een signaal van 24 V DC (max. 40 mA) kunnen leveren.

DSP
Digitale signaalverwerker.

ETR
Thermisch relais is een berekening van de thermische belasting op basis van de actuele belasting en de tijd. Het doel hiervan is het schatten van de motortemperatuur.

Hiperface®
Hiperface® is een gedeponeerd handelsmerk van Stegmann.

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

Intermitterende werkcyclus
De intermitterende-werkcyclusclassificatie heeft betrekking op een reeks werkcycli. Elke cyclus bestaat uit een belaste en een onbelaste periode. Het kan een periodieke cyclus of een niet-periodieke cyclus betreffen.

LCP
Het lokale bedieningspaneel (LCP) biedt een complete interface voor de bediening en programmering van de frequentieomvormer. Het LCP kan worden losgekoppeld en met behulp van de optionele installatieset op maximaal 3 meter van de frequentieomvormer worden geïnstalleerd, d.w.z. in een frontpaneel.

lsb
Minst belangrijke bit.

msb
Belangrijkste bit.

MCM
Afkorting voor Mille Circular Mil, een Amerikaanse meeteenheid voor de doorsnede van kabels. 1 MCM = 0,5067 mm^2.

Online/offlineparameters
Wijzigingen van onlineparameters worden meteen geactiveerd nadat de datawaarde is gewijzigd. Wijzigingen van offlineparameters worden geactiveerd na het indrukken van [OK] op het LCP.

Proces-PID
De PID-regelaar zorgt ervoor dat de snelheid, druk, temperatuur en dergelijke op het gewenste niveau worden gehouden door de uitgangsfrequentie aan te passen aan wijzigingen in de belasting.

PCD
Procesdata

Pulsingang/incrementele encoder
Een externe, digitale sensor die wordt gebruikt voor terugkoppeling van de snelheid en draairichting van de motor. Encoders worden gebruikt voor een uiterst snelle en nauwkeurige terugkoppeling in zeer dynamische toepassingen. De encoder wordt aangesloten via klem 32 en 33 of via encoderoptie MCB 102.

RCD
Reststroomapparaat

Setup
Parameterinstellingen kunnen in vier setups worden opgeslagen. Het is mogelijk om tussen de vier parametersetups te schakelen en de ene setup te bewerken terwijl een andere setup actief is.

SFAVM
Schakelpatroon genaamd Stator Flux-oriented Asynchronous Vector Modulation (*14-00 Schakelpatroon*).

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

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

STW
Statuswoord

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

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

THD
Total Harmonic Distortion – geeft de totale harmonische vervorming aan.

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 verdwenen 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.

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

60° AVM
Schakelpatroon genaamd 60° Asynchronous Vector Modulation (*14-00 Schakelpatroon*).

1

Arbeidsfactor

De arbeidsfactor is de verhouding tussen I_1 en I_{RMS}.

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

De arbeidsfactor voor 3-fasebesturing:

$$= \frac{I1 \times \cos\varphi 1}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}} \text{ aangezien } \cos\varphi 1 = 1$$

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

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

Bovendien betekent een hoge arbeidsfactor dat de verschillende harmonische stromen zwak zijn.
Ingebouwde DC-spoelen in de DC-tussenkring zorgen voor een hoge arbeidsfactor en beperken de totale harmonische vervorming (THD) op de netvoeding.

1.1.2 Symbolen

De volgende symbolen worden gebruikt in deze handleiding.

⚠WAARSCHUWING

Geeft een potentieel gevaarlijke situatie aan die, als deze niet wordt vermeden, kan leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

⚠VOORZICHTIG

Geeft een potentieel gevaarlijke situatie aan die, als deze niet wordt vermeden, kan leiden tot licht of matig letsel. Kan tevens worden gebruikt om te waarschuwen tegen onveilige werkpraktijken.

VOORZICHTIG

Geeft een situatie aan die kan leiden tot schade aan apparatuur of ongelukken met uitsluitend materiële schade.

NB

Geeft gemarkeerde informatie aan die aandachtig moet worden gelezen om fouten te vermijden en om te voorkomen dat apparatuur niet optimaal werkt.

* Geeft de standaardinstelling aan.

1.2 Veiligheidsmaatregelen

⚠WAARSCHUWING

De spanning van de frequentieomvormer is gevaarlijk wanneer de frequentieomvormer op het net is aangesloten. De installatie van de motor, frequentieomvormer en de veldbus moet goed worden gepland. Volg de aanwijzingen in deze handleiding en de lokale en nationale regels en veiligheidsvoorschriften op. Het niet opvolgen van de ontwerpaanbevelingen kan leiden tot ernstig of dodelijk letsel of de apparatuur beschadigen nadat deze in bedrijf is gesteld.

⚠WAARSCHUWING

Hoge spanning

Het aanraken van elektrische onderdelen kan fatale gevolgen hebben – zelfs nadat de apparatuur is afgeschakeld van het net.
Houd er bij de planning rekening mee dat andere spanningsingangen, zoals de externe 24 V DC, loadsharing (koppeling van de DC-tussenkring) en de motoraansluiting voor kinetische backup moeten kunnen worden afgeschakeld.
Systemen waarin frequentieomvormers zijn geïnstalleerd, moeten zo nodig worden uitgerust met aanvullende bewakings- en beveiligingsapparatuur conform de geldende veiligheidsvoorschriften, zoals wetgeving met betrekking tot mechanische werktuigen, regelgeving ter voorkoming van ongelukken, enz. Modificatie van de frequentieomvormer door middel van bedieningssoftware is toegestaan.
Het niet opvolgen van de ontwerpaanbevelingen kan leiden tot ernstig of dodelijk letsel nadat de apparatuur in bedrijf is gesteld.

NB

De machinebouwer/integrator moet gevaarlijke situaties identificeren en beoordelen welke voorzorgsmaatregelen noodzakelijk zijn. Het kan hierbij gaan om aanvullende bewakings- en beveiligingsapparatuur conform de geldende nationale veiligheidsvoorschriften, zoals wetgeving met betrekking tot mechanische werktuigen en regelgeving ter voorkoming van ongelukken.

NB

Liften, hef- en hijswerktuigen:
De besturing van externe remmen moet altijd redundant worden uitgevoerd. De frequentieomvormer mag onder geen enkele voorwaarde het primaire veiligheidscircuit zijn. Zorg dat er wordt voldaan aan de relevante normen, zoals
Hef- en hijswerktuigen: IEC 60204-32
Liften: EN 81

Beschermingsmodus
Zodra een hardwarematige begrenzing van de motorstroom of DC-tussenkringspanning wordt overschreden, zal de frequentieomvormer in de 'Beschermingsmodus' gaan werken. 'Beschermingsmodus' betekent een wijziging van de PWM-modulatiestrategie en een lagere schakelfrequentie om verliezen tot een minimum te beperken. Dit houdt aan tot 10 s na de laatste fout en verhoogt de betrouwbaarheid en degelijkheid van de frequentieomvormer terwijl deze de motor weer volledig onder controle krijgt.
In hijstoepassingen kan de 'Beschermingsmodus' niet worden gebruikt omdat de frequentieomvormer over het algemeen niet in staat is om deze modus weer te verlaten, waardoor het langer zal duren voordat de rem wordt geactiveerd – wat niet raadzaam is.
De 'Beschermingsmodus' kan worden uitgeschakeld door *14-26 Uitschakelvertraging bij inverterfout* in te stellen op nul, zodat de frequentieomvormer onmiddellijk zal uitschakelen als een van de hardwarematige begrenzingen wordt overschreden.

NB

Het wordt aangeraden om de beveiligingsmodus uit te schakelen bij hijstoepassingen (*14-26 Uitschakelvertraging bij inverterfout* = 0).

1.3 Softwareversie

Controleer de softwareversie in *15-43 Softwareversie*.

1.4 CE-markering

1.4.1 Conformiteit

De Machinerichtlijn (2006/42/EG)
Frequentieomvormers vallen niet onder de Machinerichtlijn. Wanneer een frequentieomvormer echter wordt geleverd voor gebruik in een machine geeft Danfoss informatie over de veiligheidsaspecten met betrekking tot de frequentieomvormer.
Wat is CE-conformiteit en -markering?
Het doel van CE-markering is het voorkomen van technische handelsobstakels binnen de EVA en de EU. De EU heeft de CE-markering geïntroduceerd om op eenvoudige wijze aan te geven of een product voldoet aan de relevante EU-richtlijnen. De CE-markering zegt niets over de specificaties of kwaliteit van een product. Er zijn twee EU-richtlijnen die betrekking hebben op frequentieomvormers:
De Laagspanningsrichtlijn (2006/95/EG)
Frequentieomvormers moeten zijn voorzien van een CE-markering volgens de Laagspanningsrichtlijn van 1 januari 1997. Deze richtlijn is van toepassing op alle elektrische apparaten en toestellen die worden gebruikt in het spanningsbereik van 50-1000 V AC en 75-1500 V DC. Danfoss CE-markeringen worden aangebracht volgens de richtlijn. Op verzoek wordt een Verklaring van overeenstemming afgegeven.
De EMC-richtlijn (2004/108/EG)
EMC staat voor elektromagnetische compatibiliteit. De aanwezigheid van elektromagnetische compatibiliteit betekent dat de interferentie over en weer tussen de verschillende componenten/apparaten zo klein is dat de werking van de apparaten hierdoor niet wordt beïnvloed. De EMC-richtlijn is op 1 januari 1996 van kracht geworden. Danfoss CE-markeringen worden aangebracht volgens de richtlijn. Op verzoek wordt een Verklaring van overeenstemming afgegeven. Zie de instructies in deze Design Guide voor een EMC-correcte installatie. Bovendien specificeert Danfoss aan welke normen onze producten voldoen. Danfoss levert de filters die bij de specificaties staan vermeld en verleent verdere assistentie om te zorgen voor een optimaal EMC-resultaat.

In de meeste gevallen wordt de frequentieomvormer door professionals gebruikt als een complex onderdeel van een omvangrijkere toepassing, systeem of installatie.

1.4.2 Waarvoor gelden de richtlijnen?

De EU-uitgave *'Richtsnoeren voor de toepassing van de Richtlijn van de Raad 2004/108/EG'* schetst drie typische situaties voor het gebruik van een frequentieomvormer. Zie hieronder voor EMC-aspecten en CE-markering.

1. De frequentieomvormer wordt rechtstreeks aan de eindgebruiker verkocht. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer de frequentieomvormer aan een doe-het-zelfmarkt wordt verkocht. De eindgebruiker is een leek die de frequentieomvormer installeert om deze te gebruiken voor bijvoorbeeld een hobbymachine of een huishoudelijk apparaat. Voor dergelijke toepassingen moet de frequentieomvormer worden voorzien van een CE-markering overeenkomstig de EMC-richtlijn.
2. De frequentieomvormer wordt verkocht voor gebruik in een installatie. De installatie wordt gebouwd door ervaren vakmensen. Het kan bijvoorbeeld een fabrieksinstallatie of een verwarmings-/ventilatie-installatie zijn, ontworpen en gebouwd door ervaren vakmensen. Noch de frequentieomvormer, noch de uiteindelijke installatie hoeven te worden voorzien van een CE-markering overeenkomstig de EMC-richtlijn. De eenheid moet echter wel voldoen aan de EMC-basiseisen van de richtlijn. Dit wordt gegarandeerd door componenten, apparaten en systemen te gebruiken die een CE-markering overeenkomstig de EMC-richtlijn hebben.

3. De frequentieomvormer wordt verkocht als onderdeel van een compleet systeem. Het systeem wordt als geheel op de markt gebracht en kan bijvoorbeeld deel uitmaken van een airconditioningsysteem. Het complete systeem moet voorzien zijn van een CE-markering overeenkomstig de EMC-richtlijn. De fabrikant kan de CE-markering overeenkomstig de EMC-richtlijn garanderen door componenten met een CE-markering te gebruiken of door de EMC van het systeem te testen. Als de fabrikant enkel componenten met een CE-markering toepast, is het niet nodig het hele systeem te testen.

1.4.3 CE-markering

CE-markering is een positief gegeven wanneer het wordt gebruikt voor het oorspronkelijke doel, namelijk het vereenvoudigen van de handel binnen de EU en de EVA.

Het systeem van CE-markering kan echter betrekking hebben op veel verschillende specificaties. Controleer wat een bepaalde CE-markering precies dekt.

De specificaties kunnen enorm variëren. Daardoor kan een CE-markering installateurs ten onrechte een gevoel van veiligheid geven wanneer een frequentieomvormer wordt gebruikt als onderdeel van een systeem of apparaat.

Danfoss voorziet de frequentieomvormers van een CE-markering overeenkomstig de Laagspanningsrichtlijn. Dit betekent dat er wordt voldaan aan de Laagspanningsrichtlijn wanneer de frequentieomvormer correct is geïnstalleerd. Danfoss geeft een Verklaring van overeenstemming af die bevestigt dat de CE-markering voldoet aan de Laagspanningsrichtlijn.

De CE-markering is ook van toepassing op de EMC-richtlijn, op voorwaarde dat de instructies voor EMC-correcte installatie en filters zijn opgevolgd. Op basis hiervan wordt een Verklaring van overeenstemming volgens de EMC-richtlijn afgegeven.

De Design Guide bevat uitgebreide instructies voor de installatie om ervoor te zorgen dat uw installatie EMC-correct is.

1.4.4 Conformiteit met EMC-richtlijn 2004/108/EG

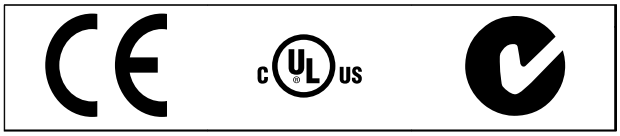
De frequentieomvormer wordt vooral gebruikt door professionals als een complex onderdeel van een omvangrijkere toepassing, systeem of installatie.

NB

De verantwoordelijkheid voor de uiteindelijke EMC-eigenschappen van de toepassing, het systeem of de installatie ligt bij de installateur.

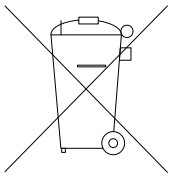
Danfoss heeft EMC-installatierichtlijnen voor aandrijfsystemen opgesteld om de installateur te helpen bij het uitvoeren van de werkzaamheden. Er is voldaan aan de normen en testniveaus die zijn vermeld voor aandrijfsystemen, op voorwaarde dat de instructies voor een EMC-correcte installatie zijn opgevolgd; zie *3.4.4 EMC*.

1.4.5 Conformiteit



Tabel 1.2 Goedkeuringen voor FCD 302

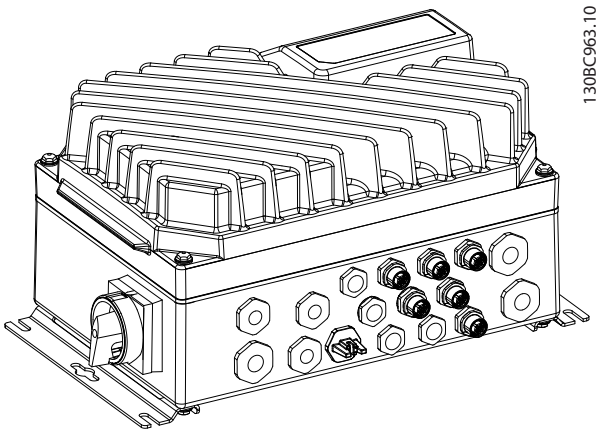
1.5 Verwijdering



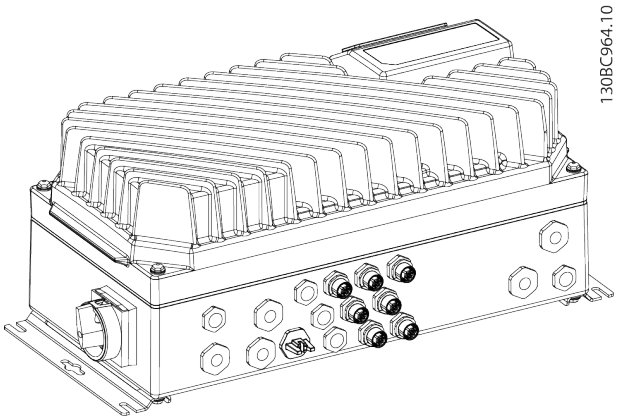
Apparatuur die elektrische componenten bevat, mag niet als huishoudelijk afval worden afgevoerd.
Dergelijke apparatuur moet apart worden afgevoerd als elektrisch en elektronisch afval volgens de geldende lokale voorschriften.

Tabel 1.3 Verwijderingsinstructie

2 Productoverzicht



Afbeelding 2.1 Kleine eenheden



Afbeelding 2.2 Grote eenheden

2.1 Bediening

Een frequentieomvormer zet wisselspanning afkomstig van de netvoeding om in gelijkspanning. Deze gelijkspanning wordt vervolgens omgezet in een wisselstroom met variabele amplitude en frequentie.

De variabele spanning, stroom en frequentie die aan de motor worden afgegeven, maken een traploze toerenregeling mogelijk bij standaard, driefasewisselstroommotoren en synchrone permanente-magneetmotoren.

De FCD 302-frequentieomvormer is bedoeld voor installatie met meerdere kleinere omvormers, met name in transportbandtoepassingen, bijvoorbeeld in de voedingsmiddelen- en drankenindustrie, of voor andere toepassingen voor materiaalbehandeling. In installaties waarbij meerdere motoren in een pand zijn verspreid, zoals bij bottelarijen, bedrijven waar voedsel wordt bereid en verpakt en bagageafhandelingsinstallaties op luchthavens, kunnen er tientallen tot zelf honderden omvormer samenwerken, verspreid over een groot oppervlak. In dergelijke situaties zijn enkel de bekabelingskosten al hoger dan de kosten voor de afzonderlijke omvormers en is het zinvol om de regeling dichter bij de motoren te plaatsen.

De frequentieomvormer kan de snelheid van of het koppel op de motoras regelen.

Snelheidsregeling

Er zijn twee soorten snelheidsregeling:

- Snelheidsregeling zonder terugkoppeling vanaf de motor (sensorloos).
- Voor een PID-regeling op basis van een snelheidsregeling met terugkoppeling is terugkoppeling van de snelheid op een ingang vereist. Een correct geoptimaliseerde snelheidsregeling met terugkoppeling is nauwkeuriger dan een snelheidsregeling zonder 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.

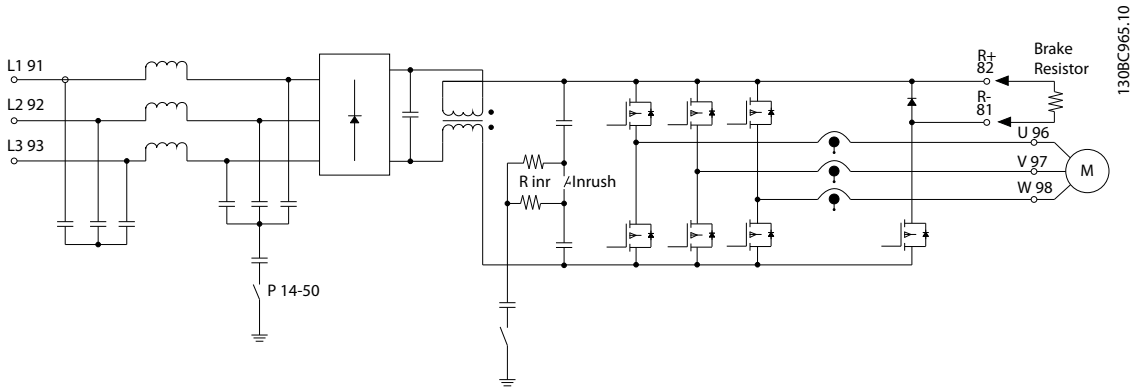
- Een fluxregeling met encoderterugkoppeling voorziet in een motorregeling op basis van terugkoppelingssignalen van het systeem. Deze verbetert de prestaties in alle vier kwadranten en bij alle motorsnelheden.
- Regeling zonder terugkoppeling op basis van VVC +. Deze functie wordt gebruikt voor mechanisch robuuste toepassingen, maar de nauwkeurigheid is minder hoog. Een koppelregeling zonder terugkoppeling werkt slechts in één snelheidsrichting. Het koppel wordt berekend op basis van een stroommeting in de frequentieomvormer. Zie het toepassingsvoorbeeld *4.5.1 Regelingsstructuur bij VVC+Geav. vectorregeling*.

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 *2.3 Gebruik van referenties*.

2

2.1.1 Besturingsprincipe

De frequentieomvormer kan werken op basis van diverse motorbesturingsprincipes, waaronder speciale motormodus U/f, VVC+ of flux-vector.
De frequentieomvormer kan worden gebruikt in combinatie met synchrone permanente-magneetmotoren (borstelloze servomotoren) en standaard asynchrone kooiankermotoren.
Het kortsluitgedrag hangt af van de 3 stroomtransductoren in de motorfasen en de desaturatiebescherming met terugkoppeling van de rem.

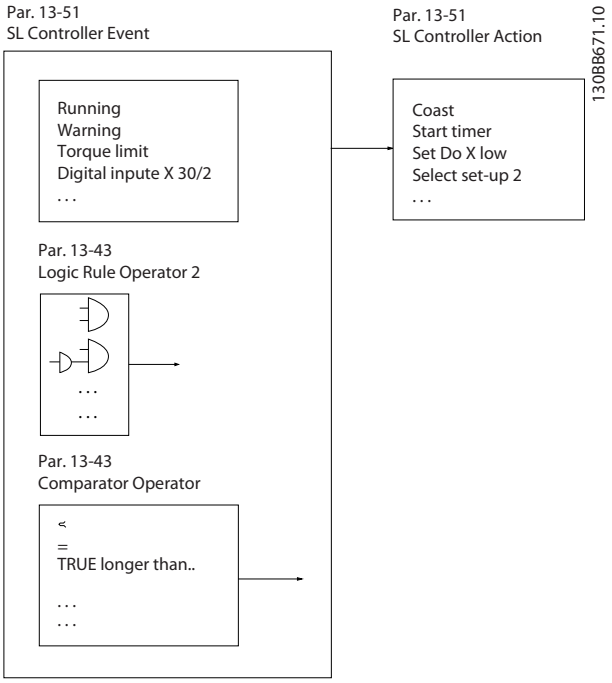


Afbeelding 2.3 Besturingsprincipe

2.1.2 Interne stroomregeling in de modus VVC+

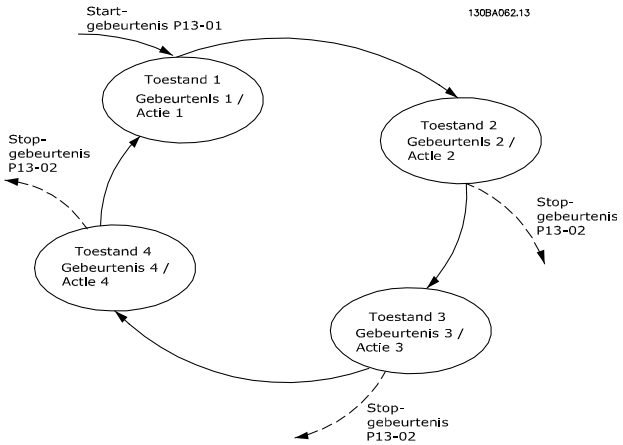
De frequentieomvormer is uitgerust met een ingebouwde stroombegrenzer die wordt geactiveerd wanneer de motorstroom, en daarmee dus het koppel, hoger is dan de ingestelde koppelbegrenzingen in *4-16 Koppelbegrenzing motormodus*, *4-17 Koppelbegrenzing generatormodus* en *4-18 Stroombegr.*.
Wanneer de frequentieomvormer de stroomgrens bereikt tijdens motorwerking of generatorwerking zal de frequentieomvormer het koppel zo snel mogelijk verlagen tot onder de vooraf ingestelde koppelbegrenzingen, zonder de controle over de motor te verliezen.

Smart Logic Control (SLC) is in feite een reeks van gebruikersgedefinieerde acties (zie *13-52 SL-controlleractie* [x]) die worden uitgevoerd door de SLC 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 zal leiden tot een bijbehorende actie, zoals aangegeven in *Afbeelding 2.4*.



Afbeelding 2.4 Stroomregelaarstatus/gebeurtenis en actie

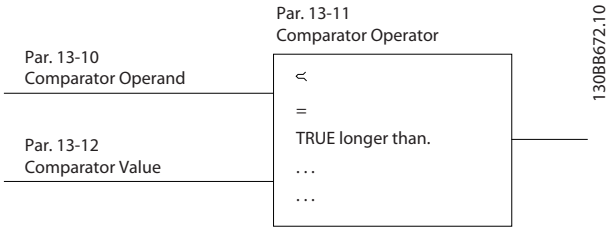
Gebeurtenissen en *acties* zijn genummerd en in paren gekoppeld (statussen). Dit betekent dat *actie* [0] wordt uitgevoerd wanneer *gebeurtenis* [0] heeft plaatsgevonden (de waarde TRUE heeft gekregen). Hierna worden de omstandigheden van *gebeurtenis* [1] geëvalueerd en bij de evaluatie TRUE wordt *actie* [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 zullen er geen andere *gebeurtenissen* worden geëvalueerd. Dit betekent dat bij het starten van de SLC *gebeurtenis* [0] (en enkel *gebeurtenis* [0]) tijdens elk scaninterval zal worden geëvalueerd. Alleen als *gebeurtenis* [0] is geëvalueerd als TRUE voert de SLC *actie* [0] uit en begint hij 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 2.5 toont een voorbeeld met drie gebeurtenissen/acties.



Afbeelding 2.5 Voorbeeld – interne stroomregelaar

Comparatoren

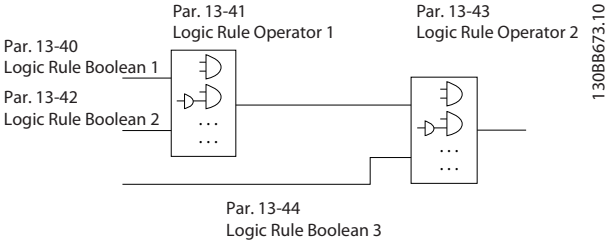
Comparatoren worden gebruikt om continue variabelen (zoals uitgangsfrequentie, uitgangsstroom, analoge ingang) te vergelijken met een vaste ingestelde waarde.



Afbeelding 2.6 Comparatoren

Logische regels

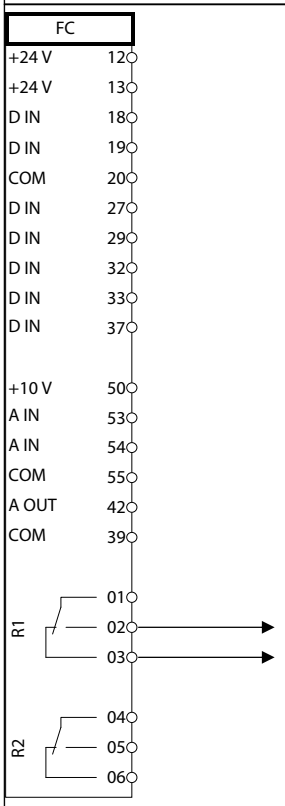
Combineer maximaal drie booleaanse ingangen (TRUE/FALSE-ingangen) van timers, comparatoren, digitale ingangen, statusbits en gebeurtenissen die de logische operatoren AND, OR en NOT gebruiken.



Afbeelding 2.7 Logische regels

2

Toepassingsvoorbeeld



Parameters	
Functie	**Instelling**
4-30 Motorte-rugkoppelingsverliesfunctie	[1] Waar-schuwing
4-31 Motorte-rugkoppelingssnelh. fout	100 tpm
4-32 Motorte-rugkoppelingsverliestime-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 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: Als de limiet van de terugkop-pelingsbewaking 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 onder de limiet gaat, dan blijft de omvormer werken en verdwijnt de waarschuwing. Relais 1 zal ingeschakeld blijven tot de [Reset]-toets op het LCP wordt ingedrukt.	

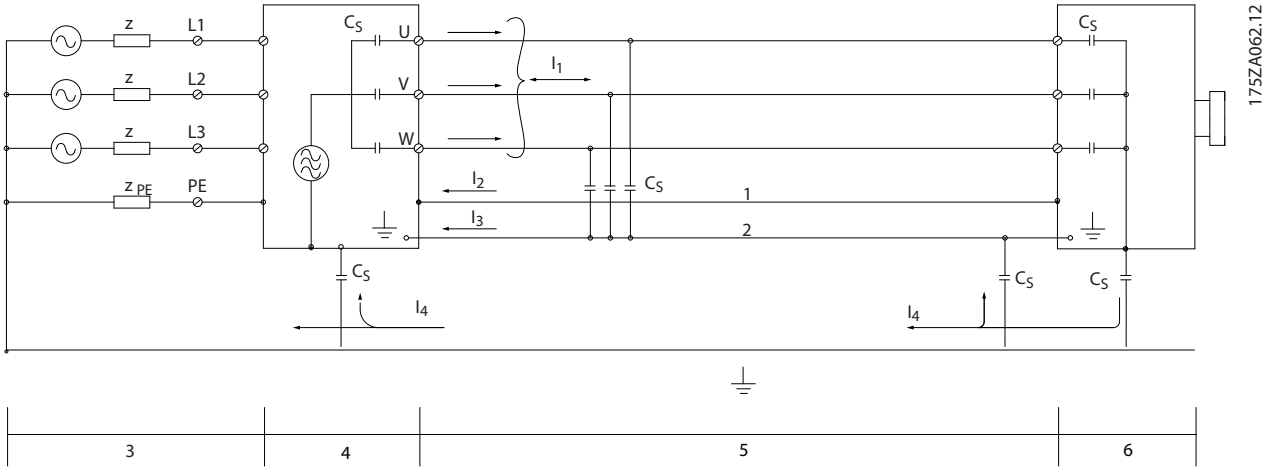
Tabel 2.1 SLC gebruiken om een relais in te stellen

2.2 EMC

2.2.1 Algemene aspecten van EMC-emissies

Elektrische interferentie 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 2.8* 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 2.8*), omdat afgeschermde kabels een hogere capaciteit naar de aarde hebben dan niet-afgeschermde kabels. Als de lekstroom niet wordt gefilterd, zal deze een grotere 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 onderstaande afbeelding.

De afscherming vermindert de interferentie door straling, maar verhoogt de laagfrequentinterferentie op het net. Sluit de afscherming van de motorkabel aan op de frequentieomvormer en de motorbehuizingen. Gebruik de ingebouwde afschermingsklemmen om gedraaide uiteinden (pigtails) te vermijden. Gedraaide uiteinden verhogen de schermimpedantie bij hogere frequenties, waardoor het effect van de afscherming afneemt en de lekstroom (I_4) toeneemt.
Wanneer er een afgeschermde kabel wordt gebruikt voor veldbusrelais, stuurkabel, signaalinterface of rem moet de afscherming aan beide uiteinden op de behuizing worden gemonteerd. In enkele situaties zal het echter noodzakelijk zijn de afscherming te onderbreken om stroomlussen te vermijden.



Afbeelding 2.8 Voorbeeld – lekstroom

Wanneer montageplaten worden gebruikt, moeten deze van metaal zijn, om ervoor te zorgen dat de afschermingsstromen worden teruggeleid naar de eenheid. Zorg 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. Er wordt echter wel voldaan aan de immuniteitsvereisten.

Om het interferentieniveau van het totale systeem (eenheid + installatie) zo veel mogelijk te beperken, moeten de kabels voor motor en remweerstand zo kort mogelijk worden gehouden. 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.

2.2.2 EMC-testresultaten

De volgende testresultaten zijn verkregen bij gebruik van een systeem met een frequentieomvormer (inclusief eventuele opties), een afgeschermde stuurkabel, een besturingskast met potentiometer en een motor en afgeschermde motorkabel.

RFI-filtertype		Emissie via geleiding			Emissie via straling	
Normen en voorschriften	EN 55011	Klasse B	Klasse A groep 1	Klasse A groep 2	Klasse B	Klasse A groep 1
		Woonhuizen, kantoren en lichte industrie	Industriële omgeving	Industriële omgeving	Woonhuizen, kantoren en lichte industrie	Industriële omgeving
	EN-IEC 61800-3	Categorie C1	Categorie C2	Categorie C3	Categorie C1	Categorie C2
		Eerste omgeving – woonhuizen en kantoren	Eerste omgeving – woonhuizen en kantoren	Tweede omgeving – industriële omgeving	Eerste omgeving – woonhuizen en kantoren	Eerste omgeving – woonhuizen en kantoren
H1						
FCD302	0,37-3 kW	Nee	10 m	10 m	Nee	Ja

Tabel 2.2 EMC-testresultaten (emissie, immuniteit)

2.2.3 Emissie-eisen

Volgens de EMC-productnorm voor frequentieomvormers met regelbaar toerental, EN-IEC 61800-3:2004, hangen de EMC-eisen af van het beoogde gebruik van de frequentieomvormer. In de EMC-productnorm zijn vier categorieën gedefinieerd. De definities voor de vier categorieën en de vereisten ten aanzien van emissies via geleiding (via het net) zijn te vinden in *Tabel 2.3*.

Categorie	Definitie	Eisen t.a.v. emissie via geleiding volgens de limieten 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 professional.	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 voedings-spanning 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 2.3 Emissie-eisen

Bij toepassing van de algemene emissienormen moeten frequentieomvormers voldoen aan de aangegeven limieten in *Tabel 2.4*.

Omgeving	Algemene norm	Eisen t.a.v. emissie via geleiding volgens de limieten 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 2.4 Klassen voor emissiegrenzen

2.2.4 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-frequen-tieomvormers 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 op een systeem bestaande uit een frequentie-omvormer (inclusief eventuele opties), een afgeschermde stuurkabel en een schakelkast met potentiometer, motorkabel en motor.
De tests zijn uitgevoerd in overeenstemming met 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):** Uitgestraald radiofrequent elektromagnetisch veld. Simulatie van de effecten van radar- en radiocommunicatie-apparatuur en mobielecommunicatieapparatuur.
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Snelle elektrische transiënten. Simulatie van interferentie veroorzaakt door het schakelen van een schakelaar, relais en dergelijke.
- **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 2.5*.

Spanningsbereik: 200-240 V, 380-480 V					
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**
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 veldbu-sopties	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 2.5 EMC-immuniteit

1) Injectie op kabelafscherming
AD: luchtontlading
CD: contactontlading
CM: common mode
DM: differentiële modus

2

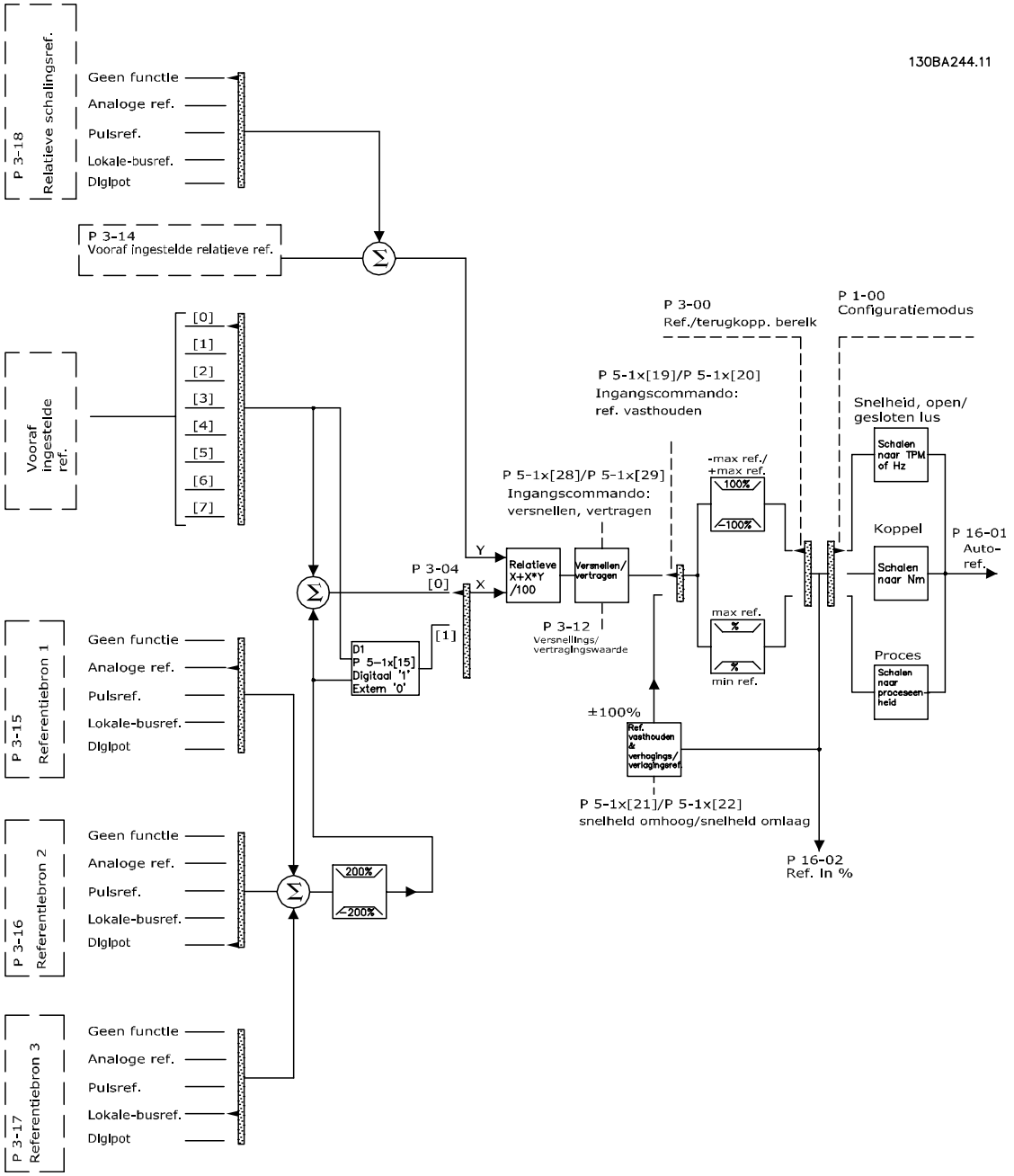
2.3 Gebruik van referenties

Lokale referentie

De lokale referentie is actief wanneer de [Hand on]-toets van de frequentieomvormer is ingeschakeld. U kunt de referentie aanpassen met behulp van de pijltjestoetsen [▲]/[▼] en [◀]/[▶].

Externe referentie

Het referentieafhandelingssysteem voor het berekenen van de externe referentie wordt weergegeven in *Afbeelding 2.9*.



Afbeelding 2.9 Externe referentie

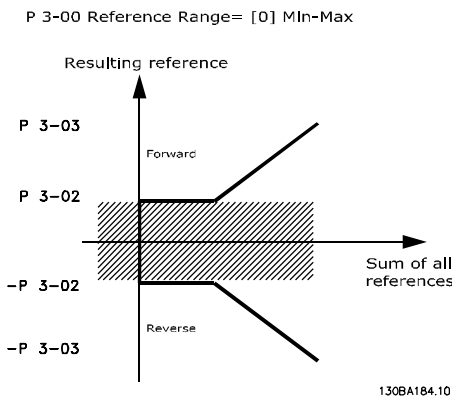
De externe referentie wordt één keer per scaninterval berekend en bestaat aanvankelijk uit twee typen referentie-ingang:

1. X (de externe referentie): de som (zie *3-04 Referentiefunctie*) van maximaal vier 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 [%].

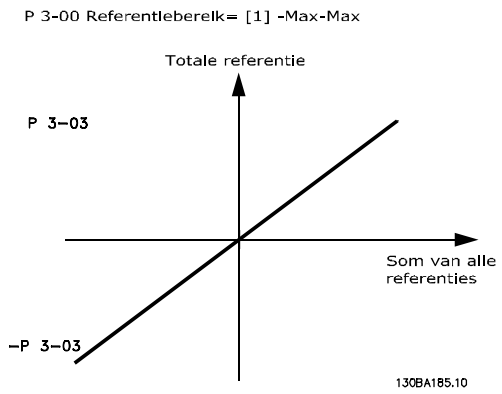
De twee typen referentie-ingang worden samengevoegd via de volgende formule: Externe referentie = X + X * Y / 100%. Als de relatieve referentie niet wordt gebruikt, moet *3-18 Rel. schaling van referentiebron* worden ingesteld op *Geen functie* en op *0%*. De functies *versnellen/vertragen* en *referentie vasthouden* kunnen beide worden geactiveerd via de 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* en 6-2*, en het schalen van digitale pulsreferenties wordt beschreven in parametergroep 5-5*. Referentielimieten en -bereiken worden ingesteld in parametergroep 3-0*.

2.3.1 Ref. begrenz.

3-00 Referentiebereik, *3-02 Minimumreferentie* en *3-03 Max. referentie* bepalen samen 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) wordt weergegeven in *Afbeelding 2.10*/*Afbeelding 2.11*, terwijl de som van alle referenties wordt weergegeven in *Afbeelding 2.12*.

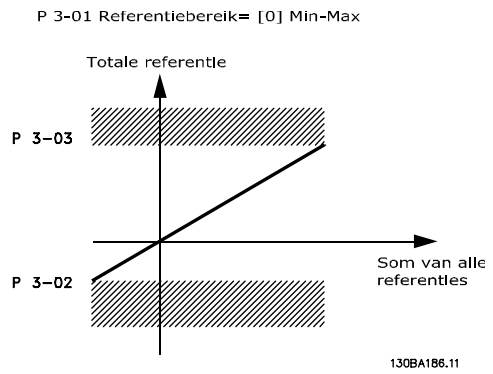


Afbeelding 2.10 Referentiebereik = [0] Min - Max



Afbeelding 2.11 Referentiebereik = [1] -Max - +Max

De waarde van *3-02 Minimumreferentie* kan niet worden ingesteld op een waarde lager dan 0, tenzij *1-00 Configuratiemodus* is ingesteld op *Proces* [3]. In dat geval zijn onderstaande relaties tussen de totale referentie (na fixering) en de som van alle referenties zoals weergegeven in *Afbeelding 2.12*.



Afbeelding 2.12 Som van alle referenties

2

2.3.2 Schaling van vooraf ingestelde referenties en busterugkoppelingen

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

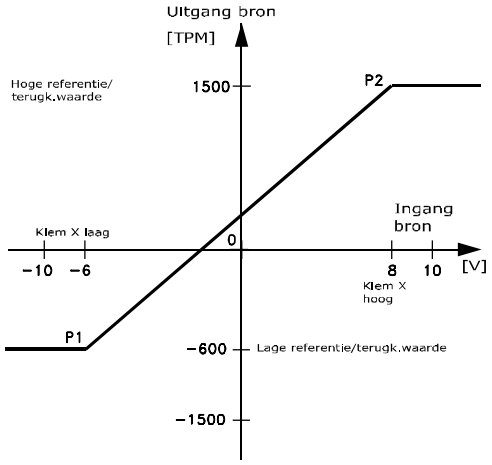
- Wanneer *3-00 Referentiebereik*: *Min - Max >[0]* is, staat een referentie van 0% gelijk aan 0 [eenheid], waarbij 'eenheid' elke eenheid kan zijn, bijv. tpm, m/s, bar enz., en staat een referentie van 100% gelijk aan *Max* (abs (*3-03 Max. referentie*), abs (*3-02 Minimumreferentie*)).
- Wanneer *3-00 Referentiebereik*: *-Max - +Max> [1]* is, 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*: *Max - Max [0]* is om een max. resolutie op de busreferentie te verkrijgen, is de schaling op de bus als volgt: 0% referentie staat gelijk aan *Minimumreferentie* en 100% staat gelijk aan *Max. referentie*.
- Wanneer *3-00 Referentiebereik*: *-Max - +Max [1]* is, staat een referentie van -100% gelijk aan *-Max. referentie* en staat een referentie van 100% gelijk aan *Max. referentie*.

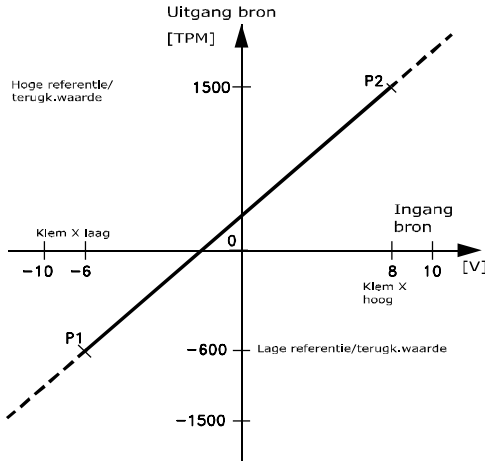
2.3.3 Schaling van analoge en pulsreferenties en terugkoppeling

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 2.13*) worden gefixeerd, terwijl dit niet het geval is bij een terugkoppeling boven of onder de eindwaarde.



130BA181.10

Afbeelding 2.13 Schaling van analoge en pulsreferenties en terugkoppeling



130BA182.10

Afbeelding 2.14 Schaling referentie-uitgang

De eindpunten P1 en P2 worden bepaald door de volgende parameters, afhankelijk van de gebruikte analoge of pulsingang.

	Analoog 53 S201 = Uit	Analoog 53 S201 = Aan	Analoog 54 S202 = Uit	Analoog 54 S202 = Aan	Pulsingang 29	Pulsingang 33
P1 = (Min. ingangswaarde, Min. referentiewaarde)						
Min. referentiewaarde	*6-14 Klem 53 lage ref./ terugkopp. waarde*	*6-14 Klem 53 lage ref./ terugkopp. waarde*	*6-24 Klem 53 lage ref./ terugkopp. waarde*	*6-24 Klem 53 lage ref./ terugkopp. waarde*	*5-52 Klem 29 lage ref./terugk. waarde*	*5-57 Klem 33 lage ref./terugk. waarde*
Min. ingangswaarde	*6-10 Klem 53 lage spanning* [V]	*6-12 Klem 53 lage stroom* [mA]	*6-20 Klem 54 lage spanning* [V]	*6-22 Klem 54 lage stroom* [mA]	*5-50 Klem 29 lage freq.* [Hz]	*5-55 Klem 33 lage freq.* [Hz]
P2 = (Max. ingangswaarde, Max. referentiewaarde)						
Max. referentiewaarde	*6-15 Klem 53 hoge ref./ terugkopp. waarde*	*6-15 Klem 53 hoge ref./ terugkopp. waarde*	*6-25 Klem 54 hoge ref./ terugkopp. waarde*	*6-25 Klem 54 hoge ref./ terugkopp. waarde*	*5-53 Klem 29 hoge ref./terugk. waarde*	*5-58 Klem 33 hoge ref./terugk. waarde*
Max. ingangswaarde	*6-11 Klem 53 hoge spanning* [V]	*6-13 Klem 53 hoge stroom* [mA]	*6-21 Klem 54 hoge spanning*[V]	*6-23 Klem 54 hoge stroom*[mA]	*5-51 Klem 29 hoge freq.* [Hz]	*5-56 Klem 33 hoge freq.* [Hz]

Tabel 2.6 Eindpuntwaarden van ingang en referentie

2

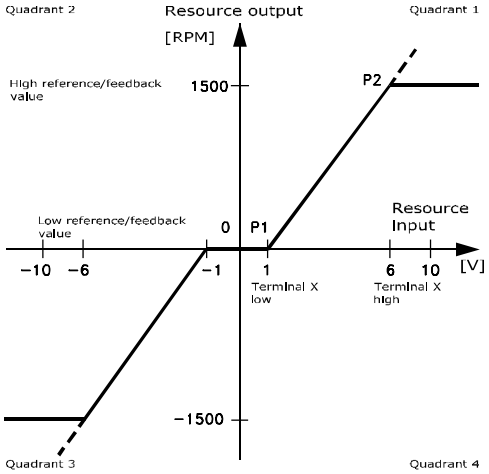
2.3.4 Dode band rond nul

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).

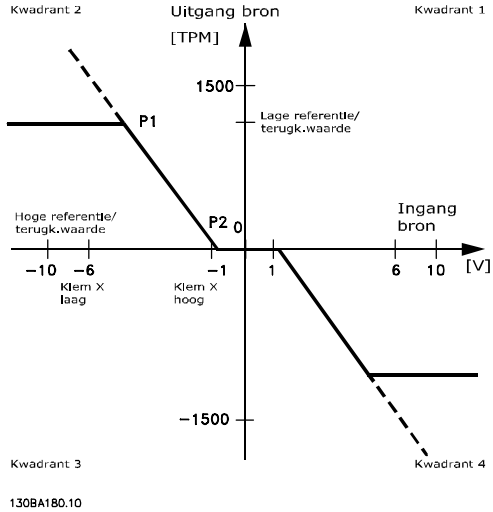
Om de dode band te activeren en de omvang van de dode band in te stellen, moeten de volgende instellingen worden gemaakt:

- De minimumreferentiewaarde (zie *Tabel 2.6* voor de juiste parameter) of de maximumreferentie-waarde moet nul zijn. Met andere woorden: P1 of P2 moet zich op de X-as bevinden in onderstaande grafiek.
- 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 2.15*.



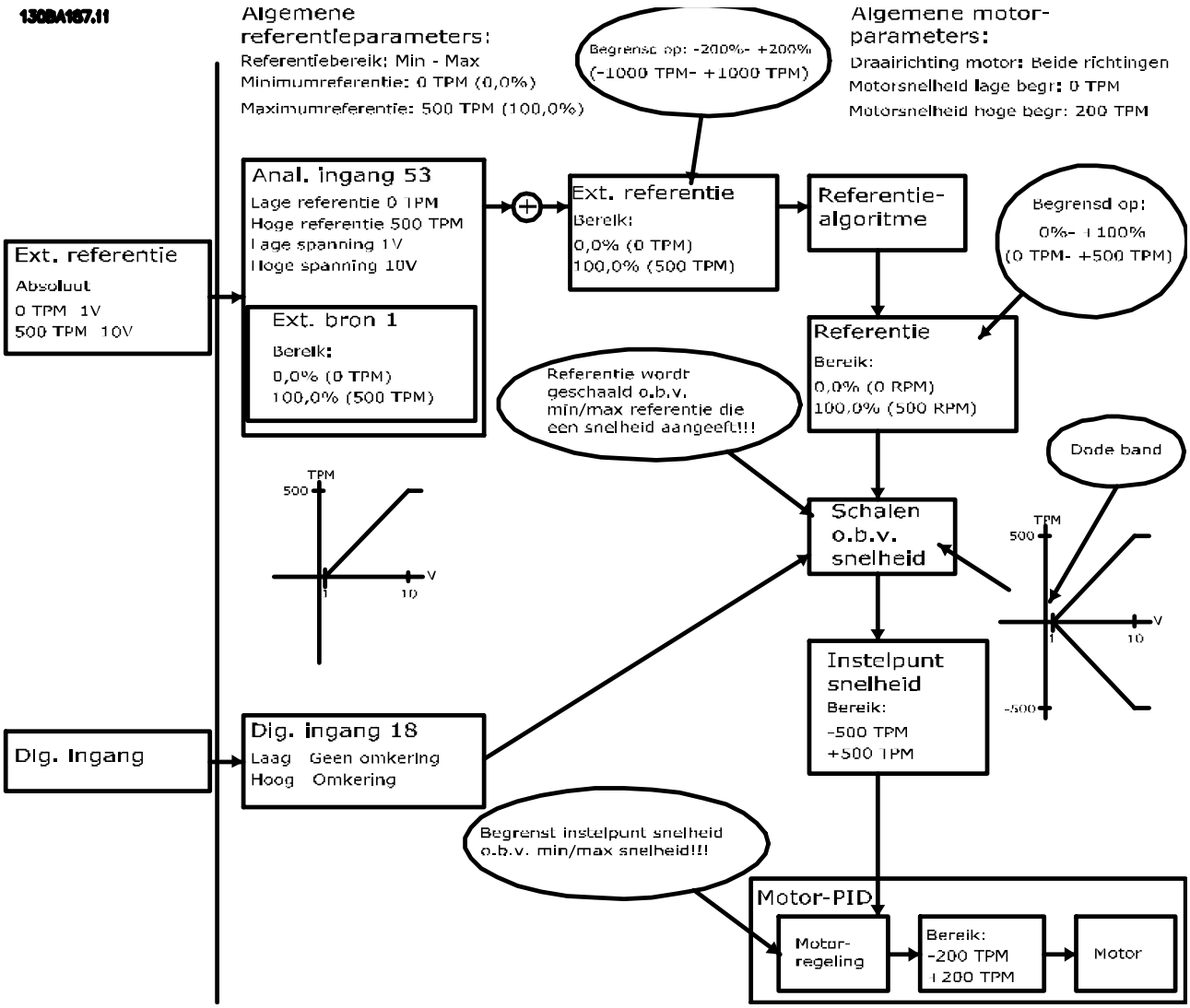
Afbeelding 2.15 Dode band



Afbeelding 2.16 Omgekeerde dode band

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

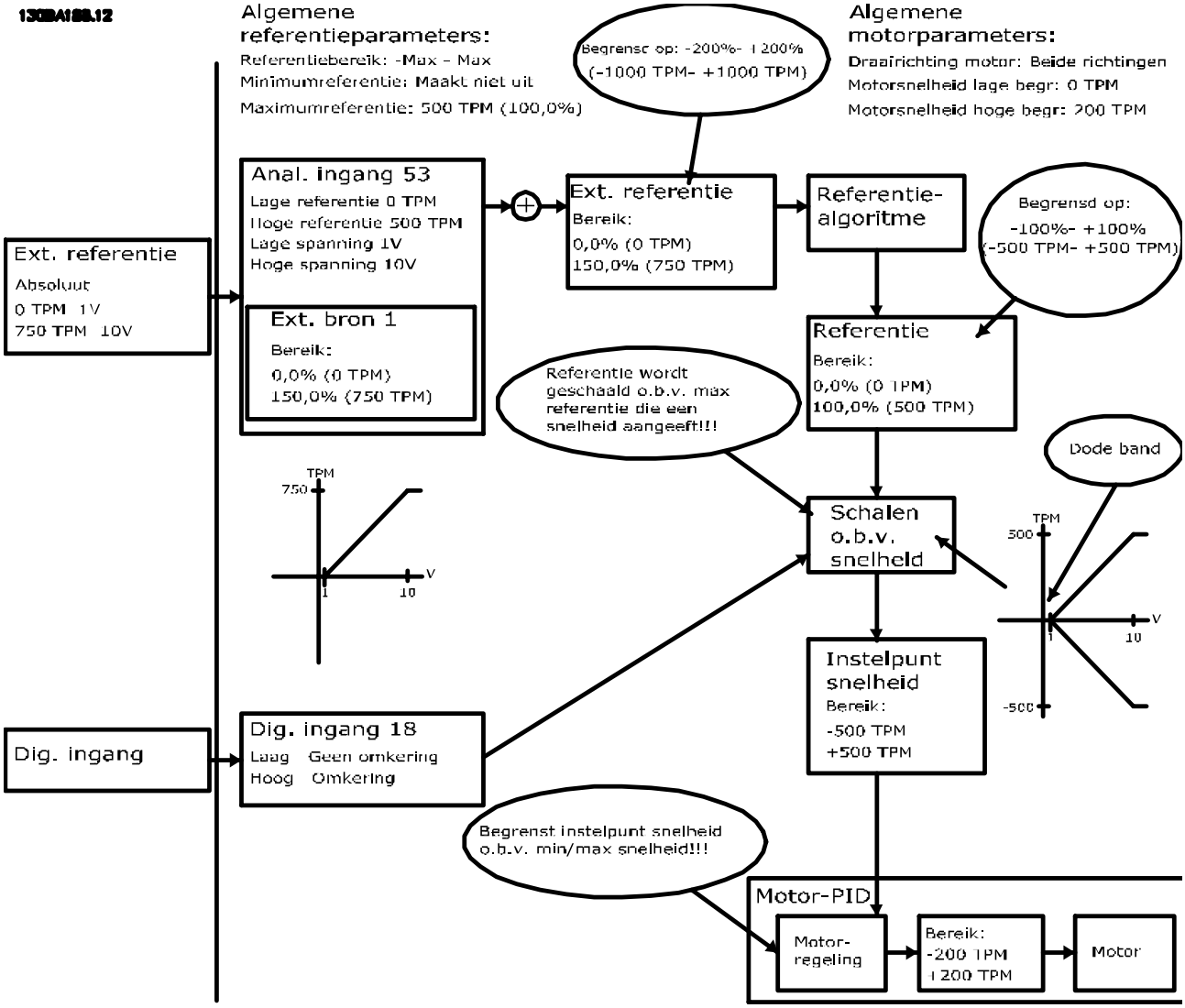
Praktijkvoorbeeld 1: positieve referentie met dode band, digitale ingang als trigger voor omkering.
Dit praktijkvoorbeeld geeft aan hoe een referentie-ingang met begrenzingen binnen het Min tot Max-bereik wordt gefixeerd.



Afbeelding 2.17 Voorbeeld 1 – positieve referentie

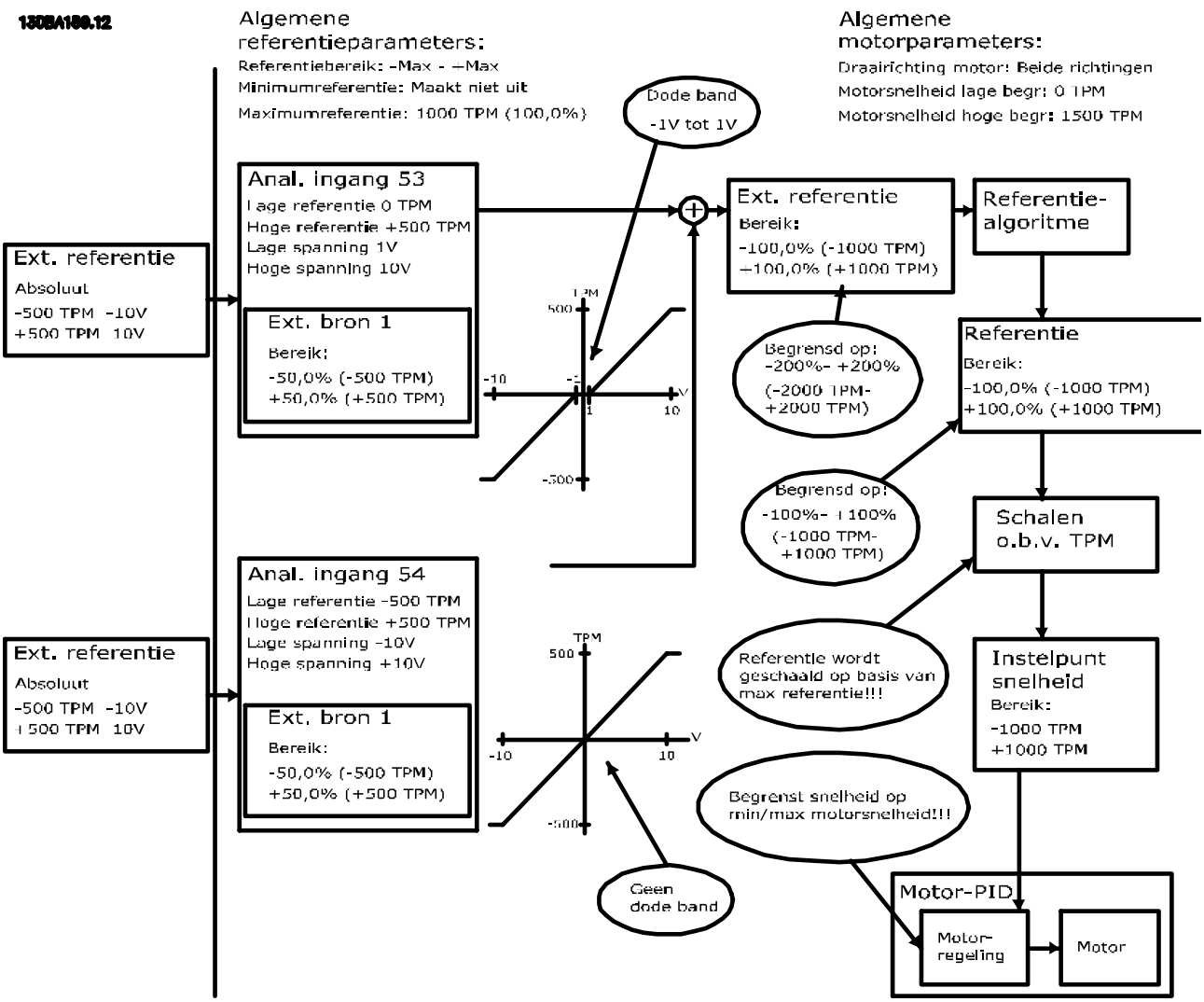
2

Praktijkvoorbeeld 2: positieve referentie met dode band, digitale ingang als trigger voor omkering. Regels voor fixatie.
Dit praktijkvoorbeeld 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. Het laat tevens zien hoe de externe referentie door het referentiealgoritme wordt gefixeerd op -Max tot +Max.



Afbeelding 2.18 Voorbeeld 2 – positieve referentie

Praktijkvoorbeeld 3: Negatieve tot positieve referentie met dode band, teken bepaalt de richting, -Max tot +Max

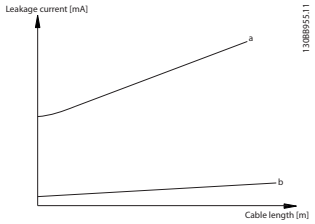


Afbeelding 2.19 Voorbeeld 3 – positieve tot negatieve referentie

2

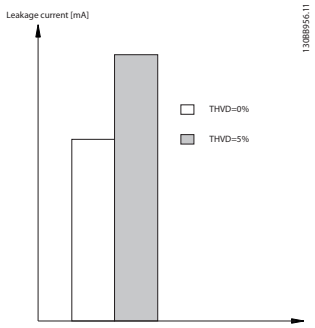
2.4.1 Aardlekstroom

Volg de nationale en lokale voorschriften ten aanzien van de aarding van apparatuur met een lekstroom > 3,5 mA op.
Frequentieomvormertechnologie impliceert hoogfrequent schakelen bij hoog vermogen. Dit genereert een lekstroom in de aardverbinding. Een foutstroom in de frequentieomvormer bij de voedingsklemmen aan de uitgang kan een DC-component bevatten waardoor de filtercondensatoren kunnen worden geladen en een kortstondige aardstroom kan worden veroorzaakt.
De aardlekstroom bestaat uit meerdere componenten en hangt af van diverse systeemconfiguraties, waaronder RFI-filtering, afgeschermde motorkabels en het vermogen van de frequentieomvormer.



Afbeelding 2.20 Invloed van kabellengte en vermogensklasse op de lekstroom voor Pa > Pb

De lekstroom is mede afhankelijk van de lijnvervorming



Afbeelding 2.21 Invloed van lijnvervorming op de lekstroom

NB

Bij gebruik van een filter moet *14-50 RFI-filter* tijdens het laden van het filter zijn uitgeschakeld, om te voorkomen dat de RCD-schakelaar wordt geactiveerd vanwege een hoge 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:

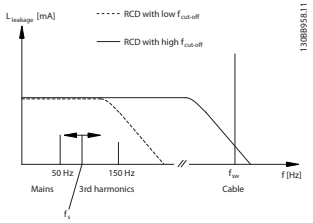
- Aardkabel (klem 95) van minimaal 10 mm².
- Twee afzonderlijke aarddraden die beide voldoen aan de regels ten aanzien van maatvoering

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

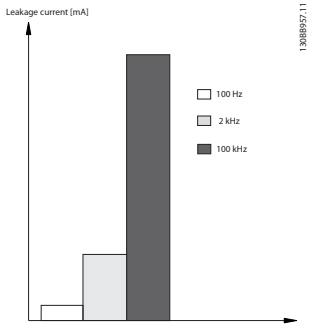
Gebruik van RCD's

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 het B-type die geschikt zijn voor het detecteren van AC- en DC-stromen.
- Gebruik RCD's met een inschakelvertraging om fouten door kortstondige aardstromen te voorkomen.
- Dimensioneer RCD's op basis van de systeemconfiguraties en omgevingsaspecten.



Afbeelding 2.22 Belangrijkste factoren die bijdragen aan lekstroom



Afbeelding 2.23 Invloed van uitschakelfrequentie van de RCD

Zie ook *RCD-toepassingsnotitie*, MN90G.

2.5 Galvanische scheiding (PELV)

2.5.1 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.

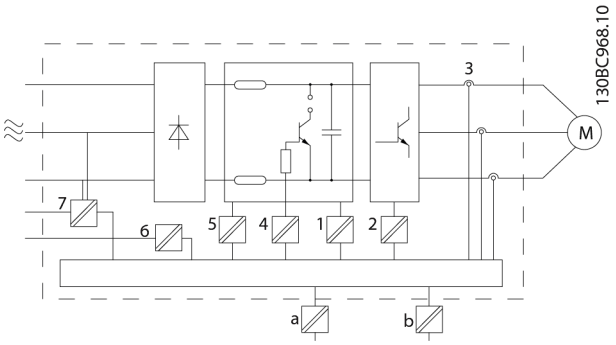
Alle stuurklemmen en relaisklemmen 01-03/04-06 voldoen aan de PELV-eisen (PELV = Protective Extra Low Voltage), met uitzondering van geaarde driehoekschakelingen (één zijde geaard) boven 400 V.

(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 scheiding (PELV) kan op zes plaatsen worden getoond (zie *Afbeelding 2.24*):

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. Netvoeding (SMPS) incl. scheiding van het U_{dc}-signaal, dat de tussenkringspanning aangeeft.
2. Poortschakeling die de IGBT's aanstuurt (trigger-transformatoren/optische koppelingen).
3. Stroomtransductoren.
4. Optische koppeling, remmodule.
5. Interne aanloopstroom-, RFI- en temperatuur-meetcircuits.
6. Eigen relais.
7. Mechanische rem.



Afbeelding 2.24 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:
380-500 V: voor hoogtes boven 2000 m dient u contact op te nemen met Danfoss in verband met PELV.
380-500 V: voor hoogtes boven 3000 m dient u contact op te nemen met Danfoss in verband met PELV.

⚠WAARSCHUWING

Het aanraken van elektrische onderdelen kan fatale gevolgen hebben – zelfs 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 aangegeven tijd in de sectie *Inleiding* in de *FCD 302 Bedieningshandleiding*, MG04F, voordat u elektrische onderdelen aanraakt.
Een kortere tijd is alleen toegestaan als dit op het motortypeplaatje van de betreffende eenheid wordt aangegeven.

2.6 Mechanische rem

2.6.1 Mechanische rem bij hijstoepassingen

Zie *4 Toepassingsvoorbeelden* voor een voorbeeld van een geavanceerde mechanische rembesturing voor hijstoepassingen.

2.6.2 Remweerstandkabels

EMC (gedraaide kabels/afscherming)
Om de elektrische ruis van de bedrading tussen de remweerstand en de frequentieomvormer te beperken, moeten de draden gedraaid zijn.

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

2.7 Remfuncties

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

2

2.7.1 Mechanische houdrem

Een mechanische houdrem die direct op de motoras gemonteerd is, zorgt gewoonlijk voor statisch remmen. In sommige toepassingen werkt het statische houdkoppel als het statisch vasthouden van de motoras (meestal synchrone permanente-magneetmotoren). Een houdrem wordt bestuurd via een PLC of rechtstreeks via een digitale uitgang van de frequentieomvormer (relais of halfgeleider).

NB

Wanneer de houdrem deel uitmaakt van een veiligheids-ketting:
Een frequentieomvormer kan geen veilige besturing van een mechanische rem bieden. In de algehele installatie moet een redundant circuit voor de rembesturing worden opgenomen.

2.7.2 Dynamisch remmen

Dynamisch remmen vindt plaats door middel van:

- Weerstandsrem: een rem-IGBT zorgt ervoor dat de overspanning onder een bepaalde drempel blijft door de remenergie vanaf de motor naar de aangesloten remweerstand te leiden (*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 wisselfre-quentie omdat dit zal leiden tot oververhitting van de motor (par. *2-10 Remfunctie* = [2]).
- DC-rem: een overgemoduleerde DC-stroom die aan de AC-stroom wordt toegevoegd, werkt als een wervelstroomrem (≠ 0 s).

2.7.3 Keuze van de remweerstand

Als vanwege regeneratief remmen moet worden voldaan aan hogere eisen is een remweerstand noodzakelijk. Het gebruik van een remweerstand zorgt ervoor dat de energie wordt geabsorbeerd in de remweerstand en niet in de frequentieomvormer. Zie de Design Guide voor remweer-standen, MG90O, 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 werkcyclus genoemd. De weerstand voor een intermitterende werkcyclus is een indicatie van de werkcyclus waarbij de weerstand actief is. *Afbeelding 2.25* toont een typische remcyclus.

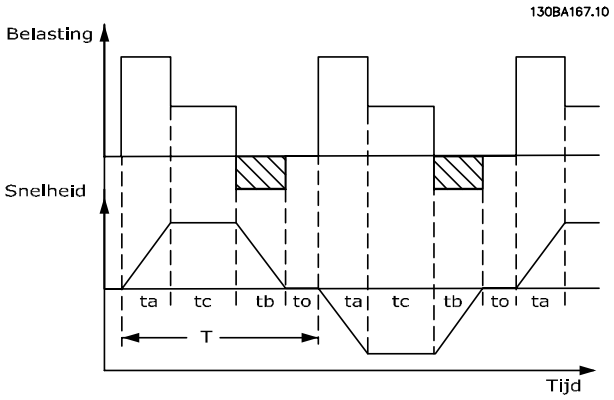
NB

Leveranciers van motoren gebruiken vaak S5 om de toelaatbare belasting, een uitdrukking van de intermit-terende werkcyclus, aan te geven.

De intermitterende werkcyclus voor de weerstand wordt als volgt berekend:

Werkcyclus = t_b/T

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



Afbeelding 2.25 Cyclustijd bij dynamisch remmen

	Cyclustijd [s]	Werkcyclus rem bij een koppel van 100%	Werkcyclus rem bij overkoppel (150/160%)
3 x 380-480 V			
PK37-P75K	120	Continu	40%
P90K-P160	600	Continu	10%
P200-P800	600	40%	10%

Tabel 2.7 Remmen bij een hoge-overbelastingskoppel

Remweerstanden hebben een werkcyclus van 5%, 10% of 40%. Bij een werkcyclus van 10% zijn de remweerstanden in staat om het remvermogen gedurende 10% van de cyclustijd te absorberen. De resterende 90% van de cyclustijd zal worden gebruikt om de overtollige warmte af te voeren.

NB

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

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

$$R_{br}[\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{P_{peak}}$$

waarbij

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

De remweerstand is afhankelijk van de tussenkring-spanning (U_{dc}).
De remfunctie wordt afgehandeld in vier gebieden van het net:.

Maat	Rem actief	Waarschuwing vóór uitschakeling	Uitschakeling (trip)
FCD 302 3 x 380-480 V	778 V	810 V	820 V

Tabel 2.8 Rembegrenzingswaarden

NB

Controleer of de remweerstand geschikt is voor een spanning van 410 V, 820 V, 850 V, 975 V of 1130 V, tenzij er 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 genoteerd:

$$R_{rec}[\Omega] = \frac{U_{dc}^2 \times 100}{P_{motor} \times M_{br(\%)} \times \eta_{VLT} \times \eta_{motor}}$$

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

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

$$200V : R_{rec} = \frac{107780}{P_{motor}} [\Omega]$$

$$480V : R_{rec} = \frac{375300}{P_{motor}} [\Omega] \text{ 1)}$$

$$480V : R_{rec} = \frac{428914}{P_{motor}} [\Omega] \text{ 2)}$$

1) Voor frequentieomvormers met een asvermogen ≤ 7,5 kW

2) Voor frequentieomvormers met een asvermogen van 11-75 kW

NB

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.

NB

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

NB

Raak de remweerstanden niet aan, aangezien deze bijzonder warm kunnen worden tijdens of na het remmen. De remweerstand moet in een veilige omgeving worden geplaatst om brandgevaar te vermijden

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

2.7.4 Regeling metremfunctie

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 dit niet boven een bepaalde, in *2-12 Begrenzing remvermogen (kW)* ingestelde begrenzing uitkomt. 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.

NB

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

Overspanningsreg. (zonder remweerstand) kan worden geselecteerd als een alternatieve remfunctie in *2-17 Overspanningsreg.*. 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 bijzonder nuttige functie om onnodig uitschakelen (trip) van de frequentieomvormer te voorkomen, bijvoorbeeld wanneer de uitlooptijd te kort is. In deze situatie wordt de uitlooptijd verlengd.

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

3 Systeemintegratie

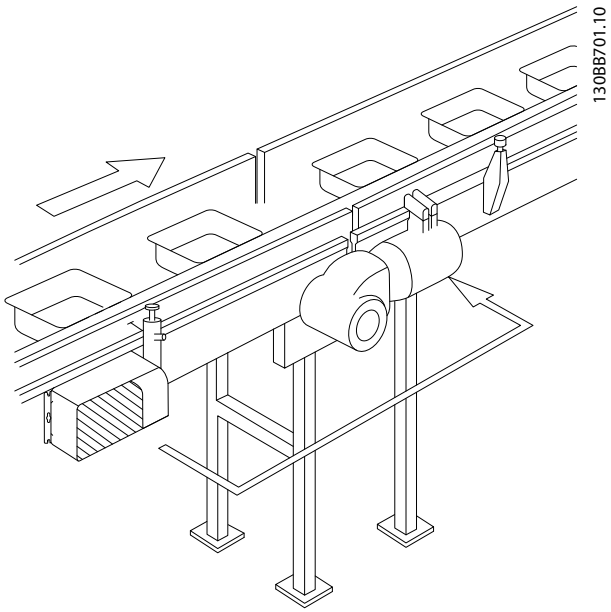
3.1 Inleiding

3.1.1 Montage

De FCD 302 bestaat uit twee delen: de installatiekast en het elektronische gedeelte.

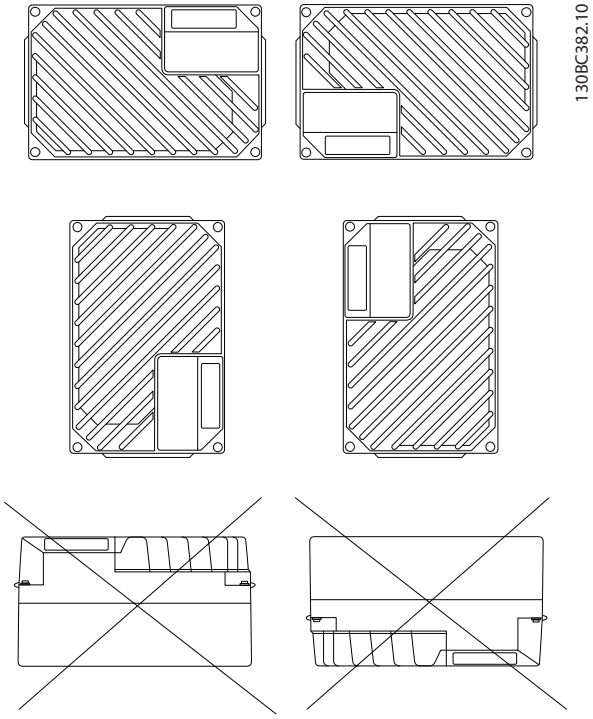
Losse montage

- De gaten aan de achterzijde van de installatiekast dienen om de montagebeugels te bevestigen.
- Verzeker u ervan dat de installatielocatie het gewicht van de eenheid kan dragen.
- Zorg dat de juiste bevestigingsschroeven of -bouten worden gebruikt.



Afbeelding 3.1 FCD 302 als zelfstandige eenheid gemonteerd met montagebeugels

Toegestane montageposities



Afbeelding 3.2 Toegestane montageposities – standaardtoepassingen

3.1.1.1 Hygiënische installatie

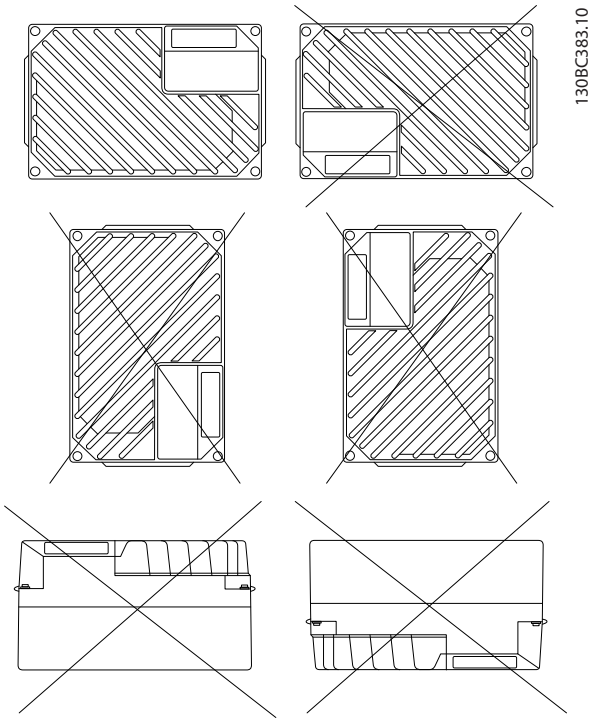
De FCD 302 is ontworpen conform de EHEDG-richtlijnen en is geschikt voor installatie in omgevingen waar eenvoudige reiniging belangrijk is.

Monteer de FCD 302 verticaal op een wand of machineframe om ervoor te zorgen dat vloeistoffen van de behuizing aflopen. Plaats de eenheid zodanig dat de kabelpakkingen zich onderaan bevinden.

Gebruik kabelpakkingen die geschikt zijn voor hygiënische toepassingen, zoals Rittal HD 2410.110/120/130. Kabelpakkingen voor hygiënische toepassingen zorgen ervoor dat de installatie optimaal te reinigen is.

NB

Alleen frequentieomvormers die zijn geconfigureerd voor gebruik met een hygiënische behuizing, FCD 302 P XXX T4 W69, worden geleverd met EHEDG-certificaat.



Afbeelding 3.3 Toegestane montageposities – hygiënische toepassingen

3.2 Ingang: dynamica netzijde

3.2.1 Aansluitingen

3.2.1.1 Kabels algemeen

NB

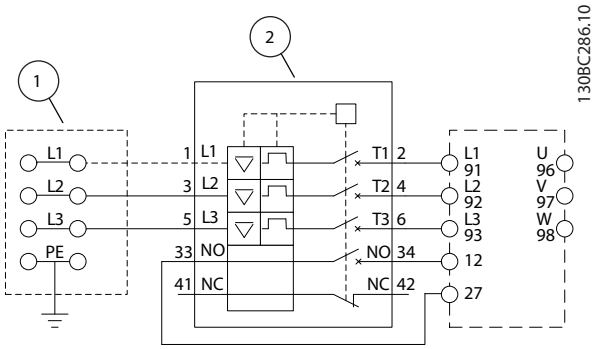
Kabels algemeen

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

3.2.1.2 Netvoeding en aarding

Raadpleeg de *FCD 302 Bedieningshandleiding*, MG04F, voor installatie-instructies en de locatie van klemmen.

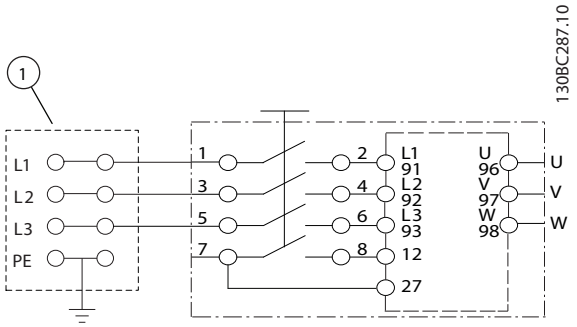
Aansluiting netvoeding



Afbeelding 3.4 Alleen voor grote eenheden: stroomonderbreker en werkschakelaar

1	Doorlusklemmen
2	Stroomonderbreker

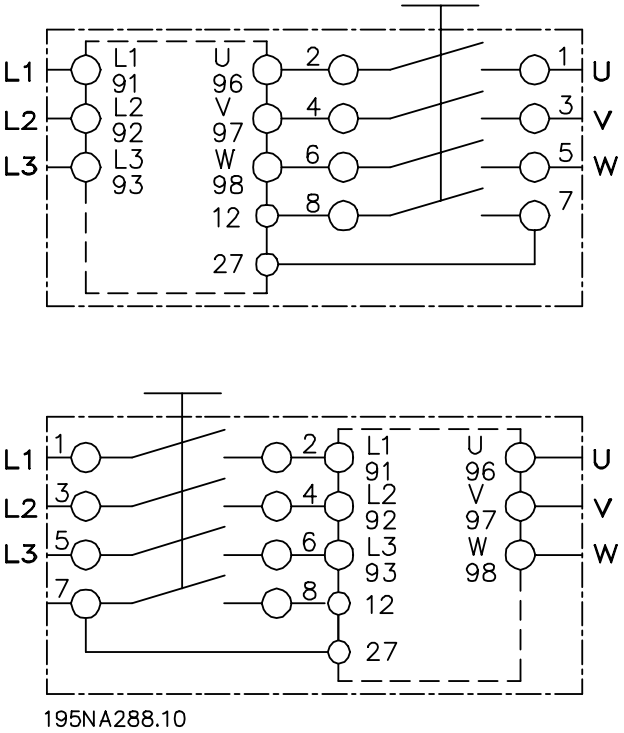
Tabel 3.1 Legenda



Afbeelding 3.5 Alleen voor grote eenheden: werkschakelaar aan netzijde, met doorlusklemmen

1	Doorlusklemmen

Tabel 3.2 Legenda



Afbeelding 3.6 Aansluiting motor en netvoeding met werkschakelaar

De werkschakelaar is optioneel bij zowel kleine als grote eenheden. In de afbeelding is de schakelaar gemonteerd aan de motorzijde. De schakelaar kan echter ook aan de netzijde worden geplaatst of worden weggelaten.

De stroomonderbreker is optioneel bij grote eenheden. Grote eenheden kunnen worden uitgerust met een werkschakelaar of een stroomonderbreker, maar niet beide. *Afbeelding 3.6* toont een configuratie die in de praktijk niet mogelijk is en dient enkel om de positie van de diverse componenten aan te geven.

De netvoedingskabels zijn meestal niet-afgeschermde kabels.

3.2.1.3 Relaisaansluiting

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 3.3 Relaisinstellingen

Zie *FCD 302 Bedieningshandleiding*, MG04F, voor de locatie van de relaisklemmen.

3.2.2 Zekeringen en stroomonderbrekers

3.2.2.1 Zekeringen

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

NB

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

⚠WAARSCHUWING

Personeel en eigendommen moeten worden beschermd tegen de gevolgen van defecten aan componenten in de frequentieomvormer.

Aftakcircuitbeveiliging

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

NB

Deze aanbevelingen gelden niet voor de aftakcircuitbeveiliging voor UL.

Beveiliging tegen kortsluiting

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

3.2.2.2 Aanbevelingen

⚠WAARSCHUWING

Bij een storing kan het niet volgen van aanbevelingen leiden tot persoonlijke risico's en schade aan de frequentieomvormer en andere apparatuur.

De volgende secties vermelden de aanbevolen nominale stroom. Danfoss adviseert het gebruik van zekeringen van het type gG en stroomonderbrekers van het type Danfoss CB (Danfoss – CTI-25). Andere typen stroomonderbrekers kunnen worden gebruikt als ze de energie naar de frequentieomvormer beperken tot een niveau dat gelijk is aan of kleiner is dan het niveau voor de Danfoss CB-typen.

Volg de aanbevelingen voor zekeringen en stroomonderbrekers op om ervoor te zorgen dat eventuele schade aan de frequentieomvormer enkel intern is.

Zie de toepassingsnotitie *Zekeringen en stroomonderbrekers*, MN90T, voor meer informatie.

3.2.2.3 CE-conformiteit

Zekeringen en stroomonderbrekers moeten voldoen aan IEC 60364.
Danfoss adviseert het gebruik van zekeringen met een max. zekeringgrootte van gG-25. Deze zekeringgrootte is geschikt voor gebruik in een circuit dat maximaal 100.000 A_{rms} (symmetrisch) en 480 V kan leveren. Met de juiste zekeringen bedraagt de nominale kortsluitstroom (SCCR – Short Circuit Current Rating) van de frequentieomvormer 100.000 A_{rms}.

3.2.2.4 UL-conformiteit

Zekeringen en stroomonderbrekers moeten allemaal voldoen aan NEC 2009. Gebruik de vermelde voorzekeringen in *Tabel 6.3* wanneer moet worden voldaan aan UL/cUL-vereisten, en houd u aan de gestelde voorwaarden in *6.2 Elektrische gegevens en kabelgroottes*.

3.3 Uitgang: dynamica motorzijde

3.3.1 Motoraansluiting

NB

Gebruik afgeschermde/gewapende kabels om te voldoen aan de EMC-emissienormen.

Zie *6.3 Algemene specificaties* voor de juiste dwarsdoorsnede en lengte van de motorkabel.

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.
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.

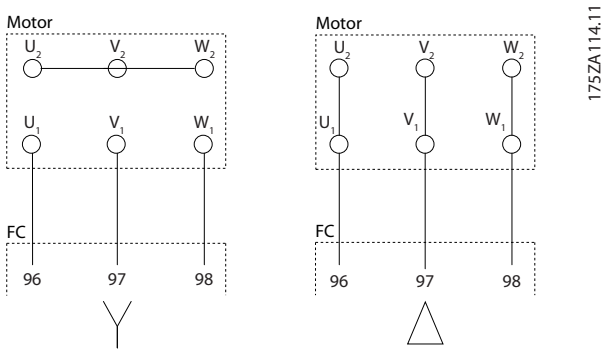
Alle typen driefasige asynchrone standaardmotoren kunnen op de frequentieomvormer worden aangesloten. Kleine motoren worden gewoonlijk in ster geschakeld (230/400 V, Y). Grote motoren zijn gewoonlijk in driehoekschakeling geschakeld (400/690 V, Δ). Kijk op het motortypeplaatje voor de juiste aansluitmodus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

Zie de *FCD 302 Bedieningshandleiding*, MG04F, voor informatie over de installatie van net- en motorkabels.

Klemnr.	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 3.4 Motoraansluitklemmen

[1)]Aardverbinding (veiligheidsaarde)

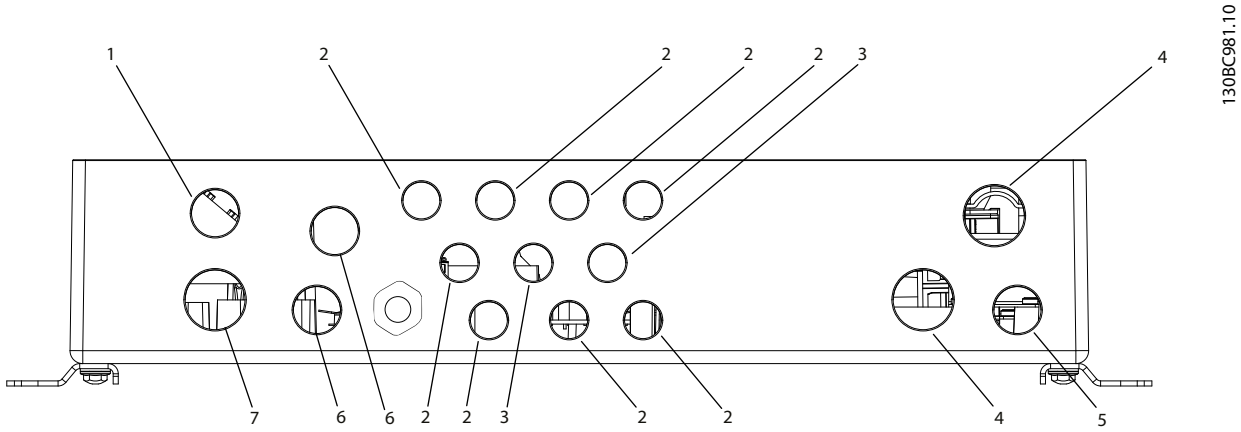


Afbeelding 3.7 Ster- en driehoekschakelingen

NB

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

3



Afbeelding 3.8 Kabelinvoergaten – grote eenheid

1	Rem M20
2	8 x M16
3	2 x M20
4	Netkabels M25
5	M20
6	24 V M20
7	Motor M25

Tabel 3.5 Legenda

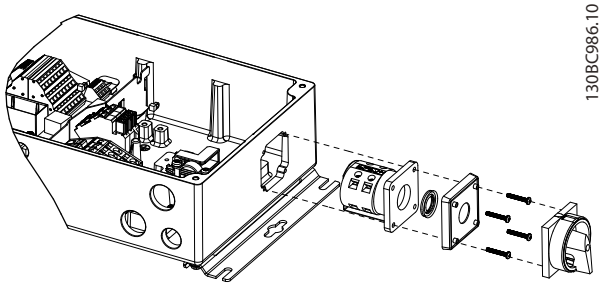
3.3.2 Werkschakelaars

De frequentieomvormer is leverbaar met een optionele

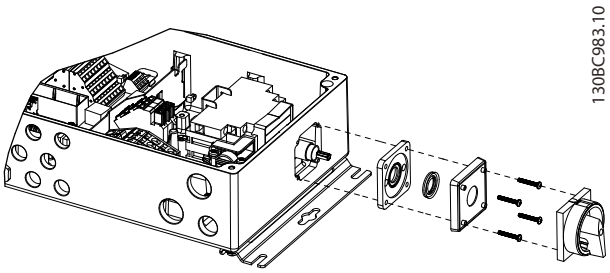
- werkschakelaar aan netzijde of motorzijde;
- ingebouwde stroomonderbreker aan netzijde (grote eenheden).

Specificeer de relevante vereiste bij het bestellen.

Afbeelding 3.9 en *Afbeelding 3.10* tonen voorbeelden van een configuratie voor grote eenheden.



Afbeelding 3.9 Locatie van werkschakelaar, netzijde, grote eenheden (IP 66/Type 4X binnen)



Afbeelding 3.10 Locatie van stroomonderbreker, netzijde, grote eenheden

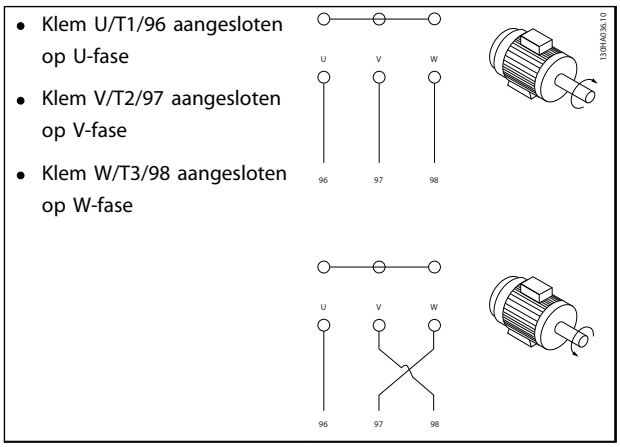
3.3.3 Extra motorgegevens

3.3.3.1 Motorkabel

De motor moet worden aangesloten op de klemmen U/T1/96, V/T2/97 en W/T3/98. Aarde naar klem 99. Alle typen driefasige asynchrone standaardmotoren kunnen door een frequentieomvormer worden bestuurd. De draairichting is rechtsom op basis van de fabrieksinstelling. Hierbij is de uitgang van de frequentieomvormer aangesloten zoals aangegeven in *Tabel 3.6*:

Klemnummer	Functie
96, 97, 98, 99	Netvoeding U/T1, V/T2, W/T3 Aardverbinding

Tabel 3.6 Motoraansluiting – fabrieksinstelling



Tabel 3.7 Motoraansluiting – draairichting

De draairichting kan worden gewijzigd door de twee 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.

3.3.3.2 Thermische motorbeveiliging

Het thermisch relais in de frequentieomvormer is UL-goedgekeurd voor enkelvoudige motorbeveiliging wanneer parameter *1-90 Therm. motorbeveiliging* is ingesteld op *ETR-uitsch.* en *1-24 Motorstroom* is ingesteld op de nominale motorstroom (zie motortypeplaatje).

3.3.3.3 Parallelle aansluiting van motoren

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

- Voor toepassingen met parallelle motoren wordt aanbevolen om de U/f-modus te selecteren in *1-01 Motorbesturingsprincipe* [0]. Stel de U/f-grafiek in via *1-55 U/f-karakteristiek - U* en *1-56 U/f-karakteristiek - F*.
- In sommige toepassingen kan de modus VVC+ worden gebruikt.
- De totale stroom die door de motoren wordt opgenomen, mag niet groter zijn dan de nominale uitgangsstroom I_{INV} van de frequentieomvormer.
- Als er bij diverse motorvermogens grote verschillen zijn in de weerstand van de wikkelingen kunnen startproblemen ontstaan vanwege een te lage motorspanning bij lage snelheden.
- Het thermische relais (ETR) van de frequentieomvormer kan niet worden gebruikt als motorbeveiliging voor de afzonderlijke motoren. Daarom zijn er extra motorbeveiligingen nodig, zoals thermistoren in elke motorwikkeling of aparte thermische relais. (Stroomonderbrekers zijn niet geschikt als beveiliging.)

NB

Een installatie waarbij kabels worden aangesloten op een gezamenlijke verbinding, zoals in het eerste voorbeeld in de afbeelding, wordt alleen aanbevolen bij gebruik van korte kabels.

NB

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

De gespecificeerde totale lengte van de motorkabel in *6 Specificaties* is van toepassing zolang de parallelle kabels kort worden gehouden (elk korter dan 10 m).

3.3.3.4 Motorisolatie

Voor motorkabels ≤ de maximale kabellengte zoals aangegeven in *6.3 Algemene specificaties* worden de volgende motorisolatiewaarden aangeraden, omdat de piekspanning twee keer zo hoog kan worden als de DC-tussenkringspanning of 2,8 keer zo hoog als de netspanning, vanwege transmissielijneffecten in de motorkabel. Wanneer de motor een lagere isolatiewaarde heeft, wordt aangeraden om gebruik te maken van een dU/dt- of sinusfilter.

Nominale netspanning	Motorisolatie
$U_N \leq 420$ V	Standaard $U_{LL} = 1300$ V
420 V < $U_N \leq 500$ V	Versterkt $U_{LL} = 1600$ V

Tabel 3.8 Netspanning en motorisolatie

3.3.3.5 Motorlagerstromen

Alle motoren die worden gebruikt met FC 302 frequentie-omvormers met een vermogen van 90 kW of hoger moeten zijn uitgerust met NDE (Non-Drive End) geïsoleerde lagers om circulerende lagerstromen te voorkomen. Om de DE (Drive End) lager- en asstromen tot een minimum te beperken, is een juiste aarding van de omvormer, motor, aangedreven machine en motor voor de aangedreven machine vereist.

Standaard beperkingsstrategieën

1. Gebruik een geïsoleerde lager.
2. Hanteer zeer strikte installatieprocedures.
   - Zorg ervoor dat de motor en belastingsmotor zijn uitgelijnd.
   - Volg de EMC-installatierichtlijnen strikt op.
   - Versterk de PE zodat de hoogfrequentimpedantie in de PE lager is dan in de ingangvoedingskabels.
   - 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.
   - 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.
   - Maak een directe aardverbinding 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 de minimale snelheidsinstelling, indien mogelijk.
8. Probeer ervoor te zorgen dat de lijnspanning is gebalanceerd ten opzichte van de aarde. 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.

3.3.4 Extreme bedrijfscondities

Kortsluiting (motorfase-fase)
De frequentieomvormer is beveiligd tegen kortsluiting door middel van stroommetingen in elk van de drie motorfasen of in de DC-tussenkring. Een kortsluiting tussen twee uitgangsfasen veroorzaakt een overstroom in de omvormer. De omvormer wordt afzonderlijk uitgeschakeld als de kortsluitstroom de toegestane waarde (Alarm 16 Uit & blokk.) overschrijdt.
Zie de ontwerprichtlijnen voor het beveiligen van de frequentieomvormer tegen kortsluiting aan de loadsharing- en remuitgangen.

Schakelen aan de uitgang
Schakelen aan de uitgang tussen de motor en de frequentieomvormer is toegestaan. Het is niet mogelijk de frequentieomvormer te beschadigen door aan de uitgang te schakelen. Er kunnen echter wel foutmeldingen worden gegenereerd.

Door de motor gegenereerde overspanning
De spanning in de tussenkring neemt toe wanneer de motor als generator werkt, en wel in de volgende situaties:

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

frequentieomvormer is zodanig ontworpen dat het optreden van tegen-EMK wordt voorkomen: de waarde van *4-19 Max. uitgangsfreq.* wordt 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*..
Wanneer er een kans bestaat dat de motor overtoeren maakt (bijv. vanwege overmatig 'windmilling'), raden we aan om een remweerstand te monteren.

NB

De frequentieomvormer moet zijn uitgerust met een remchopper.

De besturingseenheid probeert de uitloop indien mogelijk te corrigeren (*2-17 Overspanningsreg.*).
Om de transistoren en de tussenkringcondensatoren te beschermen, schakelt de omvormer uit wanneer een bepaald spanningsniveau is bereikt.
Zie *2-10 Remfunctie* en *2-17 Overspanningsreg.* om de methode te selecteren om het spanningsniveau van de tussenkring te regelen.

NB

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

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

Statische overbelasting in VVC+-modus
Wanneer de frequentieomvormer overbelast is, zal de besturingseenheid de uitgangsfrequentie verlagen om de belasting te verminderen. Overbelasting is gedefinieerd als het bereiken van de ingestelde koppelbegrenzing in *4-16 Koppelbegrenzing motormodus*/*4-17 Koppelbegrenzing generatormodus*.
Bij extreme overbelasting zorgt een stroom ervoor dat de frequentieomvormer na ongeveer 5-10 seconden uitschakelt.

Na activering van de koppelbegrenzing blijft de frequentieomvormer nog beperkte tijd (0-60 s) ingeschakeld, volgens de instelling in *14-25 Uitsch.vertr. bij Koppelbegr.*

3.3.4.1 Thermische motorbeveiliging

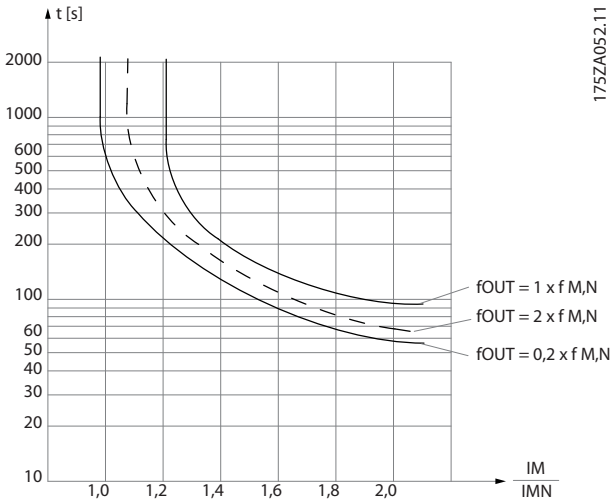
Om de toepassing te beschermen tegen ernstige beschadigingen beschikt de frequentieomvormer over diverse speciale functies

Koppelbegr.
Dankzij de koppelbegrenzingsfunctie wordt de motor bij alle snelheden beschermd tegen overbelasting. Selecteer de koppelbegrenzingen in *4-16 Koppelbegrenzing motormodus* en/of *4-17 Koppelbegrenzing generatormodus*. Stel in *14-25 Uitsch.vertr. bij Koppelbegr.* in hoe lang het duurt voordat de frequentieomvormer wordt uitgeschakeld na een koppelbegrenzingswaarschuwing.

Stroombegr.
Selecteer de stroomgrens in *4-18 Stroombegr.*. Stel in *14-24 Uitsch.vertr. bij stroombegr.* in hoe lang het duurt voordat de frequentieomvormer wordt uitgeschakeld na een stroomgrenswaarschuwing.

Min. snelheidsbegrenzing
(*4-11 Motorsnelh. lage begr. [RPM]* of *4-12 Motorsnelh. lage begr. [Hz]*) beperk het bereik van de bedrijfssnelheid 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 voor de omvormer

ETR (thermisch relais)
De ETR-functie meet de actuele stroom, snelheid en tijd voor het berekenen van de motortemperatuur en beschermt de motor tegen oververhitting (waarschuwing of uitschakeling). Er is ook een externe thermistoringang beschikbaar: ETR is een elektronische functie die een bimetaalrelais simuleert op basis van interne metingen. De karakteristieken worden getoond in *Afbeelding 3.11*:



Afbeelding 3.11 ETR-functies

Afbeelding 3.11: 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 omvormer uitschakelt. De curven tonen een karakteristieke nominale snelheid bij

twee keer de nominale snelheid en bij 0,2 keer de nominale snelheid.
Bij lagere snelheden schakelt de ETR uit bij een lagere warmte vanwege de verminderde koeling van de motor. Op die manier wordt de motor zelfs bij lage snelheden beschermd tegen oververhitting. De ETR-functie berekent de motortemperatuur op basis van de actuele stroom en snelheid. De berekende temperatuur kan worden uitgelezen via *16-18 Motor therm.* in de frequentieomvormer.

3.4 Omvormer-/optieselecties

3.4.1 Stuurkabels en klemmen

3.4.1.1 Stuurkabelroute

De externe 24 V DC-voeding kan worden gebruikt als laagspanningsvoeding voor de stuurkaart en eventuele geïnstalleerde optiekaarten. Hierdoor kan het LCP (incl. parameterinstellingen) volledig functioneren zonder aansluiting op het net.

NB

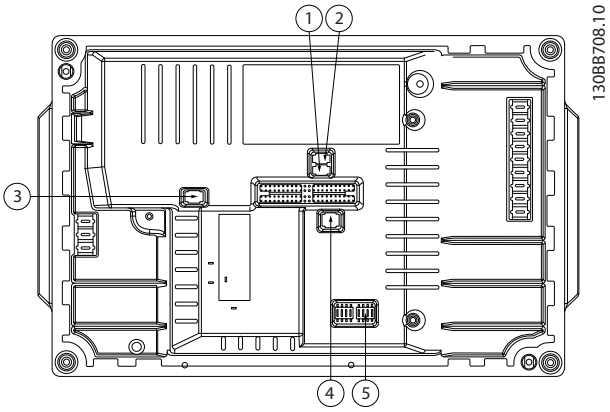
Wanneer 24 V DC is aangesloten wordt er een waarschuwing voor lage spanning gegenereerd; maar vindt er geen uitschakeling (trip) plaats.

⚠WAARSCHUWING

Gebruik een 24 V DC-voeding van het type PELV om te zorgen voor een juiste galvanische scheiding (type PELV) op de stuurklemmen van de frequentieomvormer.

3.4.1.2 DIP-switches

- De analoge ingangsklemmen 53 en 54 kunnen worden ingesteld als ingangssignalen voor spanning (0-10 V) of stroom (0-20 mA).
- Stel de schakelaars S201 (klem 53) en S202 (klem 54) in voor het gewenste signaaltype. AAN is voor stroom, UIT is voor spanning.
- Klem 53 is standaard ingesteld voor een snelheidsreferentie in een regeling zonder terugkoppeling.
- Klem 54 is standaard ingesteld voor een terugkoppelingssignaal in een regeling met terugkoppeling.



Afbeelding 3.12 Positie van DIP-switches

1	S201 – klem 53
2	S202 – klem 54
3	S801 – standaardbusafsluiting
4	Profibus-afsluiting
5	Veldbusadres

Tabel 3.9 Legenda

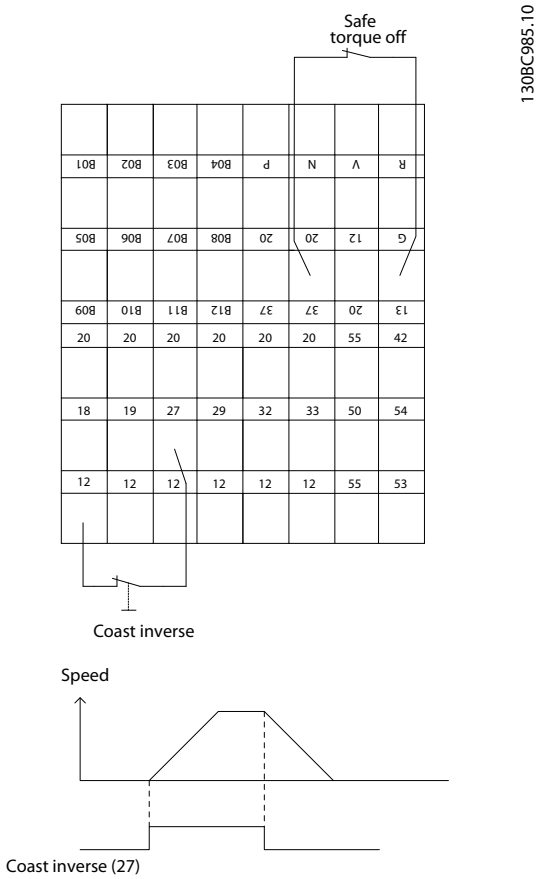
NB

Schakelaar 4 en 5 gelden alleen voor eenheden met veldbusopties.

3.4.1.3 Eenvoudig bedradingsvoorbeeld

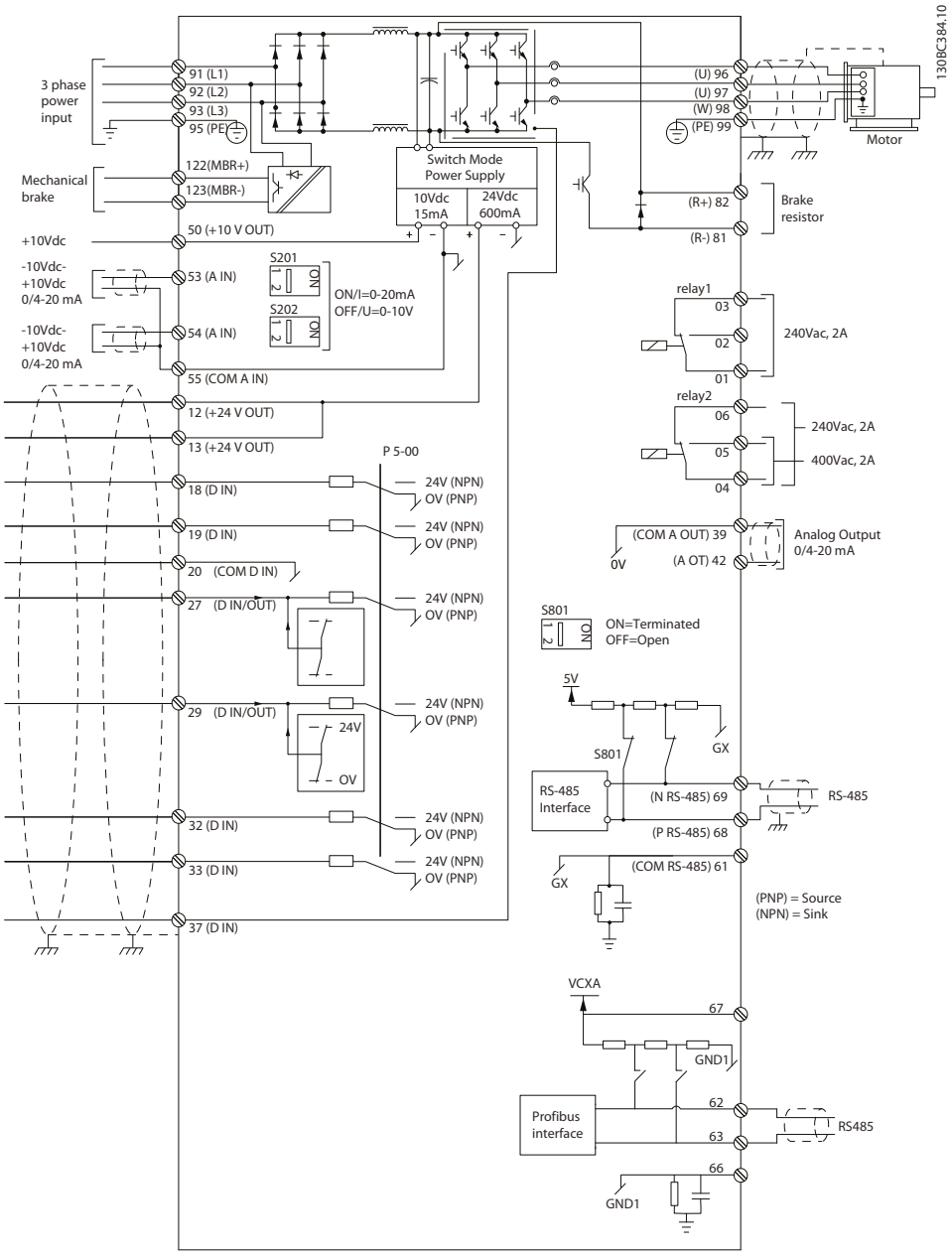
Sluit de klemmen 27 en 37 aan op de +24 V-klemmen 12 en 13, zoals aangegeven in *Afbeelding 3.13*.

Standaardinstellingen:
27 = Vrijloop geïnv. *5-10 Klem 18 digitale ingang* [2]
37 = Veilige uitschakeling van het koppel geïnverteerd



Afbeelding 3.13 Eenvoudig bedradingsvoorbeeld

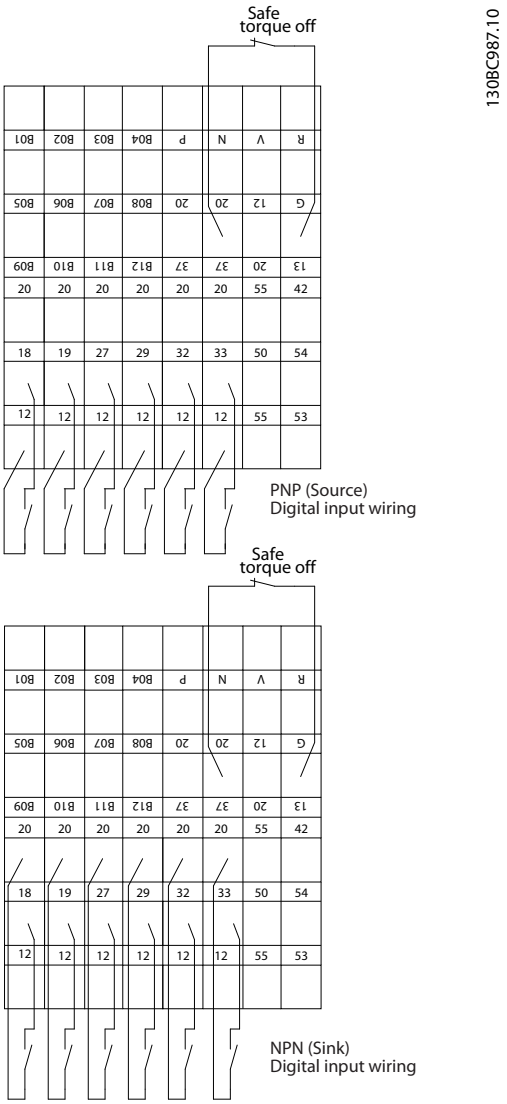
3.4.1.4 Elektrische installatie, Stuurkabels



Afbeelding 3.14 Elektrische klemmen zonder opties

A = analoog, D = digitaal
Klem 37 wordt gebruikt voor Veilige stop.
Relais 2 heeft geen functie wanneer de frequentieomvormer is voorzien van een uitgang voor een mechanische rem.

Bij zeer lange stuurkabels en analoge signalen kunnen in uitzonderlijke gevallen aardlussen van 50/60 Hz voorkomen als gevolg van ruis via de netvoedingskabels. In dat geval kan het nodig zijn om de afscherming te doorbreken of een condensator van 100 nF te plaatsen tussen de afscherming en het chassis. Sluit de digitale en analoge in- en uitgangen afzonderlijk aan op de gemeenschappelijke ingangen (klem 20, 55, 39) om te voorkomen dat aardstromen van deze groepen andere groepen beïnvloedt. Het inschakelen van de digitale ingang kan bijvoorbeeld het analoge ingangssignaal verstoren.



Afbeelding 3.15 Ingangspolariteit van stuurklemmen

NB

Gebruik afgeschermde/gewapende kabels om te voldoen aan de EMC-emissienormen. Bij gebruik van een niet-afgeschermde/niet-gewapende kabel: zie *2.2.2 EMC-testresultaten* voor meer informatie.

3.4.1.5 Relaisuitgang

De relaisuitgang met de klemmen 01, 02, 03 en 04, 05, 06 heeft een capaciteit van maximaal 240 V AC, 2 A en minimaal 24 V DC, 10 mA of 24 V AC, 100 mA. De uitgang kan worden gebruikt voor het aangeven van status en waarschuwingen. De twee relais bevinden zich op de installatiekaart. Ze zijn te programmeren via parametergroep 5-4*. De relais zijn omschakelcontacten, dat wil zeggen een moedercontact met één maakcontact (NO) en één verbreekcontact (NC). De contacten van elk relais zijn geclassificeerd voor maximaal 240 V AC bij 2 A.

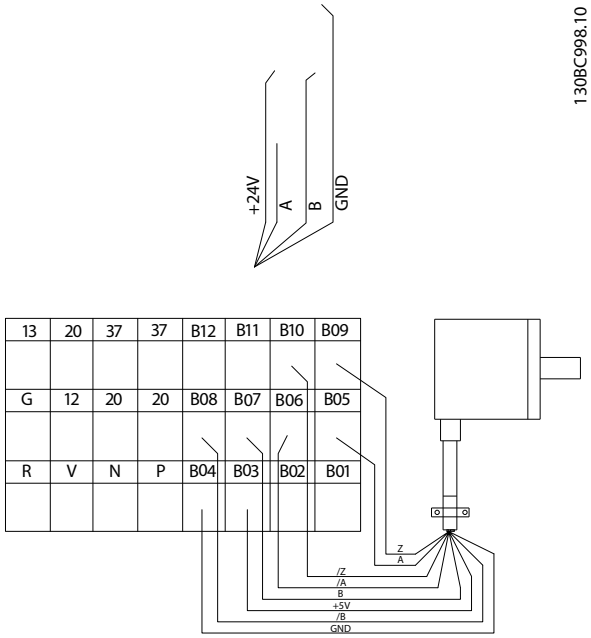
Relais 1

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

Relais 2

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

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



Afbeelding 3.16 Relaisaansluiting

3.4.2 Remweerstanden

In bepaalde toepassingen is het nodig om kinetische energie af te breken. In deze frequentieomvormer wordt de energie niet teruggevoerd naar het net. In plaats daarvan moet de kinetische energie worden omgezet in warmte, en dit gebeurt door te remmen met behulp van een remweerstand.

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 omvormer verhogen. In toepassingen waarbij veel moet worden geremd en/of met hoge traagheidsbelastingen kan deze verhoging leiden tot uitschakeling (trip) 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 remweerstanden zijn leverbaar in diverse typen, voor interne of externe installatie in/aan de frequentieomvormer. De betreffende bestelnummers zijn te vinden in *5.2.1 Bestelnummer: Accessoires*.

3.4.2.1 Remweerstanden 10%

Bij frequentieomvormers die zijn uitgerust met de dynamische-remoptie, is elke omvormermodule voorzien van één rem-IGBT plus de klemmen 81 (R-) en 82 (R+) voor het aansluiten van een of meer remweerstanden.
Maak bij interne remweerstanden gebruik van:

Remweerstand 1750 Ω 10 W/100%	Voor montage in de installatiekast onder de motorklemmen
Remweerstand 350 Ω 10 W/ 100%	Voor montage in de installatiekast onder de motorklemmen

Tabel 3.10 Remweerstanden 10%

3.4.2.2 Remweerstand 40%

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 overbelasting bij eventuele oververhitting van de remweerstand.

Nr.	81 (optionele functie)	82 (optionele functie)	Remweerstand-klemmen
	R-	R+	

Tabel 3.11 Remweerstanden 40%

- De aansluitkabel naar de remweerstand moet zijn afgeschermd/gewapend. Sluit de afscherming door middel van kabelklemmen aan op de metalen behuizing van de frequentieomvormer en op de metalen behuizing van de remweerstand.
- Pas de doorsnede van de bekabeling voor de remweerstand aan het remkoppel aan.

3.4.3 Speciale omstandigheden

In bepaalde speciale omstandigheden, waarbij de werking van de omvormer in gevaar kan komen, moet rekening worden gehouden met reductie. Onder bepaalde omstandigheden moet het reduceren handmatig worden gedaan. In andere omstandigheden past de omvormer automatisch een bepaalde mate van reductie toe, indien nodig. Dit dient om de prestaties in kritische situaties te waarborgen en het alternatief, uitschakeling (trip), in dergelijke gevallen te voorkomen.

3.4.3.1 Handmatige reductie

Handmatige reductie moet worden overwogen voor:

- Luchtdruk – relevant voor installaties op hoogtes boven 1000 m
- Motorsnelheid – bij continubedrijf bij lage toerentallen in toepassingen met een constant koppel
- Omgevingstemperatuur – relevant voor omgevingstemperaturen boven 50 °C

Neem contact op met Danfoss voor de toepassingsnotie met tabellen en meer informatie. Dit document gaat enkel in op situaties waarbij de motor op lage snelheden werkt.

3.4.3.2 Automatische reductie

De omvormer controleert continu op kritische niveaus:

- Kritisch hoge temperatuur op de stuurkaart van het koellichaam
- Hoge motorbelasting
- Hoge DC-tussenkringspanning
- Lage motorsnelheid

Als reactie op een kritisch niveau past de frequentieomvormer de schakelfrequentie aan. Bij kritisch hoge interne temperaturen en een lage motorsnelheid kan de omvormer ook het PWM-patroon forceren naar SFAVM.

NB

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

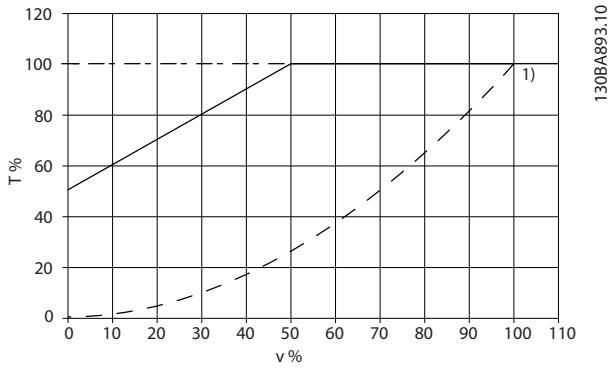
3

3.4.3.3 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 toepassingen met een 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 kiezen. Het ontwerp van de frequentieomvormer legt echter beperkingen op voor het vermogen van de motor.

Toepassingen met variabel (kwadratisch) koppel (VT-modus)
In toepassingen met een variabel koppel, zoals centrifugaalpompen en -ventilatoren, is het koppel evenredig met het kwadraat van de snelheid en is het vermogen evenredig met de derde macht van de snelheid. In dergelijke toepassingen is aanvullende koeling of reductie van de motor niet nodig. In *Afbeelding 3.17* blijft de typische VT-curve bij alle snelheden onder het maximale koppel met reductie en het maximale koppel met geforceerde koeling.



Afbeelding 3.17 Toepassingen met variabel koppel (VT) – maximale belasting voor een standaardmotor bij 40 °C

Item	Beschrijving
————	Maximaal koppel
— — — —	Typisch koppel bij VT-belasting

Tabel 3.12 Legenda – toepassingen met variabel koppel

NB

Werking in oversynchrone snelheid zal ertoe leiden dat het beschikbare motorkoppel omgekeerd evenredig afneemt met de toename in snelheid. Hiermee moet tijdens de ontwerpfase rekening worden gehouden om overbelasting van de motor te voorkomen.

3.4.4 EMC

3.4.4.1 EMC-correcte kabels

Hieronder volgt een richtlijn voor goede technische werkpraktijken tijdens het installeren van frequentieomvormers. Volg deze richtlijnen op om te voldoen aan EN 61800-3 *Eerste omgeving*. Bij een installatie volgens EN 61800-3 *Tweede omgeving*, d.w.z. industriële netwerken, of in een installatie met een eigen transformator mag van onderstaande richtlijnen worden afgeweken. Dit wordt echter niet aanbevolen. Zie ook *1.4.3 CE-markering*, *2.2.1 Algemene aspecten van EMC-emissies* en *2.2.2 EMC-testresultaten*.

Goede werkpraktijken voor het uitvoeren van een EMC-correcte elektrische installatie:

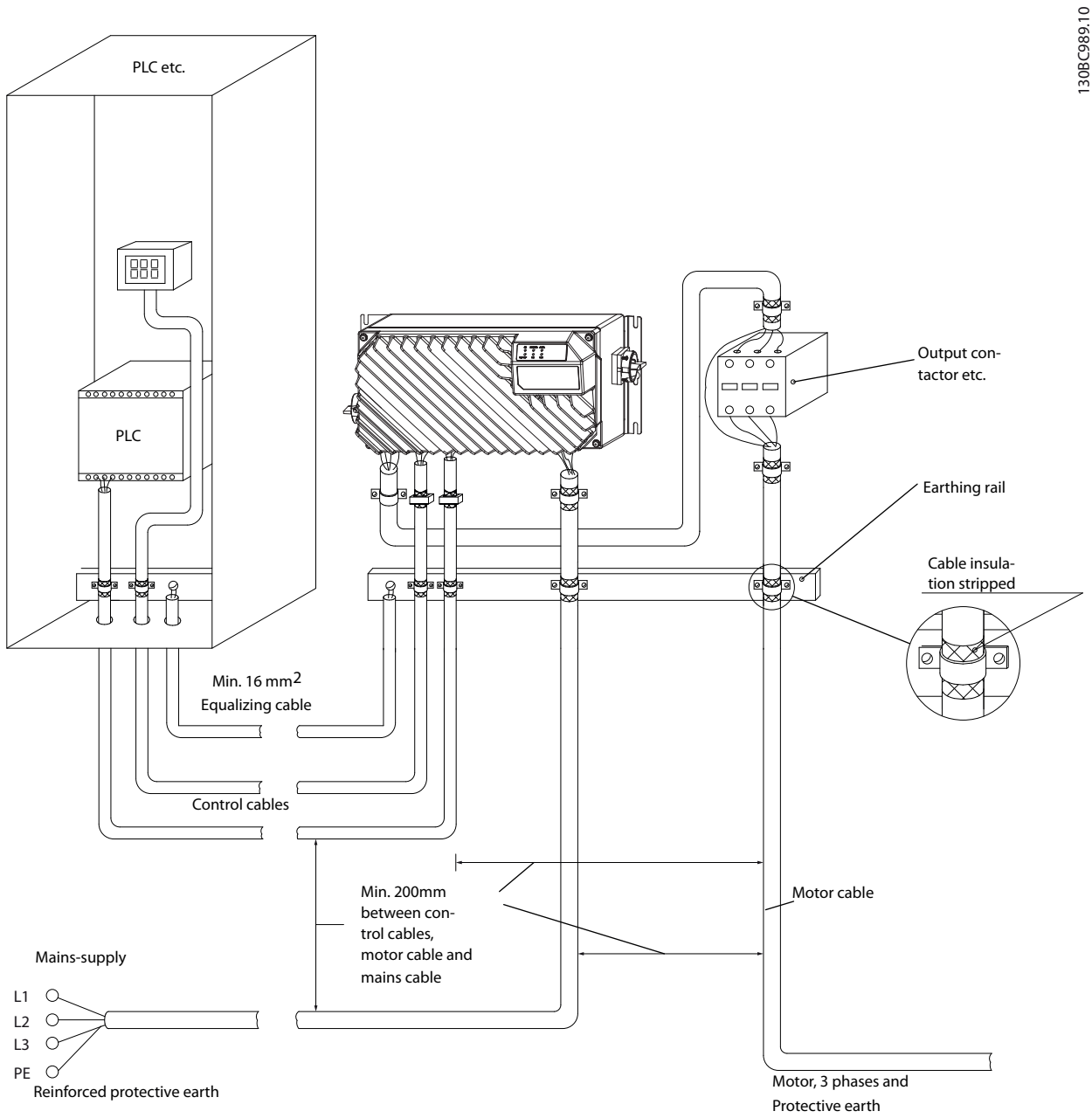
- Gebruik alleen gevlochten, afgeschermde/gewapende motorkabels en gevlochten, afgeschermde/gewapende stuurkabels. De afscherming moet een dekking van minimaal 80% bieden. De afscherming moet van metaal zijn, gewoonlijk (maar niet per se) koper, aluminium, staal of lood. Er gelden geen speciale vereisten voor de netkabel.
- Voor installaties waarbij stijve metalen leidingen worden gebruikt, zijn geen afgeschermde kabels nodig, maar de motorkabel moet wel in een andere leiding worden geïnstalleerd dan de stuurkabel en netkabel. De doorvoerbuis moet de volledige afstand tussen omvormer en motor overbruggen. De EMC-karakteristieken van flexibele leidingen lopen zeer uiteen en daarvoor is informatie van de fabrikant vereist.
- Sluit de afscherming/wapening/doorvoerbuis voor zowel motorkabels als stuurkabels aan beide uiteinden aan op aarde. Soms is het niet mogelijk om de afscherming aan beide uiteinden aan te sluiten. In dat geval moet de afscherming aan de kant van de frequentieomvormer worden aangesloten.
- Vermijd afsluiting van de afscherming/wapening door middel van gedraaide kabeluiteinden (pigtails). Een dergelijke afsluiting verhoogt de afschermingsimpedantie bij hoge frequenties, wat het rendement bij hoge frequenties vermindert. Gebruik in plaats daarvan kabelklemmen of EMC-kabelpakkingen met lage impedantie.

- Vermijd waar mogelijk het gebruik van niet-afgeschermde/niet-gewapende motorkabels of stuurkabels binnen behuizingen voor de omvormer(s).

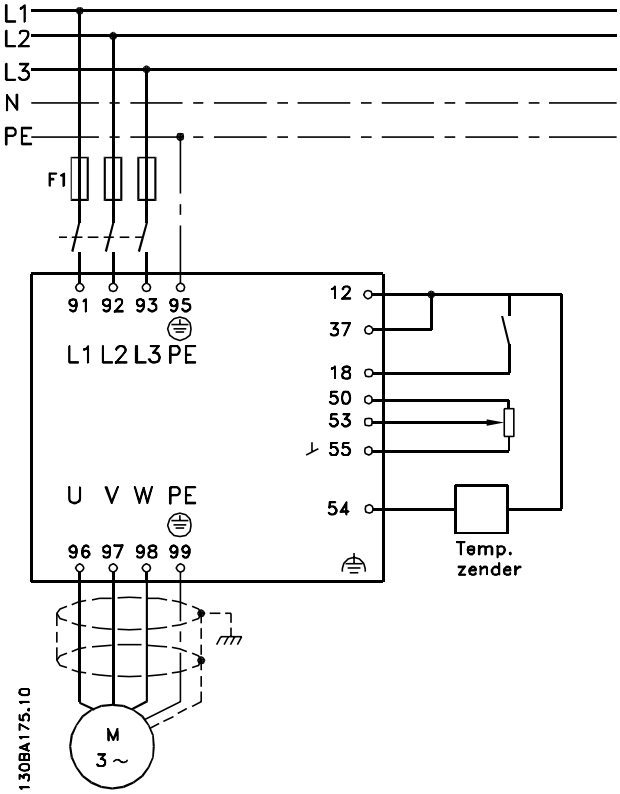
Laat de afscherming zo ver mogelijk doorlopen tot aan de connectoren.

Afbeelding 3.18 toont een voorbeeld van een EMC-correcte elektrische installatie voor een IP 20-frequentieomvormer. De frequentieomvormer is aangesloten op een PLC die in een afzonderlijke behuizing is geïnstalleerd. Andere installatiemethoden kunnen ook goede EMC-karakteristieken opleveren, op voorwaarde dat de bovenstaande richtlijnen in acht worden genomen.

Als de installatie niet volgens de richtlijnen wordt uitgevoerd en niet-afgeschermde kabels en stuurkabels worden gebruikt, wordt aan sommige emissievereisten niet voldaan, ook al wordt wel aan de immuniteitsvereisten voldaan. Zie sectie *2.2.2 EMC-testresultaten*.



Afbeelding 3.18 EMC-correcte elektrische installatie van een frequentieomvormer.

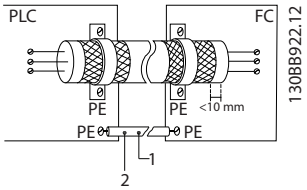


Afbeelding 3.19 Elektrisch aansluitschema

3.4.4.2 Aarding van afgeschermde stuurkabels

Correcte afscherming

In de meeste gevallen kunt u de stuurkabels het beste vastzetten met behulp van de aanwezige afschermingsklemmen aan beide uiteinden. Dit zorgt voor het best mogelijke contact bij hoogfrequentkabels.
Als het aardpotentiaal van de frequentieomvormer en de PLC verschillend zijn, kan er elektrische ruis optreden die het hele systeem verstoort. Dit probleem is te verhelpen door een vereffeningskabel naast de stuurkabel te plaatsen. Minimale kabeldoorsnede: 16 mm²



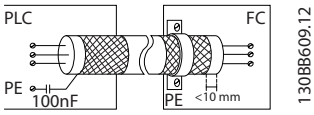
Afbeelding 3.20 Afscherming van stuurkabels

1	Min. 16 mm²
2	vereffeningskabel

Tabel 3.13 Legenda

Aardlussen van 50/60 Hz

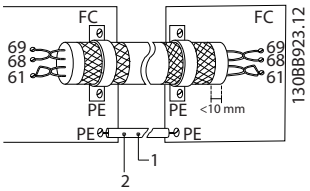
Bij gebruik van zeer lange stuurkabels kunnen er aardlussen ontstaan. Om aardlussen te elimineren, sluit u één uiteinde van de afscherming op aarde aan via een condensator van 100 nF (uitlopers kort houden).



Afbeelding 3.21 Afscherming voor aardlussen van 50/60 Hz

Voorkom EMC-ruis op seriële communicatie

Deze klem wordt via een interne RC-koppeling geaard. Gebruik kabels met gedraaide aderparen om interferentie tussen geleiders te beperken. De aanbevolen methode wordt getoond in *Afbeelding 3.22*.

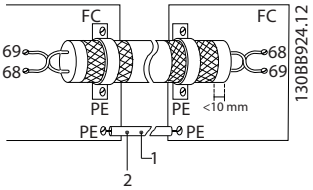


Afbeelding 3.22 Afscherming om EMC-ruis te beperken, seriële communicatie

1	Min. 16 mm²
2	vereffeningskabel

Tabel 3.14 Legenda

De aansluiting op klem 61 kan eventueel ook worden weggelaten:



Afbeelding 3.23 Afscherming om EMC-ruis te beperken, seriële communicatie, zonder klem 61

1	Min. 16 mm²
2	vereffeningskabel

Tabel 3.15 Legenda

3.4.4.3 RFI-schakelaar

Netvoeding geïsoleerd van aarde
Als de frequentieomvormer stroom ontvangt via een geïsoleerde netbron (IT-net, driehoekschakeling (zwevend of één zijde geaard)) of TT/TN-S met één zijde geaard, moet de RFI-schakelaar via *14-50 RFI-filter* op de omvormer worden ingesteld op *Uit*.
Stel *14-50 RFI-filter* in andere gevallen in op *Aan*.
Meer informatie hierover is te vinden in:

- IEC 364-3,
- toepassingsnotitie *VLT on IT mains*, MN90C. Het is belangrijk om isolatiebewaking toe te passen die samen met vermogenselektronica kan worden gebruikt (IEC 61557-8).

3.4.5 Interferentie via het net/ harmonischen

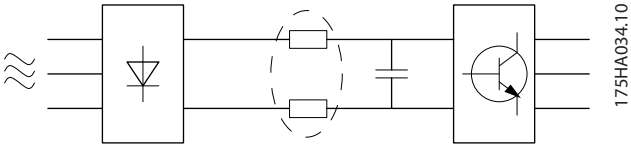
3.4.5.1 Interferentie via het net/ harmonischen

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 sinus-golfstromen 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 Hz	250 Hz	350 Hz

Tabel 3.16 Harmonische stromen

De harmonische stromen dragen niet rechtstreeks bij tot 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 3.24 Tussenkringspoelen

NB

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

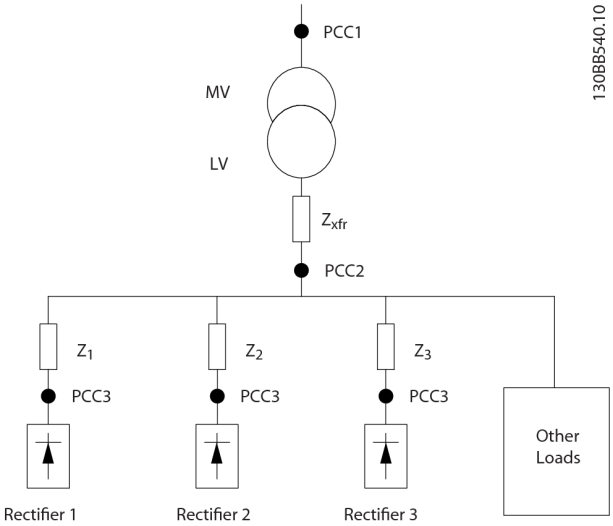
	Ingangsstroom
I_{RMS}	1,0
I_1	0,9
I_5	0,4
I_7	0,2
I_{11-49}	< 0,1

Tabel 3.17 Harmonische stromen vergeleken met de RMS-ingangsstroom:

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

3.4.5.2 Effect van harmonischen in een vermogensdistributiesysteem

In *Afbeelding 3.25* 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 3.25 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. Spannings-vervorming 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 distributie-systeem en de relevante impedanties bekend zijn.

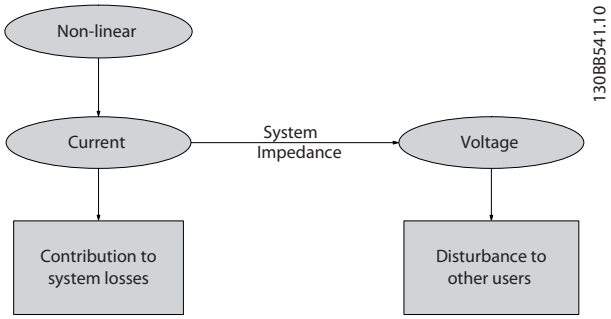
Een gangbare term voor het beschrijven van de impedantie van een net is de short-circuit ratio (kortsluit-verhouding) R_{sce}, gedefinieerd als de verhouding tussen het kortsluitvermogen van het net bij het PCC (S_{sc}) en het nominale schijnbare vermogen van de belasting (S_{equ}).

$$R_{sce} = \frac{S_{ce}}{S_{equ}}$$

waarbij $S_{sc} = \frac{U^2}{Z_{voeding}}$ en $S_{equ} = U \times I_{equ}$

Het negatieve effect van harmonischen is tweeledig

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



Afbeelding 3.26 Negatieve effecten van harmonischen

3.4.5.3 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 ondergedimen-sioneerd. Door gebruik te maken van aanvullende maatregelen voor beperking van de harmonischen in de installatie of door te kiezen voor speciale omvormers met lage harmonischen 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 *Advanced Harmonic Filter Design Guide 005/010*, MG80C, voor specifieke details over elke norm.

3.4.5.4 Beperking van de harmonischen

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

- VLT 12-pulsomvormers
- VLT AHF-filters
- VLT Low Harmonic Drives
- VLT 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.)

3.4.5.5 Harmonischenberekening

Het bepalen van de mate van spanningsvervuiling op het net en de benodigde voorzorgsmaatregelen wordt gedaan met behulp van de Danfoss MCT 31-rekensoftware. Via *www.danfoss.com* kunt u de VLT® Harmonischencalculator MCT 31 gratis downloaden. De software is gebruikersvrien-delijk en beperkt zich enkel tot het gebruik van systeemparameters die gewoonlijk toegankelijk zijn.

Maak gebruik van RCD-relais, meervoudige veiligheids-aarding of aarding als extra beveiliging, op voorwaarde dat de installatie voldoet aan de lokale veiligheidsvoor-schriften.
Een aardingsfout kan in de ontladingsstroom een gelijk-stroom veroorzaken.
Als RCD-relais worden gebruikt, moeten deze voldoen aan de lokale voorschriften. De relais moeten geschikt zijn voor het beschermen van driefaseapparatuur met een bruggelij-krichter en een korte ontladingsstroom bij het inschakelen via RCD's. Zie *2.4 Aardlekstroom* voor meer informatie.

3.4.6 Uiteindelijke setup en test

3.4.6.1 Hoogspanningstest

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

⚠WAARSCHUWING

Bij het uitvoeren van hoogspanningstesten op de hele installatie moet de aansluiting van het net en de motor worden onderbroken wanneer de lekstromen te hoog zijn.

3.4.6.2 Aarding

Om elektromagnetische compatibiliteit (EMC) te realiseren, moeten bij het installeren van een frequentieomvormer de volgende basisprincipes worden gevolgd.

- Veiligheidsaarding: denk eraan dat de frequentie-omvormer een hoge lekstroom heeft en om veiligheidsredenen op degelijke wijze moet worden geaard. Volg de lokale veiligheidsvoor-schriften op.
- Hoogfrequentaarding: houd de aardverbindingen zo kort mogelijk.

Sluit de verschillende aardingssystemen aan met de laagst mogelijke geleiderweerstand. De laagste geleiderweerstand wordt verkregen door de geleider zo kort mogelijk te houden en een zo groot mogelijk oppervlak te gebruiken. De metalen kasten van de diverse apparaten zijn met de laagst mogelijke HF-impedantie gemonteerd op de achterwand van de kast. Hiermee worden verschillende HF-spanningen op de afzonderlijke systemen vermeden en wordt het risico op interferentie in de verbindingskabels tussen de apparaten voorkomen. Zo wordt interferentie geminimaliseerd.
Voor een zo laag mogelijke HF-impedantie moeten de bevestigingsbouten van het systeem als HF-aansluitpunt op de achterwand worden gebruikt. Verwijder eventuele isolerende verf of soortgelijk materiaal van de bevesti-gingspunten.

3.4.6.3 Aardverbinding

De frequentieomvormer heeft een hoge lekstroom en moet om veiligheidsredenen op degelijke wijze worden geaard conform IEC 61800-5-1.

⚠WAARSCHUWING

De aardlekstroom van de frequentieomvormer bedraagt meer dan 3,5 mA. Om er voor te zorgen dat de aardkabel een goede mechanische aansluiting heeft op de aardver-binding (klem 95) moet een kabeldoorsnede van minimaal 10 mm² worden gebruikt of 2 nominale aarddraden die afzonderlijk zijn afgesloten.

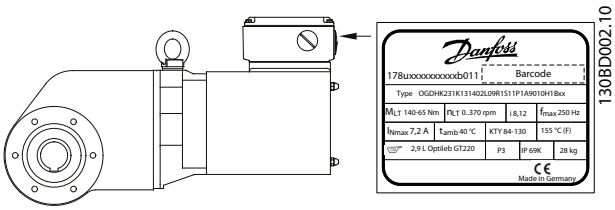
3.4.6.4 Laatste setuptest

Volg onderstaande stappen om de setup te testen en te controleren of de frequentieomvormer operationeel is.

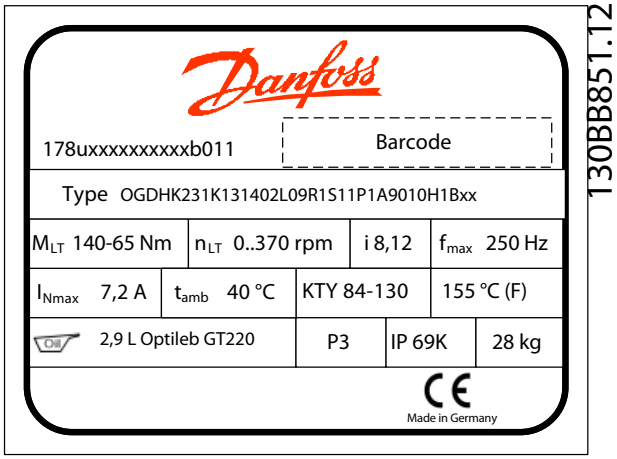
Stap 1. Kijk waar het motortypeplaatje zich bevindt.

NB

De motor kan op twee manieren zijn aangesloten, nl. ster (Y) of driehoek (Δ). Deze informatie vindt u in de gegevens op het typeplaatje van de motor.



Afbeelding 3.27 Locatie motortypeplaatje



Afbeelding 3.28 Motortypeplaatje

Stap 2. Controleer de gegevens van het motortypeplaatje in deze parameterlijst.
Om toegang te krijgen tot deze lijst drukt u eerst op de toets [Quick Menu] en selecteert u vervolgens Q2 *Snelle setup*.

1. *1-20 Motorverm. [kW]*
   1-21 Motorverm. [PK]
2. *1-22 Motorspanning*
3. *1-23 Motorfrequentie*
4. *1-24 Motorstroom*
5. *1-25 Nom. motorsnelheid*

Stap 3. Selecteer OGD-motorgegevens

1. Stel *1-11 Motor Model* in op 'Danfoss OGD LA10'.

Stap 4. Stel de snelheidsbegrenzing en de aan/uitlooptijden in.

Stel de gewenste begrenzingen voor de snelheid en de aan- en uitlooptijd in:

3-02 Minimumreferentie

3-03 Max. referentie

4-11 Motorsnelh. lage begr. [RPM] of
4-12 Motorsnelh. lage begr. [Hz]

4-13 Motorsnelh. hoge begr. [RPM] of
4-14 Motorsnelh. hoge begr. [Hz]

3-41 Ramp 1 aanlooptijd

3-42 Ramp 1 uitlooptijd

3.5 Omgevingsfactoren

3.5.1 Luchtvochtigheid

De frequentieomvormer is ontworpen volgens de norm EN-IEC 60068-2-3, EN 50178 sectie 9.4.2.2 bij 50 °C.

3.5.2 Agressieve omgevingen

Een frequentieomvormer bevat een groot aantal mechanische en elektronische componenten. Deze zijn tot op zekere hoogte gevoelig voor omgevingsfactoren.

⚠VOORZICHTIG

De frequentieomvormer mag daarom niet worden geïnstalleerd in omgevingen waar vloeistoffen, deeltjes of gassen in de lucht aanwezig zijn die de elektrische componenten zouden kunnen beïnvloeden of beschadigen. Als men geen beschermende maatregelen treft, neemt de kans op uitval toe, waardoor de levensduur van de frequentieomvormer wordt verkort.

Beschermingsgraad conform IEC 60529
De veiligestopfunctie mag enkel worden geïnstalleerd en gebruikt in een schakelkast met beschermingsklasse IP 54 of hoger (of vergelijkbare omgeving). Dit is vereist om fouten door kruisen of door vreemde voorwerpen veroorzaakte kortsluiting tussen klemmen, connectoren, sporen en veiligheidscircuits te voorkomen.

Vloeistoffen kunnen via de lucht worden overgedragen en in de frequentieomvormer condenseren, wat kan leiden tot corrosie van de componenten en metalen onderdelen. Stoom, olie en zout water kunnen corrosie van componenten en metalen delen veroorzaken. Gebruik in dergelijke omgevingen apparatuur met een IP 54/55-behuizing. Voor extra bescherming in een dergelijke omgeving kunnen gecoate printplaten worden besteld als optie.

In de lucht aanwezige deeltjes, zoals stof, kunnen leiden tot mechanische, elektrische of thermische storingen in de frequentieomvormer. Een goede aanwijzing voor een te hoge concentratie stof in de lucht zijn stofdeeltjes in de buurt van de ventilator van de frequentieomvormer. In zeer stoffige omgevingen wordt een installatie met een IP 54/55-behuizing of een kast voor IP 00/IP 20/Type 1-apparatuur aanbevolen.

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

Dergelijke chemische reacties hebben al snel een negatief effect op de elektronische onderdelen en kunnen deze beschadigen. Als de apparatuur in een dergelijke omgeving moet worden gebruikt, wordt aanbevolen deze in een kast met toevoer van frisse lucht te monteren om te voorkomen dat agressieve gassen in de buurt van de frequentieomvormer kunnen komen.
Voor extra bescherming in een dergelijke omgeving kunnen gecoate printplaten worden besteld als optie.

NB

Wanneer frequentieomvormers in een agressieve omgeving worden opgesteld, zal dit de kans op uitval verhogen en leiden tot een aanzienlijke verkorting van de levensduur.

Voordat de frequentieomvormer wordt geïnstalleerd, dient de omgevingslucht te worden gecontroleerd op de aanwezigheid van vloeistoffen, deeltjes en gassen. Dit wordt gedaan door bestaande installaties in de betreffende omgeving te observeren. Typische aanwijzingen voor schadelijke, in de lucht aanwezige vloeistoffen zijn bijvoorbeeld water of olie op metalen delen of corrosie van metalen delen.

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

De behuizingen D en E kunnen optioneel worden uitgerust met een backchannel in roestvrij staal om extra bescherming te bieden in agressieve omgevingen. Voor de interne componenten van de frequentieomvormer blijft een goede ventilatie noodzakelijk. Neem contact op met Danfoss voor aanvullende informatie.

3.5.3 Trillingen en schokken

De frequentieomvormer is getest volgens de procedure gebaseerd op de vermelde normen:

De frequentieomvormer voldoet aan de vereisten die gelden wanneer de eenheid aan de wand of op de vloer van een productiehal is gemonteerd of op panelen die met bouten aan de wand of de vloer zijn bevestigd.

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

3.5.4 Akoestische ruis

De akoestische ruis uit de frequentieomvormer is afkomstig uit drie bronnen:

1. DC-tussenkringspoelen
2. Ingebouwde ventilator
3. RFI-filter (smoorspoel)

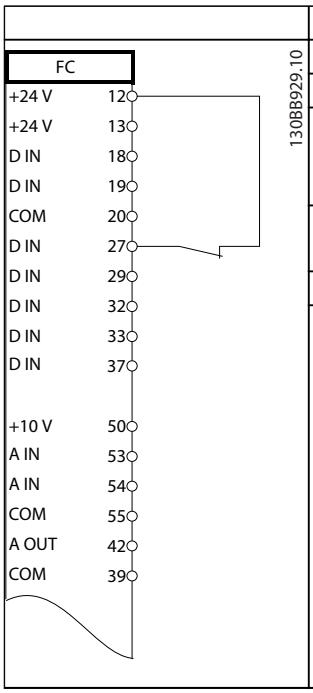
Zie *6 Specificaties* voor gegevens over akoestische ruis.

4 Toepassingsvoorbeelden

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

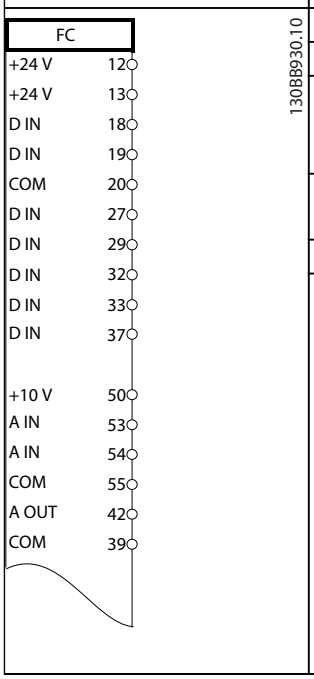
- De parameterinstellingen zijn gebaseerd op de standaard regionale instelling (geselecteerd in *0-03 Regionale instellingen*), tenzij anders aangegeven.
- De parameters die betrekking hebben op de klemmen en bijbehorende instellingen worden naast de tekeningen weergegeven.
- Wanneer schakelinstellingen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

Er kan een jumperkabel vereist zijn tussen klem 12 (of 13) en klem 27 om de frequentieomvormer te laten werken op basis van de in de fabriek ingestelde programmeer-waarden. Zie *4.9.1.1 Klem 37 veiligestopfunctie* voor meer informatie.



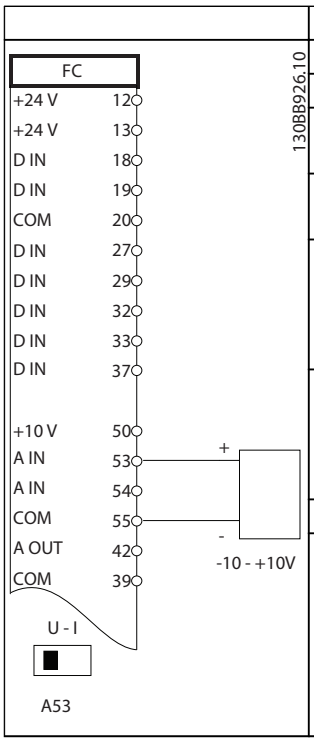
Parameters	
Functie	Instelling
1-29 Autom. aanpassing motorgeg. (AMA)	[1] Volledige AMA insch.
5-12 Klem 27 digitale ingang	[2]* Vrijloop geïnv.
* = standaardwaarde	
Opmerkingen: parametergroep 1-2* moet worden ingesteld op basis van de gegevens van het motortypeplaatje	

Tabel 4.1 AMA, klem 27 aangesloten



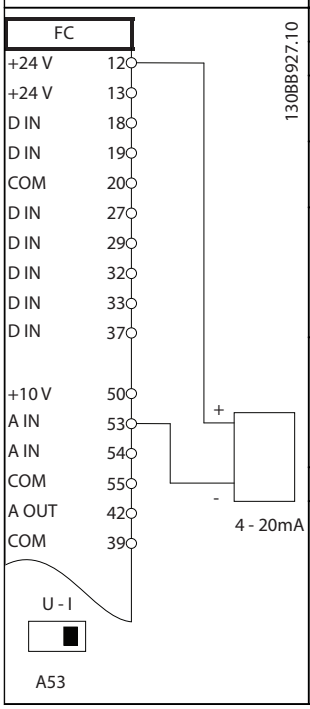
Parameters	
Functie	Instelling
1-29 Autom. aanpassing motorgeg. (AMA)	[1] Volledige AMA insch.
5-12 Klem 27 digitale ingang	[0] Niet in bedrijf
* = standaardwaarde	
Opmerkingen: parametergroep 1-2* moet worden ingesteld op basis van de gegevens van het motortypeplaatje	

Tabel 4.2 AMA, klem 27 niet aangesloten



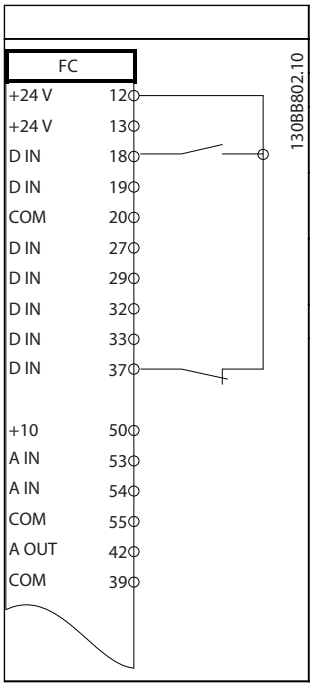
Parameters	
Functie	Instelling
6-10 Klem 53 lage spanning	0,07 V*
6-11 Klem 53 hoge spanning	10 V*
6-14 Klem 53 lage ref./ terugkopp. waarde	0 tpm
6-15 Klem 53 hoge ref./ terugkopp. waarde	1500 tpm
* = standaardwaarde	
Opmerkingen:	

Tabel 4.3 Analoge snelheidsreferentie (spanning)



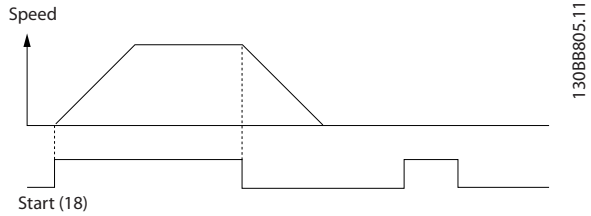
Parameters	
Functie	Instelling
6-12 Klem 53 lage stroom	4 mA*
6-13 Klem 53 hoge stroom	20 mA*
6-14 Klem 53 lage ref./ terugkopp. waarde	0 tpm
6-15 Klem 53 hoge ref./ terugkopp. waarde	1500 tpm
* = standaardwaarde	
Opmerkingen:	

Tabel 4.4 Analoge snelheidsreferentie (stroom)

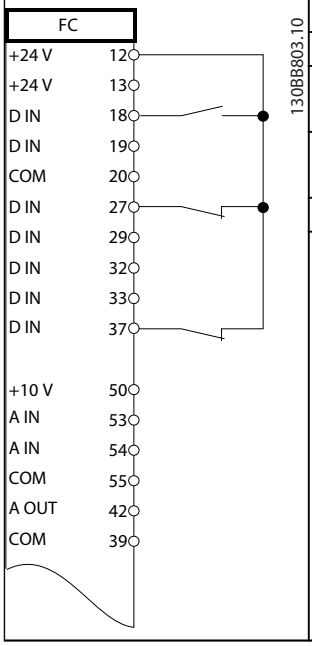


Parameters	
Functie	Instelling
5-10 Klem 18 digitale ingang	[8] Start*
5-12 Klem 27 digitale ingang	[0] Niet in bedrijf
5-19 Klem 37 Veilige stop	[1] Alarm Veilige stop
* = standaardwaarde	
Opmerkingen: Wanneer *5-12 Klem 27 digitale ingang* is ingesteld op *Niet in bedrijf* [0] is geen jumperkabel naar 27 nodig.	

Tabel 4.5 Start/stopcommando met Veilige Stop

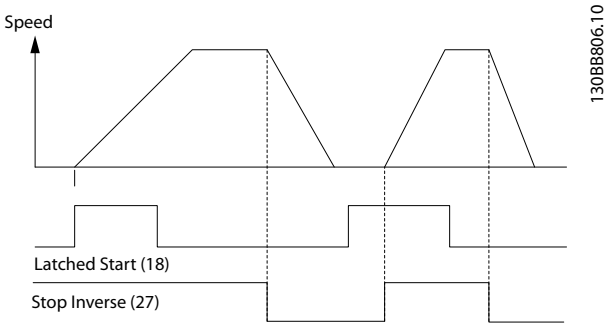


Afbeelding 4.1 Start/stopcommando met Veilige Stop

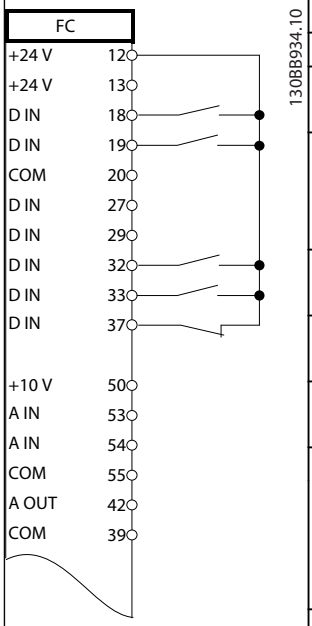


Parameters	
Functie	Instelling
5-10 Klem 18 digitale ingang	[9] Pulsstart
5-12 Klem 27 digitale ingang	[6] Stop geïnv.
* = standaardwaarde	
Opmerkingen: Wanneer *5-12 Klem 27 digitale ingang* is ingesteld op *Niet in bedrijf* [0] is geen jumperkabel naar 27 nodig.	

Tabel 4.6 Pulsstart/stop

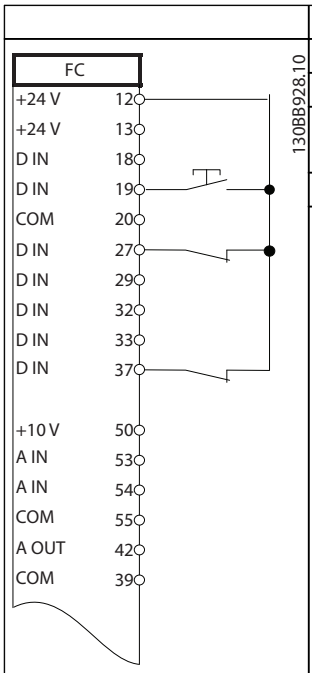


Afbeelding 4.2 Pulsstart/stop



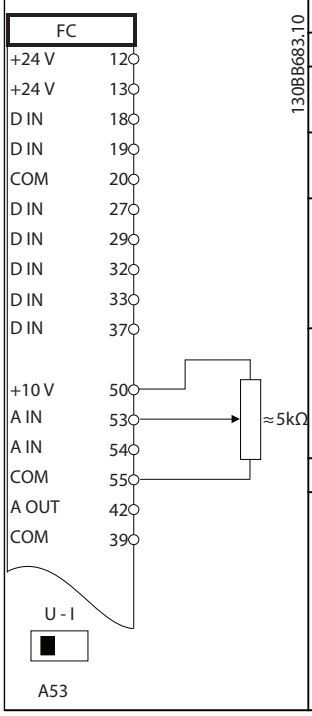
Parameters	
Functie	Instelling
5-10 Klem 18 digitale ingang	[8] Start
5-11 Klem 19 digitale ingang	[10] Omkeren*
5-12 Klem 27 digitale ingang	[0] Niet in bedrijf
5-14 Klem 32 digitale ingang	[16] Ingest. ref. bit 0
5-15 Klem 33 digitale ingang	[17] Ingest. ref. bit 1
3-10 Ingestelde ref.	
Ingest. ref. 0	25%
Ingest. ref. 1	50%
Ingest. ref. 2	75%
Ingest. ref. 3	100%
* = standaardwaarde	
Opmerkingen:	

Tabel 4.7 Start/stop met omkeren en 4 vooraf ingestelde snelheden



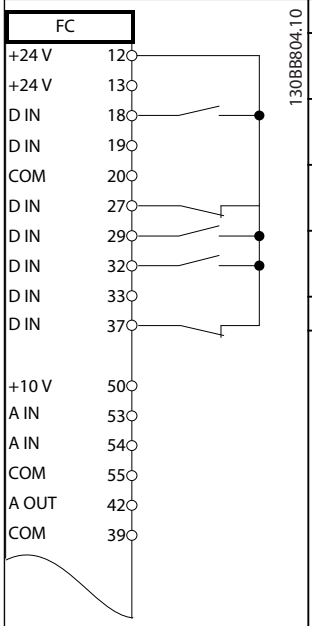
Parameters	
Functie	Instelling
5-11 Klem 19 digitale ingang	[1] Reset
* = standaardwaarde	
Opmerkingen:	

Tabel 4.8 Externe reset na alarm



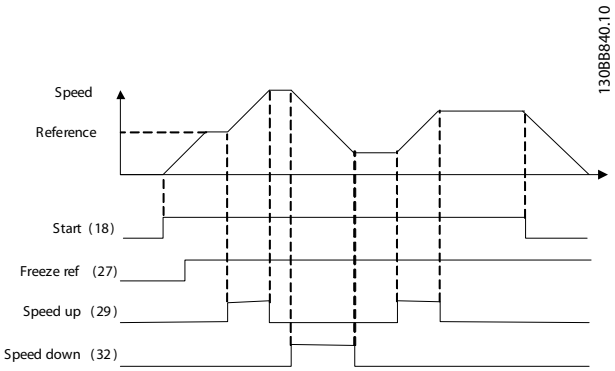
Parameters	
Functie	Instelling
6-10 Klem 53 lage spanning	0,07 V*
6-11 Klem 53 hoge spanning	10 V*
6-14 Klem 53 lage ref./ terugkopp. waarde	0 tpm
6-15 Klem 53 hoge ref./ terugkopp. waarde	1500 tpm
* = standaardwaarde	
Opmerkingen:	

Tabel 4.9 Spanningsreferentie (via een handmatige potentiometer)

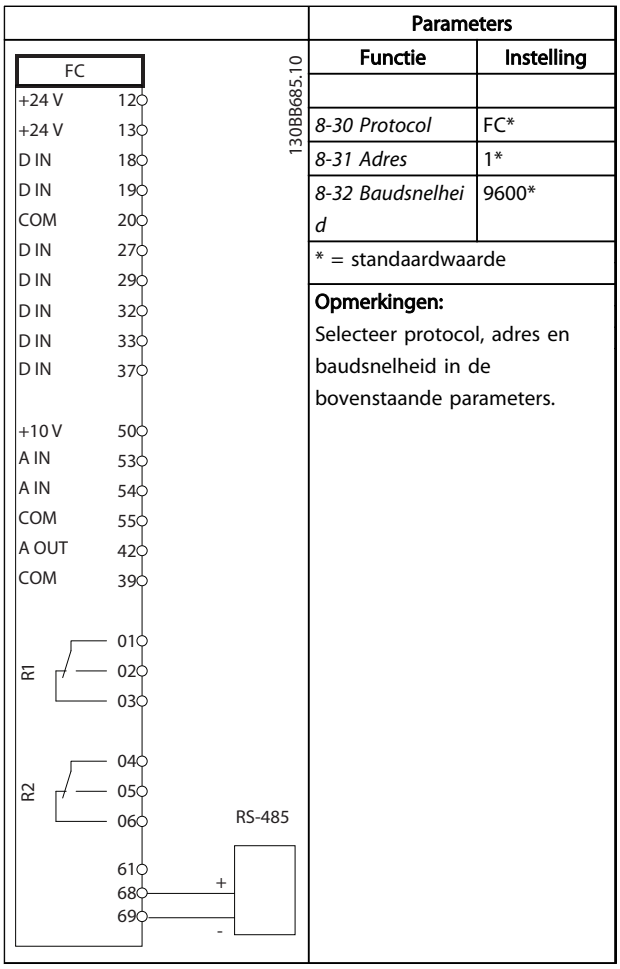


Parameters	
Functie	Instelling
5-10 Klem 18 digitale ingang	[8] Start*
5-12 Klem 27 digitale ingang	[19] Ref. vasthouden
5-13 Klem 29 digitale ingang	[21] Snelh. omh.
5-14 Klem 32 digitale ingang	[22] Snelh. omlaag
* = standaardwaarde	
Opmerkingen:	

Tabel 4.10 Snelheid omh./omlaag



Afbeelding 4.3 Snelheid omh./omlaag

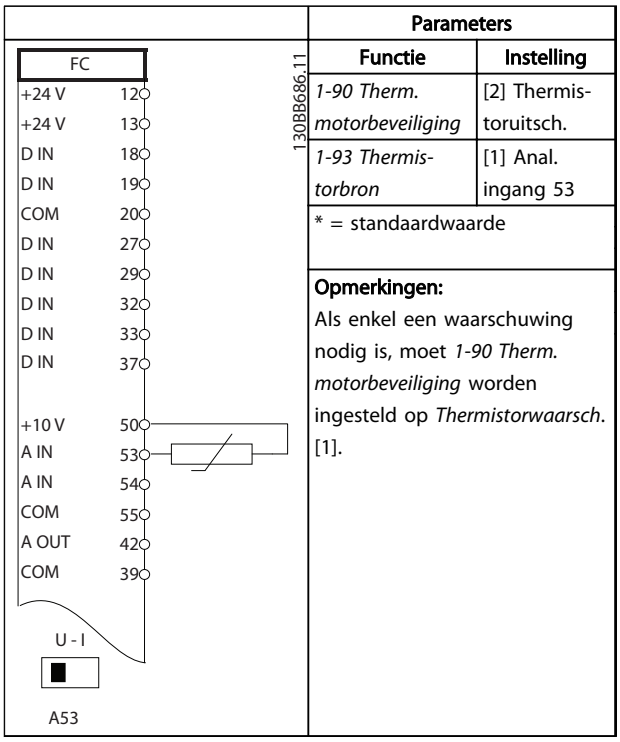


Parameters	
Functie	Instelling
8-30 Protocol	FC*
8-31 Adres	1*
8-32 Baudsnelheid	9600*
* = standaardwaarde	
Opmerkingen: Selecteer protocol, adres en baudsnelheid in de bovenstaande parameters.	

Tabel 4.11 RS-485-netwerkaansluiting

VOORZICHTIG

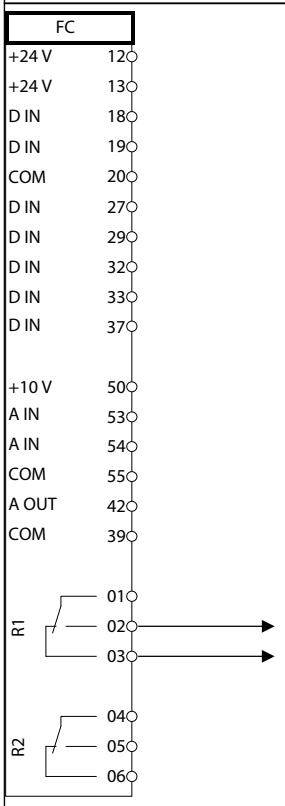
Thermistors moeten zijn voorzien van versterking of dubbele isolatie om te voldoen aan de PELV-isolatievereisten.



Parameters	
Functie	Instelling
1-90 Therm. motorbeveiliging	[2] Thermistoruitsch.
1-93 Thermistorbron	[1] Anal. ingang 53
* = standaardwaarde	
Opmerkingen: Als enkel een waarschuwing nodig is, moet *1-90 Therm. motorbeveiliging* worden ingesteld op *Thermistorwaarsch.* [1].	

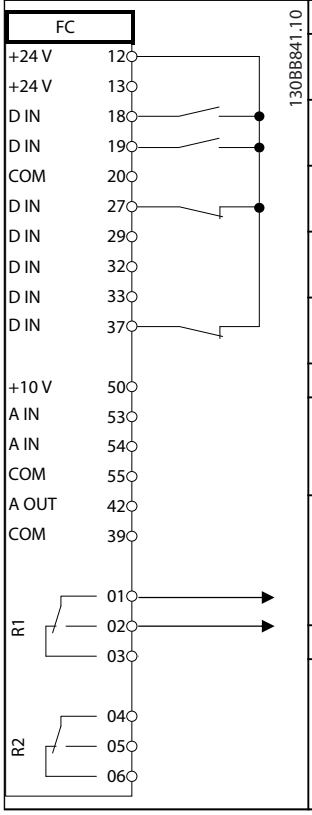
Tabel 4.12 Motorthermistor

4



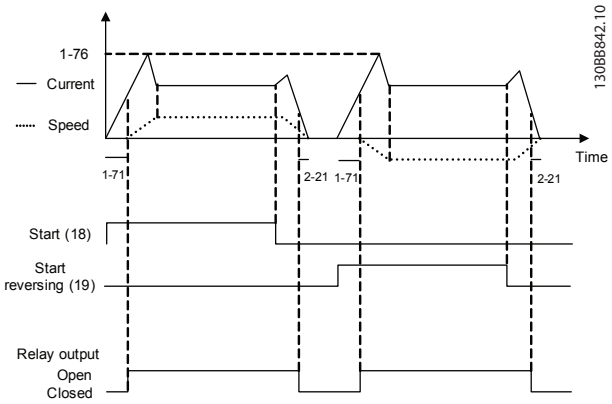
Parameters	
Functie	**Instelling**
4-30 Motorterug-koppelingsverliesfunctie	[1] Waarschuwing
4-31 Motorterug-koppelingssnelh. fout	100RPM
4-32 Motorterug-koppelingsverliestime-out	5 s
7-00 Terugk.bron snelheids-PID	[2] MCB 102
17-11 Resolutie (PPO)	1024*
13-00 SL- controllermodus	[1] Aan
13-01 Gebeurt. 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 vervolgens worden aangegeven dat er onderhoud nodig kan zijn. Als de terugkoppelingsfout binnen 5 s weer onder de limiet gaat, dan blijft de omvormer werken en verdwijnt de waarschuwing. Relais 1 zal echter ingeschakeld blijven tot de [Reset]-toets op het LCP wordt ingedrukt.	

Tabel 4.13 SLC gebruiken om een relais in te stellen



Parameters	
Functie	**Instelling**
5-40 Functierelais	[32] Mech. rembest.
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+/Flux rechtsom
1-76 Startstroom	Im,n
2-20 Stroom bij vrijgave rem	Afhankelijk van de toepassing
2-21 Snelheid remactivering [TPM]	De helft van de nominale slip van de motor
* = standaardwaarde	
Opmerkingen:	

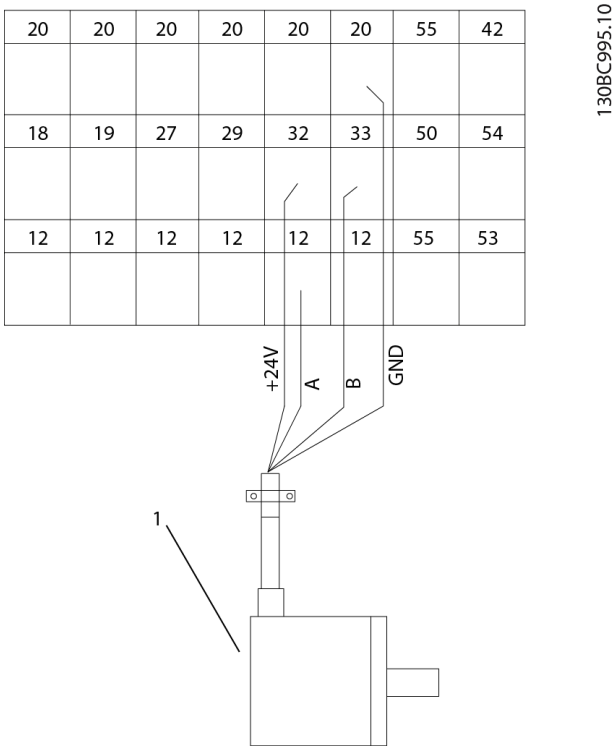
Tabel 4.14 Mechanische rembesturing



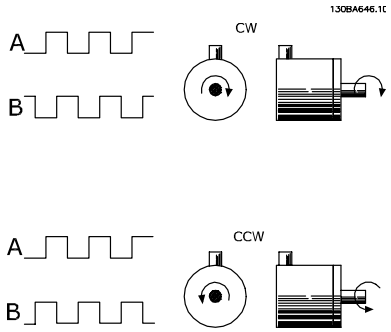
Afbeelding 4.4 Mechanische rembesturing

4.1 Encoderaansluiting

Het doel van deze richtlijn is om het instellen van de encoderaansluiting naar de frequentieomvormer te vereenvoudigen. Voordat met het instellen van de encoder wordt begonnen, worden de basisinstellingen voor een snelheidsregeling met terugkoppeling weergegeven.



Afbeelding 4.5 Encoderaansluiting naar de frequentieomvormer



Afbeelding 4.6 24 V incrementele encoder met een maximale kabellengte van 5 m

4.2 Encoderrichting

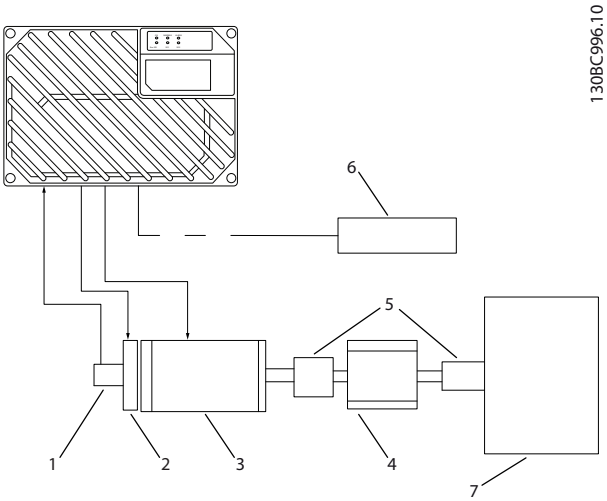
De encoderrichting wordt bepaald door de volgorde waarin de pulsen de omvormer binnenkomen.
Rechtsom (CW – clockwise) houdt in dat kanaal A 90 elektrische graden eerder is dan kanaal B.
Linksom (CCW – counter clockwise) houdt in dat kanaal B 90 elektrische graden eerder is dan kanaal A.
De richting kan worden bepaald door in het asuiteinde te kijken.

4.3 Omvormersysteem met terugkoppeling

Een omvormersysteem met terugkoppeling bestaat gewoonlijk uit componenten zoals:

- Motor
- Toevoegen
  (Tandwielkast)
  (Mechanische rem)
- Frequentieomvormer
- Encoder als terugkoppelingssysteem
- Remweerstand voor dynamisch remmen
- Overbrenging
- Belasting

Bij toepassingen waar het gebruik van een mechanische rem vereist is, is gewoonlijk een remweerstand nodig.



Afbeelding 4.7 Basisinstellingen voor een snelheidsregeling met terugkoppeling

Item	Beschrijving
1	encoderresolutie
2	Mechanische rem
3	Motor
4	Tandwielkast
5	Overbrenging
6	Remweerstand
7	Belasting

Tabel 4.15 Legenda

4.4 PID-regeling

4.4.1 Snelheids-PID-regeling

1-00 Configuratiemodus	1-01 Motorbesturingsprincipe			
	U/f	VVC+	Flux sensorvrij	Flux met enc.terugk.
[0] Snelh. zndr terugk.	Niet actief	Niet actief	ACTIEF	n.v.t.
[1] Snelh. met terugk.	n.v.t.	ACTIEF	n.v.t.	ACTIEF
[2] Aanhaalmoment	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Niet actief
[3] Proces		Niet actief	ACTIEF	ACTIEF

Tabel 4.16 Besturingsconfiguraties waarbij de snelheidsregeling actief is

'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.

NB

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 twee Flux-motorbesturingsprincipes zijn afhankelijk van een juiste fijnafstelling voor een optimale werking.

4.4.2 De volgende parameters zijn relevant voor de snelheidsregeling

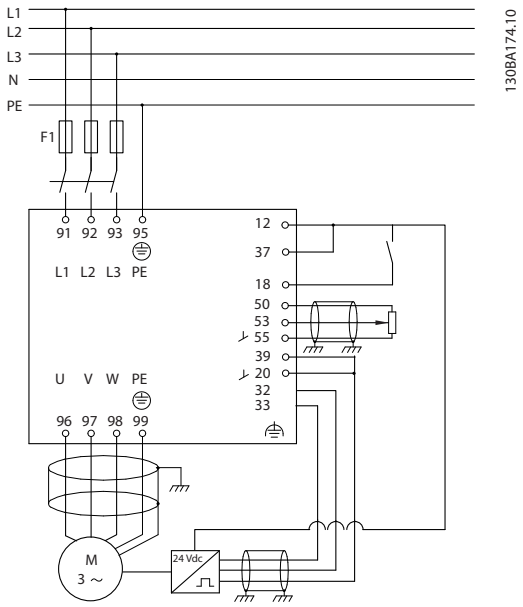
Parameter	Functiebeschrijving	
7-00 Terugk.bron snelheids-PID	Stel in van welke ingang de snelheids-PID een terugkoppeling moet krijgen.	
30-83 Snelheids-PID, prop. versterking	Hoe hoger de waarde, hoe sneller de regeling. Een te hoge waarde kan echter leiden tot oscillaties.	
7-03 Snelheids-PID, integratietijd	Verwijdert snelheidsfouten in stationaire 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 verandering mogelijk is.	
7-06 Snelheids-PID, laagdoorl.filtertijd	Een laagdoorlaatfilter dat oscillaties op het terugkoppelingssignaal dempt en de prestaties in stationaire toestand verbetert. Een te hoge filtertijd zal de dynamische prestaties van de snelheids-PID-regeling echter verstoren. Praktische instelling van par. 7-06 zoals verkregen 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

Tabel 4.17 Relevante parameters voor de snelheidsregeling

Voorbeeld voor het programmeren van de snelheidsregeling

In dit geval wordt de snelheids-PID-regeling gebruikt om een constante motorsnelheid te handhaven, ongeacht wijzigingen in de belasting van de motor. De benodigde motorsnelheid wordt ingesteld via een potentiometer die is aangesloten op klem 53. Het snelheidsbereik is 0-1500 tpm, wat overeenkomt met 0-10 V via 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 4.8 Voorbeeld – aansluitingen snelheidsregeling

De volgende gegevens moeten worden geprogrammeerd in de getoonde volgorde (zie de beschrijving van de instellingen in de *FCD 302 Programmeerhandleiding*, MG04G).)
In de lijst wordt ervan uitgegaan dat alle andere parameters en schakelaars hun standaardwaarden hebben behouden.

Functie	Parameter-nummer	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 (AMA) uit voor de frequentieomvormer.	*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 de [Hand on]-toets 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.
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 de encoderrichting in *5-71 Klem 32/33 encoderrichting* worden gewijzigd.	*5-71 Klem 32/33 encoderrichting*	[1] Linksom (als *16-20 Motorhoek* afneemt)
3) Zorg ervoor dat de omvormerbegrenzingen 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 omvormer en de toegestane bedieningsspecificaties voor de toepassing vallen.	3-41 Ramp 1 aanlooptijd 3-42 Ramp 1 uitlooptijd	standaardinstelling standaardinstelling

Functie	Parameter-nummer	Instelling
Stel aanvaardbare begrenzingen voor de motorsnelheid en -frequentie 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 Configura-tiemodus	[1] Snelh. met terugk.
Selectie van het motorbesturingsprincipe	1-01 Motorbestu-ringsprincipe	[3] Flux met enc.terugk.
5) Configureer en schaal de referentie naar de snelheidsregeling		
Stel analoge ingang 53 in als een referentiebron.	3-15 Referen-tiebron 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 ingang 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 onderstaande aanwijzingen.
8) Gereed!		
Sla voor de zekerheid de parameterinstellingen op in het LCP.	0-50 LCP kopiëren	[1] Alles naar LCP

Tabel 4.18 Instellingen snelheidsregeling

4.4.3 De PID-snelheidsregelaar afstellen

De volgende aanwijzingen voor fijnafstelling 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 berekend worden op basis van de volgende formule:

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

NB

***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 *30-83 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):

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

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

Over het algemeen wordt de praktische maximumbegrenzing in *30-83 Snelheids-PID, prop. versterking* bepaald door de encoderresolutie en de terugkoppelingsfiltertijd, maar andere factoren in de toepassing kunnen *30-83 Snelheids-PID, prop. versterking* beperken tot een lagere waarde.

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

7-04 Snelheids-PID, differentiatietijd moet worden ingesteld op 0 tot alle overige parameters goed zijn ingesteld. Indien nodig kan de fijnafstelling worden afgesloten door te experimenteren met kleine verhogingen van deze instelling.

4.4.4 Proces-PID-regeling

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

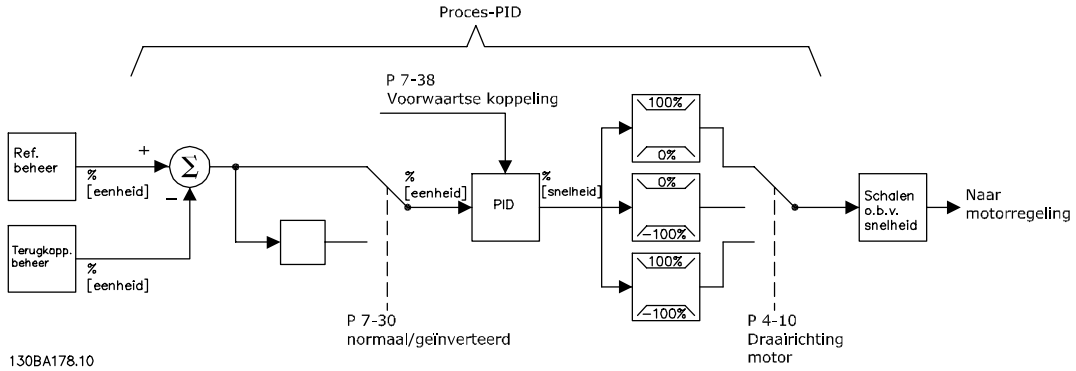
Tabel 4.19 geeft de besturingsconfiguratie waarbij de procesregeling mogelijk is. Bij gebruik van het motorbesturingsprincipe Flux-vector moeten de parameters voor de snelheids-PID-regeling ook nauwkeurig worden ingesteld. Zie de sectie over de regelingsstructuur om te zien waar de snelheidsregeling actief is.

1-00 Configuratiemodus	1-01 Motorbesturingsprincipe			
	U/f	VVC+	Flux sensorvrij	Flux met enc.terugk.
[3] Proces	n.v.t.	Proces	Proces & snelheid	Proces & snelheid

Tabel 4.19 Instellingen proces-PID-regeling

NB

De PID voor de procesregeling werkt bij de standaard parameterinstelling, maar een fijnafstelling van de parameters wordt ten zeerste aanbevolen om de toepassingsbesturingsprestaties te optimaliseren. Met name de twee 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 4.9 Schema voor proces-PID-regeling

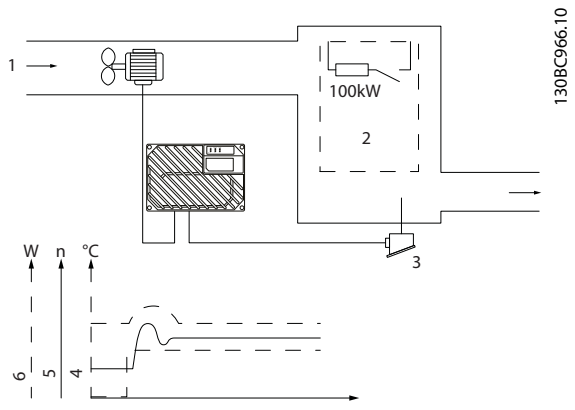
4.4.5 Relevante parameters voor procesregeling

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, zullen de twee terugkoppelingssignalen bij elkaar worden opgeteld voordat zij worden gebruikt in de proces-PID-regeling.
7-30 Proces-PID normaal/omgekeerd	Bij *Normaal bedrijf* [0] zal de procesregeling reageren met een verhoging van de motorsnelheid als de terugkoppeling lager wordt dan de referentie. Onder dezelfde omstandigheden, maar bij *Geïnverteerd bedrijf* [1], zal de procesregeling reageren met het verlagen van de motorsnelheid.
7-31 Anti-windup proces-PID	Deze anti-windupfunctie zorgt ervoor dat bij het bereiken van een frequentie- of koppelbegrenzing 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 door middel van een snelheidswijziging. Deze functie kan worden uitgeschakeld door *Uit* [0] te selecteren.
7-32 Proces-PID startsnelheid	In sommige toepassingen kan het erg lang duren voordat de vereiste snelheid of het vereiste instelpunt wordt bereikt. Bij dergelijke toepassingen kan het een voordeel zijn om een vaste motorsnelheid 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	Verwijdert snelheidsfouten in stationaire 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 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 mogelijk is.
7-38 Voorwaartswerkingsfactor proces-PID	In toepassingen met een goede (en min of meer lineaire) correlatie tussen de procesreferentie en de motorsnelheid die nodig is om deze referentie te verkrijgen, kan de voorwaartse koppelingsfactor worden gebruikt om betere dynamische prestaties van de proces-PID-regeling te realiseren.
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)	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 zal de begrenzingssnelheid 10 RAD/s bedragen (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, zullen worden gedempt door het filter. De regeling zal alleen worden uitgevoerd op een terugkoppelingssignaal dat varieert met een frequentie (snelheid) van minder dan 1,6 Hz. Het laagdoorlaatfilter verbetert de prestaties in stationaire toestand, maar een te hoge filtertijd zal de dynamische prestaties van de proces-PID-regeling verstoren.

Tabel 4.20 Relevante parameters voor de procesregeling

4.4.6 Voorbeeld van proces-PID-regeling

Afbeelding 4.10 toont een voorbeeld van een proces-PID-regeling in een ventilatiesysteem.



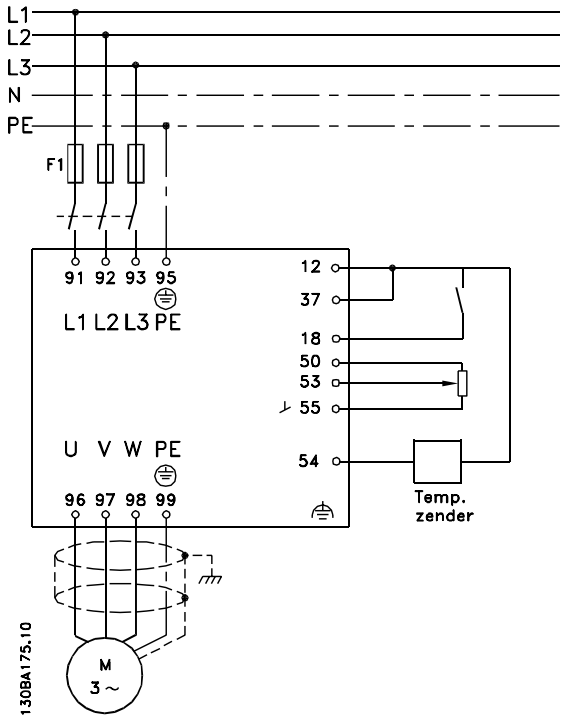
Afbeelding 4.10 Proces-PID-regeling in ventilatiesysteem

Item	Beschrijving
1	Koude lucht
2	Warmtegenererend proces
3	Temperatuurzender
4	Temperatuur
5	Ventilatorsnelheid
6	Warmte

Tabel 4.21 Legenda

In een ventilatiesysteem moet de met behulp van een potentiometer van 0-10 V in te stellen zijn op een temperatuur van -5-35 °C. Het is de taak van de procesregeling om de temperatuur te handhaven op een constant, vooraf ingesteld niveau.

De regeling is van het geïnverteerde type, wat betekent dat bij een stijging van de temperatuur ook de snelheid van de ventilator toeneemt, zodat er meer lucht wordt gegenereerd. Wanneer de temperatuur zakt, wordt de snelheid verlaagd. De gebruikte zender is een temperatuursensor met een werkbereik van -10 tot 40 °C, 4-20 mA. Min./Max. snelheid 300/1500 tpm.



Afbeelding 4.11 Tweedraadszender

1. Start/stop via een schakelaar die is aangesloten op klem 18.
2. Temperatuurreferentie via potentiometer (-5-35 °C, 0-10 V DC) aangesloten op klem 53.
3. Temperatuurterugkoppeling via zender (-10-40 °C, 4-20 mA) aangesloten op klem 54. Schakelaar S202 ingesteld op Aan (stroomingang).

Functie	Par.nr.	Instelling
Initialiseer de frequentieomvormer	14-22	[2] Initialisatie – schakel in en uit – druk op [Reset]
1) Stel de motorparameters in:		
Stel de motorparameters in aan de hand van de gegevens op het motortypeplaatje	1-2*	Volgens gegevens op het motortypeplaatje
Voer een volledige AMA (**A**utomation **M**otor **A**daptation – Automatische aanpassing motorgegevens) uit	1-29	[1] Volledige AMA insch.
2) Controleer of de motor in de goede richting draait Wanneer de motor op de frequentieomvormer is aangesloten met een eenvoudige standaardvolgorde van de fasen als U – U, V – V, W – W draait de motoras gewoonlijk rechtsom wanneer in het asuiteinde wordt gekeken.		
Druk op de [Hand on]-toets op het LCP. Controleer de draairichting van de as door een handmatige referentie toe te passen.		
Als de motor in de omgekeerde richting draait: 1. Wijzig de draairichting van de motor in *4-10 Draairichting motor* 2. Schakel de netvoeding af – wacht tot de DC-tussenkring zich ontladen heeft – verwissel twee van de motorfasen	4-10	Selecteer de juiste draairichting van de motoras
Stel de configuratiemodus in	1-00	[3] Proces
Stel de configuratie van de lokale modus in	1-05	[0] Geen terugk.
3) Stel de configuratie van de referenties in, d.w.z. het bereik voor het gebruik van referenties Stel de schaling in voor de analoge ingang in par. 6-xx		
Stel de eenheden voor referentie/terugkoppeling in Stel de min. referentie in (10 °C) Stel de max. referentie in (80 °C) Als de ingestelde waarde is gebaseerd op een vooraf ingestelde waarde (arrayparameter), moeten andere referentiebronnen worden ingesteld op *Geen functie*.	3-01 3-02 3-03 3-10	[60] °C-eenheid die op het display wordt weergegeven -5 °C 35 °C [0] 35% $Ref = \frac{Par.\ 3-10_{(0)}}{100} \times ((Par.\ 3-03) - (par.\ 3-02)) = 24,5^{\circ}C$ 3-14 Ingestelde relatieve ref. tot 3-18 Rel. schaling van referentiebron [0] = Geen functie
4) Stel de begrenzingen voor de frequentieomvormer in:		
Stel de aan/uitlooptijden in op een geschikte waarde zoals 20 s.	3-41 3-42	20 s 20 s
Stel de min. snelheidsbegrenzingen in. Stel de max. begrenzing van de motorsnelheid in. Stel de max. uitgangsfrequentie in.	4-11 4-13 4-19	300 tpm 1500 tpm 60 Hz
Stel S201 of S202 in op de gewenste functie voor de analoge ingang (spanning (V) of milliampère (I)). **NB** **Schakelaars zijn gevoelig – schakel de frequentieomvormer in en uit bij een standaardinstelling in V.**		
5) Schaal de analoge ingangen die worden gebruikt voor referentie en terugkoppeling.		
Stel *Klem 53 lage spanning* in. Stel *Klem 53 hoge spanning* in. Stel *Klem 54 lage terugk.waarde* in. Stel *Klem 54 hoge terugk.waarde* in. Stel de terugkoppelingsbron in.	6-10 6-11 6-24 6-25 7-20	0 V 10 V -5 °C 35 °C [2] Anal. ingang 54
6) PID-basisinstellingen		
Proces-PID normaal/omgekeerd	7-30	[0] Normaal
Anti-windup proces-PID	7-31	[1] Aan
Proces-PID startsnelheid	7-32	300 tpm
Sla parameters op in het LCP	0-50	[1] Alles naar LCP

Tabel 4.22 Setupvoorbeeld voor proces-PID-regeling

4.4.7 Optimalisatie van de procesregelaar

De basisinstellingen zijn nu gemaakt. Alleen de proportionele versterking, de integratietijd en de differentiatietijd moeten nog worden geoptimaliseerd (*7-33 Prop. versterking proces-PID*, *7-34 Integratietijd proces-PID*, *7-35 Differentiatietijd proces-PID*). Bij de meeste processen kunnen hiervoor onderstaande richtlijnen worden gevolgd.

1. Start de motor.
2. Stel *7-33 Prop. versterking proces-PID* in op 0,3 en verhoog de waarde totdat het terugkoppelingssignaal weer continu begint te variëren. Verlaag de waarde vervolgens totdat het terugkoppelingssignaal is gestabiliseerd. Verlaag ten slotte de proportionele versterking met 40-60%.
3. Stel *7-34 Integratietijd proces-PID* in op 20 s en verlaag de waarde totdat het terugkoppelingssignaal weer continu begint te variëren. Verhoog de integratietijd totdat het terugkoppelingssignaal is gestabiliseerd, gevolgd door een toename van 15-50%.
4. Gebruik *7-35 Differentiatietijd proces-PID* alleen voor zeer snelwerkende systemen (differentiatietijd). De meest gebruikte waarde is vier keer de ingestelde integratietijd. Gebruik de differentiator alleen wanneer de instelling van de proportionele versterking en de integratietijd volledig is geoptimaliseerd. Zorg ervoor dat oscillaties op het terugkoppelingssignaal voldoende worden gedempt door het laagdoorlaatfilter op het terugkoppelingssignaal.

NB

Indien nodig kan start/stop enkele keren worden geactiveerd om een variatie van het terugkoppelingssignaal teweeg te brengen.

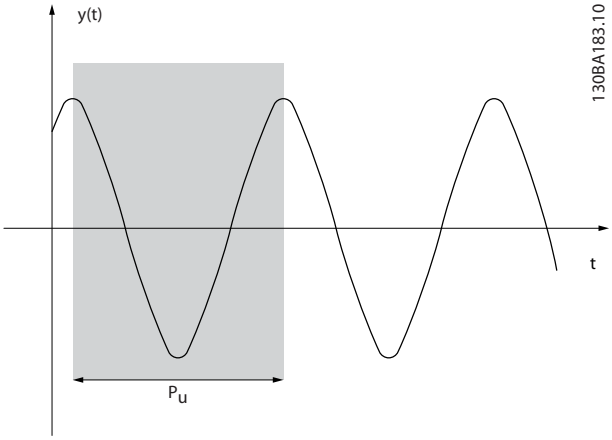
4.4.8 Ziegler/Nichols-instelmethode

Er zijn verschillende methodes om de PID-regelaars van de frequentieomvormer in te stellen. Een van deze methodes is een techniek die in de jaren 1950 werd ontwikkeld, maar die zijn waarde heeft bewezen en ook nu nog wordt gebruikt. Deze methode staat bekend als de Ziegler/Nichols-instelmethode.

NB

De gegeven methode mag niet worden gebruikt bij toepassingen die beschadigd kunnen raken door de oscillaties die worden veroorzaakt door marginaal stabiele besturingsinstellingen.

De criteria voor het aanpassen van de parameters zijn eerder gebaseerd op een evaluatie van het systeem op de grens van stabiliteit dan op het bepalen van de staprespons. De proportionele versterking wordt verhoogd totdat continue oscillaties (gemeten op de terugkoppeling) worden waargenomen, dat wil zeggen, totdat het systeem marginaal stabiel wordt. De bijbehorende versterking *(K_u)* wordt de uiterste versterking genoemd. De oscillatietijd (P_u) (ook wel de uiterste periode genoemd) wordt bepaald zoals aangegeven in *Afbeelding 4.12*.



Afbeelding 4.12 Marginaal stabiel systeem

P_u moet worden gemeten wanneer de oscillatieamplitude zeer klein is. Vervolgens moet er weer een 'terugtrekking' van deze versterking plaatsvinden, zoals weergegeven in *Tabel 4.23*.

K_u is de versterking waarbij de oscillatie verkregen wordt.

Regelingstype	Prop. versterking	Integratietijd	Differentiatietijd
PI-regeling	0,45 * K_u	0,833 * P_u	-
PID strakke regeling	0,6 * K_u	0,5 * P_u	0,125 * P_u
PID enige doorschot	0,33 * K_u	0,5 * P_u	0,33 * P_u

Tabel 4.23 Ziegler/Nichols-instelling voor regelaar, gebaseerd op een stabiliteitsgrens.

Uit ervaring is gebleken dat de regelingsinstellingen volgens de Ziegler/Nichols-methode een goede terugkoppelingsreactie geven voor veel systemen. De procesoperator kan een laatste fijnafstelling voor de regeling verzorgen om een bevredigende regeling te verkrijgen.

4

Stapsgewijze beschrijving

Stap 1: Selecteer alleen Proportionele regeling, wat betekent dat de Integratietijd wordt ingesteld op de maximumwaarde, terwijl de Differentiatietijd wordt ingesteld op nul.

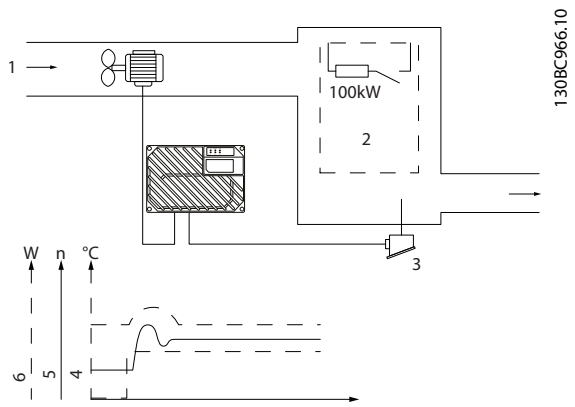
Stap 2: Verhoog de waarde van de proportionele versterking totdat het punt van instabiliteit is bereikt (aanhoudende oscillaties) en de kritische waarde van de versterking, K_u, is bereikt.

Stap 3: Meet de oscillatieperiode om de kritische tijdconstante, P_u, te verkrijgen.

Stap 4: Gebruik *Tabel 4.23* om de benodigde PID-regelingsparameters te berekenen.

4.4.9 Voorbeeld van proces-PID-regeling

Afbeelding 4.10 toont een voorbeeld van een proces-PID-regeling in een ventilatiesysteem.



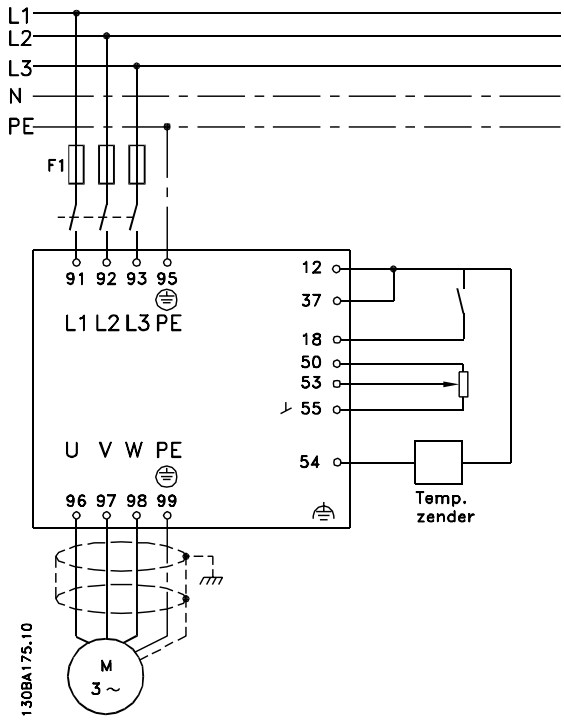
Afbeelding 4.13 Proces-PID-regeling in ventilatiesysteem

Item	Beschrijving
1	Koude lucht
2	Warmtegenererend proces
3	Temperatuurzender
4	Temperatuur
5	Ventilatorsnelheid
6	Warmte

Tabel 4.24 Legenda

In een ventilatiesysteem moet de met behulp van een potentiometer van 0-10 V in te stellen zijn op een temperatuur van -5-35 °C. Het is de taak van de procesregeling om de temperatuur te handhaven op een constant, vooraf ingesteld niveau.

De regeling is van het geïnverteerde type, wat betekent dat bij een stijging van de temperatuur ook de snelheid van de ventilator toeneemt, zodat er meer lucht wordt gegenereerd. Wanneer de temperatuur zakt, wordt de snelheid verlaagd. De gebruikte zender is een temperatuursensor met een werkbereik van -10 tot 40 °C, 4-20 mA. Min./Max. snelheid 300/1500 tpm.

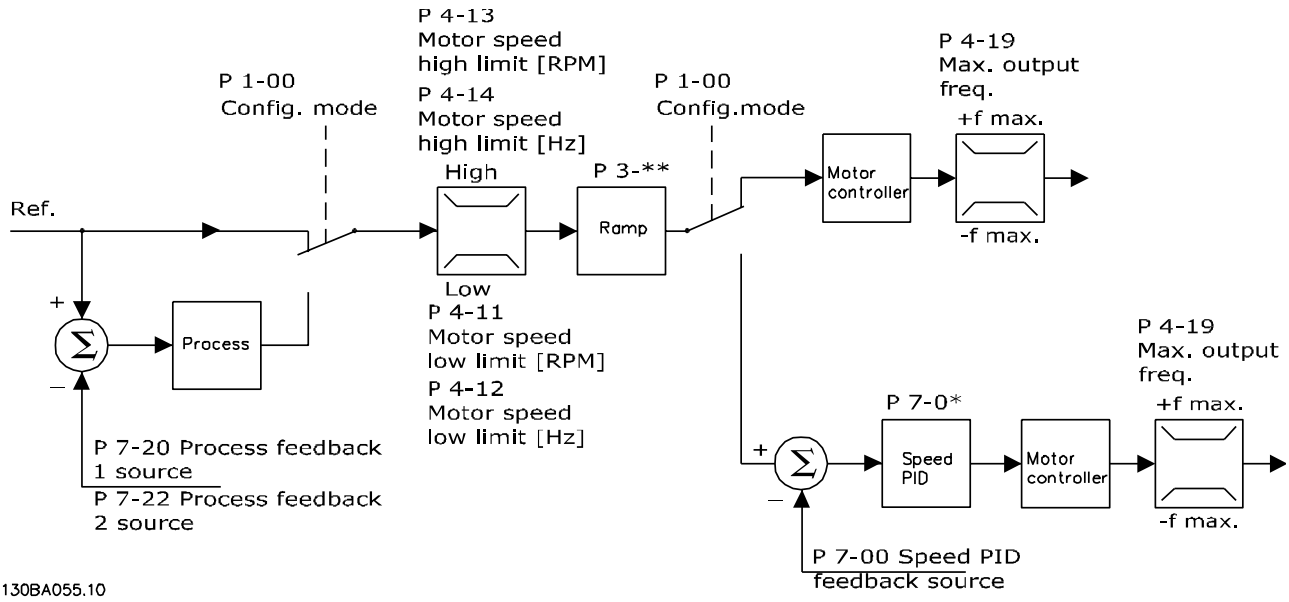


Afbeelding 4.14 Tweedraadszender

1. Start/stop via een schakelaar die is aangesloten op klem 18.
2. Temperatuurreferentie via potentiometer (-5-35 °C, 0-10 V DC) aangesloten op klem 53.
3. Temperatuurterugkoppeling via zender (-10-40 °C, 4-20 mA) aangesloten op klem 54. Schakelaar S202 ingesteld op Aan (stroomingang).

4.5 Regelingsstructuren

4.5.1 Regelingsstructuur bij VVC+Geav. vectorregeling



Afbeelding 4.15 Regelingsstructuur bij VVC+ in configuraties met en zonder terugkoppeling

Bij de getoonde configuratie in *Afbeelding 4.15* is *1-01 Motorbesturingsprincipe* ingesteld op *VVC+* [1] en is *1-00 Configuratiemodus* ingesteld op *Snelh. zndr terugk.* [0]. De totale referentie van het referentiebeheersysteem loopt via de aan/uitloopbegrenzing en snelheidsbegrenzing voordat het naar de motorregeling wordt gestuurd. De uitgang van de motorregeling wordt vervolgens begrensd door de maximumfrequentie.

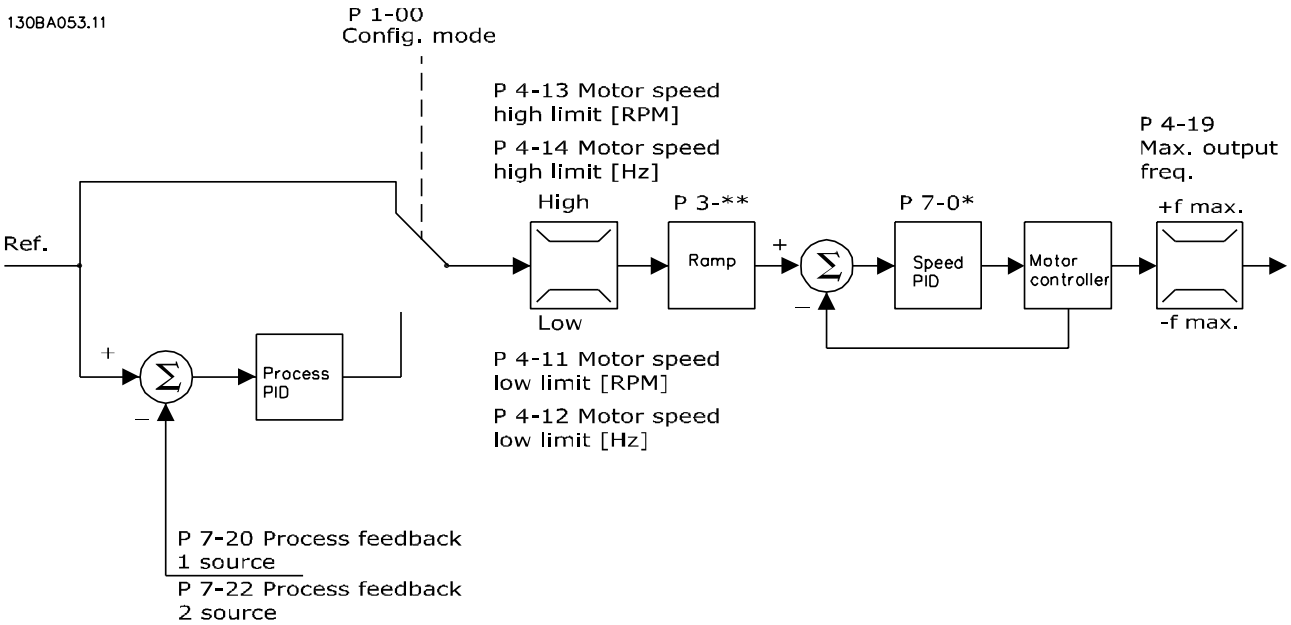
Als *1-00 Configuratiemodus* is ingesteld op *Snelh. met terugk.* [1] wordt de totale referentie doorgegeven van de aan/uitloopbegrenzing naar een snelheids-PID-regeling. De parameters voor de snelheids-PID-regeling zijn te vinden in parametergroep 7-0*. De totale referentie van de snelheids-PID-regeling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

Selecteer *Proces* [3] in *1-00 Configuratiemodus* om de proces-PID-regeling te gebruiken voor een regeling met terugkoppeling van bijvoorbeeld de snelheid of de druk in de toepassing die wordt geregeld. De parameters voor de proces-PID zijn te vinden in parametergroep 7-2* en 7-3*.

4

4.5.2 Regelingsstructuur in Flux sensorvrij

Regelingsstructuur in Flux sensorvrij-configuraties met en zonder terugkoppeling.



Afbeelding 4.16 Regelingsstructuur in Flux sensorvrij

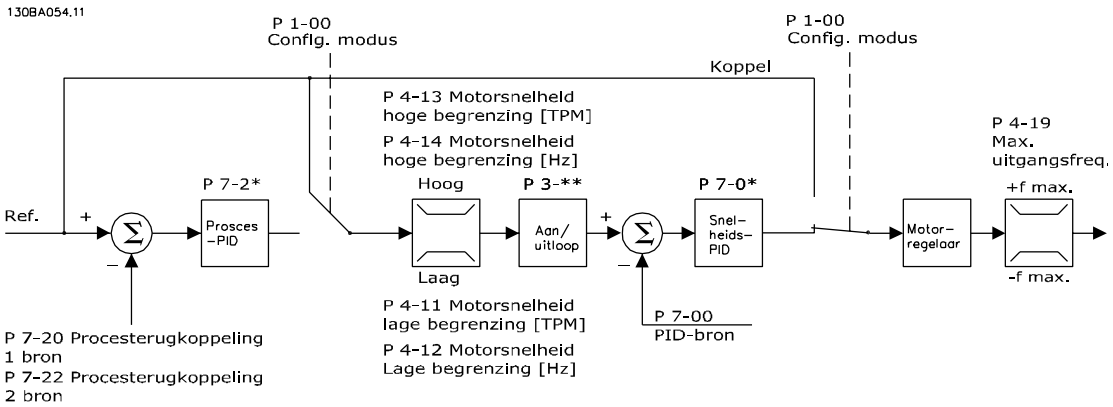
In de getoonde configuratie is *1-01 Motorbesturingsprincipe* ingesteld op *Flux sensorvrij* [2] en is *1-00 Configuratiemodus* ingesteld op *Snelh. zndr terugk.* [0]. De totale referentie van het referentiebeheersysteem loopt via de aan/uitloopbegrenzing en snelheidsbegrenzing, zoals bepaald door de aangegeven parameterinstellingen.

Een geschatte snelheidsterugkoppeling wordt naar de snelheids-PID verzonden om de uitgangsfrequentie te besturen.

De snelheids-PID moet zijn ingesteld met de P-, I- en D-parameters (parametergroep 7-0*).

Selecteer *Proces* [3] in *1-00 Configuratiemodus* om de proces-PID-regeling te gebruiken voor een regeling met terugkoppeling van de snelheid of de druk in de toepassing die wordt geregeld. De parameters voor de proces-PID zijn te vinden in parametergroep 7-2* en 7-3*.

4.5.3 Regelingstructuur in Flux met motorterugkoppeling



Afbeelding 4.17 Regelingstructuur in Flux met motorterugkoppeling

In de getoonde configuratie is *1-01 Motorbesturingsprincipe* ingesteld op *Flux met enc.terugk.* [3] en is *1-00 Configuratiemodus* ingesteld op *Snelh. met terugk.* [1].

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

Selecteer *Snelh. met terugk.* [1] 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*.

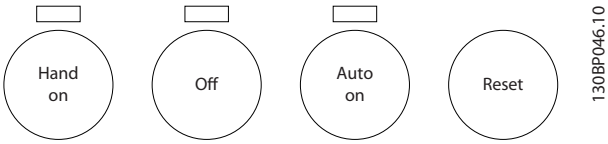
Selecteer *Koppel* [2] in *1-00 Configuratiemodus* om de totale referentie direct als koppelreferentie te gebruiken. Koppelregeling kan alleen worden geselecteerd in de configuratie *Flux met enc.terugk.* (*1-01 Motorbesturingsprincipe*). Wanneer deze modus is geselecteerd, gebruikt de referentie de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

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

4.6 Lokale (Hand on) en externe (Auto) 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 het 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 via de toetsen [Hand on] en [Off] op het LCP. Alarmen kunnen worden gereset via de [Reset]-toets. Wanneer u de [Hand on]-toets indrukt, schakelt de frequentieomvormer over naar de handmatige modus en wordt (standaard) de lokale referentie gevolgd die kan worden ingesteld met de pijltjestoets op het LCP.

Wanneer u de [Auto on]-toets indrukt, 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* (seriële communicatie) voor meer informatie over starten, stoppen, aan/uitloop wijzigen, parametersetups enz.

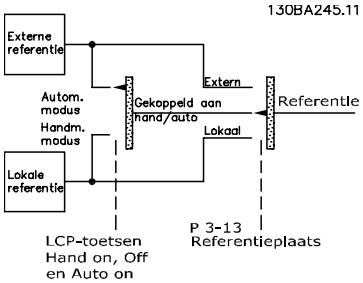


Afbeelding 4.18 LCP-toetsen

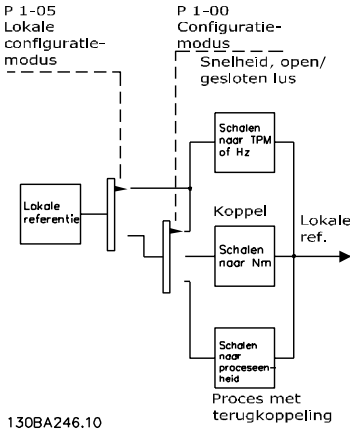
Actieve referentie en Configuratiemodus

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

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



Afbeelding 4.19 Gebruik van referenties



Afbeelding 4.20 Gebruik van externe referenties

LCP-toetsen	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 4.25 Condities voor activering lokale of externe referentie

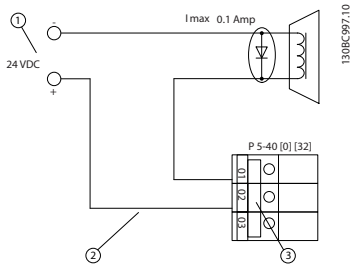
1-00 Configuratiemodus bepaalt welk toepassingsbesturingsprincipe (snelheids-, koppel- of procesregeling) wordt gebruikt wanneer de externe referentie actief is.
1-05 Configuratie lokale modus bepaalt welk toepassingsbesturingsprincipe wordt gebruikt wanneer de lokale referentie actief is. Een van beide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

4.7 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 verbonden met relais 1 of 2. Programmeer klem 27 als *Vrijloop geïnv.* [2] of *Vrijloop & reset inv* [3] en klem 29 als *Koppelbegr. & stop* [27] en stel *Klem 29 modus* in op *Uitgang* [1].

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, zal klem 29 Uitgang (ingesteld op *Koppelbegr. & stop* [27]) worden geactiveerd. Het signaal naar klem 27 wijzigt van 'logisch 1' naar 'logisch 0' en de motor gaat vrijlopen, waardoor het hijsen zal worden gestopt, zelfs wanneer de omvormer zelf het vereiste koppel niet aankan (d.w.z. door een overmatige overbelasting).

- Start/stop via klem 18
  5-10 Klem 18 digitale ingang = *Start* [8]
- Snelle stop via klem 27
  5-12 Klem 27 digitale ingang = *Vrijloop geïnv.* [2]
- Klem 29 uitgang
  5-02 Klem 29 modus = *Uitgang* [1]
  5-31 Klem 29 dig. uitgang = *Koppelbegr. & stop* [27]
- [0] Relaisuitgang (Relais 1)
  5-40 Functierelais = *Mech. rembest.* [32]



Afbeelding 4.21 Mechanische rembesturing

Item	Beschrijving
1	Externe 24 V DC
2	Aansluiting mechanische rem
3	Relais 1

Tabel 4.26 Legenda

4.8 Mechanische rem

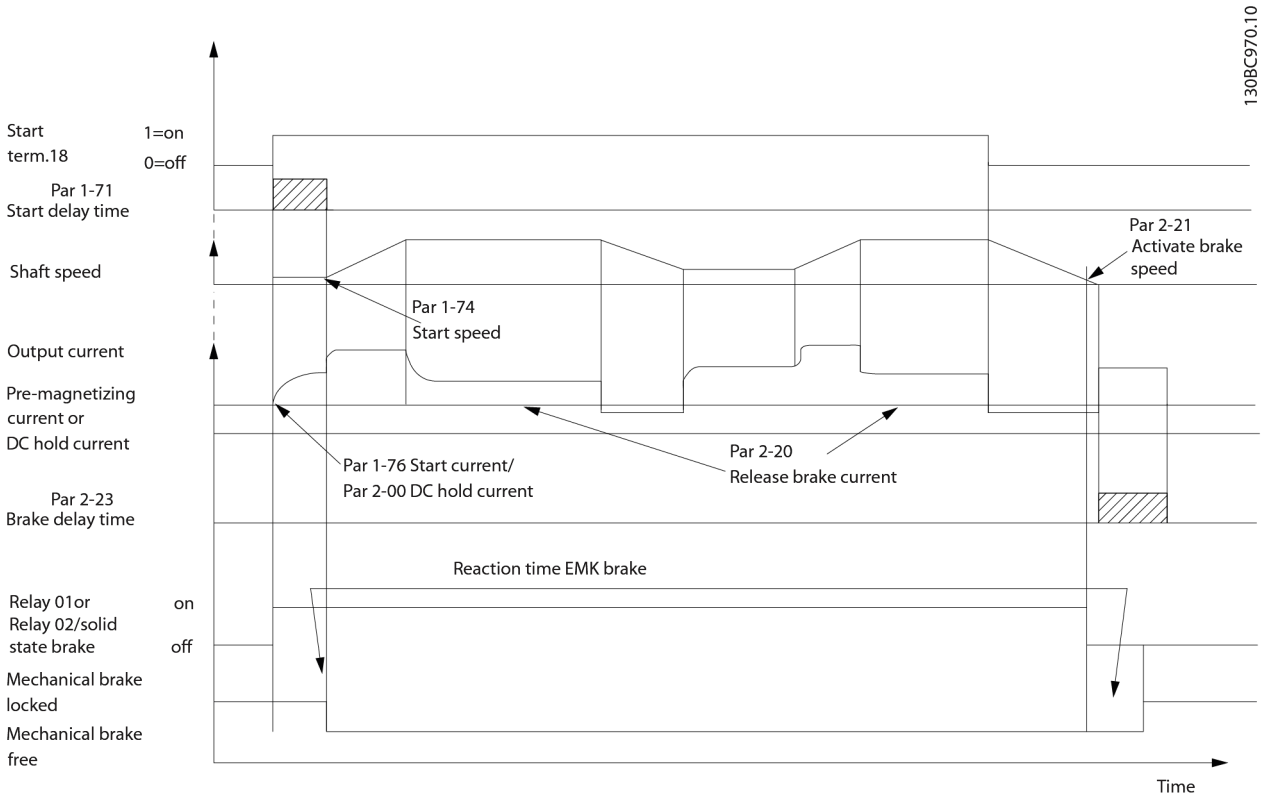
Bij hijstoepassingen moet een elektromagnetische rem kunnen worden bestuurd. Voor besturing van de rem is een relaisuitgang (relais 1 of relais 2) of een geprogrammeerde digitale uitgang (klem 27 of 29) vereist. Deze uitgang moet gewoonlijk gesloten blijven gedurende de tijd dat de frequentieomvormer niet in staat is de motor te 'houden', bijvoorbeeld vanwege een te hoge belasting. Voor toepassingen met een elektromechanische rem moet *Mech. rembest.* [32] worden geselecteerd in een van de volgende parameters:

5-40 Functierelais (arrayparameter),

5-30 Klem 27 dig. uitgang of

5-31 Klem 29 dig. uitgang

Als *Mech. rembest.* [32] is geselecteerd, blijft het relais van de mechanische rem tijdens het starten gesloten totdat de uitgangsstroom boven een vooraf ingesteld niveau komt. Selecteer het gewenste niveau in *2-20 Stroom bij vrijgave rem*. Tijdens het stoppen wordt de mechanische rem gesloten wanneer de snelheid lager is dan het geselecteerde niveau in *2-21 Snelheid remactivering [TPM]*. Als de frequentieomvormer zich in een alarmtoestand bevindt (d.w.z. een overspanningssituatie), of tijdens een veilige stop, wordt de mechanische rem onmiddellijk ingeschakeld.



Afbeelding 4.22 Mechanische rembesturing voor hijstoepassingen

Bij hijstoepassingen moet een elektromechanische rem kunnen worden bestuurd.

Stapsgewijze beschrijving

- Voor het besturen van de mechanische rem kan een willekeurige relaisuitgang of digitale uitgang (klem 27 of 29) worden gebruikt of een halfgeleiderspanningsuitgang (klem 122-123). Gebruik zo nodig een geschikte contactgever.
- Zorg dat de uitgang uitgeschakeld blijft zolang de frequentieomvormer niet in staat is om de motor aan te drijven. Bijvoorbeeld vanwege een te zware belasting of wanneer de motor nog niet gemonteerd is.
- Selecteer *Mech. rembest.* [32] in parametergroep 5-4* (of in parametergroep 5-3*) voordat u een elektromechanische rem aansluit.
- De rem wordt vrijgegeven als de motorstroom hoger is dan de ingestelde waarde in *2-20 Stroom bij vrijgave rem*.
- De rem wordt ingeschakeld wanneer de uitgangsfrequentie lager is dan een vooraf ingestelde limiet. Selecteer deze limiet in *2-21 Snelheid remactivering [TPM]* of *2-22 Snelheid activering rem*

[Hz] en uitsluitend als de frequentieomvormer een stopcommando uitvoert.

NB

Aanbeveling: zorg er bij verticale hef- of hijstoepassingen voor dat de belasting kan worden gestopt in geval van nood of bij een storing van een onderdeel zoals een contactgever.
Wanneer de frequentieomvormer in de alarmmodus of een overspanningssituatie terechtkomt, wordt de mechanische rem ingeschakeld.

4

NB

Zorg er in geval van hijstoepassingen voor dat de koppelbegrenzingen lager zijn dan de ingestelde stroomgrens. De temperatuurbegrenzingen zijn in te stellen in *4-16 Koppelbegrenzing motormodus* en *4-17 Koppelbegrenzing generatormodus*. Stel de stroomgrens in *4-18 Stroombegr.* in.
Aanbeveling: stel *14-25 Uitsch.vertr. bij Koppelbegr.* in op [0], *14-26 Uitschakelvertraging bij inverterfout* op [0] en *14-10 Netstoring* op [3] *Vrijloop*.

4.9 Veilige stop

De frequentieomvormer kan de veiligheidsfunctie *Veilige uitschakeling van het koppel* (zoals gedefinieerd in EN-IEC 61800-5-2[1]) of *stopcategorie 0* (zoals gedefinieerd in EN 60204-1[2]) uitvoeren.
Danfoss noemt deze functionaliteit *Veilige stop*. Voordat de Veilige stop in een installatie wordt geïntegreerd en toegepast, moet een grondige risicoanalyse worden uitgevoerd om te bepalen of de functionaliteit en veiligheidsniveaus van de Veilige stop relevant en voldoende zijn. De functie Veilige stop is ontworpen en geschikt bevonden voor de vereisten van:

- Veiligheidscategorie 3 volgens EN 954-1 (en EN-ISO 13849-1)
- Prestatieniveau d (PL d) volgens EN-ISO 13849-1:2008
- Klasse SIL 2 conform IEC 61508 en EN 61800-5-2
- Klasse SIL 2 conform EN 62061

1) Zie EN-IEC 61800-5-2 voor meer informatie over de functie Veilige uitschakeling van het koppel (STO).
2) Zie EN-IEC 60204-1 voor meer informatie over stopcategorie 0 en 1.

Inschakeling en beëindiging van de Veilige stop
De veiligestopfunctie (STO) wordt geactiveerd door de spanning van klem 37 van de veilige omvormer weg te nemen. Door de veilige inverter aan te sluiten op externe beveiligingen wordt een veilige vertraging verkregen en kan een installatie voldoen aan een Veilige stop, categorie 1. De functie Veilige stop kan worden gebruikt voor asynchrone, synchrone en permanente-magneetmotoren.

⚠WAARSCHUWING

Na installatie van de functie Veilige stop (STO) moet een inbedrijfstellingstest worden uitgevoerd. Na de eerste inbedrijfstelling en na elke wijziging aan de veiligheidsvoorziening moet een inbedrijfstellingstest met succes worden afgerond.

Technische gegevens Veilige stop
De volgende waarden zijn gerelateerd aan de diverse veiligheidsniveaus:

Reactietijd voor klem 37
- Typische reactietijd: 10 ms

Reactietijd = de vertraging tussen het ontladen van de STO-ingang en het schakelen van de geleiderbrug aan de uitgang van de omvormer.

Gegevens voor EN-ISO 13849-1
- Prestatieniveau d
- $MTTF_d$ (Mean Time To Dangerous Failure – gemiddelde tijd tot gevaarlijke uitval): 24816 jaar
- DC (Diagnostic Coverage – diagnostische functies): 99%
- Categorie 3
- Levensduur 20 jaar

Gegevens voor EN-IEC 62061, EN-IEC 61508, EN-IEC 61800-5-2
- Klasse SIL 2, SILCL 2
- PFH (Probability of Dangerous Failure per Hour – waarschijnlijkheid van een gevaarlijke uitval per uur) = 7e-10FIT = 7e-19/u
- SFF (Safe Failure Fraction – aandeel van veilige uitval) > 99%
- HFT (Hardware Fault Tolerance – hardwarefouttolerantie) = 0 (1oo1-architectuur)
- Levensduur 20 jaar

Gegevens voor EN-IEC 61508 lage vraagfrequentie
- PFDavg voor proefneming gedurende 1 jaar: 3, 07E-14
- PFDavg voor proefneming gedurende 3 jaar: 9, 20E-14
- PFDavg voor proefneming gedurende 5 jaar: 1, 53E-13

SISTEMA-gegevens
Gegevens over de functionele veiligheid is beschikbaar via een databibliotheek die te gebruiken is in combinatie met de SISTEMA-rekenhulp van het Instituut voor Bedrijfsveiligheid en Gezondheid van de Duitse wettelijk verplichte ongevallenverzekering (IFA), net als gegevens voor een handmatige berekening. De bibliotheek wordt steeds verder vervolledigd en aangevuld.

Afkorting	Ref.	Beschrijving
Cat.	EN 954-1	Categorie, niveau B, 1-4
FIT		Tijd tot storing (Failure in Time): 1E-9 uur
HFT	IEC 61508	Hardwarefouttolerantie: HFT = n houdt in dat n+1 fouten het verlies van de veiligheidsfunctie kan veroorzaken.
MTTFd	EN-ISO 13849-1	Mean Time To Dangerous Failure – gemiddelde tijd tot gevaarlijke uitval. Eenheid: jaren
PFH	IEC 61508	Waarschijnlijkheid van een gevaarlijke uitval per uur. Houd rekening met de PFH-waarde wanneer de beveiliging veelvuldig (vaker dan eenmaal per jaar) wordt gebruikt; of continu in gebruik is en de vraagfrequentie voor activering van het veiligheidsgerelateerd systeem groter is dan eenmaal per jaar.
PL	EN-ISO 13849-1	Discreet niveau dat wordt gebruikt om aan te geven in hoeverre veiligheidsgerelateerde delen van besturingssystemen een veiligheidsfunctie kunnen uitvoeren onder te voorziene omstandigheden. Niveaus a-e.
SFF	IEC 61508	Aandeel van veilige uitval [%]; percentage van veilige uitvallen en gedetecteerde gevaarlijke uitvallen van een veiligheidsfunctie of een subsysteem in verhouding tot het totale aantal uitvallen.
SIL	IEC 61508	Veiligheidsintegriteitsniveau
STO	EN 61800-5-2	Veilige uitschakeling van het koppel
SS1	EN 61800 -5-2	Veilige stop 1

Tabel 4.27 Afkortingen met betrekking tot functionele veiligheid

De PFDavg-waarde (Probability of Failure on Demand) Waarschijnlijkheid van uitval bij activering van de veiligheidsfunctie.

4.9.1.1 Klem 37 veiligestopfunctie

De frequentieomvormer is leverbaar met veiligestopfunctionaliteit via stuurklem 37. De veilige stop schakelt de stuurspanning van de vermogenshalfgeleiders van de eindtrap van de frequentieomvormer uit. Dit voorkomt dat er spanning wordt gegenereerd voor het draaien van de motor. Wanneer de Veilige stop (klem 37) is geactiveerd, genereert de frequentieomvormer een alarm en zal de eenheid uitschakelen, waarbij de motor vrijloopt tot stop. Een handmatige herstart is vereist. De veiligestopfunctie kan worden gebruikt om de frequentieomvormer te stoppen in noodsituaties. Gebruik de normale stopfunctie van de frequentieomvormer in de normale bedrijfsmodus, wanneer geen veilige stop is vereist. Bij gebruik van een automatische herstart moet worden voldaan aan de vereisten van ISO 12100-2 paragraaf 5.3.2.5.

Aansprakelijkheidsbepalingen

Het is de verantwoordelijkheid van de gebruiker om ervoor te zorgen dat het personeel dat de veiligestopfunctie installeert en bedient:

- de veiligheidsvoorschriften ten aanzien van veiligheid en gezondheid/ongevallenpreventie heeft doorgelezen en begrepen;
- de algemene en veiligheidsrichtlijnen in deze beschrijving en de uitgebreide beschrijving in deze handleiding heeft begrepen;
- beschikt over een goede kennis van de algemene en veiligheidsnormen die van toepassing zijn op de specifieke toepassing.

Gebruiker wordt gedefinieerd als: integrator, operator, service- en onderhoudsmonteurs.

Normen

Voor het gebruik van de veilige stop op klem 37 is het noodzakelijk dat de gebruiker voldoet aan alle veiligheidsbepalingen, inclusief de relevante wetten, voorschriften en richtlijnen. De optionele veiligestopfunctie voldoet aan de volgende normen.

- EN 954-1: 1996 Categorie 3
- IEC 60204-1: 2005 categorie 0 – ongecontroleerde stop
- IEC 61508: 1998 SIL2
- IEC 61800-5-2: 2007 – veilige uitschakeling van het koppel
- IEC 62061: 2005 SIL CL2
- ISO 13849-1: 2006 Categorie 3 PL d
- ISO 14118: 2000 (EN 1037) – voorkoming van een onbedoelde start

De informatie en instructies in de bedieningshandleiding zijn niet voldoende voor een juist en veilig gebruik van de veiligestopfunctionaliteit. De gerelateerde informatie en instructies van de relevante *Design Guide* moeten worden opgevolgd.

Beschermende maatregelen

- Veiligheidssystemen mogen uitsluitend worden geïnstalleerd en in bedrijf worden gesteld door gekwalificeerd en bekwaam personeel.
- De eenheid moet worden geïnstalleerd in een IP 54-behuizing of vergelijkbare omgeving. Voor speciale toepassingen is een hogere IP-klasse vereist.
- De kabel tussen klem 37 en de externe beveiliging moet zijn beveiligd tegen kortsluiting conform ISO 13849-2 tabel D.4.

4

- Wanneer externe krachten invloed uitoefenen op de motoras (bijv. zwevende lasten) moeten extra maatregelen worden getroffen (bijv. een veiligheidshoudrem) om gevaren te elimineren.

Installatie en setup Veilige stop

⚠WAARSCHUWING

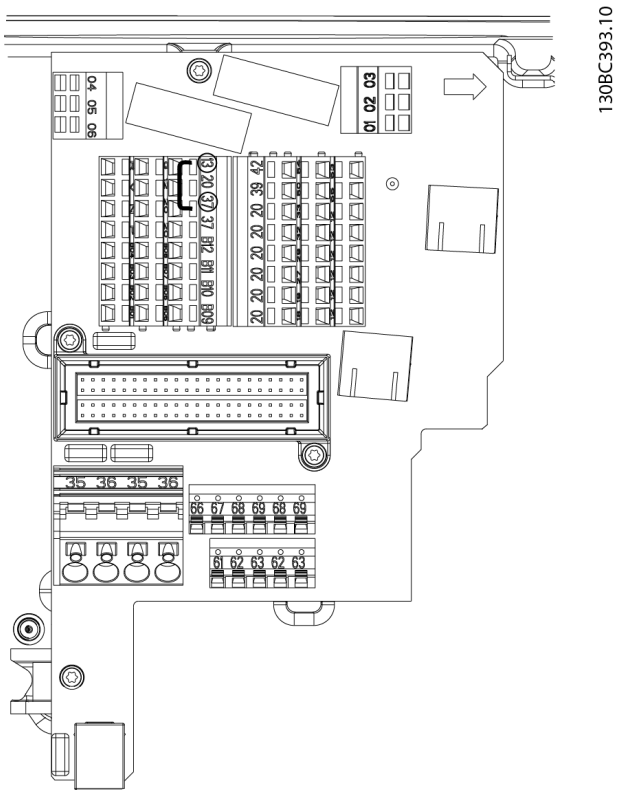
VEILIGESTOPFUNCTIE

De veiligestopfunctie voorziet NIET in isolatie van de netvoeding naar de frequentieomvormer of hulpcircuits. Voer werkzaamheden aan elektrische componenten van de frequentieomvormer of de motor enkel uit nadat de netvoeding is geïsoleerd en de wachttijd die staat vermeld in de sectie Veiligheid in deze handleiding is verstreken. Wanneer de netvoeding niet wordt geïsoleerd van de eenheid en de gespecificeerde wachttijd niet wordt aangehouden, kan dit leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

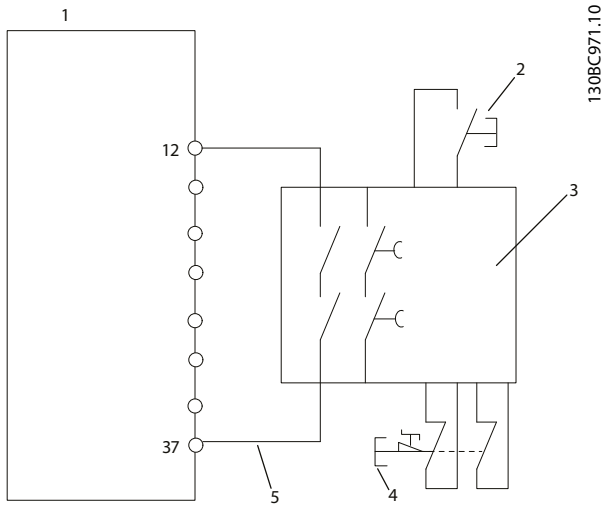
- Het wordt niet aanbevolen om de frequentieomvormer te stoppen met behulp van de functie voor veilige uitschakeling van het koppel. Als een actieve frequentieomvormer wordt gestopt door middel van deze functie zal de eenheid uitschakelen en vrijlopen tot stop. Als dit niet acceptabel is, moeten de frequentieomvormer en de machines worden gestopt voordat deze functie wordt gebruikt. Afhankelijk van de toepassing kan het gebruik van een mechanische rem zijn vereist.
- Voor frequentieomvormers met een synchroonmotor of permanente-magneetmotor geldt het volgende in geval van een storing van een vermogenshalfgeleider met meerdere IGBT's: zelfs wanneer de functie voor veilige uitschakeling van het koppel is geactiveerd, kan het systeem een uitlijningskoppel genereren waardoor de motoras maximaal 180/p graden wordt gedraaid. p geeft het nummer van het polenpaar aan.
- Deze functie is uitsluitend geschikt voor het uitvoeren van mechanische werkzaamheden aan het systeem of het betreffende deel van een machine. De functie biedt geen elektrische veiligheid. Gebruik deze functie niet om het starten en/of stoppen van de frequentieomvormer te regelen.

Volg onderstaande stappen om een veilige installatie van de frequentieomvormer uit te voeren:

1. Verwijder de jumperkabel tussen stuurklem 37 en 12 of 13. Om kortsluiting te voorkomen is het niet voldoende om de jumper door te knippen of te breken om kortsluiting te voorkomen (zie jumper op *Afbeelding 4.23*).
2. Sluit een extern veiligheidsbewakingsrelais aan via een NO-veiligheidsfunctie naar klem 37 (veilige stop) en klem 12 of 13 (24 V DC). Volg de instructie voor de beveiliging. Het veiligheidsbewakingsrelais moet voldoen aan Categorie 3 (EN 954-1)/PL d (ISO 13849-1) of SIL 2 (EN 62061).



Afbeelding 4.23 Jumper tussen klem 12/13 (24 V) en klem 37



Afbeelding 4.24 Installatie voor het realiseren van stopcategorie 0 (EN 60204-1) met veiligheidscategorie 3 (EN 954-1)/PL d (ISO 13849-1) of SIL 2 (EN 62061).

1	Frequentieomvormer
2	Resetknop
3	Veiligheidsrelais (cat. 3, PL d of SIL 2)
4	Noodknop
5	Kabel met kortsluitbeveiliging (indien niet in IP 54-installatiekast)

Tabel 4.28 Legenda

Test voor inbedrijfstelling veilige stop

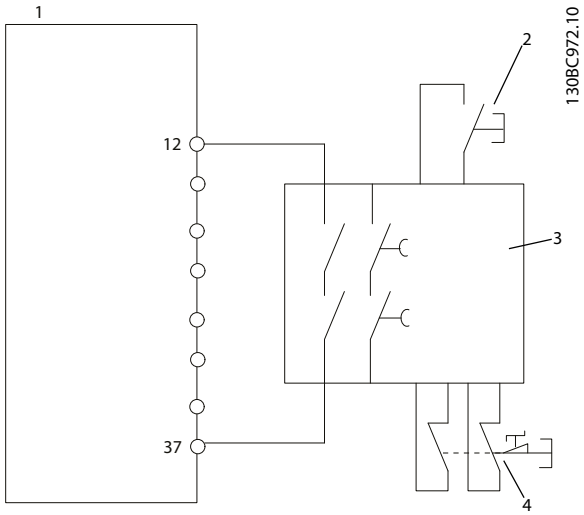
Voorafgaand aan de ingebruikname moet na het installeren een inbedrijfstellingstest worden uitgevoerd op de installatie, waarbij gebruik wordt gemaakt van de Veilige stop. Deze test moet bovendien worden uitgevoerd na elke aanpassing van de installatie.

Voorbeeld met STO

Een veiligheidsrelais evalueert de signalen van de noodstopknop en activeert een STO-functie op de frequentieomvormer wanneer de noodstopknop wordt bediend (zie *Afbeelding 4.25*). Deze veiligheidsfunctie komt overeen met een stop volgens categorie 0 (ongecontroleerde stop) conform IEC 60204-1. Wanneer de functie tijdens bedrijf wordt geactiveerd, zal de motor op ongecontroleerde wijze uitlopen. De spanning naar de motor wordt veilig verwijderd, zodat verdere beweging niet mogelijk is. Het is niet nodig om een installatie bij stilstand te bewaken. Wanneer er externe krachten kunnen optreden, moeten aanvullende maatregelen worden genomen om een mogelijke beweging op veilige wijze te voorkomen (bijv. door mechanische remmen).

NB

Voor alle toepassingen met een Veilige stop is het belangrijk dat een kortsluiting in de bedrading naar klem 37 kan worden uitgesloten. Voorkom kortsluiting zoals beschreven in EN-ISO 13849-2 D4 met behulp van beschermde bedrading (afgeschermd of gescheiden).



Afbeelding 4.25 Voorbeeld STO

1	Frequentieomvormer
2	Toets [Reset]
3	Veiligheidsrelais
4	Noodstop

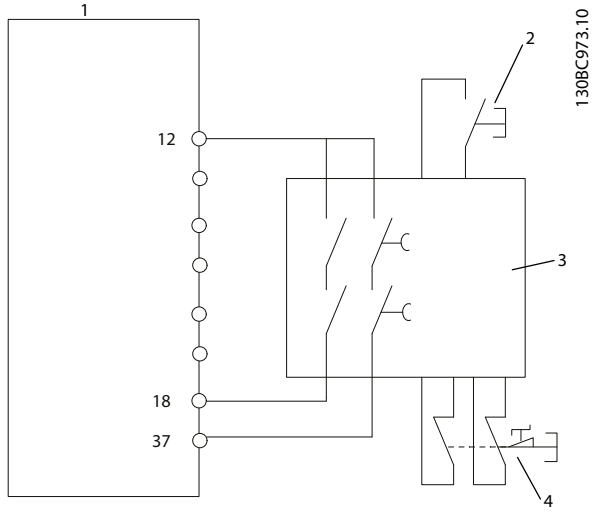
Tabel 4.29 Legenda

Voorbeeld met SS1

SS1 komt overeen met een gecontroleerde stop volgens stopcategorie 1 conform IEC 60204-1 (zie *Afbeelding 4.26*). Wanneer de veiligheidsfunctie wordt geactiveerd, voert de frequentieomvormer een normale gecontroleerde stop uit. Deze kan worden geactiveerd via klem 27. Nadat de veiligheidsvertraging op de externe veiligheidsmodule is verstreken, wordt de STO geactiveerd en wordt klem 37 laag gezet. Het uitlopen gebeurt zoals ingesteld in de frequentieomvormer. Wanneer de omvormer na de veiligheidsvertraging niet wordt gestopt, zal de activering van STO de frequentieomvormer laten vrijlopen.

NB

Bij gebruik van de SS1-functie wordt de uitloop van de rem van de frequentieomvormer niet bewaakt ten aanzien van veiligheid.



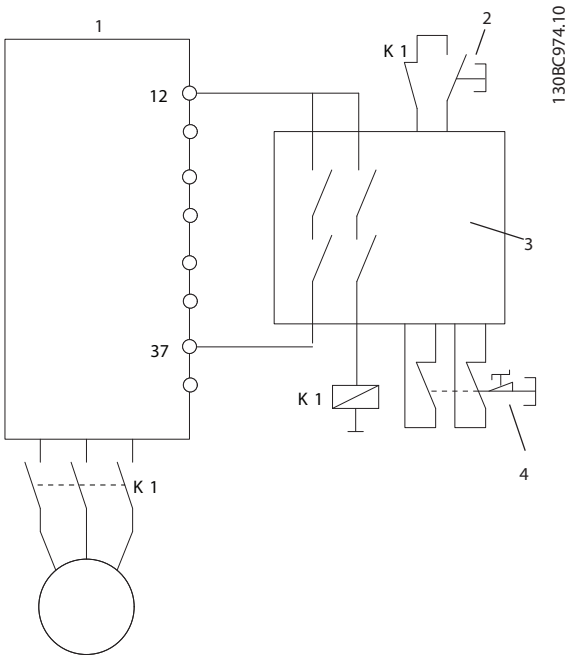
Afbeelding 4.26 Voorbeeld SS1

1	Frequentieomvormer
2	Toets [Reset]
3	Veiligheidsrelais
4	Noodstop

Tabel 4.30 Legenda

Voorbeeld met toepassing volgens Categorie 4/PL e

Wanneer er volgens het ontwerp van het veiligheidsbesturingssysteem voor de STO-functie twee kanalen zijn vereist om te voldoen aan Categorie 4/PL e kan het ene kanaal worden geïmplementeerd door middel van de Veilige stop, klem 37 (STO) en het andere door middel van een contactgever. Sluit de contactgever aan op de ingang van de frequentieomvormer of op de uitgangsvermogenscircuits en zorg dat deze wordt bestuurd door het veiligheidsrelais (zie *Afbeelding 4.27*). De contactgever moet worden bewaakt via een hulprelais met geleide contacten en worden aangesloten op de resetingang van het veiligheidsrelais.



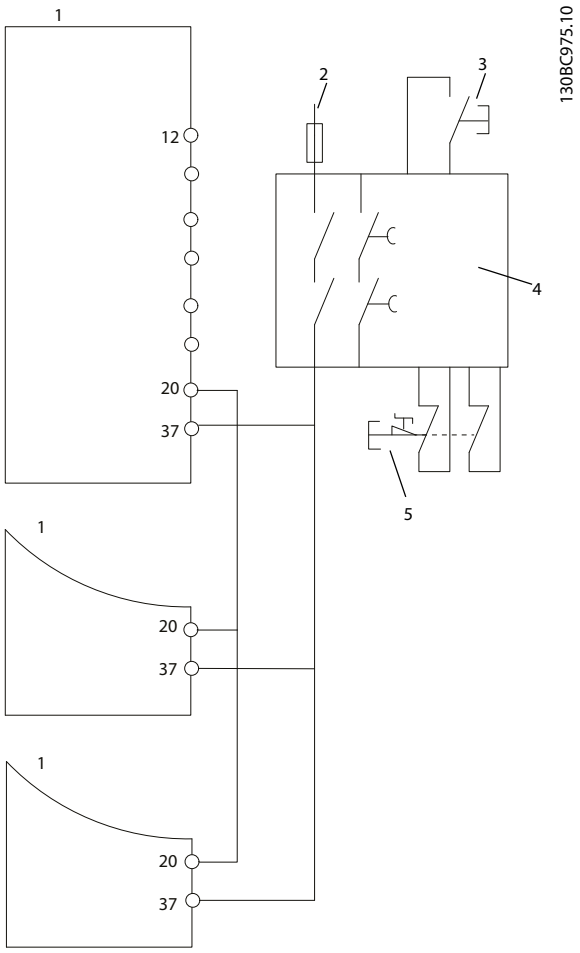
Afbeelding 4.27 Voorbeeld STO volgens stopcategorie 4

1	Frequentieomvormer
2	Toets [Reset]
3	Veiligheidsrelais
4	Noodstop

Tabel 4.31 Legenda

Veiligestopingangen parallel aansluiten op één veiligheidsrelais

Veiligestopingangen, klem 37 (STO), mogen rechtstreeks samen worden aangesloten wanneer het nodig is om meerdere frequentieomvormers vanaf dezelfde stuurkabel te regelen via één veiligheidsrelais (zie *Afbeelding 4.28*). Het gezamenlijk aansluiten van ingangen verhoogt de waarschijnlijkheid van een fout in de onveilige richting. Een fout in één frequentieomvormer kan ertoe leiden dat alle frequentieomvormers worden geactiveerd. De waarschijnlijkheid van een fout bij klem 37 is echter zo laag dat de resulterende waarschijnlijkheid nog steeds voldoet aan de vereisten van SIL 2.



Afbeelding 4.28 Voorbeeld van parallelle aansluiting van meerdere omvormers

1	Frequentieomvormer
2	24 V DC
3	Toets [Reset]
4	Veiligheidsrelais
5	Noodstop

Tabel 4.32 Legenda

⚠WAARSCHUWING

De activering van de Veilige stop (d.w.z. het wegnemen van de 24 V DC-spanning naar klem 37) biedt geen elektrische veiligheid. De functie Veilige stop is daarom op zichzelf onvoldoende voor het implementeren van een nooduitschakelingsfunctie zoals gedefinieerd in EN 60204-1. Voor een nooduitschakeling zijn maatregelen op het gebied van elektrische isolatie vereist, bijvoorbeeld door het uitschakelen van de netvoeding via een extra contactgever.

1. Activeer de functie Veilige stop door de 24 V DC-spanning naar klem 37 weg te nemen.
2. Na activering van de Veilige stop (d.w.z. na de responstijd) loopt de frequentieomvormer vrij (het stoppen genereert een draaiveld in de motor). De responstijd van de slaves is minder dan 10 ms.

De frequentieomvormer zal gegarandeerd niet opnieuw een draaiveld gaan creëren als gevolg van een interne fout (conform Cat. 3 van EN 954-1, PL d conform EN-ISO 13849-1 en SIL 2 conform EN 62061). Na activering van de Veilige stop toont het display de tekst 'Veilige stop'. De bijbehorende helptekst geeft 'Veilige stop is geactiveerd' aan. Dit betekent dat de Veilige stop is geactiveerd of dat het normale bedrijf nog niet weer is hervat na activering van een Veilige stop.

NB

Aan de eisen van categorie 3 (EN 954-1)/PL d (EN-ISO 13849-1) wordt enkel voldaan wanneer de 24 V DC-spanning naar klem 37 verwijderd blijft of laag wordt gehouden door een beveiliging die zelf ook voldoet aan categorie 3 (EN 954-1)/PL d (EN-ISO 13849-1). Wanneer externe krachten invloed uitoefenen op de motor mag deze niet worden gebruikt zonder dat er extra maatregelen zijn getroffen om bescherming te bieden tegen vallen. Externe krachten kunnen zich bijvoorbeeld voordoen in geval van een verticale as (hangende lasten) waarbij een ongewenste beweging, bijvoorbeeld veroorzaakt door de zwaartekracht, gevaar kan veroorzaken. Een mogelijke bescherming tegen vallen wordt gevormd door extra mechanische remmen.

Standaard worden de veiligestopfunctie zo ingesteld dat een onbedoelde start wordt voorkomen. Om normaal bedrijf te hervatten na activering van de Veilige stop moet daarom

1. opnieuw een spanning van 24 V DC worden toegepast op klem 37 (de tekst 'Veilige stop' wordt nog steeds weergegeven);
2. een resetsignaal worden verstuurd (via bus, digitale I/O of de [Reset]-toets).

De veiligestopfunctie kan worden ingesteld voor een automatische herstart. Wijzig de instelling van *5-19 Klem 37 Veilige stop* van de standaardwaarde [1] naar waarde [3]. Een automatische herstart betekent dat de Veilige stop wordt beëindigd en normaal bedrijf wordt hervat zodra 24 V DC wordt toegepast op klem 37. Hiervoor is geen resetsignaal nodig.

4

⚠WAARSCHUWING

Het toepassen van een automatische herstart is enkel toegestaan in de volgende twee situaties:

1. **Een onbedoelde start wordt voorkomen via andere delen van de veiligestopinstallatie.**
2. **Aanwezigheid in de gevarenzone kan fysiek worden uitgesloten wanneer de veiligestopfunctie niet wordt gebruikt. Met name *paragraaf 5.3.2.5 van ISO 12100-2 2003* moet in acht worden genomen.**

4.9.1.2 Test voor inbedrijfstelling veilige stop

Voorafgaand aan de ingebruikname moet na het installeren een inbedrijfstellingstest worden uitgevoerd op de installatie of toepassing, waarbij gebruik wordt gemaakt van de Veilige stop.
De test moet worden uitgevoerd na elke aanpassing van de installatie of toepassing waarvan de Veilige stop deel uitmaakt.

NB

Na de eerste inbedrijfstelling en na elke wijziging aan de veiligheidsvoorziening moet een inbedrijfstellingstest met succes worden afgerond.

De inbedrijfstellingstest (selecteer praktijkvoorbeeld 1 of 2 op basis van toepasselijkheid):

Praktijkvoorbeeld 1: het voorkomen van een herstart is vereist voor een veilige stop (d.w.z. enkel een Veilige stop waarbij *5-19 Klem 37 Veilige stop* is ingesteld op de standaardwaarde [1] of een combinatie van een Veilige stop met MCB 112 waarbij *5-19 Klem 37 Veilige stop* is ingesteld op [6] of [9]):

1.1 Verwijder de 24 V DC-spanning naar klem 37 via de stroomonderbreker terwijl de motor wordt aangedreven door de frequentieomvormer (d.w.z. dat de netvoeding niet wordt onderbroken). De teststap is met succes uitgevoerd als

- de motor gaat vrijlopen en
- de mechanische rem is geactiveerd (indien aangesloten);
- het alarm 'Veilige stop [A68]' wordt weergegeven op het LCP, indien aangesloten.

1.2 Verstuur een resetsignaal (via bus, digitale I/O of de [Reset]-toets). De teststap is met succes uitgevoerd als de motor in de veilige stopstatus blijft staan en de mechanische rem (indien aangesloten) geactiveerd blijft.

1.3 Sluit de 24 V DC weer aan op klem 37. De teststap is met succes uitgevoerd als de motor in de vrijloopstatus blijft staan en de mechanische rem (indien aangesloten) geactiveerd blijft.

1.4 Verstuur een resetsignaal (via bus, digitale I/O of de [Reset]-toets). De teststap is met succes uitgevoerd als de motor weer draait.

De inbedrijfstellingstest is gelukt als alle vier teststappen (1.1, 1.2, 1.3 en 1.4) met succes zijn doorlopen.

Praktijkvoorbeeld 2: een automatische herstart na de Veilige stop is gewenst en toegestaan (d.w.z. enkel een Veilige stop waarbij *5-19 Klem 37 Veilige stop* is ingesteld op [3] of een combinatie van een Veilige stop met MCB 112 waarbij *5-19 Klem 37 Veilige stop* is ingesteld op [7] of [8]):

2.1 Verwijder de 24 V DC-spanning naar klem 37 via de stroomonderbreker terwijl de motor wordt aangedreven door de frequentieomvormer (d.w.z. dat de netvoeding niet wordt onderbroken). De teststap is met succes uitgevoerd als

- de motor gaat vrijlopen en
- de mechanische rem is geactiveerd (indien aangesloten);
- het alarm 'Veilige stop [A68]' wordt weergegeven op het LCP, indien aangesloten.

2.2 Sluit de 24 V DC weer aan op klem 37.

De teststap is met succes uitgevoerd als de motor weer draait. De inbedrijfstellingstest is gelukt als beide teststappen (2.1 en 2.2) met succes zijn doorlopen.

NB

Zie de waarschuwing over het herstartgedrag in *Klem 37 veiligestopfunctie* .

NB

De functie Veilige stop kan worden gebruikt voor asynchrone, synchrone en permanente-magneetmotoren. In de vermogenshalfgeleider van de frequentieomvormer kunnen twee fouten optreden. Bij gebruik van synchroon-motoren of permanente-magneetmotoren kunnen deze fouten een restrotatie veroorzaken. De rotatie kan worden berekend op basis van Hoek = 360/(aantal polen). Bij toepassingen die gebruikmaken van synchroonmotoren of permanente-magneetmotoren moet hiermee rekening worden gehouden en moet ervoor worden gezorgd dat dit geen veiligheidsprobleem oplevert. Deze situatie is niet relevant voor asynchrone motoren.

5 Typecode en selectiegids

5.1 Beschrijving typecode

Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	39	39
	F	C	D	3	0	2	P				T	4				H	1											X	A		B		X	X	X	X	X	D	

130BB797.10

Afbeelding 5.1 Beschrijving typecode

Positie	Beschrijving	Selecties/opties	
01-03	Productgroep	FCD	Decentral Drive
04-06	Frequentieom-vormerserie	302	Geavanceerde prestaties
07-10	Vermogens-klasse	PK37	0,37 kW/0,5 pk
		PK55	0,55 kW/0,75 pk
		PK75	0,75 kW/1,0 pk
		P1K1	1,1 kW/1,5 pk
		P1K5	1,5 kW/2,0 pk
		P2K2	2,2 kW/3,0 pk
		P3K0	3,0 kW/4,0 pk (alleen grote eenheden)
		PXXX	Losse installatiekast (zonder vermogensdeel)
11-12	Fasen, netspanning	T	Drie fasen
		4	380-480 V AC
13-15	Behuizing	B66	Standaard zwart – IP 66/Type 4x
		W66	Standaard wit – IP 66/Type 4x
		W69	Hygiënisch wit – IP 66K/Type 4x
16-17	RFI-filter	H1	RFI-filter, klasse A1/C2
18	Rem	X	Geen rem
		S	Remchopper + voeding mechanische rem
19	Hardwareconfi-guratie	1	Compleet product, kleine eenheden, losse montage
		3	Compleet product, grote eenheden, losse montage
		X	Omvormerdeel, kleine eenheden (geen installa-tiekast)
		Y	Omvormerdeel, grote eenheden (geen installa-tiekast)
		R	Installatiekast, kleine eenheden, losse montage (geen omvormerdeel)
		T	Installatiekast, grote eenheden, losse montage (geen omvormerdeel)
20	Beugels	X	Geen beugels
		E	Platte beugels
		F	Beugels 40 mm
21	Schroefdraad	X	Geen installatiekast
		M	Metrische schroefdraad

Positie	Beschrijving	Selecties/opties	
22	Schakelaaroptie	X	Geen schakelaaroptie
		E	Werkschakelaar bij netingang
		F	Werkschakelaar bij motoruitgang
		H	Stroomonderbreker & werkschakelaar, doorlus-klemmen (alleen grote eenheden)
		K	Werkschakelaar aan netzijde, met doorlus-klemmen (alleen grote eenheden)
23	Display	X	Geen displayconnector (geen installatiekast)
		C	Met displayconnector
24	Sensorstekkers	X	Geen sensorstekkers
		E	Directe montage 4 x M12: 4 digitale ingangen
		F	Directe montage 6 x M12: 4 digitale ingangen, 2 relaisuitgangen
25	Motorstekker	X	Geen motorstekker
26	Netstekker	X	Geen netstekker
27	Veldbusstekker	X	Geen veldbusstekker
		E	M12 Ethernet
		P	M12 Profibus
28	Gereserveerd	X	Voor toekomstig gebruik
29-30	A-optie	AX	geen A-optie
		A0	Profibus DP
		AN	Ethernet IP
		AL	Profinet
31-32	B-optie	BX	geen B-optie
		BR	Encoderoptie
		BU	Resolveroptie
		BZ	Veiligheids-PLC-interface
33-37	Gereserveerd	XXXXX	Voor toekomstig gebruik
38-39	D-optie	DX	Geen D-optie
		D0	24 V DC-backupingang

Tabel 5.1 Beschrijving typecode

Niet alle selecties/opties zijn beschikbaar voor elk type FCD 302. Gebruik de Drive Configurator op onze website om te controleren of een bepaalde versie beschikbaar is: *http://driveconfig.danfoss.com.*

NB

A- en D-opties voor de FCD 302 zijn geïntegreerd in de stuurkaart. Daarom kunnen hier geen insteekmodules voor frequentieomvormers worden gebruikt. In geval van toekomstige aanpassingen moet de gehele stuurkaart worden vervangen. B-opties zijn insteekmodules op basis van hetzelfde concept als voor de frequentieomvormers.

5.1.1 Drive Configurator

Gebruik het bestelnummersysteem om een frequentieomvormer samen te stellen op basis van de toepassingseisen.

Bestel een standaardversie of een versie met ingebouwde opties door een typecodereeks die het product beschrijft, te verzenden naar een lokaal verkooppunt van Danfoss, bijv.:
FCD302P2K2T4B66H1X1XMXCXXXXXA0BXXXXXXDX

De betekenis van de tekens in de reeks is te vinden op de pagina's met bestelnummers in dit hoofdstuk. In bovenstaand voorbeeld is de omvormer uitgerust met een Profibus DP V1 en een 24 V-backupoptie.

Gebruik de Drive Configurator op de website om de juiste omvormer voor de juiste toepassing samen te stellen en de typecodereeks aan te maken. De Drive Configurator genereert automatisch een 8-cijferig bestelnummer dat naar het verkoopkantoor bij u in de buurt wordt verzonden.
U kunt tevens een projectlijst met diverse producten samenstellen en deze naar een verkoopmedewerker van Danfoss zenden.

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

Frequentieomvormers worden automatisch geleverd met een taalpakket dat toepasselijk is voor het gebied vanwaaruit de bestelling is geplaatst.
Als u een ander taalpakket wilt bestellen, kunt u contact opnemen met een verkoopkantoor van Danfoss bij u in de buurt.

5.2 Bestelnummers

5.2.1 Bestelnummer: Accessoires

Accessoires	Beschrijving	Bestelnr.
Montagebeugels, verlengd	Beugels 40 mm	130B5771
Montagebeugels	Platte beugels	130B5772
LCP-kabel	Voorgeconfectioneerde kabel voor gebruik tussen omvormer en LCP.	130B5776
Remweerstand 1750 Ω 10 W/100%	Voor montage in de installatiekast onder de motorklemmen	130B5778
Remweerstand 350 Ω 10 W/100%	Voor montage in de installatiekast onder de motorklemmen	130B5780
VLT-bedieningspaneel LCP 102	Grafisch display voor programmering en uitlezing	130B1078
Ventilatiemembraan, goretex	Voorkomt condensvorming in behuizing	175N2116
PE-afsluiting, M20	Roestvrij staal	175N2703
PE-afsluiting, M16	Roestvrij staal	130B5833

Tabel 5.2 Bestelnummer: Accessoires

5.2.2 Bestelnummer: Reserveonderdelen

Reserveonderdelen	Beschrijving	Bestelnr.
Beschermkap	Kunststof beschermkap voor omvormerdeel	130B5770
Pakking	Pakking tussen installatiekast en omvormerdeel	130B5773
Accessoiretas	Vervangende kabelklemmen en schroeven voor afsluiten afscherming	130B5774
Werkschakelaar	Vervangende werkschakelaar voor netvoeding of motor	130B5775
LCP-stekker	Vervangende stekker voor montage in installatiekast	130B5777
Hoofdklemmenblok	Voor montage in installatiekast	130B5779
M12-sensorstekkers	Set van twee M12-sensorstekkers voor montage in opening van kabelpakking	130B5411
Stuurkaart	Stuurkaart met 24 V-backup	130b5783
Stuurkaart Profibus	Stuurkaart Profibus met 24 V-backup	130b5781
Stuurkaart Ethernet	Stuurkaart Ethernet met 24 V-backup	130b5788
Stuurkaart Profinet	Stuurkaart Profinet met 24 V-backup	130b5794

Tabel 5.3 Bestelnummer: Reserveonderdelen

De verpakking bevat:

- Accessoiretas, alleen geleverd indien installatiekast is besteld. Inhoud:
  - 2 kabelklemmen
  - beugel voor motor-/belastingkabels
  - ophoogbeugel voor kabelklem
  - schroef 4 mm 20 mm
  - zelftappers 3,5 mm 8 mm
- Documentatie

Afhankelijk van de geïnstalleerde opties kunnen er één of twee tassen en een of meer boekjes bijgevoegd zijn.

5.3 Opties en accessoires

Danfoss levert een breed assortiment opties en accessoires voor de frequentieomvormer.

5.3.1 Veldbusopties

Selecteer de veldbusoptie wanneer u de frequentieomvormer besteld. Alle veldbusopties worden geïntegreerd op de stuurkaart. Er is geen aparte A-optie beschikbaar. Om de veldbusoptie op een later tijdstip te wijzigen, moet u de stuurkaart vervangen. De volgende stuurkaarten met verschillende veldbusopties zijn beschikbaar. Alle stuurkaarten zijn standaard uitgerust met 24 V-backup.

Item	Bestelnummer
Stuurkaart Profibus	130B5781
Stuurkaart Ethernet	130B5788
Stuurkaart Profinet	130B5794

Tabel 5.4 Stuurkaarten met veldbusopties

5.3.2 Encoderoptie 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-**.

De encoderoptie MCB 102 wordt gebruikt voor:

- VVC+ met terugkoppeling
- Flux-vectorsnelheidsregeling
- Flux-vectorkoppelregeling
- Permanente-magneetmotor

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
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.

NB

De leds zijn niet zichtbaar wanneer de optie is geïnstalleerd in een FCD 302-frequentieomvormer. In *17-61 Bewaking terugkoppelingssignaal* kan worden ingesteld welke reactie gewenst is in geval van een encoderfout: geen, waarschuwing of uitschakeling (trip).

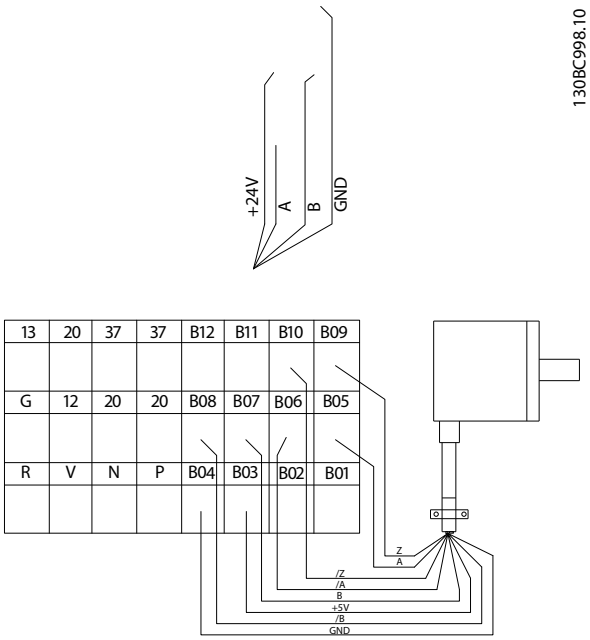
De encoderoptieset bevat

- Encoderoptie MCB 102
- Kabels om de bedieningspanelen van de klant te verbinden met de stuurkaart

Connector Aanduiding X31	Incrementele encoder (zie schema A)	SinCos-encoder Hiperface® (zie schema B)	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					

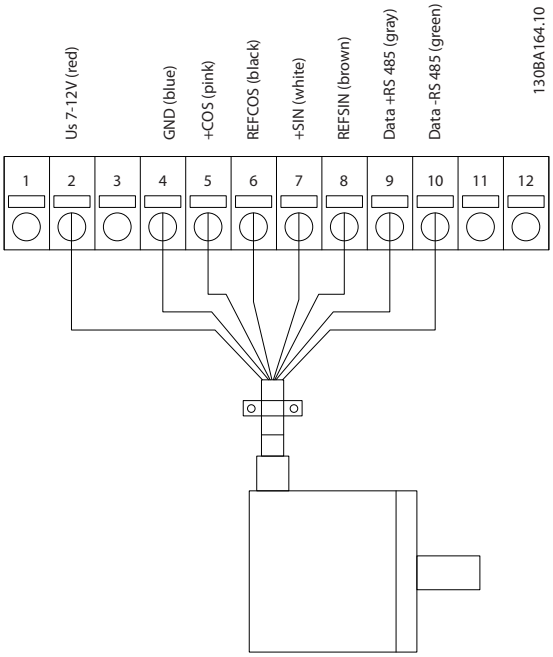
Tabel 5.5 Aansluitklemmen encoderoptie MCB 102

** Voeding voor encoder: zie encodergegevens*

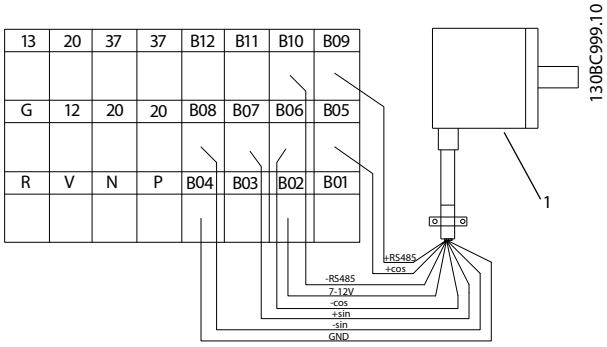


Afbeelding 5.2 Aansluitingen voor 5 V incrementele encoder

Max. kabellengte 10 m.



Afbeelding 5.3 Aansluitingen voor Hiperface-encoder – 1



Afbeelding 5.4 Aansluitingen voor Hiperface-encoder – 2

Item	Beschrijving
1	Hiperface-encoder

Tabel 5.6 Legenda

5.3.3 Resolveroptie MCB 103

Resolveroptie MCB 103 wordt gebruikt als interface van de motorterugkoppeling van de resolver naar een frequentie-omvormer. Resolvers worden voornamelijk gebruikt als motorterugkoppelingsapparaat voor synchrone, borstelloze permanente-magneetmotoren.

De resolveroptieset bevat:

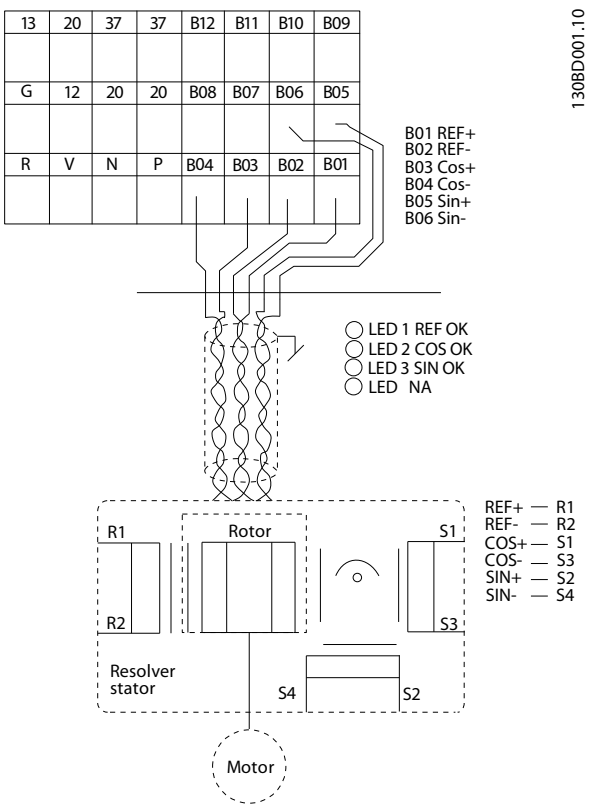
- Resolveroptie MCB 103
- Kabels om de bedieningspanelen van de klant te verbinden met de stuurkaart

Parameterselectie: 17-5x resolverinterface.

Resolveroptie MCB 103 ondersteunt diverse resolvertypen.

Polen	17-50 Polen: 2 *2
Ingangsspanning van resolver	17-51 Ingangsspanning: 2,0-8,0 Vrms *7,0 Vrms
Ingangsfrequentie van resolver	17-52 Ingangsfrequentie: 2-15 kHz *10,0 kHz
Transformatiever-houding	17-53 Transformatieverhouding: 0,1-1,1 *0,5
Secundaire ingangs-spanning	Max 4 Vrms
Secundaire belasting	Ca. 10 kΩ

Tabel 5.7 Specificaties resolveroptie MCB 103



Afbeelding 5.5 Aansluitingen voor resolveroptie MCB 103

NB

De resolveroptie MCB 103 kan alleen worden gebruikt met resolvertypen die zijn uitgerust met een rotor. Resolvers met een stator kunnen niet worden gebruikt.

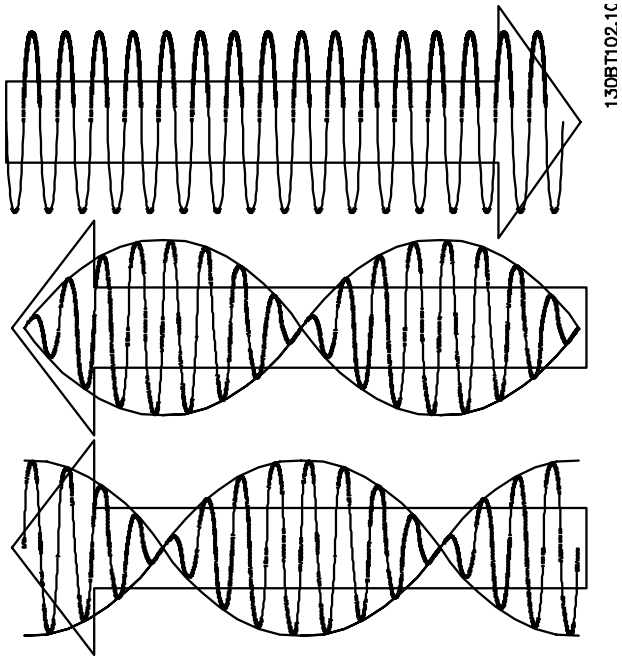
NB

Ledindicaties zijn niet zichtbaar op de resolveroptie.

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 *Waarschuwing* of *Uitschakeling (trip)*.



Afbeelding 5.6 Resolversignalen

Setupvoorbeeld

In dit voorbeeld wordt een permanente-magneetmotor (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.

NB

Resolverkabels moeten zijn afgeschermd en gescheiden worden gehouden van de motorkabels.

NB

De afscherming van de resolverkabel moet correct zijn aangesloten op de ontkoppelingsplaat en aan motorzijde zijn aangesloten op het chassis (aarde).

NB

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 5.8 Pas de volgende parameters aan

5.3.4 24 V-backupoptie MCB 107

Externe 24 V DC-voeding

Een externe 24 V DC-voeding kan worden gebruikt als laagspanningsvoeding voor de stuurkaart en eventuele geïnstalleerde optiekaarten. Hierdoor kan het LCP (incl. de parameterinstellingen) volledig functioneren zonder aansluiting op het net.

Specificatie externe 24 V DC-voeding	
Bereik ingangsvermogen	24 V DC ±15% (max. 37 V in 10 s)
Max. ingangsstroom	2,2 A
Gemiddelde ingangsstroom	0,9 A
Max. kabellengte	75 m
Belasting ingangscapaciteit	< 10 uF
Inschakelvertraging	< 0,6 s

De ingangen zijn beveiligd.

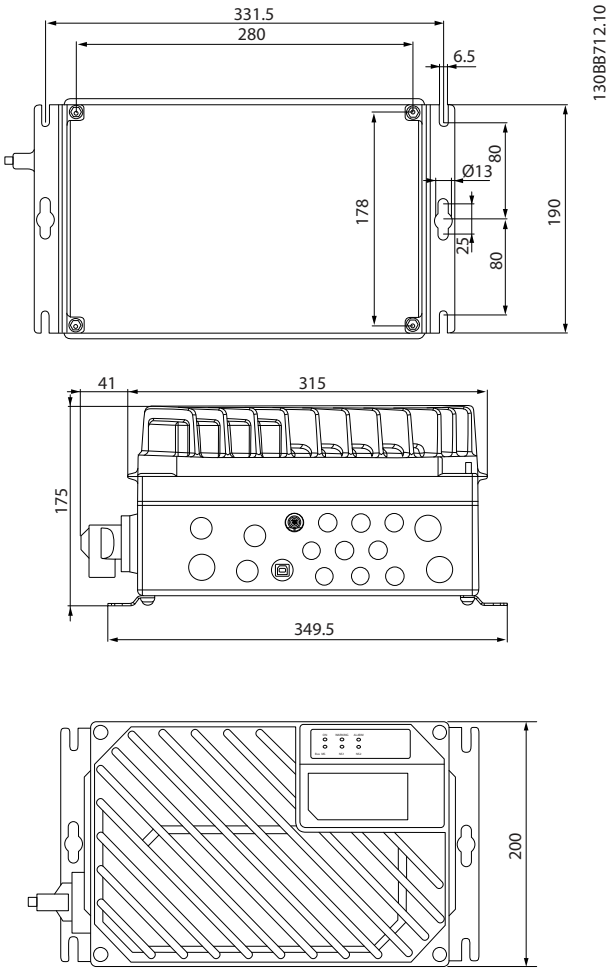
Klemnummers

Klem 35: - externe 24 V DC-voeding.

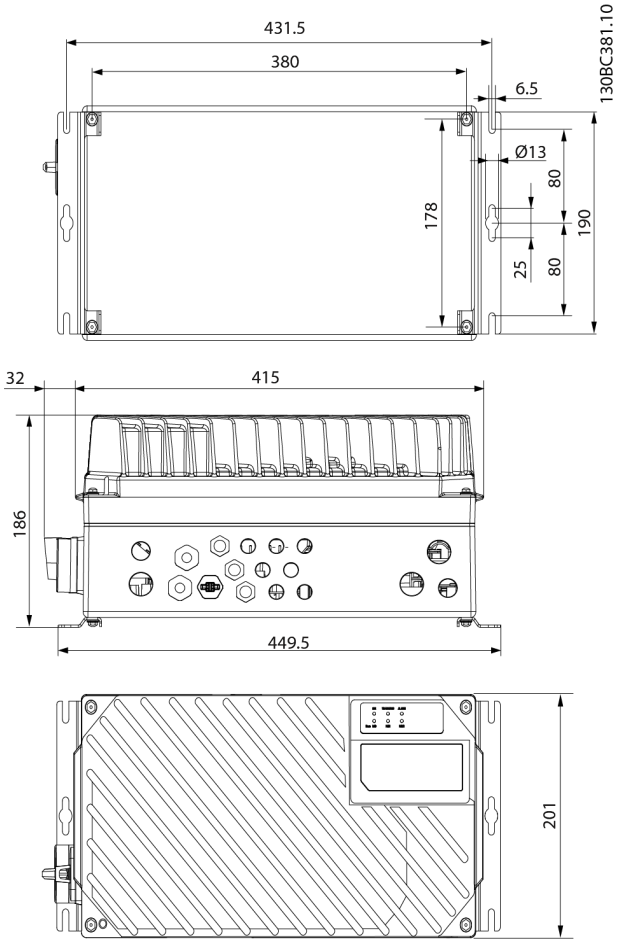
Klem 36: + externe 24 V DC-voeding.

6 Specificaties

6.1 Mechanische afmetingen



Afbeelding 6.1 Kleine eenheden



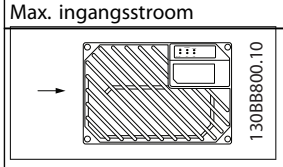
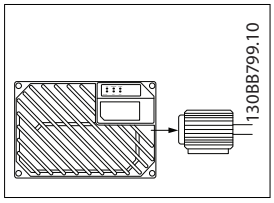
Afbeelding 6.2 Grote eenheden

Motorzijde	1 x M20, 1 x M25
Besturingszijde	2 x M20, 9 x M16[1)]
Netzijde	2 x M25

Tabel 6.1 Legenda

[1)] *Ook gebruikt voor 4 x M12/6 x M12 sensor-/actuatoraansluitingen.*

6.2 Elektrische gegevens en kabelgroottes

Netvoeding 3 x 380-480 V AC								
Frequentieomvormer		**PK37**	**PK55**	**PK75**	**P1K1**	**P1K5**	**P2K2**	**P3K0**
Nominaal asvermogen [kW]		0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3,0
Nominaal asvermogen [pk]		0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
Max. ingangsstroom								
	Continu (3 x 380-440 V) [A]	1,2	1,6	2,2	2,7	3,7	5,0	6,5
	Intermitterend (3 x 380-440 V) [A]	1,9	2,6	3,5	4,3	5,9	8,0	10,4
	Continu (3 x 441-480 V) [A]	1,0	1,4	1,9	2,7	3,1	4,3	5,7
	Intermitterend (3 x 441-480 V) [A]	1,6	2,2	3,0	4,3	5,0	6,9	9,1
	Aanbevolen max. zekeringgrootte*	gG-25						
	Ingebouwde stroomonderbreker (grote eenheden)	CTI-25M onderdeelnr. Danfoss: 047B3151						
	Aanbevolen stroomonderbreker (kleine eenheden)	CTI-45MB onderdeelnr. Danfoss: 047B3164						
	Vermogensverlies bij max. belasting [W]	35	42	46	58	62	88	116
	Rendement	0,93	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97
	Gewicht, kleine eenheden [kg]	9,8						n.v.t.
	Gewicht, grote eenheden [kg]	13,9						
Uitgangsstroom								
	Continu (3 x 380-440 V) [A]	1,3	1,8	2,4	3,0	4,1	5,2	7,2
	Intermitterend (3 x 380-440 V) [A]	2,1	2,9	3,8	4,8	6,6	8,3	11,5
	Continu (3 x 441-480 V) [A]	1,2	1,6	2,1	3,0	3,4	4,8	6,3
	Intermitterend (3 x 441-480 V) [A]	1,9	2,6	3,4	4,8	5,4	7,7	10,1
	Continu kVA (400 V AC) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,1	2,8	3,9	5,0
	Continu kVA (460 V AC) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,4	2,7	3,8	5,0
	Max. kabelgrootte (net, motor, rem) [mm²/[AWG]	stijve kabel 6/10 buigzame kabel 4/12						

Tabel 6.2 FCD 302 asvermogen, uitgangsstroom en ingangsstroom

**Gebruik de volgende voorzekeringen om te voldoen aan UL/cUL-vereisten*

1. American Wire Gauge (Amerikaanse kabeldiktemaat). De max. kabeldoorsnede is de grootste kabeldoorsnede die op de klemmen mag worden aangesloten. Volg altijd de nationale en lokale voorschriften op.
2. Er moeten voorzekeringen van het type gG worden gebruikt. Gebruik voorzekeringen van dit type als moet worden voldaan aan UL/cUL (zie *Tabel 6.3*).
3. Gemeten met behulp van een afgeschermde/gewapende motorkabel van 10 m bij nominale belasting en nominale frequentie.

Aanbevolen max. zekeringgrootte 25 A

Merk	Type zekering	UL-bestandnr.	UL-categorie (CNN-code)
Bussmann	FWH-25	E91958	JFHR2
Bussmann	KTS-R25	E52273	RK1/JDDZ
Bussmann	JKS-25	E4273	J/JDDZ
Bussmann	JJS-25	E4273	T/JDDZ
Bussmann	FNW-R-25	E4273	CC/JDDZ
Bussmann	KTK-R-25	E4273	CC/JDDZ
Bussmann	LP-CC-25	E4273	CC/JDDZ
SIBA	5017906-025	E180276	RK1/JDDZ
Littelfuse	KLS-R25	E81895	RK1/JDDZ
Ferraz Shawmut	ATM-R25	E163267/E2137	CC/JDDZ
Ferraz Shawmut	A6K-25R	E163267/E2137	RK1/JDDZ
Ferraz Shawmut	HSJ25	E2137	J/HSJ

Tabel 6.3 FCD 302 voorzekeringen die voldoen aan UL/cUL-vereisten

DC-spanningsniveau	380-480 V-eenheden (V DC)
Uitschakeling omvormer wegens onderspanning	373
Waarschuwing wegens onderspanning	410
Opnieuw inschakelen na onderspanning (waarschu-wingsreset)	398
Waarschuwing wegens overspanning (zonder rem)	778
Inschakeling dynamische rem	778
Opnieuw inschakelen na overspanning omvormer (waarschu-wingsreset)	795
Waarschuwing wegens overspanning (met rem)	810
Uitschakeling (trip) wegens overspanning	820

Tabel 6.4 FCD 302 DC-spanningsniveau

Zekeringen

De eenheid is geschikt voor gebruik in een circuit dat maximaal 100.000 A_{rms} symmetrisch en 500 V kan leveren.

Stroomonderbreker

De eenheid is geschikt voor gebruik in een circuit dat maximaal 10.000 A_{rms} symmetrisch en 500 V kan leveren.

6.3 Algemene specificaties

Netvoeding (L1, L2, L3)	
Netspanning	380-480 V ± 10%

Netspanning laag/netstoring:
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 netspanning 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 eenheid (> 0,98)
Schakelen aan netingang L1, L2, L3 (inschakelingen)	maximaal 2 keer/min

De eenheid is geschikt voor gebruik in een circuit dat maximaal 100.000 A_{rms} symmetrisch en 480 V kan leveren.

Motorvermogen (U, V, W)	
Uitgangsspanning	0-100% van de voedingsspanning
Uitgangsfrequentie	0-1000 Hz
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)]
Startkoppel	maximaal 180% gedurende max. 0,5 s[1)]
Overbelastingskoppel (constant koppel)	maximaal 160% gedurende 60 s[1)]
Startkoppel (variabel koppel)	maximaal 110% gedurende 60 s[1)]
Overbelastingskoppel (variabel koppel)	maximaal 110% gedurende 60 s[1)]

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

Kabellengte en -dwarsdoorsnede voor stuurkabels[1)]	
Max. lengte motorkabel, afgeschermd	10 m
Max. lengte motorkabel, niet afgeschermd, zonder te voldoen aan emissie-eisen.	10 m
Maximale kabeldoorsnede voor stuurklemmen, buigzame/stijve kabel zonder kabelmoffen	1,5 mm²/16 AWG
Maximale kabeldoorsnede voor stuurklemmen, buigzame kabel met kabelmoffen	1,5 mm²/16 AWG
Maximale kabeldoorsnede voor stuurklemmen, buigzame kabel met kabelmoffen en kraag	1,5 mm²/16 AWG
Minimale kabeldoorsnede naar stuurklemmen	0,25 mm²/24 AWG

[1)]Voedingskabels; zie de tabellen in 6.2 Elektrische gegevens en kabelgroottes in de FCD 302 Design Guide, MG04H.

Bescherming en functies

- Thermo-elektronische motorbeveiliging tegen overbelasting.
- Temperatuurbewaking van het koellichaam zorgt ervoor dat de frequentieomvormer wordt uitgeschakeld als een vooraf gedefinieerde temperatuur wordt bereikt.
- De frequentieomvormer is beveiligd tegen kortsluiting op de motorklemmen U, V, W.
- Als er een netfase ontbreekt, wordt de frequentieomvormer uitgeschakeld of geeft hij een waarschuwing (afhankelijk van de belasting).
- Bewaking van de tussenkringspanning zorgt ervoor dat de frequentieomvormer wordt uitgeschakeld als de tussenkringspanning te laag of te hoog is.
- De frequentieomvormer controleert continu op kritische niveaus van interne temperatuur, belastingsstroom, hoge spanning op de tussenkring en lage motorsnelheden. Als reactie op een kritisch niveau kan de frequentieomvormer de schakelfrequentie aanpassen en/of het schakelpatroon wijzigen om een goede werking van de omvormer te garanderen.

Digitale ingangen	
Programmeerbare digitale ingangen	4 (6)[1)]
Klemnummer	18, 19, 27[1)], 29[1)], 32, 33,
Logica	PNP of NPN
Spanningsniveau	0-24 V DC
Spanningsniveau, logisch '0' PNP	< 5 V DC
Spanningsniveau, logisch '1' PNP	> 10 V DC
Spanningsniveau, logisch '0' NPN[2)]	>19 V DC
Spanningsniveau, logisch '1' NPN[2)]	<14 V DC
Maximale spanning op ingang	28 V DC
Pulsfrequentiebereik	0-110 kHz
Min. pulsbreedte (werkcyclus)	4,5 ms
Ingangsweerstand, R_i	ongeveer 4 kΩ

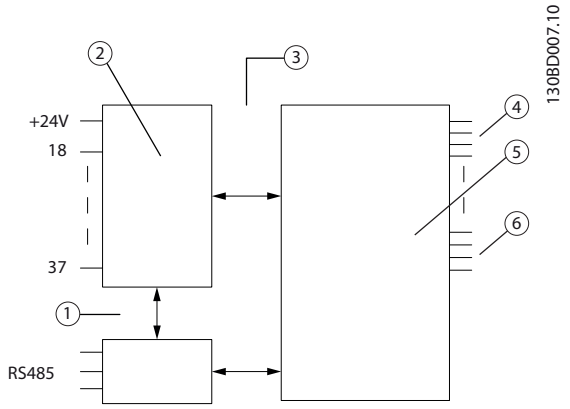
Alle digitale ingangen zijn galvanisch gescheiden van de netspanning (PELV) en andere hoogspanningsklemmen.
1) De klemmen 27 en 29 kunnen ook worden geprogrammeerd als uitgangen.

6

Veilige stop klem 37 (klem 37 is vaste PNP-logica)	
Spanningsniveau	0-24 V DC
Spanningsniveau, logisch '0' PNP	< 4 V DC
Spanningsniveau, logisch '1' PNP	20 V DC
Nominale ingangsstroom bij 24 V	50 mA rms
Nominale ingangsstroom bij 20 V	60 mA rms
Ingangscapaciteit	400 nF

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 netspanning (PELV) en andere hoogspanningsklemmen.



Afbeelding 6.3 Analoge ingangen

Item	Beschrijving
1	Functionele isolatie
2	Bediening
3	Galvanische scheiding (PELV)
4	Net
5	Hoge spanning
6	Motor

Tabel 6.5 Legenda

Puls-/encoderingangen	
Programmeerbare puls-/encoderingangen	2/1
Klemnummer puls/encoder	29, 33[1)]/32[2)], 33[2)]
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 *6.3.1 Digitale ingangen*
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 (1-110 kHz)	Max. fout: 0,05% van volledige schaal

De puls- en encoderingangen (klem 29, 32, 33) zijn galvanisch gescheiden van de netspanning (PELV) en andere hoogspannings-klemmen.

1) De pulsingangen zijn 29 en 33

2) Encoderingangen: 32 = A en 33 = B

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

De analoge ingang is galvanisch gescheiden van de netspanning (PELV) en andere hoogspanningsklemmen.

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 netspanning (PELV).

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 netspanning (PELV) en andere hoogspanningsklemmen.

Stuurkaart, 24 V DC-uitgang	
Klemnummer	12, 13
Uitgangsspanning	24 V +1, -3 V
Max. belasting	600 mA

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

Relaisuitgangen	
Programmeerbare relaisuitgangen	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)	48 V DC, 1 A
Max. klembelasting (DC-13)[1] (inductieve belasting)	24 V DC, 0,1 A
Relais 02 klemnummer	4-6 (verbreek), 4-5 (maak)
Max. klembelasting (AC-1)[1] op 4-5 (NO) (resistieve belasting)[2,3] overspanningscategorie II	240 V AC, 2 A
Max. klembelasting (AC-15)[1] op 4-5 (NO) (inductieve belasting bij cos φ 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] (inductieve belasting bij cos φ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. klembelasting (DC-1)[1] op 4-6 (NO), 4-5 (NC) (resistieve belasting)	48 V DC, 1 A
Max. klembelasting (DC-13)[1] (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

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

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 netspanning (PELV) en andere hoogspanningsklemmen.

Stuurkarakteristieken	
Resolutie van uitgangsfrequentie bij 0-1000 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 synchrone snelheid
Bereik snelheidsregeling (met terugkoppeling)	1:1000 van synchrone snelheid
Nauwkeurigheid van snelheid (zonder terugkoppeling)	30-4000 tpm: fout ± 8 tpm
Snelheidsnauwkeurigheid (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

Stuurkaartprestaties	
Scaninterval	1 ms

Omgeving	
Behuizingsklasse	IP 66/Type 4x (binnen)
Trillingstest voor eenheden zonder stroomonderbreker	1,7 g RMS
Monteer eenheden met ingebouwde stroomonderbreker op een vlakke, trillingsbestendige en niet verdraaibare draagconstructie.	
Max. relatieve vochtigheid	5-95% (IEC 60721-3-3; klasse 3K3 (niet-condenserend) tijdens bedrijf)
Omgevingstemperatuur	Max. 40 °C (gemiddelde over 24 uur max. 35 °C)
Temperatuur tijdens opslag/transport	-25 tot +65/70 °C
Reductie wegens hoge omgevingstemperatuur	
Minimale omgevingstemperatuur bij volledig bedrijf	0 °C
Minimale omgevingstemperatuur bij gereduceerd bedrijf	-10 °C
Maximumhoogte boven zeeniveau	1000 m
Reductie wegens grote hoogte	
Stuurkaart, seriële communicatie via USB:	
USB-standaard	1.1 (volle snelheid)
USB-stekker	Type B USB-stekker

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

6.4 Rendement

Neem contact op met de Helpdesk van Danfoss voor rendementsgegevens.

6.5.1 Akoestische ruis

Neem contact op met de Helpdesk van Danfoss voor gegevens over akoestische ruis.

6.6.1 dU/dt-condities

NB

380-690 V

Om vroegtijdige slijtage van motoren (zonder fase-isolatiemateriaal of andere versterkte isolatie die geschikt is voor gebruik met een frequentieomvormer) te voorkomen, beveelt Danfoss ten zeerste aan om een dU/dt-filter of een sinusfilter aan te brengen op de uitgang van de frequentieomvormer. Zie de Design Guide voor uitgangsfilters voor meer informatie over dU/dt- en sinusfilters.

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

- de motorkabel (type, dwarsdoorsnede, lengte afgeschermd of niet-afgeschermd)
- inductantie

De natuurlijke inductie veroorzaakt doorschot U_{PEAK} in de motorspanning voordat deze zichzelf stabiliseert op een niveau dat afhankelijk is van de spanning in de tussenkring. De stijgtijd en de piekspanning U_{PEAK} beïnvloeden de levensduur van de motor. Een te hoge piekspanning heeft met name gevolgen voor motoren zonder fasespoelisolatie. Bij een korte motorkabel (enkele meters) zijn de stijgtijd en de piekspanning lager.

Een piekspanning op de motorklemmen worden veroorzaakt door het schakelen van de IGBT's. De frequentieomvormer voldoet aan de vereisten van IEC 60034-25 met betrekking tot motoren die zijn ontworpen om te worden bestuurd door frequentieomvormers. De frequentieomvormer voldoet tevens aan IEC 60034-17 met betrekking tot standaardmotoren die worden bestuurd door frequentieomvormers.
Neem contact op met de Helpdesk van Danfoss voor de meetwaarden van laboratoriumtests.

Trefwoordenregister

A

Aardlekstroom ... 26

Afgeschermd/gewapend ... 34

Aftakcircuitbeveiliging ... 33

Agressieve Omgevingen ... 50

Akoestische Ruis ... 51, 93

Algemene Aspecten Van EMC-emissies ... 14

AMA,
- Klem 27 Aangesloten ... 52
- Klem 27 Niet Aangesloten ... 52

Analoge
- Ingangen ... 90
- Uitgang ... 91

B

Bescherming
- Bescherming ... 26, 50
- En Functies ... 89

Beschermingsmodus ... 9

Bestelnummers ... 80

C

CE-conformiteit En -markering ... 9

D

Definities ... 5

DeviceNet ... 5

Digitale
- Ingangen ... 90
- Uitgang ... 91

Dode
- Band ... 22
- Band Rond Nul ... 22

Door De Motor Gegenereerde Overspanning ... 37

Drive Configurator ... 80

E

Elektro- ... 70

EMC-richtlijn
- (2004/108/EG) ... 9
- 2004/108/EG ... 10

EMC-testresultaten ... 15

Emissie
- Via Geleiding ... 15
- Via Straling ... 15

Emissie-eisen ... 16

Externe 24 V DC-voeding ... 85

F

Flux ... 68

G

Gegevens Motortypeplaatje ... 49

Gemeenschappelijk Koppelpunt ... 47

I

Immuniteitseisen: ... 16

Interferentie Via Het Net ... 47

Interne Stroomregeling In De Modus VVC+ ... 12

IT-net ... 47

J

Jog ... 5

K

Kabellengte En Dwarsdoorsnede ... 89

Koppelkarakteristiek ... 89

Koppelregeling ... 11

Kortsluiting (motorfase-fase) ... 37

Kortsluitverhouding ... 47

L

Laagspanningsrichtlijn (2006/95/EG) ... 9

LCP ... 5, 69

Lekstroom ... 26

Lokale (Hand On) En Externe (Auto On) Besturing ... 69

Losbreekkoppel ... 5

Luchtvochtigheid ... 50

M

Machinerichtlijn (2006/42/EG) ... 9

Mechanische
- Afmetingen ... 86
- Houdrem ... 28
- Rem Bij Hijstoepassingen ... 27

Modbus ... 5

Motorfasen ... 37

Motorspanning ... 93

Motorterugkoppeling ... 68

Motortypeplaatje ... 50

Motorvermogen ... 89

N

Netstoring ... 37

Netvoeding
Netvoeding ... 5
(L1, L2, L3) ... 89
Nominale Motorsnelheid ... 5

O
Omgeving ... 93

P
PELV
PELV ... 55
– Protective Extra Low Voltage ... 26
Proces-PID-regeling ... 61
Profibus ... 5
Programmeren Van Koppelbegrenzing En Stop ... 70
Puls-/encoderingangen ... 91

R
RCD ... 5
Ref. Begrenz. ... 19
Referentie Vasthouden ... 18
Relaisuitgangen ... 92
Remfunctie ... 30
Remvermogen ... 5, 30
Remweerstand ... 28
Remweerstanden ... 43
Remweerstandkabels ... 27
Rendement ... 93
Reststroomapparaat ... 48

S
Schakelen Aan De Uitgang ... 37
Schaling
Van Analoge En Pulsreferenties En Terugkoppeling ... 20
Van Vooraf Ingestelde Referenties En Busterugkoppelingen ... 20
Seriële Communicatie ... 93
Snelheids-PID ... 11, 67
Snelheids-PID-regeling ... 58
Snelheidsreferentie ... 52
Spanningsniveau ... 90
Statische Overbelasting In VVC+-modus ... 37
Stijgtijd ... 93
Stuurkaart ... 80
Stuurkaart,
+10 V DC-uitgang ... 92
24 V DC-uitgang ... 92
RS-485 Seriële Communicatie ... 91
Seriële Communicatie Via USB ... 93
Stuurkaartprestaties ... 92
Stuurkarakteristieken ... 92
Symbolen ... 8
Synchroonmotorsnelheid ... 5

T
Thermistor ... 5
Thermistors ... 55
Traagheidsmoment ... 37
Trillingen En Schokken ... 51
Tussenkring ... 37, 51, 93

U
Uitgang Vasthouden ... 5
Uitgangsprestaties (U, V, W) ... 89

V
Veiligheidsmaatregelen ... 8
Versnellen/vertragen ... 18
Verwijderingsinstructie ... 10
Vrijloop ... 5
VVC+ ... 7, 67

W
Werkschakelaars ... 35

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 zonder voorafgaande kennisgeving haar produkten te wijzigen. Dit geldt eveneens voor reeds bestelde produkten, 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.

130R0320 MG04H110 Rev. 2013-03-05