

Design Guide

VLT[®] HVAC Drive FC 102

355-1400 kW



Inhoud

1 Inleiding	5
1.1 Doel van de design guide	5
1.2 Aanvullende informatiebronnen	5
1.3 Document- en softwareversie	5
1.4 Conventies	5
2 Veiligheid	6
2.1 Veiligheidssymbolen	6
2.2 Gekwalificeerd personeel	6
2.3 Veiligheidsmaatregelen	6
3 Goedkeuringen en certificeringen	8
3.1 Conformiteit ten aanzien van regelgeving en goedkeuringen	8
3.2 Beschermingsklasse behuizing	10
4 Productoverzicht	12
4.1 VLT® High Power Drives	12
4.2 Behuizingsgrootte op basis van vermogensklasse	12
4.3 Overzicht behuizingen, 380-480 V	13
4.4 Overzicht behuizingen, 525-690 V	16
4.5 Beschikbaarheid van sets	19
5 Productfuncties	20
5.1 Automatische operationele functies	20
5.2 Klantspecifieke toepassingsfuncties	23
5.3 Specifieke functies van de VLT® HVAC Drive	27
5.4 Basiscascaderegelaar	41
5.5 Overzicht dynamisch remmen	42
5.6 Overzicht loadsharing	43
5.7 Overzicht regeneratie	44
6 Overzicht opties en accessoires	45
6.1 Veldbusopties	45
6.2 Functionele uitbreidingen	46
6.3 Motion Control en relaiskaarten	47
6.4 Remweerstanden	47
6.5 Sinusfilters	47
6.6 dU/dt-filters	48
6.7 Common-modefilters	48
6.8 Harmonischenfilters	48
6.9 In de behuizing geïntegreerde opties	48

6.10 High Power-sets	50
7 Specificaties	51
7.1 Elektrische gegevens, 380-480 V	51
7.2 Elektrische gegevens, 525-690 V	57
7.3 Netvoeding	63
7.4 Uitgangsvermogen van de motor en motorgegevens	63
7.5 Omgevingscondities	63
7.6 Kabelspecificaties	64
7.7 Stuuringang/-uitgang en stuurgegevens	64
7.8 Gewicht behuizingen	67
7.9 Luchtstroom voor behuizing E1-E2 en F1-F13	68
8 Buitenafmetingen en klemafmetingen	70
8.1 Buitenafmetingen en klemafmetingen E1	70
8.2 Buitenafmetingen en klemafmetingen E2	78
8.3 Buitenafmetingen en klemafmetingen F1	86
8.4 Buitenafmetingen en klemafmetingen F2	93
8.5 Buitenafmetingen en klemafmetingen F3	100
8.6 Buitenafmetingen en klemafmetingen F4	112
8.7 Buitenafmetingen en klemafmetingen F8	123
8.8 Buitenafmetingen en klemafmetingen F9	127
8.9 Buitenafmetingen en klemafmetingen F10	133
8.10 Buitenafmetingen en klemafmetingen F11	139
8.11 Buitenafmetingen en klemafmetingen F12	147
8.12 Buitenafmetingen en klemafmetingen F13	153
9 Overwegingen voor mechanische installatie	161
9.1 Opslag	161
9.2 De eenheid hijsen	161
9.3 Bedrijfsomgeving	162
9.4 Montageconfiguraties	163
9.5 Koeling	164
9.6 Reductie	165
10 Overwegingen voor elektrische installatie	168
10.1 Veiligheidsvoorschriften	168
10.2 Bedradingsschema	169
10.3 Aansluitingen	170
10.4 Stuurkabels en stuurklemmen	174
10.5 Zekeringen en circuitbreakers	180
10.6 Netschakelaars en contactors	184

10.7 Motor	186
10.8 Remmen	189
10.9 Reststroomapparaten (RCD) en isolatieweerstandsmonitor (IRM)	191
10.10 Lekstroom	191
10.11 IT-net	193
10.12 Rendement	193
10.13 Akoestische ruis	194
10.14 dU/dt-condities	194
10.15 Overzicht elektromagnetische compatibiliteit (EMC)	195
10.16 EMC-correcte installatie	199
10.17 Overzicht harmonischen	201
11 Elementaire werkingsprincipes van een frequentieregelaar	205
11.1 Beschrijving van de werking	205
11.2 Frequentieregelaarbesturingen	205
12 Toepassingsvoorbeelden	213
12.1 Bedradingsconfiguraties voor Automatische aanpassing motorgegevens (AMA)	213
12.2 Bedradingsconfiguraties voor een analoge snelheidsreferentie	213
12.3 Bedradingsconfiguraties voor start/stop	214
12.4 Bedradingsconfiguratie voor een externe reset na alarm	215
12.5 Bedradingsconfiguratie voor een snelheidsreferentie via een handmatige potentiometer	216
12.6 Bedradingsconfiguratie voor snelheid omhoog/omlaag	216
12.7 Bedradingsconfiguratie voor RS485-netwerkaansluiting	217
12.8 Bedradingsconfiguratie voor een motorthermistor	217
12.9 Bedradingsconfiguratie voor cascadereregelaar	218
12.10 Bedradingsconfiguratie voor een relaissetup met Smart Logic Control	219
12.11 Bedradingsconfiguratie voor een vaste pomp met variabel toerental	219
12.12 Bedradingsconfiguratie voor wisselende hoofdpomp	219
13 Een frequentieregelaar bestellen	221
13.1 Drive Configurator	221
13.2 Bestelnummers voor opties/sets	225
13.3 Bestelnummers voor filters en remweerstanden	228
13.4 Reserveonderdelen	228
14 Bijlage	229
14.1 Afkortingen en symbolen	229
14.2 Definities	230
14.3 Installatie en setup RS485	231
14.4 RS485: Overzicht FC-protocol	233

14.5 RS485: Telegramstructuur FC-protocol	233
14.6 RS485: Parametervoorbeelden FC-protocol	238
14.7 RS485: Overzicht Modbus RTU	238
14.8 RS485: Telegramstructuur Modbus RTU	240
14.9 RS485: Berichtfunctiecodes Modbus RTU	243
14.10 RS485: Parameters Modbus RTU	244
14.11 RS485: FC-stuurprofiel	244
Trefwoordenregister	252

1 Inleiding

1.1 Doel van de design guide

Deze design guide is bedoeld voor:

- project- en systeemengineers
- ontwerpadviseurs
- toepassings- en productspecialisten.

De design guide bevat technische informatie die u helpt om inzicht te krijgen in de mogelijkheden van de frequentieregelaar voor integratie in motorregel- en bewakingssystemen.

VLT® is een gedeponeerd handelsmerk.

1.2 Aanvullende informatiebronnen

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

- De *bedieningshandleiding* biedt gedetailleerde informatie over de installatie en het opstarten van de frequentieregelaar.
- De *programmeerhandleiding* gaat dieper in op het gebruik van parameters en bevat veel toepassingsvoorbeelden.
- In de *Bedieningshandleiding VLT® Safe Torque Off* vindt u informatie over het gebruik van Danfoss frequentieregelaars in toepassingen met functionele veiligheid. Deze handleiding wordt bij de frequentieregelaar geleverd als de Safe Torque Off-optie aanwezig is.
- De *VLT® Brake Resistor MCE 101 Design Guide* beschrijft hoe u de optimale remweerstand kunt selecteren.
- De *VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010 Design Guide* bespreekt harmonischen, diverse methoden voor harmonischenreductie en het werkingsprincipe van het geavanceerde harmonischenfilter. Deze handleiding beschrijft ook hoe u het juiste geavanceerde harmonischenfilter voor een specifieke toepassing moet selecteren.
- De *Output Filters Design Guide* legt uit waarom het nodig is om voor bepaalde toepassingen uitgangsfilters te gebruiken en hoe u het optimale dU/dt- of sinusfilter selecteert.
- Een deel van de informatie in deze documentatie is mogelijk niet van toepassing bij gebruik van beschikbare optionele apparatuur. Raadpleeg de bij de opties geleverde instructies met het oog op specifieke vereisten.

Aanvullende documentatie en handleidingen zijn beschikbaar bij Danfoss. Zie drives.danfoss.com/downloads/portal/#/ voor een overzicht.

1.3 Document- en softwareversie

Deze handleiding wordt regelmatig herzien en bijgewerkt. Alle suggesties voor verbetering zijn welkom. *Tabel 1.1* toont de documentversie en de bijbehorende softwareversie.

Versie	Opmerkingen	Softwareversie
MG16C3xx	Inhoud voor D1h-D8h verwijderd en nieuwe structuur geïmplementeerd.	5.11

Tabel 1.1 Document- en softwareversie

1.4 Conventies

- Genummerde lijsten geven procedures aan.
- Lijsten met opsommingstekens geven andere informatie en beschrijvingen van afbeeldingen aan.
- Cursieve tekst geeft een van de volgende zaken aan:
 - Kruisverwijzing
 - Koppeling
 - Voetnoot
 - Parameternaam, naam parametergroep, parameteroptie
- Alle afmetingen op tekeningen zijn in mm (in).
- Een asterisk (*) geeft de standaardinstelling van een parameter aan.

2

2 Veiligheid

2.1 Veiligheidssymbolen

In dit document worden de volgende symbolen gebruikt:

⚠ WAARSCHUWING

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

⚠ VOORZICHTIG

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

LET OP

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

2.2 Gekwalificeerd personeel

Deze apparatuur mag uitsluitend worden geïnstalleerd of bediend door gekwalificeerd personeel.

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

2.3 Veiligheidsmaatregelen

⚠ WAARSCHUWING

HOGE SPANNING

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

- Installatie, opstarten en onderhoud van de frequentieregelaar mogen uitsluitend worden uitgevoerd door gekwalificeerd personeel.

⚠ WAARSCHUWING

GEVAAR VOOR LEKSTROOM

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

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

⚠ WAARSCHUWING

ONTLADINGSTIJD

De frequentieregelaar bevat DC-tussenkringcondensatoren die geladen kunnen blijven, ook wanneer de frequentieregelaar niet van spanning wordt voorzien. Er kan hoge spanning aanwezig zijn, ook wanneer de waarschuwingsleds uit zijn. Als u na afschakeling geen 40 minuten wacht voordat u onderhouds- of reparatiewerkzaamheden uitvoert, kan dat leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

1. Stop de motor.
2. Schakel de netvoeding en externe DC-tussenkringvoedingen af, inclusief backupvoedingen, UPS-eenheden en DC-tussenkringaansluitingen naar andere frequentieregelaars.
3. Onderbreek de voeding naar de motor of vergrendel de motor.
4. Wacht 40 minuten, totdat de condensatoren volledig zijn ontladen.
5. Controleer met een geschikt spanningsmeetapparaat of de condensatoren volledig ontladen zijn voordat u service- of reparatiewerkzaamheden gaat uitvoeren.

⚠ WAARSCHUWING

BRANDGEVAAR

Remweerstanden worden tijdens en na het remmen heet. Als de remweerstanden niet op een veilige locatie worden gemonteerd, kan dat leiden tot schade aan eigendommen en/of ernstig letsel.

- Plaats de remweerstand in een veilige omgeving, om brandgevaar te voorkomen.
- Raak de remweerstanden tijdens of na het remmen niet aan, om ernstige brandwonden te voorkomen.

LET OP

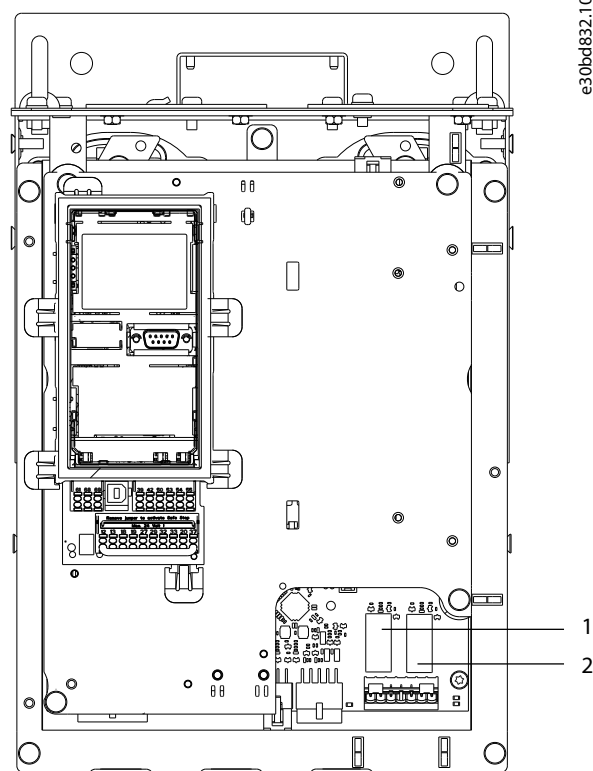
VEILIGHEIDSOPTIE AFSCHERMING NETVOEDING

Er is een netafschermingsoptie leverbaar voor behuizingen met beschermingsklasse IP 21/IP 54 (Type 1/ Type 12). De afscherming van de netvoeding bestaat uit een afdekking die in de behuizing is geïnstalleerd en bescherming biedt tegen onbedoeld aanraken van de vermogensklemmen, volgens BGV A2,VBG-4.

2.3.1 ADN-conforme installatie

Om vonkvorming te voorkomen in overeenstemming met het Europees Verdrag inzake het internationale vervoer van gevaarlijke goederen over de binnenwateren (ADN), moet u voorzorgsmaatregelen nemen voor frequentieregelaars met beschermingsklasse IP 00 (Chassis), IP 20 (Chassis), IP 21 (Type 1) of IP 54 (Type 12).

- Installeer geen netschakelaar.
- Zorg dat *parameter 14-50 RFI Filter* is ingesteld op [1] Aan.
- Verwijder alle relaisstekkers die zijn gemarkeerd als *RELAY*. Zie *Afbeelding 2.1*.
- Controleer of er relaisopties zijn geïnstalleerd, en zo ja welke. De enige toegestane relaisoptie is VLT® Extended Relay Card MCB 113.



1, 2	Relaisstekkers
------	----------------

Afbeelding 2.1 Positie van relaisstekkers

3

3 Goedkeuringen en certificeringen

Deze sectie bevat een korte beschrijving van de diverse goedkeuringen en certificaten die van toepassing zijn op Danfoss frequentieregelaars. Niet alle goedkeuringen zijn van toepassing op alle frequentieregelaars.

3.1 Conformiteit ten aanzien van regelgeving en goedkeuringen

LET OP

OPGELEGDE BEPERKINGEN TEN AANZIEN VAN DE UITGANGSFREQUENTIE

Vanaf softwareversie 3.92 is de uitgangsfrequentie van de frequentieregelaar vanwege officiële uitvoerbeperkingen begrensd op 590 Hz.

3.1.1.1 CE-markering

De CE-markering (Communauté Européenne) geeft aan dat de fabrikant van het product voldoet aan alle relevante EU-richtlijnen. De EU-richtlijnen die van toepassing zijn op het ontwerp en de productie van frequentieregelaars, staan vermeld in *Tabel 3.1*.

LET OP

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

EU-richtlijn	Versie
Laagspanningsrichtlijn	2014/35/EU
EMC-richtlijn	2014/30/EU
Machinerichtlijn ¹⁾	2014/32/EU
ErP-richtlijn	2009/125/EC
ATEX-richtlijn	2014/34/EU
RoHS-richtlijn	2002/95/EC

Tabel 3.1 EU-richtlijnen die van toepassing zijn op frequentieregelaars

1) Alleen frequentieregelaars met een ingebouwde veiligheidsfunctie hoeven te voldoen aan de Machinerichtlijn.

LET OP

Frequentieregelaars met een ingebouwde veiligheidsfunctie, zoals Safe Torque Off (STO), moeten voldoen aan de Machinerichtlijn.

Conformiteitsverklaringen zijn leverbaar op aanvraag.

Laagspanningsrichtlijn

Frequentieregelaars moeten zijn voorzien van een CE-markering volgens de Laagspanningsrichtlijn van 1 januari 2014. De Laagspanningsrichtlijn is van toepassing op alle elektrische apparaten in het spanningsbereik van 50-1000 V AC en 75-1500 V DC.

De richtlijn heeft tot doel om de persoonlijke veiligheid te waarborgen en schade aan eigendommen te voorkomen bij gebruik van elektrische apparatuur die correct wordt geïnstalleerd en onderhouden, en die wordt gebruikt zoals beoogd.

EMC-richtlijn

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

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

Machinerichtlijn

De Machinerichtlijn heeft tot doel om de persoonlijke veiligheid te waarborgen en schade aan eigendommen te voorkomen bij gebruik van mechanische apparatuur in toepassingen waarvoor die apparatuur bedoeld is. De Machinerichtlijn is van toepassing op machines die bestaan uit een groep onderling verbonden componenten of apparaten waarvan er ten minste 1 mechanische bewegingen kan uitvoeren.

Frequentieregelaars met een ingebouwde veiligheidsfunctie moeten voldoen aan de Machinerichtlijn.

Frequentieregelaars zonder veiligheidsfunctie vallen niet onder de Machinerichtlijn. Wanneer een frequentieregelaar is geïntegreerd in een machinesysteem, kan Danfoss informatie verstrekken over de veiligheidsaspecten met betrekking tot de frequentieregelaar.

Wanneer frequentieregelaars worden gebruikt in machines met ten minste 1 bewegend deel, moet de machinefabrikant een verklaring afgeven dat het product voldoet aan alle relevante statuten en veiligheidsvoorschriften.

3.1.1.2 ErP-richtlijn

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

3.1.1.3 UL-vermelding

De markering UL (Underwriters Laboratory) certificeert de veiligheid van producten en hun milieuaanspraken op basis van gestandaardiseerde tests. Frequentieregelaars voor spanningsklasse T7 (525-690 V) zijn alleen UL-gecertificeerd voor 525-600 V.

3.1.1.4 CSA/cUL

De CSA/cUL-goedkeuring geldt voor frequentieregelaars met een nominale spanning van 600 V of lager. Deze markering garandeert dat de apparatuur aan de UL-normen voor elektrische en thermische veiligheid voldoet als de frequentieregelaar volgens de meegeleverde bedienings-/installatiehandleiding wordt geïnstalleerd. Deze markering certificeert dat het product werkt volgens alle vereiste technische specificaties en tests. Op verzoek kan een conformiteitscertificaat worden afgegeven.

3.1.1.5 EAC

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

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

3.1.1.6 UKrSEPRO

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

3.1.1.7 TÜV

TÜV SÜD is een Europese veiligheidsorganisatie die de functionele veiligheid van de frequentieregelaar volgens EN-IEC 61800-5-2 certificeert. TÜV SÜD test producten en bewaakt de productie van de producten om te waarborgen dat bedrijven blijven voldoen aan de geldende voorschriften.

3.1.1.8 RCM

De Regulatory Compliance Mark (RCM)-markering geeft aan dat een product voldoet aan de voorschriften van de Australische Communicatie- en Media-autoriteit (ACMA) voor telecommunicatieapparatuur, radiocommunicatieapparatuur en producten die onder de EMC-richtlijn vallen. De conformiteitsmarkeringen A-Tick en C-Tick zijn nu samengevoegd tot één RCM-markering. RCM-conformiteit is verplicht voor elektrische en elektronische apparatuur die in Australië en Nieuw-Zeeland op de markt wordt gebracht.

3.1.1.9 Maritiem

Schepen en booreilanden kunnen enkel een vergunning krijgen en een verzekering afsluiten als deze toepassingen zijn gecertificeerd door 1 of meer maritieme certificeringsinstanties. Tot 12 verschillende maritieme certificeringsinstanties hebben de Danfoss frequentieregelaar gecertificeerd.

Maritieme goedkeuringen en certificaten kunt u bekijken en afdrukken via het downloadgedeelte op drives.danfoss.com/industries/marine-and-offshore/marine-type-approvals/#/.

3.1.2 Uitvoerbependingen

Voor frequentieregelaars kunnen regionale en/of nationale uitvoerbependingen gelden.

Alle frequentieregelaars waarvoor uitvoerbependingen gelden, zijn geclassificeerd met een ECCN-nummer. Het ECCN-nummer staat vermeld in de documenten die bij de frequentieregelaar worden geleverd.

In geval van wederuitvoer is het de verantwoordelijkheid van de exporteur om te zorgen dat de relevante uitvoerbependingen in acht worden genomen.

3.2 Beschermingsklasse behuizing

De VLT® frequentieregelaars zijn leverbaar in diverse behuizingstypen, die optimaal aansluiten bij de vereisten van uw specifieke toepassing. De beschermingsklassen voor de behuizingen zijn gebaseerd op 2 internationale normen:

- 'UL type' geeft aan dat de behuizingen voldoen aan de normen van NEMA (National Electrical Manufacturers Association). De constructie- en beproevingseisen voor behuizingen zijn vastgelegd in NEMA Standards Publication 250-2003 en UL 50, elfde editie.
- IP-classificatie (Ingress Protection) opgesteld door de IEC (International Electrotechnical Commission), in alle overige landen.

Standaard Danfoss VLT® frequentieregelaars zijn leverbaar in diverse behuizingstypen, die voldoen aan de vereisten van IP 00 (Chassis), IP 20 (Beschermd chassis), IP 21 (UL type 1) of IP 54 (UL type 12). In deze handleiding wordt 'UL-type' aangeduid als 'Type'. Bijvoorbeeld: IP 21/Type 1.

UL-typenorm

Type 1 – behuizingen, vervaardigd voor binnengebruik, die personeel een zekere mate van bescherming bieden tegen onbedoeld contact met de in de behuizing opgenomen eenheden en tegen vallend vuil.

Type 12 – universele behuizingen, bedoeld voor binnengebruik, die de in de behuizing opgenomen eenheden beschermen tegen de volgende mogelijke verontreinigingen:

- vezels
- pluizen
- stof en vuil
- licht spatwater
- doorsijpeling
- druppelen en externe condensatie van niet-corrosieve vloeistoffen

De behuizing mag geen openingen, uitbreekpoorten of kabeldoorvoeren bevatten, behalve bij gebruik met oliebestendige pakkingen voor de montage van oliedichte of stofdichte mechanismen. Ook de deuren zijn voorzien van oliebestendige pakkingen. Bovendien zijn behuizingen voor combinatieregelaars uitgerust met scharnierdeuren, die horizontaal openslaan en alleen met gereedschap te openen zijn.

IP-norm

In *Tabel 3.2* worden de 2 normen met elkaar vergeleken. *Tabel 3.3* toont hoe de IP-code moet worden gelezen en hoe de beschermingsniveaus gedefinieerd zijn. De frequentieregelaars voldoen aan de eisen van beide normen.

NEMA en UL	IP
Chassis	IP00
Beschermd chassis	IP20
Type 1	IP21
Type 12	IP54

Tabel 3.2 Vergelijking NEMA- en IP-aanduidingen

Eerste cijfer	Tweede cijfer	Beschermingsniveau
0	–	Geen bescherming.
1	–	Bescherming tot 50 mm (2,0 in). Het is niet mogelijk om een hand in de behuizing te steken.
2	–	Bescherming tot 12,5 mm (0,5 in). Het is niet mogelijk om een vinger in de behuizing te steken.
3	–	Bescherming tot 2,5 mm (0,1 in). Het is niet mogelijk om gereedschap in de behuizing te steken.
4	–	Bescherming tot 1,0 mm (0,04 in). Het is niet mogelijk om een draad in de behuizing te steken.
5	–	Bescherming tegen stof – beperkte binnendringing.
6	–	Volledige bescherming tegen stof.
–	0	Geen bescherming.
–	1	Bescherming tegen verticaal druiwater.
–	2	Bescherming tegen druiwater onder een hoek van 15°.
–	3	Bescherming tegen water onder een hoek van 60°.
–	4	Bescherming tegen spatwater.
–	5	Bescherming tegen waterstralen.
–	6	Bescherming tegen krachtige waterstralen.
–	7	Bescherming tegen tijdelijke onderdompeling.
–	8	Bescherming tegen permanente onderdompeling.

3

Tabel 3.3 Opbouw IP-codes

4 Productoverzicht

4.1 VLT® High Power Drives

De Danfoss VLT® frequentieregelaars die in deze handleiding worden beschreven, zijn leverbaar als vrijstaande eenheid of als eenheid voor wand- of kastmontage. Elke VLT® frequentieregelaar is configureerbaar, compatibel en biedt optimaal rendement voor alle standaard motortypen. Dat betekent dat u niet in uw keuze wordt beperkt door vaste combinaties van motor en frequentieregelaar. Deze frequentieregelaars zijn leverbaar in 2 front-endconfiguraties: 6-puls en 12-puls.

Voordelen van VLT® 6-pulsfrequentieregelaars

- Leverbaar in diverse behuizingsgroottes en beschermingsklassen.
- Lagere bedrijfskosten dankzij een rendement van 98%.
- Uniek ontwerp met backchannelkoeling beperkt de noodzaak voor extra koelapparatuur, wat resulteert in lagere installatiekosten en andere terugkerende kosten.
- Lager energieverbruik voor koelapparatuur in regelkamer.
- Lagere eigendomskosten.
- Consistente gebruikersinterface voor alle typen Danfoss frequentieregelaars.
- Opstartwizards voor specifieke toepassingen.
- Meertalige gebruikersinterface.

Voordelen van VLT® 12-pulsfrequentieregelaars

De VLT® 12-puls is een uiterst efficiënte frequentieregelaar die voorziet in harmonischenreductie zonder het toevoegen van capacatieve of inductieve componenten, waarbij vaak netwerkanalyse vereist is om mogelijke problemen met systeemresonantie te vermijden. De 12-puls is gebaseerd op hetzelfde modulaire ontwerp als de populaire 6-puls VLT® frequentieregelaar. Zie de *VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005/AHF 010 Design Guide* voor meer informatie over methoden voor harmonischenreductie.

De 12-pulsfrequentieregelaars bieden dezelfde voordelen als de 6-pulsfrequentieregelaars en hebben daarnaast de volgende kenmerken:

- Robuust en uiterst stabiel onder alle netwerk- en bedrijfscondities.
- Ideaal voor toepassingen waarbij verlaging (step down) van middelhoge spanning vereist is of waarbij isolatie ten opzichte van het net nodig is.
- Uitstekende immuniteit voor ingangstransienten.

4.2 Behuizingsgrootte op basis van vermogensklasse

kW ¹⁾	pk ¹⁾	Beschikbare behuizingen	
		6-puls	12-puls
315	450	–	F8-F9
355	500	E1-E2	F8-F9
400	550	E1-E2	F8-F9
450	600	E1-E2	F8-F9
500	650	F1-F3	F10-F11
560	750	F1-F3	F10-F11
630	900	F1-F3	F10-F11
710	1000	F1-F3	F10-F11
800	1200	F2-F4	F12-F13
1000	1350	F2-F4	F12-F13

Tabel 4.1 Vermogensklasse behuizing, 380-480 V

1) Alle vermogensklassen zijn bepaald bij normale overbelasting. Het vermogen is gemeten bij 400 V (kW) en 460 V (pk).

kW ¹⁾	pk ¹⁾	Beschikbare behuizingen	
		6-puls	12-puls
450	450	E1-E2	F8-F9
500	500	E1-E2	F8-F9
560	600	E1-E2	F8-F9
630	650	E1-E2	F8-F9
710	750	F1-F3	F10-F11
800	950	F1-F3	F10-F11
900	1050	F1-F3	F10-F11
1000	1150	F2-F4	F12-F13
1200	1350	F2-F4	F12-F13
1400	1550	F2-F4	F12-F13

Tabel 4.2 Vermogensklasse behuizing, 525-690 V

1) Alle vermogensklassen zijn bepaald bij normale overbelasting. Het vermogen is gemeten bij 690 V (kW) en 575 V (pk).

4.3 Overzicht behuizingen, 380-480 V

Behuizingsgrootte	E1	E2
Vermogensklasse¹⁾		
Vermogen bij 400 V [kW]	355–450	355–450
Vermogen bij 460 V (pk)	500–600	500–600
Front-endconfiguratie		
6-puls	S	S
12-puls	–	–
Beschermingsklasse		
IP	IP21/54	IP00
UL-type	Type 1/12	Chassis
Hardwareopties²⁾		
Backchannel van roestvrij staal	–	O
Netafscherming	O	–
Kastverwarming en thermostaat	–	–
Kastverlichting met stopcontact	–	–
RFI-filter (klasse A1)	O	O
NAMUR-klemmen	–	–
Isolatieweerstandsmeter (IRM)	–	–
Reststroommeter (RCM)	–	–
Remchopper (IGBT's)	O	O
Safe Torque Off	O	O
Regeneratieklemmen	O	O
Gemeenschappelijke motorklemmen	–	–
Noodstop met Pilz-veiligheidsrelais	–	–
Safe Torque Off met Pilz-veiligheidsrelais	–	–
Geen LCP	–	–
Grafisch LCP	S	S
Numeriek LCP	O	O
Zekeringen	O	O
Loadsharingklemmen	O	O
Zekeringen + loadsharingklemmen	O	O
Netschakelaar	O	O
Circuitbreakers	–	–
Contactors	–	–
Handmatige motorstarters	–	–
Op 30 A afgezekerde klemmen	–	–
24 V DC-voeding (SMPS, 5 A)	O	O
Externe temperatuurbewaking	–	–
Afmetingen		
Hoogte, mm (in)	2000 (78,8)	1547 (60,9)
Breedte, mm (in)	600 (23,6)	585 (23,0)
Diepte, mm (in)	494 (19,4)	498 (19,5)
Gewicht, kg (lb)	270–313 (595–690)	234–277 (516–611)

Tabel 4.3 Frequentieregelaars E1-E2, 380-480 V

1) Alle vermogensklassen zijn bepaald bij normale overbelasting. Het vermogen is gemeten bij 400 V (kW) en 460 V (pk).

2) S = standaard, O = optioneel en een streepje geeft aan dat de optie niet beschikbaar is.

Behuizingsgrootte	F1	F2	F3	F4
Vermogensklasse¹⁾				
Vermogen bij 400 V [kW]	500–710	800–1000	500–710	800–1000
Vermogen bij 460 V (pk)	650–1000	1200–1350	650–1000	1200–1350
Front-endconfiguratie				
6-puls	S	S	S	S
12-puls	–	–	–	–
Beschermingsklasse				
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
UL-type	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12
Hardwareopties²⁾				
Backchannel van roestvrij staal	O	O	O	O
Netafscherming	–	–	–	–
Kastverwarming en thermostaat	O	O	O	O
Kastverlichting met stopcontact	O	O	O	O
RFI-filter (klasse A1)	–	–	–	–
NAMUR-klemmen	–	–	–	–
Isolatieweerstandsmeter (IRM)	–	–	O	O
Reststroommeter (RCM)	–	–	O	O
Remchopper (IGBT's)	O	O	O	O
Safe Torque Off	O	O	O	O
Regeneratieklemmen	O	O	O	O
Gemeenschappelijke motorklemmen	O	O	O	O
Noodstop met Pilz-veiligheidsrelais	–	–	O	O
Safe Torque Off met Pilz-veiligheidsrelais	O	O	O	O
Geen LCP	–	–	–	–
Grafisch LCP	S	S	S	S
Numeriek LCP	–	–	–	–
Zekeringen	O	O	O	O
Loadsharingklemmen	O	O	O	O
Zekeringen + loadsharingklemmen	O	O	O	O
Netschakelaar	–	–	O	O
Circuitbreakers	–	–	O	O
Contactors	–	–	O	O
Handmatige motorstarters	O	O	O	O
Op 30 A afgezekerde klemmen	O	O	O	O
24 V DC-voeding (SMPS, 5 A)	O	O	O	O
Externe temperatuurbewaking	O	O	O	O
Afmetingen				
Hoogte, mm (in)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)
Breedte, mm (in)	1400 (55,1)	1800 (70,9)	2000 (78,7)	2400 (94,5)
Diepte, mm (in)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Gewicht, kg (lb)	1017 (2242,1)	1260 (2777,9)	1318 (2905,7)	1561 (3441,5)

Tabel 4.4 Frequentieregelaars F1-F4, 380-500 V

1) Alle vermogensklassen zijn bepaald bij normale overbelasting. Het vermogen is gemeten bij 400 V (kW) en 460 V (pk).

2) S = standaard, O = optioneel en een streepje geeft aan dat de optie niet beschikbaar is.

Behuizingsgrootte	F8	F9	F10	F11	F12	F13
Vermogensklasse¹⁾						
Vermogen bij 400 V [kW]	315–450	315–450	500–710	500–710	800–1000	800–1000
Vermogen bij 460 V (pk)	450–600	450–600	650–1000	650–1000	1200–1350	1200–1350
Front-endconfiguratie						
6-puls	–	–	–	–	–	–
12-puls	S	S	S	S	S	S
Beschermingsklasse						
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12
Hardwareopties²⁾						
Backchannel van roestvrij staal	–	–	–	–	–	–
Netafscherming	–	–	–	–	–	–
Kastverwarming en thermostaat	–	–	O	O	O	O
Kastverlichting met stopcontact	–	–	O	O	O	O
RFI-filter (klasse A1)	–	O	–	–	O	O
NAMUR-klemmen	–	–	–	–	–	–
Isolatieweerstandsmeter (IRM)	–	O	–	–	O	O
Reststroommeter (RCM)	–	O	–	–	O	O
Remchopper (IGBT's)	O	O	O	O	O	O
Safe Torque Off	O	O	O	O	O	O
Regeneratieklemmen	–	–	–	–	–	–
Gemeenschappelijke motorklemmen	–	–	O	O	O	O
Noodstop met Pilz-veiligheidsrelais	–	–	–	–	–	–
Safe Torque Off met Pilz-veiligheidsrelais	O	O	O	O	O	O
Geen LCP	–	–	–	–	–	–
Grafisch LCP	S	S	S	S	S	S
Numeriek LCP	–	–	–	–	–	–
Zekeringen	O	O	O	O	O	O
Loadsharingklemmen	–	–	–	–	–	–
Zekeringen + loadsharing-klemmen	–	–	–	–	–	–
Netschakelaar	–	O	O	O	O	O
Circuitbreakers	–	–	–	–	–	–
Contactors	–	–	–	–	–	–
Handmatige motorstarters	–	–	O	O	O	O
Op 30 A afgezekerde klemmen	–	–	O	O	O	O
24 V DC-voeding (SMPS, 5 A)	O	O	O	O	O	O
Externe temperatuurbewaking	–	–	O	O	O	O
Afmetingen						
Hoogte, mm (in)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)
Breedte, mm (in)	800 (31,5)	1400 (55,2)	1600 (63,0)	2400 (94,5)	2000 (78,7)	2800 (110,2)
Diepte, mm (in)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Gewicht, kg (lb)	447 (985,5)	669 (1474,9)	893 (1968,8)	1116 (2460,4)	1037 (2286,4)	1259 (2775,7)

Tabel 4.5 Frequentieregelaars F8-F13, 380-480 V

1) Alle vermogensklassen zijn bepaald bij normale overbelasting. Het vermogen is gemeten bij 400 V (kW) en 460 V (pk).

2) S = standaard, O = optioneel en een streepje geeft aan dat de optie niet beschikbaar is.

4.4 Overzicht behuizingen, 525-690 V

Behuizingsgrootte	E1	E2
Vermogensklasse¹⁾		
Vermogen bij 690 V (kW)	450–630	450–630
Vermogen bij 575 V (pk)	450–650	450–650
Front-endconfiguratie		
6-puls	S	S
12-puls	–	–
Beschermingsklasse		
IP	IP21/54	IP00
UL-type	Type 1/12	Chassis
Hardwareopties²⁾		
Backchannel van roestvrij staal	–	O
Netafscherming	O	–
Kastverwarming en thermostaat	–	–
Kastverlichting met stopcontact	–	–
RFI-filter (klasse A1)	O	O
NAMUR-klemmen	–	–
Isolatieweerstandsmeter (IRM)	–	–
Reststroommeter (RCM)	–	–
Remchopper (IGBT's)	O	O
Safe Torque Off	S	S
Regeneratieklemmen	O	O
Gemeenschappelijke motorklemmen	–	–
Noodstop met Pilz-veiligheidsrelais	–	–
Safe Torque Off met Pilz-veiligheidsrelais	–	–
Geen LCP	–	–
Grafisch LCP	S	S
Numeriek LCP	O	O
Zekeringen	O	O
Loadsharingklemmen	O	O
Zekeringen + loadsharingklemmen	O	O
Netschakelaar	O	O
Circuitbreakers	–	–
Contactors	–	–
Handmatige motorstarters	–	–
Op 30 A afgezekerde klemmen	–	–
24 V DC-voeding (SMPS, 5 A)	O	O
Externe temperatuurbewaking	–	–
Afmetingen		
Hoogte, mm (in)	2000 (78,8)	1547 (60,9)
Breedte, mm (in)	600 (23,6)	585 (23,0)
Diepte, mm (in)	494 (19,4)	498 (19,5)
Gewicht, kg (lb)	263–313 (580–690)	221–277 (487–611)

Tabel 4.6 Frequentieregelaars E1-E2, 525-690 V

1) Alle vermogensklassen zijn bepaald bij normale overbelasting. Het vermogen is gemeten bij 690 V (kW) en 575 V (pk).

2) S = standaard, O = optioneel en een streepje geeft aan dat de optie niet beschikbaar is.

Behuizingsgrootte	F1	F2	F3	F4
Vermogensklasse¹⁾				
Vermogen bij 690 V (kW)	710–900	1000–1400	710–900	1000–1400
Vermogen bij 575 V (pk)	750–1050	1150–1550	750–1050	1150–1550
Front-endconfiguratie				
6-puls	S	S	S	S
12-puls	–	–	–	–
Beschermingsklasse				
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
UL-type	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12
Hardwareopties²⁾				
Backchannel van roestvrij staal	O	O	O	O
Netafscherming	–	–	–	–
Kastverwarming en thermostaat	O	O	O	O
Kastverlichting met stopcontact	O	O	O	O
RFI-filter (klasse A1)	–	–	O	O
NAMUR-klemmen	–	–	–	–
Isolatieweerstandsmeter (IRM)	–	–	O	O
Reststroommeter (RCM)	–	–	O	O
Remchopper (IGBT's)	O	O	O	O
Safe Torque Off	O	O	O	O
Regeneratieklemmen	O	O	O	O
Gemeenschappelijke motorklemmen	O	O	O	O
Noodstop met Pilz-veiligheidsrelais	–	–	O	O
Safe Torque Off met Pilz-veiligheidsrelais	O	O	O	O
Geen LCP	–	–	–	–
Grafisch LCP	S	S	S	S
Numeriek LCP	–	–	–	–
Zekeringen	O	O	O	O
Loadsharingklemmen	O	O	O	O
Zekeringen + loadsharingklemmen	O	O	O	O
Netschakelaar	–	–	O	O
Circuitbreakers	–	–	O	O
Contactors	–	–	O	O
Handmatige motorstarters	O	O	O	O
Op 30 A afgezekerde klemmen	O	O	O	O
24 V DC-voeding (SMPS, 5 A)	O	O	O	O
Externe temperatuurbewaking	O	O	O	O
Afmetingen				
Hoogte, mm (in)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)
Breedte, mm (in)	1400 (55,1)	1800 (70,9)	2000 (78,7)	2400 (94,5)
Diepte, mm (in)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Gewicht, kg (lb)	1017 (2242,1)	1260 (2777,9)	1318 (2905,7)	1561 (3441,5)

Tabel 4.7 Frequentieregelaars F1-F4, 525-690 V

1) Alle vermogensklassen zijn bepaald bij normale overbelasting. Het vermogen is gemeten bij 690 V (kW) en 575 V (pk).

2) S = standaard, O = optioneel en een streepje geeft aan dat de optie niet beschikbaar is.

Behuizingsgrootte	F8	F9	F10	F11	F12	F13
Vermogensklasse¹⁾						
Vermogen bij 690 V (kW)	450–630	450–630	710–900	710–900	1000–1400	1000–1400
Vermogen bij 575 V (pk)	450–650	450–650	750–1050	750–1050	1150–1550	1150–1550
Front-endconfiguratie						
6-puls	–	–	–	–	–	–
12-puls	S	S	S	S	S	S
Beschermingsklasse						
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12	Type 1/12
Hardwareopties²⁾						
Backchannel van roestvrij staal	–	–	–	–	–	–
Netafscherming	–	–	–	–	–	–
Kastverwarming en thermostaat	–	–	O	O	O	O
Kastverlichting met stopcontact	–	–	O	O	O	O
RFI-filter (klasse A1)	–	O	–	–	O	O
NAMUR-klemmen	–	–	–	–	–	–
Isolatiweerstandsmonitor (IRM)	–	O	–	–	O	O
Reststroommonitor (RCM)	–	O	–	–	O	O
Remchopper (IGBT's)	O	O	O	O	O	O
Safe Torque Off	O	O	O	O	O	O
Regeneratieklemmen	–	–	–	–	–	–
Gemeenschappelijke motorklemmen	–	–	O	O	O	O
Noodstop met Pilz-veiligheidsrelais	–	–	–	–	–	–
Safe Torque Off met Pilz-veiligheidsrelais	O	O	O	O	O	O
Geen LCP	–	–	–	–	–	–
Grafisch LCP	S	S	S	S	S	S
Numeriek LCP	–	–	–	–	–	–
Zekeringen	O	O	O	O	O	O
Loadsharingklemmen	–	–	–	–	–	–
Zekeringen + loadsharing-klemmen	–	–	–	–	–	–
Netschakelaar	–	O	O	O	O	O
Circuitbreakers	–	–	–	–	–	–
Contactors	–	–	–	–	–	–
Handmatige motorstarters	–	–	O	O	O	O
Op 30 A afgezekerde klemmen	–	–	O	O	O	O
24 V DC-voeding (SMPS, 5 A)	O	O	O	O	O	O
Externe temperatuurbewaking	–	–	O	O	O	O
Afmetingen						
Hoogte, mm (in)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)
Breedte, mm (in)	800 (31,5)	1400 (55,1)	1600 (63,0)	2400 (94,5)	2000 (78,7)	2800 (110,2)
Diepte, mm (in)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Gewicht, kg (lb)	447 (985,5)	669 (1474,9)	893 (1968,8)	1116 (2460,4)	1037 (2286,4)	1259 (2775,7)

Tabel 4.8 Frequentieregelaars F8-F13, 525-690 V

1) Alle vermogensklassen zijn bepaald bij normale overbelasting. Het vermogen is gemeten bij 690 V (kW) en 575 V (pk).

2) S = standaard, O = optioneel en een streepje geeft aan dat de optie niet beschikbaar is.

4.5 Beschikbaarheid van sets

Setbeschrijving ¹⁾	E1	E2	F1	F2	F3	F4	F8	F9	F10	F11	F12	F13
USB-aansluiting in kastdeur	O	–	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
LCP, numeriek	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
LCP, grafisch ²⁾	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
LCP-kabel, 3 m (9 ft)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Montageset voor numeriek LCP (LCP, bevestigingsmateriaal, pakking en kabel)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Montageset voor grafisch LCP (LCP, bevestigingsmateriaal, pakking en kabel)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Montageset voor alle LCP's (bevestigingsmateriaal, pakking en kabel)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Motorkabelinvoer bovenzijde	–	–	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Netkabelinvoer aan bovenzijde	–	–	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Netkabelinvoer bovenzijde met netschakelaar	–	–	–	–	O	O	–	–	–	–	–	–
Invoer bovenzijde voor veldbuskabels	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Gemeenschappelijke motorklemmen	–	–	O	O	O	O	–	–	–	–	–	–
NEMA 3R-behuizing	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Voet	O	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ingangsoptieplaat	O	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
IP 20-conversie	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Koeling (uitsluitend) aan bovenzijde	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Backchannelkoeling (achterzijde in/achterzijde uit)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Backchannelkoeling (onderzijde in/bovenzijde uit)	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabel 4.9 Beschikbare sets voor behuizing E1-E2, F1-F4 en F8-F13

1) S = standaard, O = optioneel en een streepje geeft aan dat de set niet beschikbaar is voor die behuizing. Zie hoofdstuk 13.2 Bestelnummers voor opties/sets voor beschrijvingen en onderdeelnummers voor de sets.

2) Het grafische LCP wordt standaard geleverd bij behuizing E1-E2, F1-F4 en F8-F13. Als meer dan 1 grafisch LCP vereist is, kan hiervoor een afzonderlijke set worden aangeschaft.

5 Productfuncties

5.1 Automatische operationele functies

Automatische operationele functies zijn actief zodra de frequentieregelaar in bedrijf is. Voor de meeste functies is geen programmering of setup vereist. De frequentieregelaar heeft een reeks ingebouwde beschermingsfuncties om zichzelf en de aangedreven motor te beschermen.

Zie de *programmeerhandleiding* voor details over eventuele instellingen die nodig zijn, met name voor motorparameters.

5.1.1 Kortsluitbeveiliging

Motor (fase-fase)

De frequentieregelaar is beveiligd tegen kortsluiting aan de motorzijde door middel van een stroommeting in elk van de 3 motorfasen. Een kortsluiting tussen 2 uitgangsfasen veroorzaakt een overstroom in de omvormer. De omvormer wordt uitgeschakeld als de kortsluitstroom de toegestane waarde (*Alarm 16*, *Trip Lock (Uit & blokk.)*) overschrijdt.

Netzijde

Een frequentieregelaar die correct werkt, begrenst de stroom die hij van de voeding kan afnemen. Toch is het aan te raden om zekeringen en/of circuitbreakers aan de voedingszijde te gebruiken, om bescherming te bieden wanneer er een component in de frequentieregelaar defect raakt (eerste storing). Voor UL-conformiteit zijn zekeringen aan de netzijde verplicht.

LET OP

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

Remweerstand

De frequentieregelaar is beveiligd tegen kortsluiting in de remweerstand.

Loadsharing

Om de DC-bus te beschermen tegen kortsluiting en de frequentieregelaars te beschermen tegen overbelasting, moet u DC-zekeringen installeren in serie met de loadsharingklemmen van alle aangesloten eenheden.

5.1.2 Overspanningsbeveiliging

Door de motor gegenereerde overspanning

De spanning in de DC-tussenkring neemt toe wanneer de motor als generator werkt. Deze situatie doet zich voor in de volgende gevallen:

- De belasting laat de motor draaien bij een constante uitgangsfrequentie vanuit de frequentieregelaar, wat betekent dat de belasting energie opwekt.
- Als het traagheidsmoment tijdens het vertragen (uitlopen) hoog is, is de wrijving laag en is de uitlooptijd te kort om de energie te kunnen afvoeren als een verlies in het volledige aandrijfsysteem.
- Een onjuiste instelling van de slipcompensatie die leidt tot een hogere DC-tussenkringspanning.
- Tegen-EMK bij gebruik van een PM-motor. In geval van vrijlopen bij hoge toerentallen bestaat de kans dat de tegen-EMK van de PM-motor de maximale spanningstolerantie van de frequentieregelaar overschrijdt en schade veroorzaakt. Om dat tegen te gaan, wordt de waarde van *parameter 4-19 Max Output Frequency* automatisch begrensd op basis van een interne berekening die is gebaseerd op de waarde van *parameter 1-40 Back EMF at 1000 RPM*, *parameter 1-25 Motor Nominal Speed* en *parameter 1-39 Motor Poles*.

LET OP

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

De overspanning kan worden gehanteerd met behulp van een remfunctie (*parameter 2-10 Brake Function*) en/of een overspanningsregeling (*parameter 2-17 Over-voltage Control*).

Remfuncties

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

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

LET OP

AC-rem is minder effectief dan dynamisch remmen met een weerstand.

Overspanningsbeveiliging (OVC)

Door de uitlooptijd automatisch te verlengen, beperkt OVC de kans op een uitschakeling (trip) van de frequentieregelaar wegens een overspanning op de DC-tussenkring.

LET OP

OVC kan worden geactiveerd voor PM-motoren met alle regelkernen, PM VVC⁺, Flux OL en Flux CL voor PM-motoren.

5.1.3 Detectie ontbrekende motorfase

De functie voor ontbrekende motorfase (*parameter 4-58 Missing Motor Phase Function*) is standaard ingeschakeld om beschadiging van de motor in geval van een ontbrekende motorfase te voorkomen. De standaardinstelling is 1000 ms, maar de instelling kan worden aangepast voor een snellere detectie.

5.1.4 Detectie onbalans voedingsspanning

Werking bij ernstige onbalans van de voedingsspanning verkort de levensduur van de motor. De condities worden als ernstig beschouwd wanneer de motor continu in bedrijf is met een bijna nominale belasting. Bij de standaardinstelling schakelt de frequentieregelaars uit (trip) als er sprake is van onbalans van de voedingsspanning (*parameter 14-12 Response to Mains Imbalance*).

5.1.5 Schakelen aan de uitgang

Het toevoegen van een schakelaar aan de uitgang tussen de motor en de frequentieregelaar is toegestaan, maar kan wel leiden tot foutmeldingen. Danfoss raadt het gebruik van deze functie af voor 525-690 V-frequentieregelaars die op een IT-net zijn aangesloten.

5.1.6 Overbelastingsbeveiliging

Koppelbegrenzing

De koppelbegrenzingsfunctie beschermt de motor tegen overbelasting, bij alle toerentallen. De koppelbegrenzing wordt ingesteld via *parameter 4-16 Torque Limit Motor Mode* en *parameter 4-17 Torque Limit Generator Mode*. In *parameter 14-25 Trip Delay at Torque Limit* wordt ingesteld hoe lang het duurt voordat de koppelbegrenzingswaarschuwing een uitschakeling (trip) veroorzaakt.

Stroomgrens

De stroomgrens wordt ingesteld in *parameter 4-18 Current Limit*, terwijl de instelling in *parameter 14-24 Trip Delay at Current Limit* bepaalt hoe lang het duurt voordat de frequentieregelaar wordt uitgeschakeld (trip).

Snelheidsbegrenzing

Minimale snelheidsbegrenzing: *Parameter 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]* of *parameter 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]* bepaalt de minimale bedrijfssnelheid van de frequentieregelaar.

Maximale snelheidsbegrenzing: *Parameter 4-13 Motor Speed High Limit [RPM]* of *parameter 4-19 Max Output Frequency* bepaalt de maximale uitgangssnelheid van de frequentieregelaar.

Elektronisch thermisch relais (ETR)

ETR is een elektronische functie die een bimetaalrelais simuleert op basis van interne metingen. De karakteristieken worden getoond in *Afbeelding 5.1*.

Spanningslimiet

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

Overtemperatuur

De frequentieregelaar heeft ingebouwde temperatuursensoren en reageert onmiddellijk op kritische waarden op basis van hard gecodeerde begrenzingsniveaus.

5.1.7 Beveiliging geblokkeerde rotor

Er kunnen situaties optreden waarbij de rotor wordt geblokkeerd vanwege een te hoge belasting of andere factoren. De geblokkeerde rotor kan niet voldoende koeling produceren, waardoor de motorwikkelingen oververhit kunnen raken. De frequentieregelaar kan een situatie met geblokkeerde rotor detecteren bij gebruik van een PM-fluxregeling zonder terugkoppeling en een PM VVC⁺-regeling (*parameter 30-22 Locked Rotor Detection*).

5.1.8 Automatische reductie

De frequentieregelaar controleert continu op de volgende kritische niveaus:

- Hoge temperatuur op de stuurkaart of het koellichaam.
- Hoge motorbelasting.
- Hoge DC-tussenkringspanning.
- Laag motortoerental.

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

LET OP

Automatische reductie werkt anders wanneer parameter 14-55 Output Filter is ingesteld op [2] Sinusfilter vast.

5.1.9 Automatische energieoptimalisatie

Automatische energieoptimalisatie (AEO) zorgt ervoor dat de frequentieregelaar voortdurend de belasting op de motor bewaakt en de uitgangsspanning aanpast voor een optimaal rendement. Bij een lichte belasting wordt de spanning verlaagd en wordt de motorstroom geminimaliseerd. De motor profiteert van:

- een hoger rendement
- minder warmte
- een stillere werking.

Het is niet nodig om een V/Hz-curve te selecteren, omdat de frequentieregelaar de motorspanning automatisch aanpast.

5.1.10 Automatic Switching Frequency Modulation (ASFM)

De frequentieregelaar genereert korte elektrische pulsen om een AC-golfpatroon te creëren. De schakelfrequentie is gelijk aan de frequentie van deze pulsen. Een lage schakelfrequentie (trage puls frequentie) veroorzaakt hoorbaar geluid in de motor. Daarom gaat de voorkeur uit naar een hogere schakelfrequentie. Een hogere schakelfrequentie genereert echter warmte in de frequentieregelaar, wat de hoeveelheid beschikbare stroom voor de motor kan beperken.

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

5.1.11 Automatische reductie wegens hoge schakelfrequentie

De frequentieregelaar is bedoeld voor een continue werking met volledige belasting bij schakelfrequenties van 1,5-2 kHz voor 380-480 V en 1-1,5 kHz voor 525-690 V. Het frequentiebereik hangt af van de vermogensklasse en het nominale vermogen. Een schakelfrequentie die hoger is dan het maximaal toegestane bereik genereert meer warmte in de frequentieregelaar, waardoor de uitgangsstroom moet worden verlaagd.

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

5.1.12 Prestaties bij spanningsschommelingen

De frequentieregelaar is bestand tegen netschommelingen zoals:

- transiënten
- kortstondige uitval van de netvoeding
- kortstondige spanningsdalingen
- stootspanningen.

De frequentieregelaar compenseert ingangsspanningen die $\pm 10\%$ afwijken van de nominale spanning automatisch, om de/het volledige nominale motorspanning en koppel te leveren. Wanneer een automatische herstart is geselecteerd, start de frequentieregelaar automatisch weer op na een spanningstrip. Bij vliegende start wordt de frequentieregelaar vóór het starten gesynchroniseerd met de motorrotatie.

5.1.13 Resonantiedemping

Resonantiedemping elimineert het hoogfrequente resonantiegeluid van de motor. Frequentiedemping kan zowel automatisch als handmatig worden geselecteerd.

5.1.14 Temperatuurgeregelde ventilatoren

Sensoren in de frequentieregelaar regelen de werking van de interne koelventilatoren. De koelventilatoren werken vaak niet bij lage belastingen, in de slaapmodus of in stand-by. Deze sensoren beperken het geluid, verhogen het rendement en verlengen de levensduur van de ventilator.

5.1.15 EMC-conformiteit

Elektromagnetische interferentie (EMI) of radiofrequente interferentie (RFI) is interferentie die een elektrisch circuit kan verstoren vanwege elektromagnetische inductie of straling vanaf een externe bron. De frequentieregelaar is ontworpen om te voldoen aan de EMC-productnorm voor frequentieregelaars, IEC 61800-3, en aan de Europese norm EN 55011. Om aan de emissieniveaus van EN 55011 te voldoen, moeten motorkabels zijn afgeschermd en correct zijn aangesloten. Zie *hoofdstuk 10.15.1 EMC-testresultaten* voor meer informatie over EMC-prestaties.

5.1.16 Galvanische scheiding van stuurklemmen

Alle stuurklemmen en uitgangsrelaisklemmen zijn galvanisch gescheiden van de netvoeding, waardoor het stuurcircuit volledig wordt afgeschermd van de ingangsstroom. De uitgangsrelaisklemmen hebben een eigen aarding nodig. Deze galvanische scheiding voldoet aan de strenge eisen voor extra lage spanning (PELV – Protective Extra Low Voltage).

De galvanische scheiding bestaat uit de volgende componenten:

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

5.2 Klantspecifieke toepassingsfuncties

Klantspecifieke toepassingsfuncties zijn de meest gangbare functies die in de frequentieregelaar worden geprogrammeerd voor verbeterde systeemprestaties. Hiervoor is minimale programmering of setup vereist. Zie de *programmeerhandleiding* voor instructies over het activeren van deze functies.

5.2.1 Automatische aanpassing motorgegevens

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

5.2.2 Ingebouwde PID-regelaar

De ingebouwde PID-regelaar (proportioneel, integraal, derivatief) regelaar maakt het gebruik van extra regelapparatuur overbodig. De PID-regelaar handhaaft een constante regeling van systemen met terugkoppeling waarbij een geregelde druk, flow, temperatuur of andere systeemvereisten moeten worden gehandhaafd.

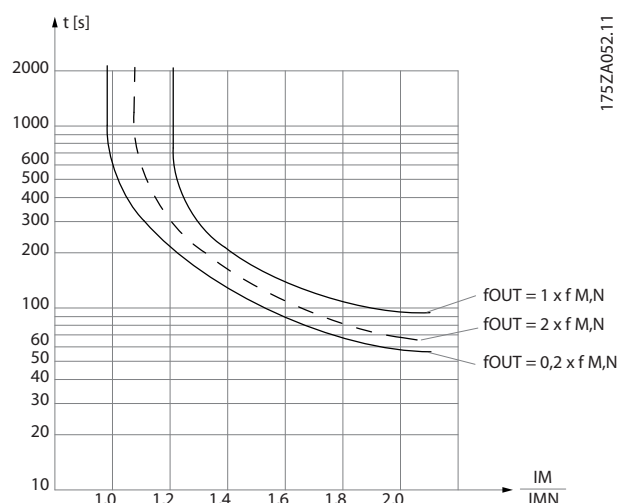
De frequentieregelaar kan 2 terugkoppelingssignalen van 2 verschillende apparaten gebruiken, zodat het systeem op basis van verschillende terugkoppelingsbehoeften kan worden geregeld. De frequentieregelaar neemt regelbeslissingen door de 2 signalen te vergelijken, om de systeemprestaties te optimaliseren.

5.2.3 Thermische motorbeveiliging

Thermische motorbeveiliging is mogelijk door middel van:

- Directe temperatuurmeting via een
 - PTC- of KTY-sensor in de motorwikkelingen, aangesloten op een standaard analoge of digitale ingang
 - Pt 100 of Pt 1000 in de motorwikkelingen en motorlagers, aangesloten op een VLT® Sensor Input Card MCB 114
 - een PTC-thermistoringang op een VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 (ATEX-goedgekeurd).
- Een thermomechanische schakelaar (type Klixon) op een digitale ingang.
- Een ingebouwd elektronisch thermisch relais (ETR).

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



Afbeelding 5.1 ETR-kenmerken

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

Bij lagere toerentallen voert het ETR bij een lagere warmte-ontwikkeling een uitschakeling uit vanwege de verminderde koeling van de motor. Op die manier is de motor beschermd tegen oververhitting, ook bij lage toerentallen. De ETR-functie berekent de motortemperatuur op basis van de actuele stroom en het actuele toerental. De berekende temperatuur kan worden uitgelezen via *parameter 16-18 Motor Thermal*.

Voor Ex-e-motoren in ATEX-omgevingen is een speciale versie van ETR beschikbaar. Deze functie maakt het mogelijk om een specifieke curve in te voeren om de Ex-e-motor te beschermen. Zie de *programmeerhandleiding* voor setupinstructies.

5.2.4 Thermische motorbeveiliging voor Ex-e-motoren

De frequentieregelaar is uitgerust met de functie ATEX ETR thermische bewaking, voor gebruik met speciaal goedgekeurde Ex-e-motoren volgens EN 60079-7. Bij gebruik van een ATEX-goedgekeurde PTC-bewakingsvoorziening zoals de VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 hoeft de installatie geen afzonderlijke goedkeuring te hebben van een aangewezen instantie.

De functie ATEX ETR thermische bewaking maakt het mogelijk om een Ex-e-motor te gebruiken in plaats van een duurdere, grotere en zwaardere Ex-d-motor. De functie zorgt ervoor dat de frequentieregelaar de motorstroom begrenst om oververhitting te voorkomen.

Vereisten met betrekking tot de Ex-e-motor

- Verzekert u ervan dat de Ex-e-motor is goedgekeurd voor gebruik met een frequentieregelaar in explosiegevaarlijke omgevingen (ATEX-zone 1/21, ATEX-zone 2/22). De motor moet zijn gecertificeerd voor de specifieke explosiegevaarlijke omgeving.
- Installeer de Ex-e-motor in zone 1/21 of 2/22 van de explosiegevaarlijke omgeving, op basis van de motorgoedkeuring.

LET OP

Installeer de frequentieregelaar buiten de explosiegevaarlijke omgeving.

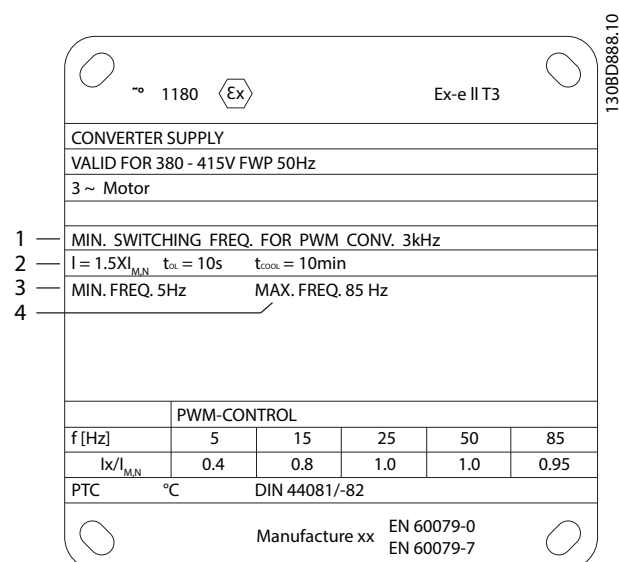
- Verzekert u ervan dat de Ex-e-motor is uitgerust met een volgens ATEX goedgekeurde beveiliging tegen overbelasting van de motor. Deze beveiliging bewaakt de temperatuur in de motorwikkelingen. Bij een kritisch temperatuurniveau of een defect schakelt de beveiliging de motor uit.
 - De VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 voorziet in door ATEX goedgekeurde bewaking van de motortemperatuur. Het is een vereiste dat de frequentieregelaar is uitgerust met 3-6 in serie geschakelde PTC-thermistoren volgens DIN 44081 of 44082.
 - Het is ook mogelijk om in plaats hiervan een externe PTC-veiligheidsvoorziening met ATEX-goedkeuring te gebruiken.
- Een sinusfilter is vereist wanneer:
 - lange kabels (spanningspieken) of een hogere netspanning spanningen produceren die de maximaal toegestane spanning op de motorklemmen overschrijden
 - de minimale schakelfrequentie van de frequentieregelaar niet voldoet aan de door de motorfabrikant gespecificeerde vereisten – de minimale schakelfrequentie van de frequentieregelaar in *parameter 14-01 Switching Frequency* wordt weergegeven als de standaardwaarde.

Compatibiliteit van motor en frequentieregelaar

Voor motoren die volgens EN 60079-7 zijn gecertificeerd, levert de motorfabrikant een overzicht met gegevens, zoals limieten en regels. Deze gegevens zijn te vinden op het datablad of op het motortypeplaatje. Houd bij de planning, installatie, inbedrijfstelling, bediening en service rekening met de door de fabrikant aangegeven limieten en regels voor:

- minimale schakelfrequentie
- maximale stroom
- minimale motorfrequentie
- maximale motorfrequentie.

Afbeelding 5.2 toont waar de vereisten worden aangegeven op het motortypeplaatje.



1	Minimale schakelfrequentie
2	Maximale stroom
3	Minimale motorfrequentie
4	Maximale motorfrequentie

Afbeelding 5.2 Motortypeplaatje met vereisten frequentieregelaar

Voor een combinatie van frequentieregelaar en motor specificeert Danfoss de volgende aanvullende vereisten om een adequate thermische motorbeveiliging te waarborgen:

- Zorg dat u de maximaal toegestane verhouding tussen het vermogen van de frequentieregelaar en het vermogen van de motor niet overschrijdt. De typische waarde is $I_{VL, n} \leq 2 \times I_{m, n}$
- Houd rekening met alle spanningsvallen van de frequentieregelaar tot de motor. Als de motor werkt met lagere spanning dan bij de U/f-karakteristieken staat vermeld, kan de stroom toenemen, waardoor er een alarm wordt gegenereerd.

Zie het toepassingsvoorbeeld in hoofdstuk 12 Toepassingsvoorbeelden voor meer informatie.

5.2.5 Netstoring

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

De frequentieregelaar kan worden geconfigureerd (*parameter 14-10 Mains Failure*) om tijdens een netstoring op een bepaalde manier te reageren, zoals:

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

Vliegende start

Deze optie maakt het mogelijk een motor op te vangen wanneer die vrij draait als gevolg van een uitval van de netvoeding. Deze optie is relevant voor centrifuges en ventilatoren.

Kinetische backup

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

Configureer het gedrag van de frequentieregelaar bij een netstoring in *parameter 14-10 Mains Failure* en *parameter 1-73 Flying Start*.

5.2.6 Automatische herstart

De frequentieregelaar kan worden geprogrammeerd om de motor automatisch te herstarten na een minder ernstige uitschakeling (trip), zoals een kortstondig vermogensverlies of een spanningsschommeling. Door deze functie is een handmatige reset niet meer nodig en wordt de geautomatiseerde werking van extern geregelde systemen verbeterd. Het aantal herstartpogingen en het tijdsinterval tussen de pogingen kunnen worden begrensd.

5.2.7 Volledig koppel bij gereduceerd toerental

De frequentieregelaar volgt een variabele V/Hz-curve om ook bij gereduceerde toerentallen een volledig motorkoppel te genereren. Een volledig uitgangskoppel kan samenvallen met het maximale nominale bedrijfstoerental van de motor. Deze frequentieregelaar werkt anders dan frequentieregelaars met variabel koppel of frequentieregelaars met constant koppel. Frequentieregelaars met variabel koppel leveren een lager motorkoppel bij lagere toerentallen. Frequentieregelaars met constant koppel genereren extra spanning, warmte en motorruis als ze niet op volle toeren werken.

5.2.8 Frequentiebypass

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

5.2.9 Motorvoorverwarming

Om een motor in een koude of vochtige omgeving voor te verwarmen, kan continu een kleine hoeveelheid DC-stroom naar de motor worden gevoerd om die te beschermen tegen condensatie en koude starts. Deze functie kan het gebruik van kastverwarming overbodig maken.

5.2.10 Programmeerbare setups

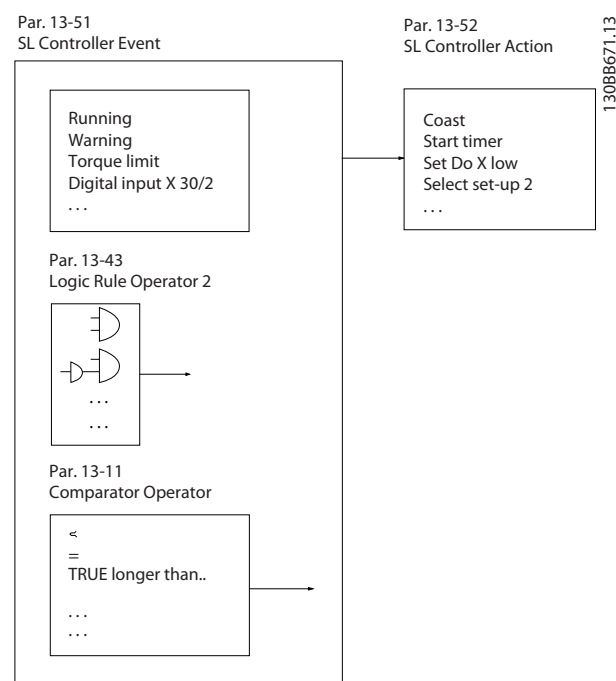
De frequentieregelaar heeft 4 setups die afzonderlijk kunnen worden geprogrammeerd. Via de optie *Multi setup* is het mogelijk om via digitale ingangen of via seriële commando's te schakelen tussen afzonderlijk geprogrammeerde functies. Afzonderlijke setups worden bijvoorbeeld gebruikt om referenties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

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

5.2.11 Smart Logic Control (SLC)

Smart Logic Control (SLC) is een reeks door de gebruiker gedefinieerde acties (zie *parameter 13-52 SL Controller Action [x]*) die door de SLC wordt uitgevoerd wanneer de bijbehorende, door de gebruiker gedefinieerde gebeurtenis (zie *parameter 13-51 SL Controller Event [x]*) door de SLC wordt geëvalueerd als TRUE.

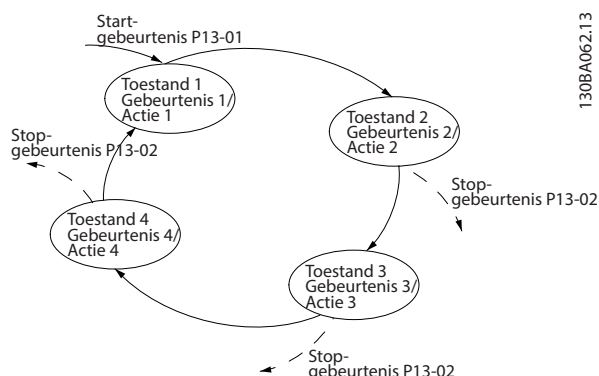
De voorwaarde voor een gebeurtenis kan een bepaalde status zijn, of een logische regel of comparator-operand die het resultaat TRUE oplevert. De voorwaarde leidt tot een bijbehorende actie, zoals aangegeven in *Afbeelding 5.3*.



Afbeelding 5.3 SLC-gebeurtenis en -actie

Alle gebeurtenissen en acties zijn genummerd en gekoppeld in paren (statussen), wat betekent dat actie [0] wordt uitgevoerd wanneer gebeurtenis [0] heeft plaatsgevonden (de waarde TRUE heeft gekregen). Nadat de eerste actie is uitgevoerd, worden de omstandigheden van de volgende gebeurtenis geëvalueerd. Als deze gebeurtenis als TRUE wordt geëvalueerd, wordt de bijbehorende actie uitgevoerd. Er wordt steeds slechts 1 gebeurtenis geëvalueerd. Als een gebeurtenis wordt geëvalueerd als FALSE, gebeurt er in de SLC niets tijdens het huidige scaninterval en worden er geen andere gebeurtenissen geëvalueerd. Bij het starten van de SLC wordt alleen gebeurtenis [0] tijdens elk scaninterval geëvalueerd. Pas wanneer gebeurtenis [0] als TRUE wordt geëvalueerd, voert de SLC actie [0] uit en begint hij met het evalueren de volgende gebeurtenis. Er kunnen 1-20 gebeurtenissen en acties worden geprogrammeerd. Nadat de laatste gebeurtenis/actie is uitgevoerd, begint de cyclus opnieuw vanaf gebeurtenis [0]/actie [0].

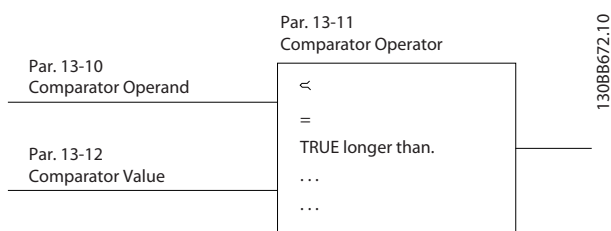
Afbeelding 5.4 toont een voorbeeld met 4 gebeurtenissen/acties:



Afbeelding 5.4 Volgorde van uitvoering wanneer 4 gebeurtenissen/acties zijn geprogrammeerd

Comparatoren

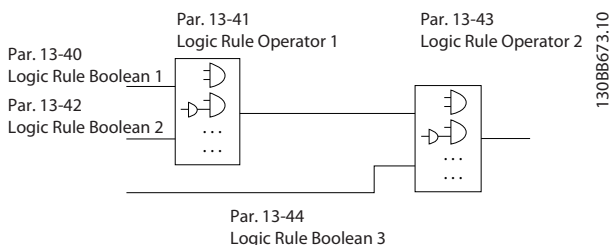
Comparatoren worden gebruikt om continue variabelen (zoals uitgangsfrequentie, uitgangsstroom, analoge ingang) te vergelijken met vaste, vooraf ingestelde waarden.



Afbeelding 5.5 Comparatoren

Logische regels

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



Afbeelding 5.6 Logische regels

5.2.12 Safe Torque Off

De Safe Torque Off (STO)-functie dient om de frequentieregelaar in noodsituaties te stoppen. De frequentieregelaar kan de STO-functie gebruiken voor asynchrone, synchrone en permanentmagneetmotoren.

Raadpleeg het document *Safe Torque Off Bedieningshandleiding* voor meer informatie over Safe Torque Off, zoals installatie en inbedrijfstelling.

Aansprakelijkheidsbepalingen

Het is de verantwoordelijkheid van de klant om ervoor te zorgen dat het personeel weet hoe de STO-functie moet worden geïnstalleerd en bediend door:

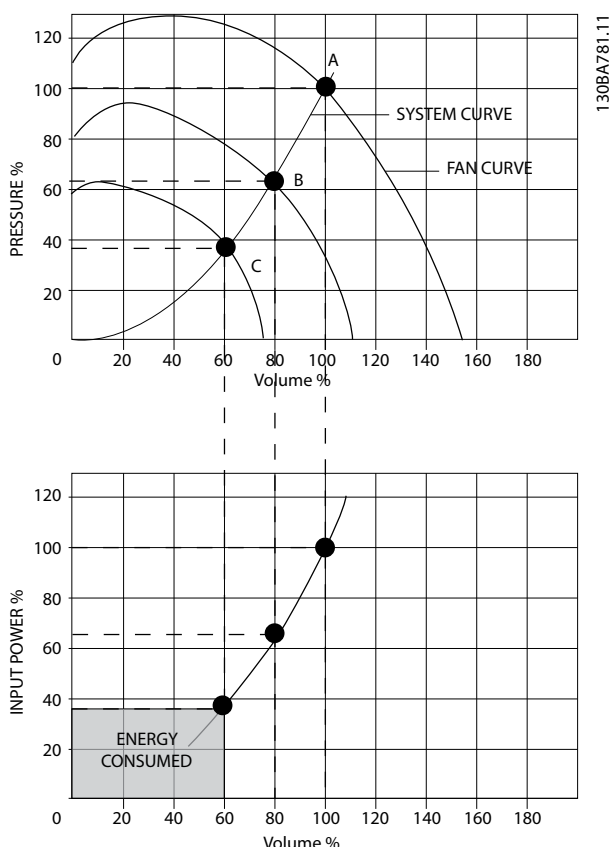
- de veiligheidsvoorschriften ten aanzien van veiligheid en gezondheid/ongevallenpreventie te lezen en te begrijpen
- de algemene en veiligheidsrichtlijnen in de *Safe Torque Off Bedieningshandleiding* te begrijpen
- te beschikken over een goede kennis van de algemene en veiligheidsnormen die van toepassing zijn op de specifieke toepassing.

5.3 Specifieke functies van de VLT® HVAC Drive

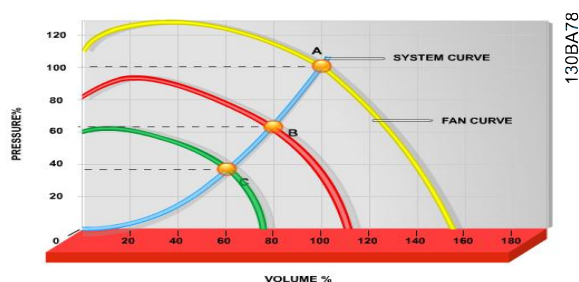
Een frequentieregelaar maakt gebruik van het feit dat centrifugaalventilatoren en -pompen de proportionaliteitswetten voor dergelijke toepassingen volgen. Zie hoofdstuk 5.3.1 *Een frequentieregelaar gebruiken om energie te besparen* voor meer informatie.

5.3.1 Een frequentieregelaar gebruiken om energie te besparen

Een duidelijk voordeel dat het gebruik van een frequentieregelaar voor het regelen van het toerental van ventilatoren en pompen met zich mee brengt, is de besparing op de energiekosten. In vergelijking met alternatieve regelsystemen en -technieken is een frequentieregelaar hét energiebesparingssysteem voor het regelen van ventilator- en pompsystemen.



Afbeelding 5.7 Energiebesparing met gereduceerd ventilatorvermogen



Afbeelding 5.8 Ventilatorcurves voor gereduceerde ventilatorvolumes.

Voorbeeld van energiebesparing

Afbeelding 5.9 laat zien hoe flow, druk en energieverbruik afhankelijk zijn van het toerental. Zoals in Afbeelding 5.9 te zien is, wordt de flow geregeld door het toerental te wijzigen.. Bij een toerentalreductie van slechts 20% ten opzichte van het nominale toerental wordt ook de flow met 20% gereduceerd. De flow is recht evenredig met het toerental. Het stroomverbruik neemt echter af met 50%.

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

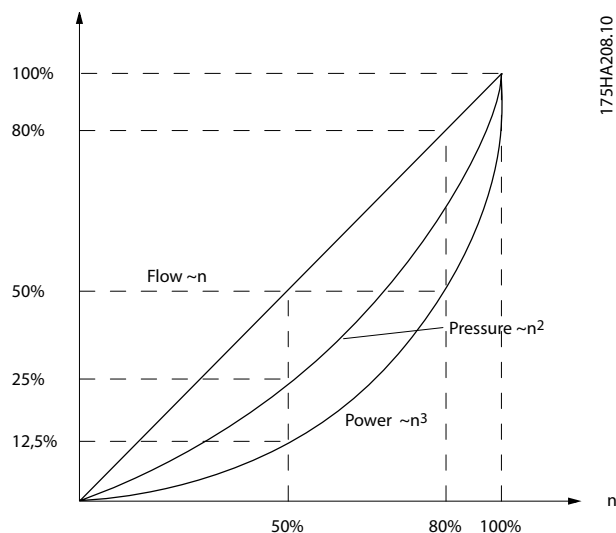
$$\text{Flow: } \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

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

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

Q	Flow	P	Vermogen
Q ₁	Nominale flow	P ₁	Nominaal vermogen
Q ₂	Gereduceerde flow	P ₂	Gereduceerd vermogen
H	Druk	n	Snelheidsregeling
H ₁	Nominale druk	n ₁	Nominaal toerental
H ₂	Gereduceerde druk	n ₂	Gereduceerd toerental

Tabel 5.1 Definities proportionaliteitswetten

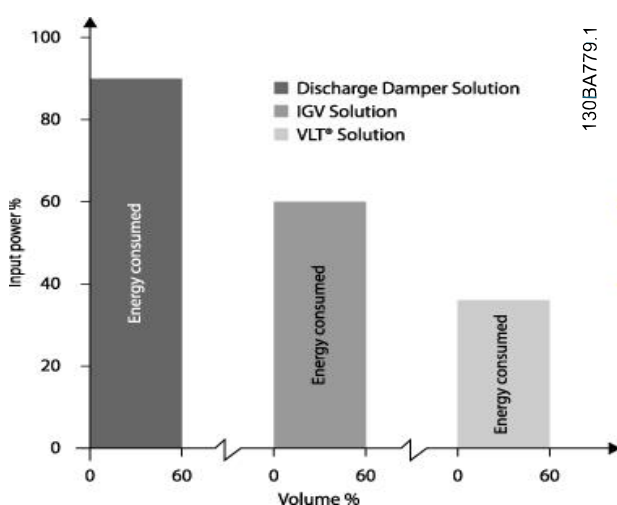


Afbeelding 5.9 Proportionaliteitswetten

Vergelijking van energiebesparing

De frequentieregelaaroplossing van Danfoss biedt aanzienlijke besparingen in vergelijking met traditionele energiebesparende oplossingen. De frequentieregelaar regelt het ventilatortoerental op basis van de thermische belasting van het systeem en fungeert als gebouwbeheersysteem (GBS).

De grafiek (Afbeelding 5.10) toont de typische energiebesparing die kan worden behaald met behulp van 3 bekende oplossingen waarbij het ventilatorvolume wordt verlaagd tot 60%. Zoals in de grafiek is af te lezen, kan in typische toepassingen een energiebesparing van meer dan 50% worden behaald.

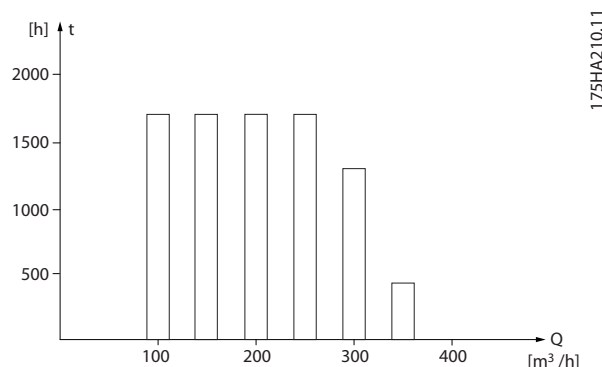


Afbeelding 5.10 3 standaardsystemen voor energiebesparing

Uitlaatkleppen verlagen het energieverbruik. Inlaat-schoepen zorgen voor een besparing van 40% maar zijn duur om te installeren. De frequentieregelaaroplossing van Danfoss verlaagt het energieverbruik met meer dan 50% en is eenvoudig te installeren.

Voorbeeld met wisselende flow gedurende 1 jaar

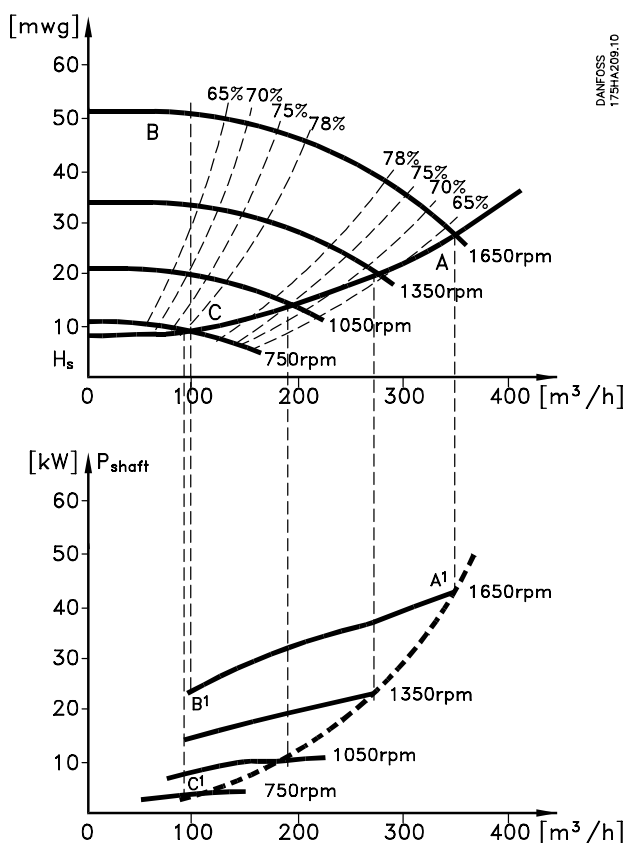
Afbeelding 5.11 wordt berekend op basis van pompkarakteristieken die staan vermeld op een pompdatablad. Het verkregen resultaat toont een energiebesparing van meer dan 50% bij de gegeven flowverdeling over een jaar. De terugverdientijd is afhankelijk van de prijs per kWh en de prijs van de frequentieregelaar. In dit voorbeeld is het minder dan een jaar in vergelijking met een systeem met kleppen en een constant toerental.



Afbeelding 5.11 Flowverdeling over 1 jaar

m³/h	Verdeling		Regeling met kleppen		Regeling met frequentieregelaar	
	%	Uren	Vermogen	Verbruik	Vermogen	Verbruik
			A ₁ -B ₁	kWh	A ₁ -C ₁	kWh
350	5	438	42,5	18615	42,5	18615
300	15	1314	38,5	50589	29,0	38106
250	20	1752	35,0	61320	18,5	32412
200	20	1752	31,5	55188	11,5	20148
150	20	1752	28,0	49056	6,5	11388
100	20	1752	23,0	40296	3,5	6132
Σ	100	8760	–	275064	–	26801

Tabel 5.2 Berekening energiebesparing



Afbbeelding 5.12 Energiebesparing in een pomptoepassing

5.3.2 Een frequentieregelaar gebruiken voor een betere regeling

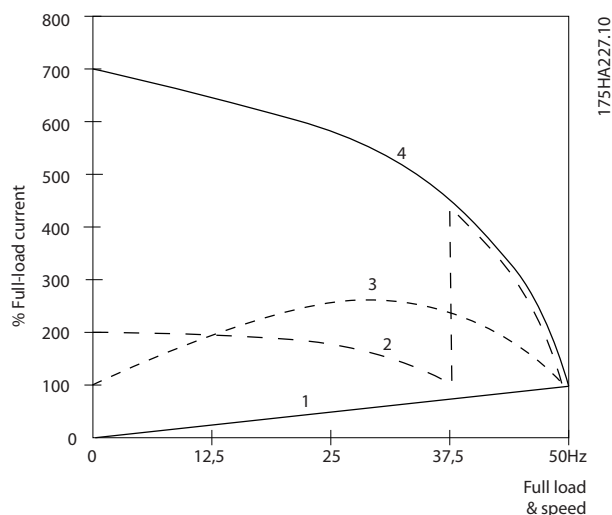
Bij gebruik van een frequentieregelaar is een betere regeling van de flow of druk van een systeem mogelijk. Met behulp van de ingebouwde PID-regeling kan een frequentieregelaar het toerental van de ventilator of pomp variëren, wat een variabele regeling van flow en druk oplevert. Bovendien kan een frequentieregelaar het toerental van de ventilator of pomp snel aanpassen aan nieuwe flow- of drukcondities in het systeem.

Cos ϕ -compensatie

De VLT® HVAC Drive FC 102 heeft typisch een $\cos \phi$ van 1 en zorgt voor een arbeidsfactorcorrectie van de $\cos \phi$ van de motor, wat betekent dat er bij het bepalen van de arbeidsfactorcorrectie geen rekening hoeft te worden gehouden met de $\cos \phi$ van de motor.

Geen ster-driehoekschakeling of softstarter vereist

Wanneer relatief grote motoren moeten worden gestart, is het in veel landen nodig om apparatuur te gebruiken die de opstartstroom beperkt. In meer traditionele systemen wordt vaak een ster-driehoekschakeling of softstarter gebruikt. Dergelijke motorstarters zijn niet meer nodig bij gebruik van een frequentieregelaar. Zoals in Afbbeelding 5.13 te zien is, verbruikt een frequentieregelaar niet meer dan de nominale stroom.



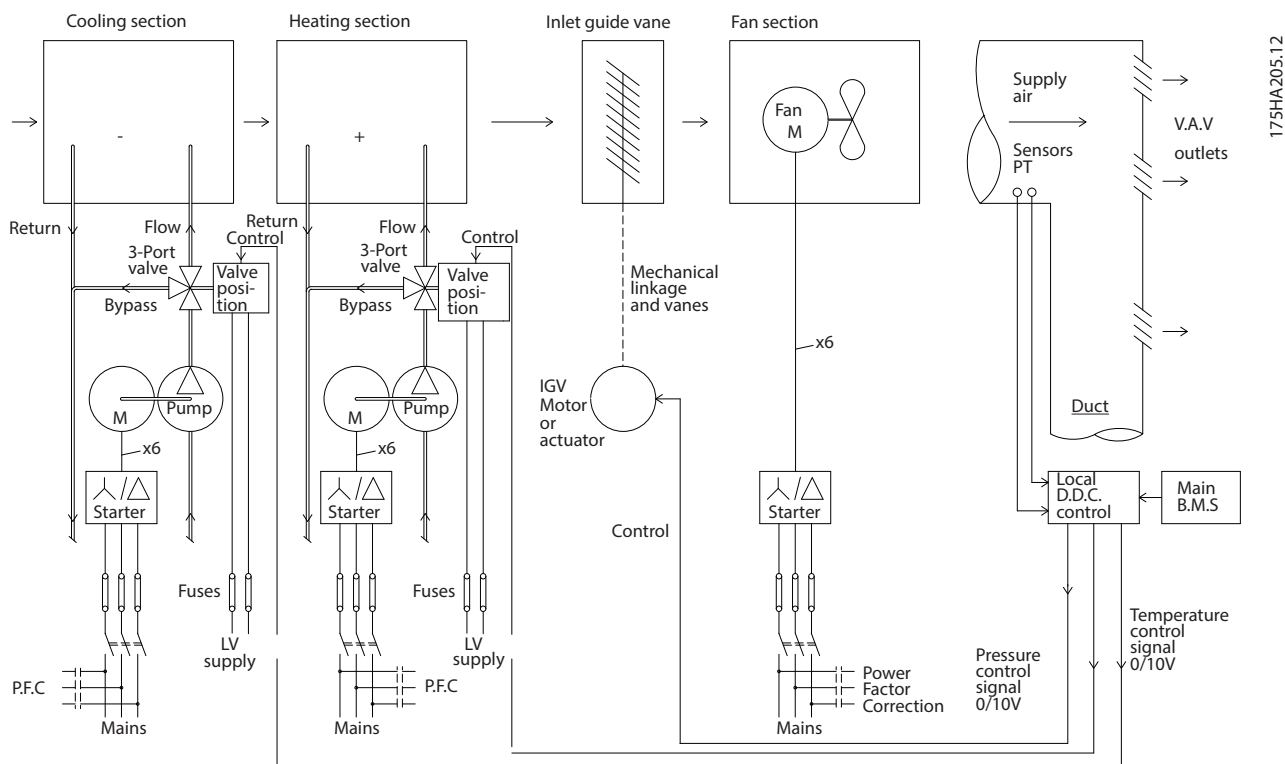
1	VLT® HVAC Drive FC 102
2	Ster-driehoekschakeling
3	Softstarter
4	Start direct op netvoeding

Afbbeelding 5.13 Stroomverbruik met een frequentieregelaar

5.3.3 Het gebruik van een frequentieregelaar bespaart geld

De frequentieregelaar elimineert de noodzaak voor bepaalde apparatuur die gewoonlijk zou worden gebruikt. Voor het installeren van de 2 systemen die in *Afbeelding 5.14* en *Afbeelding 5.15* worden getoond, geldt ruwweg dezelfde kostprijs.

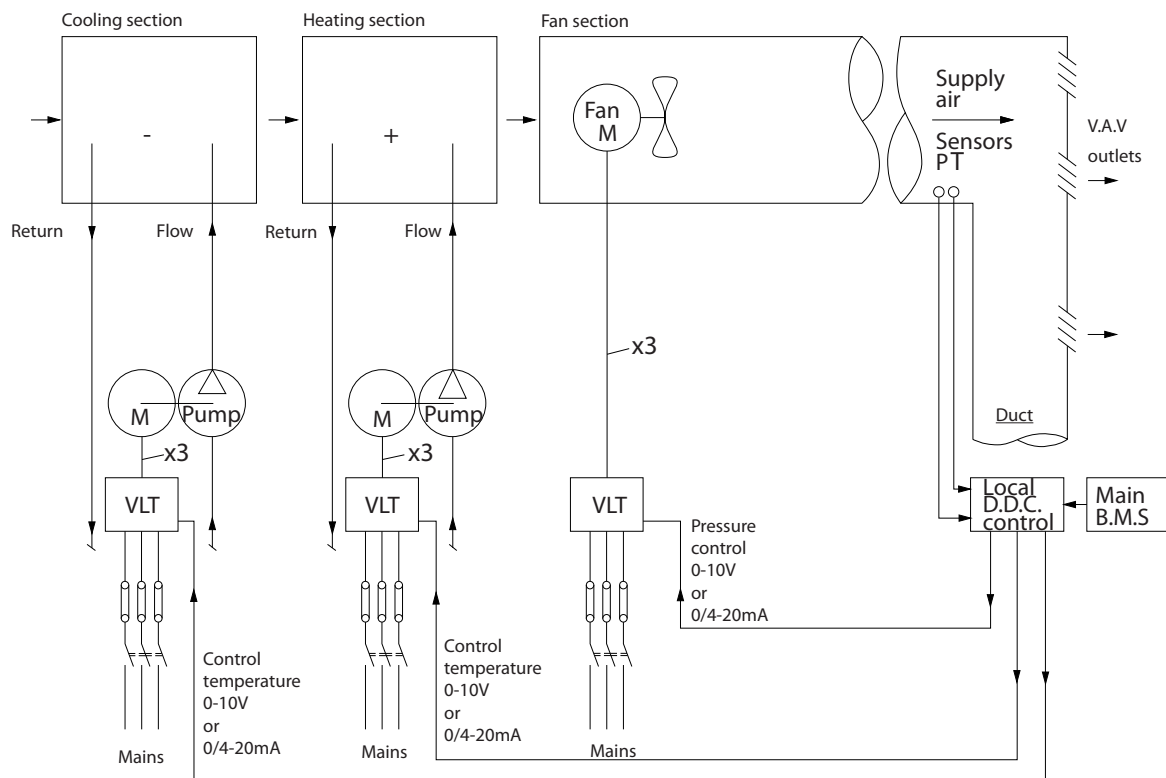
Kosten zonder een frequentieregelaar



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

Afbeelding 5.14 Traditioneel ventilatorsysteem

Kosten met een frequentieregelaar



175HA206.11

DDC	Direct Digital Control (directe digitale regeling)
VAV	Variabel luchtvolume
GBS	Gebouwbeheersysteem

Afbeelding 5.15 Ventilatorsysteem dat wordt geregeld door frequentieregelaars

5.3.4 Oplossingen met VLT® HVAC Drive FC 102

5.3.4.1 Variabel luchtvolume

Variabel-luchtvolumesystemen (VAV-systemen), worden gebruikt om de ventilatie en de temperatuur in gebouwen te regelen. Centrale VAV-systemen worden beschouwd als de energiezuinigste methode om het klimaat in gebouwen te regelen. Centrale systemen zijn zuiniger dan gedistribueerde systemen.

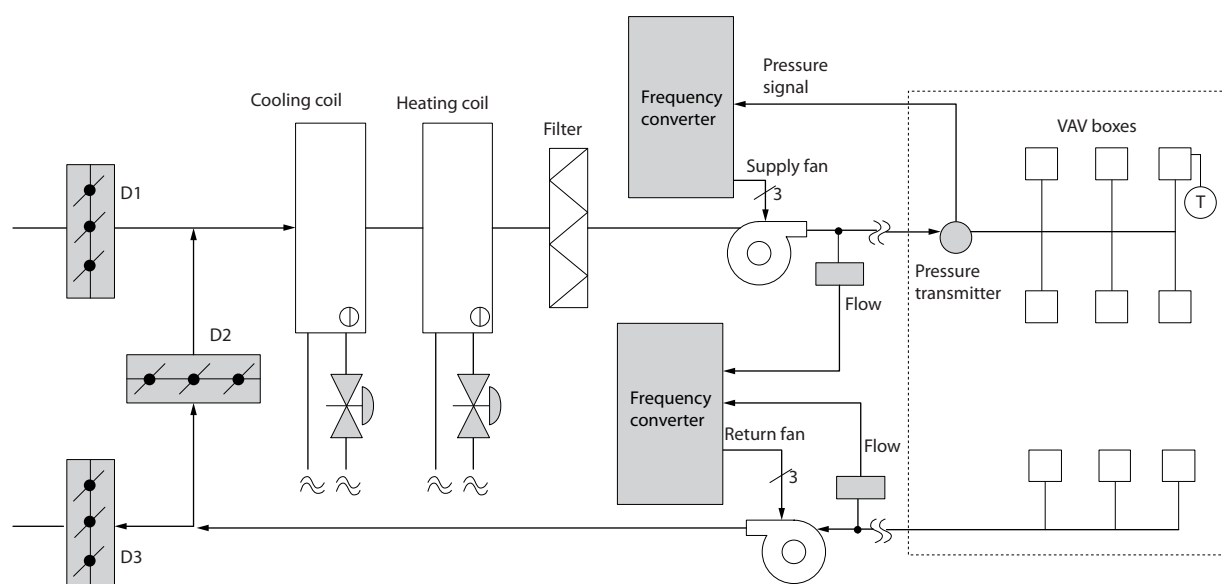
De efficiëntie vloeit voort uit het gebruik van grotere ventilatoren en koeleenheden, die een hoger rendement bieden dan kleine motoren en gedistribueerde luchtgekoelde eenheden. Ook wordt geld bespaart omdat voor deze installaties minder onderhoud nodig is.

VLT®-oplossing

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

Centrifugale apparatuur zoals ventilatoren produceren een lagere druk en flow bij een lager toerental. Hun energieverbruik neemt af.

De retourventilator is vaak ingesteld om een vast flowverschil tussen de toevoer en de retour te handhaven. De geavanceerde PID-regelaar van de HVAC-frequentieregelaar neemt deze taak over.



130BB455.10

Afbeelding 5.16 Toepassing van frequentieregelaars in een VAV-systeem

Raadpleeg de Danfoss-leverancier voor de toepassingsnotitie *Variable Air Volume: Improving VAV Ventilation Systems*.

5.3.4.2 Constant luchtvolume

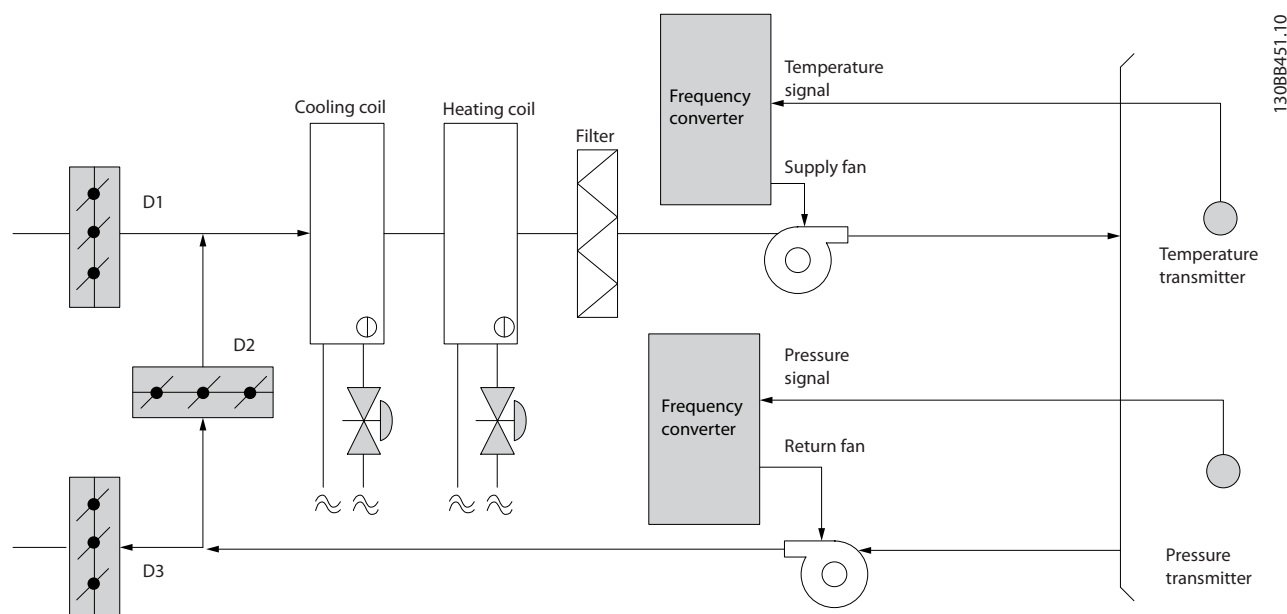
Constant-luchtvolumesystemen (CAV) zijn centrale ventilatiesystemen die worden gebruikt om grote, gemeenschappelijke zones te voorzien van een minimumhoeveelheid verse, op temperatuur gebrachte lucht. Ze bestaan al langer dan VAV-systemen en komen ook voor in oudere bedrijfspanden met meerdere zones. Deze systemen warmen de verse lucht op met behulp van luchtbehandelingskasten (LBK's) met een verwarmingsspiraal. Veel van deze systemen worden ook gebruikt om de lucht in gebouwen te verversen en hebben een koelspiraal. Voor het verwarmen en koelen van de individuele zones worden vaak ventilatorluchtcoolers gebruikt.

VLT®-oplossing

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

De mate waarin de temperatuur moet worden geregeld, varieert op basis van de buitentemperatuur en het aantal mensen in de betreffende zone. Als de temperatuur tot onder het setpoint daalt, kan de toevoerventilator met een lager toerental gaan werken. De retourventilator wordt aangepast om een statisch druksetpoint te handhaven. Door de luchtstroom te verminderen, wordt ook de hoeveelheid energie voor het verwarmen of koelen van de verse lucht verminderd, wat een verdere besparing oplevert.

Diverse functies van de toepassingsgerichte Danfoss HVAC Drive kunnen bijdragen aan een verbeterde werking van uw CAV-systeem. Een van de problemen bij het regelen van een ventilatiesysteem is gebrekkige luchtkwaliteit. De programmeerbare minimumfrequentie kan worden ingesteld om een minimumhoeveelheid toevoerlucht te handhaven, onafhankelijk van de terugkoppeling of het referentiesignaal. De frequentieregelaar bevat ook een PID-regelaar voor 3 zones en 3 setpoints, waarmee zowel de temperatuur als de luchtkwaliteit kan worden bewaakt. Ook als aan de temperatuureis wordt voldaan, zorgt de frequentieregelaar voor voldoende luchttoevoer om de luchtkwaliteit te garanderen. De regelaar kan 2 terugkoppelingssignalen bewaken en vergelijken voor het regelen van de retourventilator, door handhaving van een vast luchtstroomverschil tussen de toevoer- en retourkanalen.



Afbeelding 5.17 Toepassing van frequentieregelaars in een CAV-systeem

Raadpleeg de Danfoss-leverancier voor de toepassingsnotitie *Constant Air Volume: Improving CAV Ventilation Systems*.

5.3.4.3 Koeltorenventilator

Koeltorenventilatoren worden gebruikt om condensatorwater in watergekoelde koelsystemen te koelen. Watergekoelde koeleenheden zijn de efficiëntste methode om gekoeld water te produceren. Ze zijn maar liefst 20% zuiniger dan luchtgekoelde koeleenheden. Afhankelijk van het klimaat bieden koeltorens vaak de energiezuinigste methode om het condensatorwater van koeleenheden te koelen.

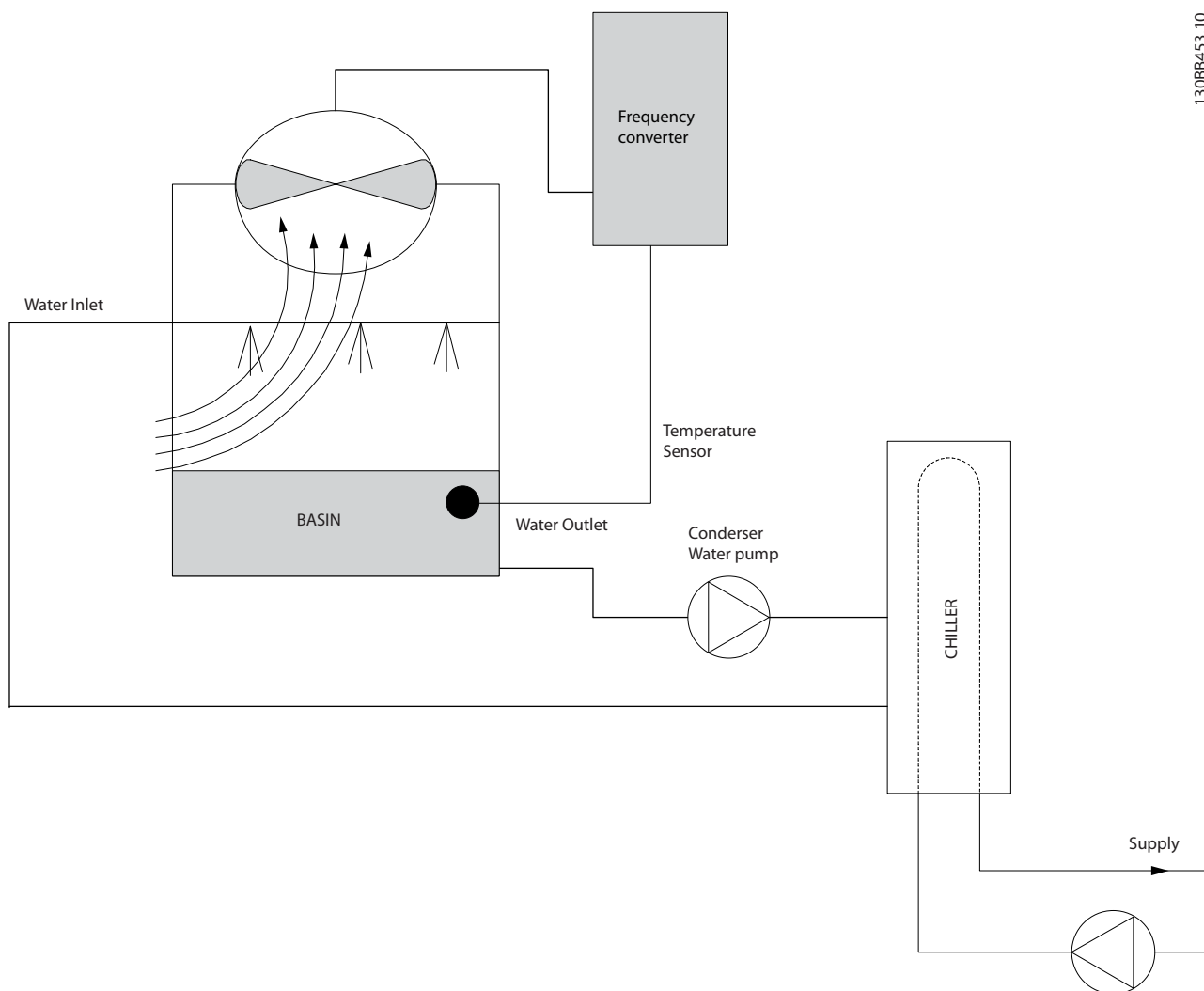
Koeltorens koelen het condensatorwater door verdamping. Het condensatorwater wordt boven in de koeltoren verneveld om het oppervlak te vergroten. De torenventilator blaast lucht door het koelpakket en het verneveld water om de verdamping te bevorderen. Door de verdamping wordt warmte aan het water onttrokken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

VLT®-oplossing

Met een frequentieregelaar kunnen de ventilatoren van de koeltorens op het gewenste toerental worden geregeld, zodat de temperatuur van het condensatorwater constant blijft. Frequentieregelaars kunnen ook worden gebruikt om de ventilator zo nodig in en uit te schakelen. Bij gebruik van een Danfoss VLT® HVAC Drive geldt dat het koeleffect afneemt wanneer het toerental van de koeltorenventilatoren tot onder een bepaalde waarde daalt. Bij gebruik van een tandwielkast voor het aandrijven van de torenventilator kan een minimumsnelheid van 40-50% nodig zijn. De door de klant programmeerbare minimumfrequentie-instelling kan deze minimumfrequentie handhaven, ook als de terugkoppeling of de snelheidsreferentie vraagt om een lager toerental.

De frequentieregelaar kan worden geprogrammeerd om in een slaapmodus te gaan en de ventilator stil te zetten totdat een hoger toerental vereist is. Daarnaast is het zo dat sommige koeltorenventilatoren ongewenste frequenties hebben die trillingen kunnen veroorzaken. U kunt deze frequenties gemakkelijk vermijden door in de frequentieregelaar de bypassfrequentiebereiken te programmeren.

5



Afbeelding 5.18 Toepassing van frequentieregelaars met een koeltorenventilator

Raadpleeg de Danfoss-leverancier voor de toepassingsnotitie *Cooling Tower Fan: Improving Fan Control on Cooling Towers*.

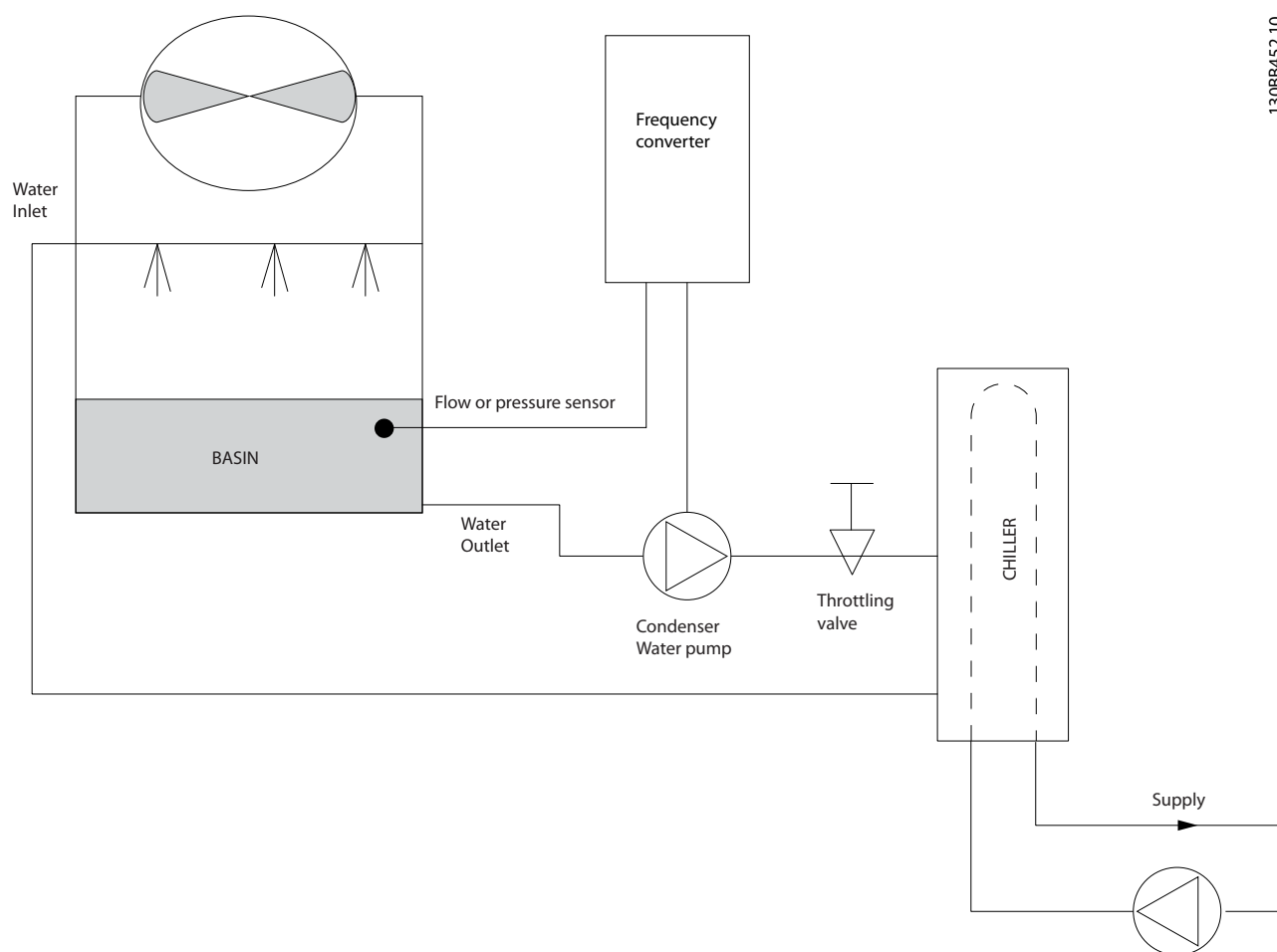
5.3.4.4 Condensaatpompen

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

VLT®-oplossing

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

Door in plaats van een smoorklep een frequentieregelaar te gebruiken, wordt de energie bespaard die anders door de klep zou zijn opgenomen. Deze aanpassing levert een besparing op die kan oplopen tot 15-20% of meer. Het afdraaien van de pompwaaier is onomkeerbaar. Als de omstandigheden veranderen en een hogere flow vereist is, moet de waaier worden vervangen.



Afbeelding 5.19 Toepassing van een frequentieregelaar met een condensorpomp

Raadpleeg de Danfoss-leverancier voor de toepassingsnotitie *Condenser Pumps: Improving Condenser Water Pumping Systems*.

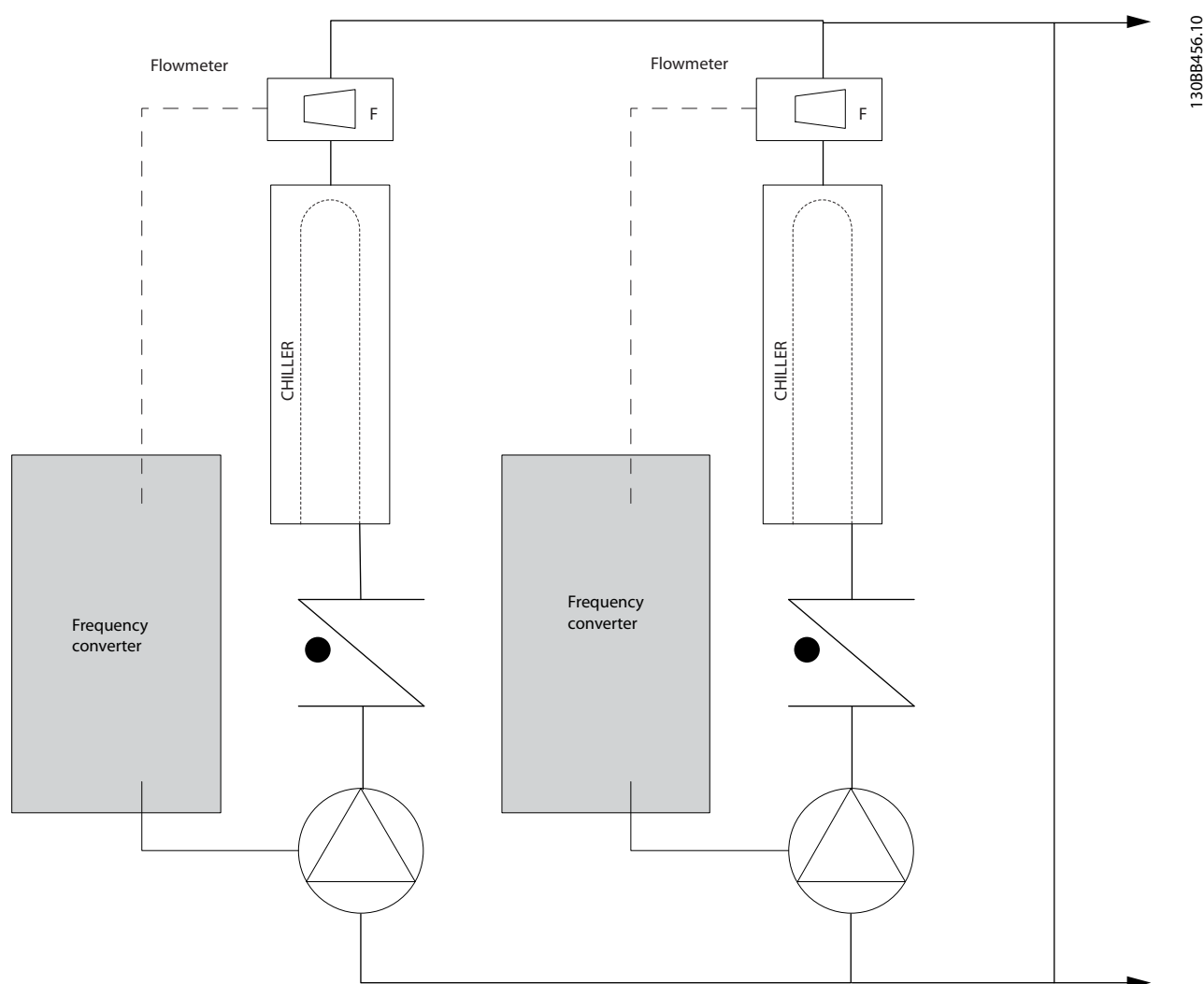
5.3.4.5 Primaire pompen

Primaire pompen in een systeem met primaire/secundaire pompen kunnen een constante flow handhaven in apparaten die bedienings- of regelproblemen hebben bij een variabele flow. De primaire/secundaire pomptechniek koppelt de primaire productiekringloop los van de secundaire distributiekringloop. Dankzij het ontkoppelen kunnen apparaten zoals koeleenheden een constante ontwerpflow aannemen en goed functioneren, terwijl de flow in de rest van het systeem kan variëren. Wanneer de flow door de verdamper in een koeleenheid afneemt, begint het water overgekoeld te raken. Wanneer het water overgekoeld raakt, probeert de koeleenheid zijn koelcapaciteit te verminderen. Als de flowsnelheid ver genoeg of te snel daalt, kan de koeleenheid zijn belasting niet voldoende afvoeren en schakelt de beveiliging voor een lage verdampertemperatuur de koeleenheid uit, waardoor een handmatige reset nodig is. Deze situatie komt regelmatig voor in grote installaties, met name wanneer 2 of meer koeleenheden parallel zijn geïnstalleerd en er geen primaire/secundaire pompen zijn.

VLT®-oplossing

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

- De pomp kan rechtstreeks worden geregeld via een flowmeter bij de uitlaat van elke koeleenheid, omdat de gewenste flow bekend en constant is. Met behulp van de PID-regelaar handhaaft de frequentieregelaar altijd de juiste flow en compenseert hij zelfs de veranderende weerstand in de primaire kringloopleiding bij het gefaseerd in- en uitschakelen van koeleenheden en bijbehorende pompen.
- De operator kan het toerental ter plaatse bepalen door de uitgangsfrequentie te verlagen totdat de ontwerpflow bereikt is. Het gebruik van een frequentieregelaar om het pomptoeental te verlagen, lijkt op het afdraaien van de pompwaaier, maar is efficiënter. De inbedrijfsteller verlaagt het toerental van de pomp totdat de juiste flow bereikt is en zet dit toerental vast. De pomp zal bij elke inschakeling van de koeleenheid met dit toerental werken. Omdat de primaire kringloop geen regelkleppen of andere mechanismen bevat waardoor de systeemcurve kan veranderen en de variatie als gevolg van het gefaseerd in- en uitschakelen van pompen en koeleenheden gering is, blijft dit vaste toerental geschikt. Als het later tijdens de levensduur van het systeem nodig is om de flow te verhogen, dan hoeft de frequentieregelaar enkel het pomptoeental te verhogen en hoeft er geen nieuwe pompwaaier te worden geïnstalleerd.



5

Afbeelding 5.20 Toepassing van frequentieregelaars met primaire pompen in een systeem met primaire/secundaire pompen

Raadpleeg de Danfoss-leverancier voor de toepassingsnotitie *Primary Pumps: Improving Primary Pumping in Pri/Sec System*.

5.3.4.6 Secundaire pompen

Secundaire pompen in een watergekoeld systeem met primaire/secundaire pompen kunnen worden gebruikt om het gekoelde water over de belastingen van de primaire productiekringloop te verdelen. Het systeem met primaire/secundaire pompen wordt gebruikt om de ene leidingkring hydronisch los te koppelen van de andere. In dat geval wordt de primaire pomp gebruikt om een constante flow in de koeleenheden te handhaven, waardoor de flow van de secundaire pompen kan variëren, wat meer controle en energiebesparing oplevert.

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

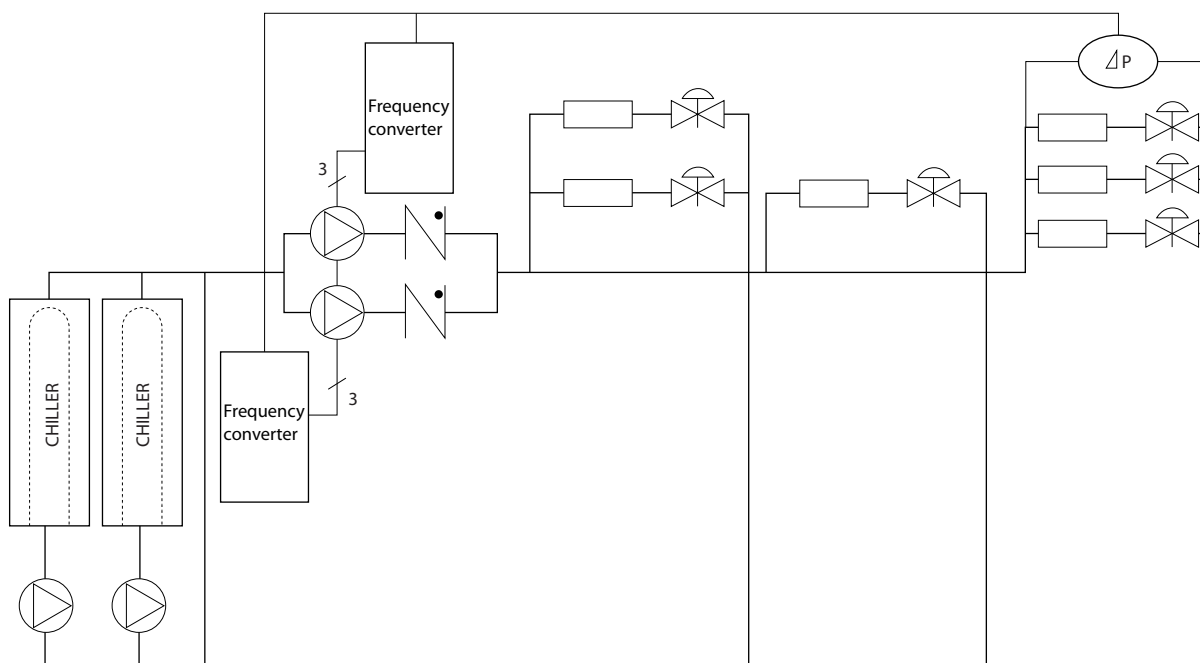
VLT®-oplossing

Hoewel het systeem met primaire/secundaire pompen en 2-wegkleppen de energiebesparing en de controle over het systeem verbetert, zorgt het gebruik van frequentieregelaars voor een nog hogere energiebesparing en nog betere regelomgankelijkheden. Als de sensoren op de juiste plaats zijn geïnstalleerd, kunnen de pompen dankzij de frequentieregelaars hun toerental variëren en de systeemcurve volgen in plaats van de pompcurve. Dit voorkomt energieverspilling en de overdruk waar 2-wegkleppen soms aan worden blootgesteld.

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

LET OP

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



130BB454.10

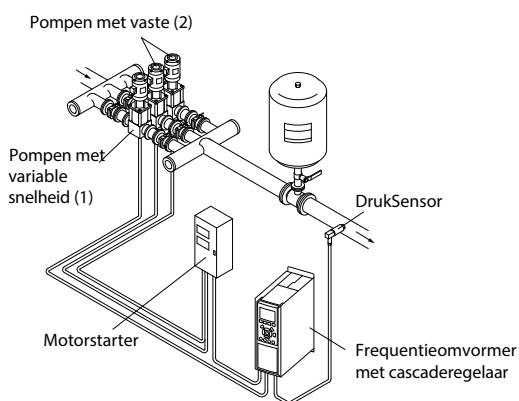
Afbeelding 5.21 Toepassing van frequentieregelaars met secundaire pompen in een systeem met primaire/secundaire pompen

Raadpleeg de Danfoss-leverancier voor de toepassingsnotitie *Secondary Pumps: Improving Secondary Pumping in Pri/Sec System*.

5.4 Basiscascaderegelaar

De basiscascaderegelaar wordt gebruikt voor pomptoepassingen waarbij een bepaalde druk (opvoerhoogte) of een bepaald niveau moet worden gehandhaafd over een breed dynamisch bereik. Een grote pomp over een groot bereik met een variabel toerental laten draaien, is geen ideale situatie vanwege het lage pomprendement bij lagere toerentallen. Er geldt een praktische limiet van ongeveer 25% van het nominale toerental bij volledige pompbelasting.

Met de basiscascaderegelaar regelt de frequentieregelaar een motor met variabel toerental als de pomp met variabel toerental (hoofdpomp) en kan deze 2 extra pompen met vast toerental gefaseerd in- en uitschakelen. Sluit de extra pompen met vast toerental rechtstreeks aan op het net of via softstarters. Door het toerental van de eerste pomp te variëren, wordt een toerentalregeling voor het systeem als geheel verkregen. Dankzij het variabele toerental wordt de druk constant gehouden, wat resulteert in een lagere systeemdruk en een stillere werking van pompsystemen.



Afbeelding 5.22 Basiscascaderegelaar

Vaste hoofdpomp

De motoren moeten hetzelfde vermogen hebben. Met de basiscascaderegelaar kan de frequentieregelaar 3 gelijkwaardige pompen regelen met behulp van de 2 ingebouwde relais. Wanneer de variabele pomp (hoofdpomp) rechtstreeks op de frequentieregelaar is aangesloten, worden de andere 2 pompen geregeld door de 2 ingebouwde relais. Als wisseling van de hoofdpomp ingeschakeld is, worden pompen op het ingebouwde relais aangesloten en is de frequentieregelaar in staat om 2 pompen te regelen.

Wisseling hoofdpomp

De motoren moeten hetzelfde vermogen hebben. Deze functie maakt het mogelijk dat de frequentieregelaar de pompen in het systeem (maximaal 2 pompen) afwisselend regelt. In deze bedrijfsmodus worden beide pompen evenveel gebruikt, waardoor het benodigde pomponderhoud wordt beperkt en het systeem een grotere betrouwbaarheid en een langere levensduur heeft. Wisseling van de hoofdpomp kan plaatsvinden via een commandosignaal of bij staging (toevoeging van een andere pomp).

Het commando kan een handmatige wissel of een wisselgebeurtenissignaal zijn. Als de wisselgebeurtenis is geselecteerd, vindt de pompwisseling plaats zodra de gebeurtenis zich voordoet. Mogelijke gebeurtenissen zijn:

- een wisseltimer die afloopt
- een voorgeprogrammeerd tijdstip
- het moment dat de hoofdpomp in de slaapmodus gaat.

Het gefaseerd in-/uitschakelen wordt bepaald door de werkelijke systeembelasting.

Een afzonderlijke parameter kan bepalen dat wisseling alleen is toegestaan als de totale vereiste capaciteit > 50% is. De totale pompcapaciteit wordt bepaald door de capaciteit van de hoofdpomp plus de capaciteiten van de pompen met vast toerental.

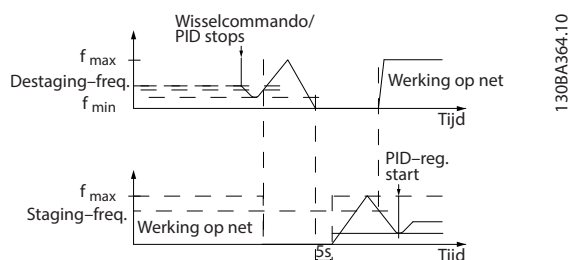
Beheer bandbreedte

Om frequent schakelen van pompen met vast toerental te voorkomen, wordt in systemen met cascaderегeling de gewenste systeemdruk niet op een bepaald niveau maar binnen een bepaalde bandbreedte gehouden. De stagingbandbreedte bepaalt de vereiste bandbreedte voor deze bedrijfsmodus. Wanneer er een grote en snelle wijziging in de systeemdruk optreedt, zal de onderdrukkingsbandbreedte de stagingbandbreedte onderdrukken om een onmiddellijke reactie op een kortstondige drukwijziging te voorkomen. Een timer voor onderdrukking van de bandbreedte kan worden geprogrammeerd om het gefaseerd in- en uitschakelen te voorkomen totdat de systeemdruk weer stabiel is en een normale regeling weer mogelijk is.

Wanneer de cascaderегelaar is ingeschakeld en de frequentieregelaar een alarm met uitschakeling (trip) genereert, wordt de opvoerhoogte van het systeem gehandhaafd door de pompen met vast toerental in en uit te schakelen. Om frequent in- en uitschakelen te voorkomen en drukschommelingen tot een minimum te beperken, wordt in plaats van de stagingbandbreedte een grotere bandbreedte voor vaste toerentallen gebruikt.

5.4.1.1 Pompstaging met wisselende hoofdpomp

Als wisseling van de hoofdpomp is ingeschakeld, kunnen maximaal 2 pompen worden geregeld. Na een wissel-commando stopt de PID-regelaar en loopt de hoofdpomp aan tot de minimumfrequentie ($f_{\min}$) en vervolgens na een vertraging tot de maximumfrequentie ($f_{\max}$). Wanneer het toerental van de hoofdpomp de destaging-frequentie bereikt, wordt de pomp met vast toerental gefaseerd uitgeschakeld (destaging). De hoofdpomp blijft aanlopen en loopt vervolgens uit tot stop, waarna de 2 relais afvallen.



Afbeelding 5.23 Wisseling hoofdpomp

Na een tijdsvertraging schakelt het relais voor de pomp met vast toerental in (staging) in en wordt deze pomp de nieuwe hoofdpomp. De nieuwe hoofdpomp loopt aan tot het maximale toerental en vervolgens uit tot het minimale toerental. Wanneer bij het uitlopen de stagingfrequentie wordt bereikt, wordt de oude hoofdpomp gefaseerd ingeschakeld op het net en gaat deze werken als de nieuwe pomp met vast toerental.

Als de hoofdpomp gedurende een vooraf ingestelde tijd heeft gedraaid op de minimumfrequentie ($f_{\min}$) terwijl er ook een pomp met vast toerental actief is, levert de hoofdpomp nauwelijks een bijdrage aan het systeem. Wanneer de geprogrammeerde waarde van de timer wordt bereikt, wordt de hoofdpomp verwijderd, waardoor problemen met wateropwarming worden voorkomen.

5.4.1.2 Systeemstatus en bediening

Als de hoofdpomp in de slaapmodus gaat, wordt de functie aangegeven op het LCP. Het is mogelijk om de hoofdpomp te laten wisselen op basis van een slaapmodusconditie.

Wanneer de cascadereregelaar is ingeschakeld, wordt de bedrijfsstatus van elke pomp en van de cascadereregelaar op het LCP weergegeven. De getoonde informatie omvat:

- Pompstatus is een uitlezing van de status van de relais die aan elke pomp zijn toegewezen. Het display laat zien welke pomp is uitgeschakeld, uit staat, via de frequentieregelaar draait of via het net/de motorstarter draait.
- Cascadestatus is een uitlezing van de status van de cascadereregelaar. Het display geeft het volgende weer:
 - Cascadereregelaar is uitgeschakeld.
 - Alle pompen zijn uit.
 - Alle pompen zijn gestopt vanwege een noodsituatie.
 - Alle pompen zijn actief.
 - Pompen met een vast toerental worden gefaseerd in- en uitgeschakeld.
 - Er vindt een wisseling van de hoofdpomp plaats.
- Destaging bij geen flow zorgt ervoor dat alle pompen met vast toerental afzonderlijk worden stopgezet totdat de status *Geen flow* verdwijnt.

5.5 Overzicht dynamisch remmen

Bij dynamische remmen wordt de motor op 1 van de volgende manieren vertraagd:

- AC-rem
De remenergie wordt verdeeld in de motor door de verliescondities in de motor te wijzigen (*parameter 2-10 Brake Function = [2]*). De AC-remfunctie kan niet worden gebruikt in toepassingen met een hoge wisselfrequentie omdat deze situatie zal leiden tot oververhitting van de motor.
- DC-rem
Een overgemoduleerde DC-stroom die aan de AC-stroom wordt toegevoegd, werkt als een wervelstroomrem (*parameter 2-02 DC Braking Time $\neq 0$ s*).

- **Weerstandrem**
Een rem-IGBT zorgt ervoor dat de overspanning onder een bepaalde drempel blijft door de remenergie van de motor af te voeren naar de aangesloten remweerstand (*parameter 2-10 Brake Function = [1]*). Zie de *VLT® Brake Resistor MCE 101 Design Guide* voor meer informatie over het selecteren van een remweerstand.

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

De rem-IGBT dient ervoor om de spanning in de DC-tussenkring te beperken als de maximale spanningslimiet wordt overschreden. De rem-IGBT begrenst de spanning

door de extern gemonteerde weerstand over de DC-bus te schakelen om de overtollige DC-spanning die op de buscondensatoren aanwezig is, af te voeren.

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 frequentieregelaar wordt beschermd tegen oververhitting bij eventuele overbelasting van de remweerstand.

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

5.6 Overzicht loadsharing

Loadsharing is een functie die het mogelijk maakt om de DC-tussenkringen van meerdere frequentieregelaars aan elkaar te koppelen, waardoor er een systeem met meerdere frequentieregelaars ontstaat voor het aandrijven van 1 mechanische belasting. Loadsharing biedt de volgende voordelen:

Energiebesparing

Een motor die in de generatormodus werkt, kan frequentieregelaars die in de motormodus werken van spanning voorzien.

Minder reserveonderdelen nodig

Gewoonlijk hebt u voor het hele frequentieregelaarsysteem slechts 1 remweerstand nodig in plaats van 1 remweerstand per frequentieregelaar.

Voedingsbackup

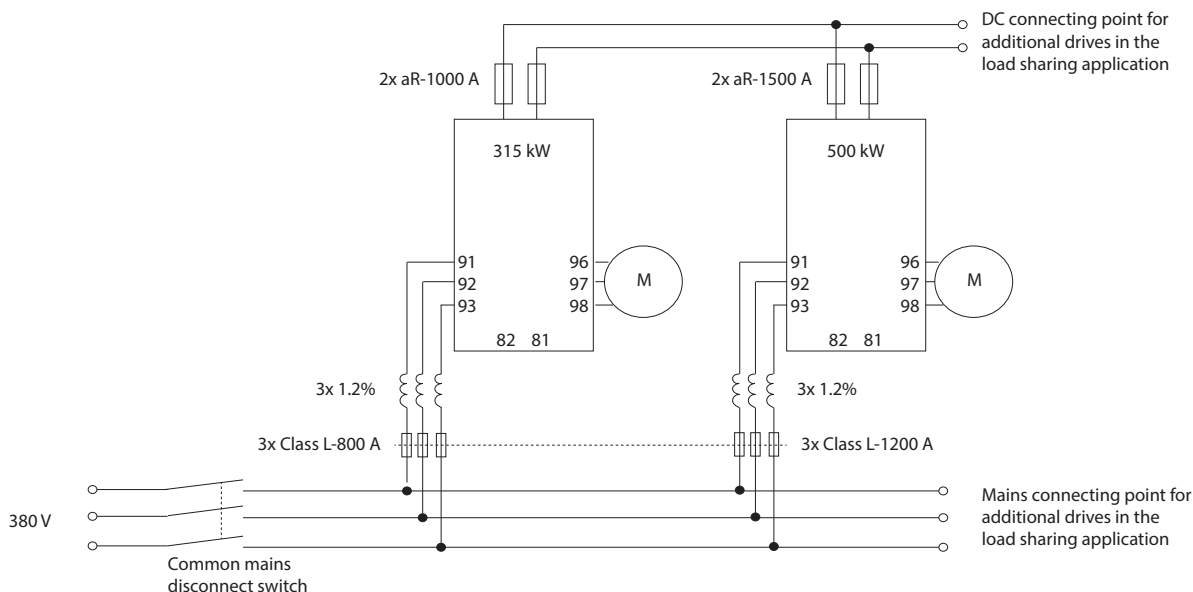
Bij uitval van de netvoeding kunnen alle gekoppelde frequentieregelaars via de DC-tussenkring worden gevoed vanuit een backup. De toepassing kan dan blijven werken of gecontroleerd worden uitgeschakeld.

Voorwaarden

Voordat loadsharing wordt overwogen, moet aan de volgende voorwaarden zijn voldaan:

- De frequentieregelaar moet zijn uitgerust met loadsharingklemmen.
- Alle frequentieregelaars moeten tot dezelfde productfamilie behoren. Gebruik uitsluitend VLT® HVAC Drive FC 102 frequentieregelaars in combinatie met andere VLT® HVAC Drive FC 102 frequentieregelaars.
- Frequentieregelaars moeten fysiek dicht bij elkaar worden geplaatst om ervoor te zorgen dat de bedrading tussen de frequentieregelaars niet langer is dan 25 m (82 ft).
- De frequentieregelaars moeten dezelfde nominale spanning hebben.
- Als er in een loadsharingconfiguratie een remweerstand wordt toegevoegd, moeten alle frequentieregelaars worden uitgerust met een remchopper.
- Er moeten zekeringen aan de loadsharingklemmen worden toegevoegd.

Zie Afbeelding 5.24 voor een schema van een loadsharingtoepassing waarbij een optimale werkwijze is toegepast.



1308F758.10

Afbeelding 5.24 Schema van een loadsharingtoepassing waarbij een optimale werkwijze is toegepast

Loadsharing

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

De loadsharingklemmen zijn aan te sluiten in 2 verschillende configuraties.

- De klemmen worden gebruikt om de DC-tussenkringen van meerdere frequentieregelaars aan elkaar te koppelen. In deze configuratie kan een eenheid die in de regeneratieve modus staat, de overtollige tussenkringspanning delen met een andere eenheid die een motor aandrijft. Loadsharing kan zo de noodzaak van externe dynamische remweerstand beperken, terwijl tegelijkertijd energie wordt bespaard. Op deze wijze kan een oneindig aantal eenheden worden aangesloten, op voorwaarde dat elke eenheid dezelfde nominale spanning heeft. Daarnaast kan het, afhankelijk van het vermogen en het aantal eenheden, nodig zijn om DC-spoelen en DC-zekeringen in de DC-tussenkringaansluitingen en AC-spoelen op het net aan te sluiten. Een dergelijke configuratie vereist speciale overwegingen.
- De frequentieregelaar wordt uitsluitend gevoed vanuit een DC-bron. Deze configuratie vereist:
 - een DC-bron
 - een voorziening die bij het opstarten van de DC-bus een soft-charge uitvoert.

5.7 Overzicht regeneratie

Regeneratie treedt gewoonlijk op in toepassingen met continu remmen, zoals kranen/takels, neerwaartse transportbanden en centrifuges waarbij energie uit een gedecelerende motor wordt afgenomen.

De overtollige energie wordt op 1 van de volgende manieren uit de frequentieregelaar afgevoerd:

- Een remchopper maakt het mogelijk om overtollige energie als warmte af te voeren in de spoelen van de remweerstand.
- Regeneratieklemmen maken het mogelijk om een regeneratie-eenheid van een andere leverancier op de frequentieregelaar aan te sluiten, zodat de overtollige energie naar het elektriciteitsnet kan worden teruggevoerd.

Overtollige energie terugvoeren naar het elektriciteitsnet is het efficiëntste gebruik van geregenereerde energie in toepassingen die gebruikmaken van continu remmen.

6 Overzicht opties en accessoires

6.1 Veldbusopties

Deze sectie beschrijft de veldbusopties die beschikbaar zijn in combinatie met de VLT® HVAC Drive FC 102. Het gebruik van een veldbusoptie verlaagt de systeemkosten, zorgt voor een snellere en efficiëntere communicatie en biedt een vereenvoudigde gebruikersinterface. Zie hoofdstuk 13.2 *Bestelnummers voor opties/sets* voor bestelnummers.

6.1.1 VLT® PROFIBUS DP MCA 101

De VLT® PROFIBUS DP MCA 101 biedt het volgende:

- Brede compatibiliteit, hoge beschikbaarheid, ondersteuning voor alle toonaangevende PLC-leveranciers en compatibiliteit met toekomstige versies.
- Snelle en efficiënte communicatie, transparante installatie, geavanceerde diagnostiek en parameterinstelling, en automatische configuratie van procesdata via een GSD-bestand.
- Acyclische gegevensuitwisseling via PROFIBUS DP V1, PROFIdrive of Danfoss FC-profiel.

6.1.2 VLT® DeviceNet MCA 104

De VLT® DeviceNet MCA 104 biedt het volgende:

- Ondersteuning van ODVA-specifiek frequentieregelaarprofiel door middel van I/O instance 20/70 en 21/71 waardoor compatibiliteit met bestaande systemen is gegarandeerd.
- Onderlinge koppelbaarheid van producten dankzij het strikte beleid van ODVA ten aanzien van conformiteitstests.

6.1.3 VLT® LonWorks MCA 108

LonWorks is een veldbussysteem dat is ontwikkeld voor gebouwautomatisering. Het maakt communicatie tussen afzonderlijke eenheden in hetzelfde systeem mogelijk (peer-to-peer) en ondersteunt hiermee decentralisatie van de besturing.

- Een groot hoofdstation (master/slave) is niet nodig.
- Eenheden ontvangen signalen rechtstreeks.
- Ondersteunt de Echelon free-topology interface (flexibele bekabeling en installatie).
- Ondersteunt geïntegreerde I/O's en I/O-opties (eenvoudige implementatie van decentrale I/O's).

- Sensorsignalen kunnen via de busverbinding snel worden overgezet naar andere regelaars.
- Gecertificeerd volgens de specificaties van LonMark versie 3.4.

6.1.4 VLT® BACnet MCA 109

Het open communicatieprotocol voor wereldwijde gebouwautomatisering. Het BACnet-protocol is een internationaal protocol dat op efficiënte wijze alle onderdelen van een gebouwbeheersysteem integreert, van de afzonderlijke actuatoren tot het gebouwbeheersysteem als geheel.

- BACnet is de wereldstandaard voor gebouwautomatisering.
- Internationale norm ISO 16484-5.
- Het protocol is vrij van licentiekosten en kan worden gebruikt in zowel kleine als grote gebouwautomatiseringssystemen.
- De BACnet-optie stelt de frequentieregelaar in staat om te communiceren met gebouwbeheersystemen die werken op basis van het BACnet-protocol.
- BACnet wordt standaard gebruikt voor de besturing van verwarming-, ventilatie-, koel- en klimaatregelapparatuur.
- Het BACnet-protocol is eenvoudig te integreren in bestaande regelnetwerken.

6.1.5 VLT® PROFINET MCA 120

De VLT® PROFINET MCA 120 combineert de hoogste prestaties met het hoogste niveau van openheid. De optie is zo ontworpen dat veel van de functies van de VLT® PROFIBUS MCA 101 kunnen worden hergebruikt, wat de overstap naar PROFINET heel eenvoudig maakt voor de gebruiker en de investering in een PLC-programma veiligstelt.

- Dezelfde PPO-typen als de VLT® PROFIBUS DP MCA 101 voor eenvoudige migratie naar PROFINET.
- Ingebouwde webserver voor diagnose en uitlezing van elementaire frequentieregelaarparameters op afstand.
- Ondersteunt MRP.
- Ondersteunt DP-V1. Diagnostiek biedt eenvoudige, snelle en gestandaardiseerde

verwerking van waarschuwings- en foutinformatie in de PLC, wat de bandbreedte in het systeem verbetert.

- Ondersteunt PROFIsafe als de optie wordt gecombineerd met VLT® Safe Option MCB 152.
- Implementatie in overeenstemming met conformiteitsklasse B.

6.1.6 VLT® EtherNet/IP MCA 121

Ethernet is de toekomstige communicatiestandaard voor de fabrieksvloer. De VLT® EtherNet/IP MCA 121-optie is gebaseerd op de nieuwste technologie die op dit moment beschikbaar is voor de meest veeleisende industriële toepassingen. EtherNet / IP™ breidt commercieel standaard-Ethernet uit tot het Common Industrial Protocol (CIP™), met hetzelfde upper-layerprotocol en objectmodel als in DeviceNet wordt gebruikt.

Deze optie biedt geavanceerde functies, zoals:

- ingebouwde hoogwaardige switch die een lijntopologie mogelijk maakt zonder gebruik te maken van externe switches
- DLR Ring (vanaf oktober 2015)
- geavanceerde schakel- en diagnosefuncties
- ingebouwde webserver
- e-mailclient voor het automatisch verzenden van serviceberichten
- Unicast- en Multicast-communicatie.

6.1.7 VLT® Modbus TCP MCA 122

De VLT® Modbus TCP MCA 122-optie maakt aansluiting op een Modbus TCP-netwerk mogelijk. De optie maakt een verbintingsinterval vanaf slechts 5 ms in beide richtingen mogelijk. Hiermee behoort de optie tot een van de snelste Modbus TCP-apparaten op de markt. In verband met masterredundantie is hot swapping tussen 2 masters mogelijk.

Andere functies omvatten:

- ingebouwde webserver voor diagnose en uitlezing van elementaire frequentieregelaarparameters op afstand
- e-mailberichten die kunnen worden geconfigureerd om een e-mail naar 1 of meerdere ontvangers te sturen wanneer bepaalde alarmen of waarschuwingen worden gegenereerd of zijn opgeheven
- Dual Master PLC-verbinding voor redundantie.

6.1.8 VLT® BACnet/IP MCA 125

De VLT® BACnet/IP MCA 125-optie maakt het mogelijk om de frequentieregelaar snel en eenvoudig te integreren in gebouwbeheersystemen (GBS) die gebruikmaken van het BACnet/IP-protocol of werken op basis van BACnet op Ethernet. De optie kan gegevenspunten lezen en delen en actuele en gewenste waarden naar en van de systemen overdragen.

De MCA 125-optie heeft 2 Ethernetaansluitingen, die een ringnetconfiguratie mogelijk maakt zonder externe switches. De geïntegreerde, 3-poorts beheerde switch van de VLT® BACnet/IP MCA 125-optie omvat 2 externe en 1 interne Ethernetpoort. Deze switch maakt het gebruik van een lijnstructuur voor de Ethernetbekabeling mogelijk. Deze optie maakt het mogelijk om meerdere zeer efficiënte permanentmagneetmotoren parallel te regelen en bepaalde, in typische HVAC-toepassingen vereiste punten te bewaken. Behalve de standaardfuncties, biedt de MCA 125-optie ook:

- COV (change of value – overdracht van waarden)
- lezen/schrijven van meerdere eigenschappen
- genereren van alarmen/waarschuwingen
- mogelijkheid om namen van BACnet-objecten te wijzigen voor meer gebruiksgemak
- BACnet Loop-object
- gesegmenteerde gegevensoverdracht
- trending op basis van tijd of gebeurtenis.

6.2 Functionele uitbreidingen

Deze sectie beschrijft de functionele uitbreidingsopties die beschikbaar zijn in combinatie met de VLT® HVAC Drive FC 102. Zie *hoofdstuk 13.2 Bestelnummers voor opties/sets* voor bestelnummers.

6.2.1 VLT® General Purpose I/O MCB 101

De VLT® General Purpose I/O MCB 101 biedt een aantal extra sturingen en -uitgangen:

- 3 digitale ingangen 0-24 V: logische 0 < 5 V; logische 1 > 10 V
- 2 analoge ingangen 0-10 V: resolutie 10 bit plus teken
- 2 digitale push-pull NPN/PNP-uitgangen
- 1 analoge uitgang 0/4-20 mA
- geveerde aansluiting.

6.2.2 VLT® Relay Card MCB 105

De VLT® Relay Card MCB 105 breidt de relaisfuncties uit met 3 extra relaisuitgangen.

- Beschermt de stuurkabelaansluiting.
- Stuurdraadaansluiting via veerklemmen.

Maximale schakelsnelheid (nominale belasting/minimale belasting)

6 minuten⁻¹/20 s⁻¹.

Maximale klembelasting

AC-1 resistieve belasting: 240 V AC, 2 A.

6.2.3 VLT® Analog I/O MCB 109

De VLT® Analog I/O MCB 109-optie is eenvoudig te bevestigen in de frequentieregelaar, voor geavanceerde prestaties en regeling met behulp van de extra in-/uitgangen. Deze optie voorziet de frequentieregelaar tevens van backupvoeding met batterij voor de interne klok van de frequentieregelaar. Deze backupvoeding voorziet in een stabiel gebruik van alle tijdgebonden acties die door de frequentieregelaar worden gebruikt.

- 3 analoge ingangen, die in te stellen zijn als spannings- of temperatuuringangen.
- Aansluiting van analoge signalen van 0-10 V, en van Pt 1000- en Ni 1000-temperatuuringangen.
- 3 analoge uitgangen, die in te stellen zijn als 0-10 V-uitgangen.

6.2.4 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

De VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 zorgt voor meer motorbewaking ten opzichte van de ingebouwde ETR-functie en de thermistorklem.

- Beschermt de motor tegen oververhitting.
- ATEX-goedgekeurd voor gebruik met Ex d-motoren.
- Maakt gebruik van de Safe Torque Off-functie, die is goedgekeurd volgens SIL 2 IEC 61508.

6.2.5 VLT® Sensor Input MCB 114

De VLT® Sensor Input MCB 114-optie beschermt de motor tegen oververhitting door de temperatuur van de lagers en wikkelingen in de motor te bewaken.

- 3 zelfdetecterende sensoringangen voor 2- of 3-draads Pt 100/Pt 1000-sensoren.
- 1 extra analoge ingang 4-20 mA.

6.3 Motion Control en relaiskaarten

Deze sectie beschrijft de motion control- en relaiskaartopties die beschikbaar zijn in combinatie met de VLT® AutomationDrive FC 302. Zie *hoofdstuk 13.2 Bestelnummers voor opties/sets* voor bestelnummers.

6.3.1 VLT® Extended Relay Card MCB 113

De VLT® Extended Relay Card MCB 113 breidt het aantal in-/uitgangen uit voor extra flexibiliteit.

- 7 digitale ingangen.
- 2 analoge uitgangen.
- 4 SPDT-relais.
- Voldoet aan NAMUR-aanbevelingen.
- Galvanische scheiding.

6.4 Remweerstand

In toepassingen waarbij de motor als rem wordt gebruikt, wordt energie opgewekt in de motor en teruggevoerd naar de frequentieregelaar. Als de energie niet naar de motor kan worden teruggevoerd, stijgt de spanning in de DC-lijn van de frequentieregelaar. In toepassingen waarbij veel moet worden geremd en/of met hoge traagheidsbelastingen zal deze verhoging leiden tot uitschakeling (trip) van de frequentieregelaar wegens overspanning en uiteindelijk tot een definitieve uitschakeling. Remweerstand worden gebruikt om de overtollige energie als gevolg van regeneratief remmen af te voeren. Selecteer de weerstand op basis van de ohmse waarde, de vermogensdissipatiewaarde en de fysieke afmetingen. Danfoss biedt een ruime keuze aan weerstanden die speciaal zijn ontworpen voor Danfoss frequentieregelaars. Zie de *VLT® Brake Resistor MCE 101 Design Guide* voor bestelnummers en voor meer informatie over het dimensioneren van remweerstand.

6.5 Sinusfilters

Wanneer een motor door een frequentieregelaar wordt geregeld, produceert de motor resonantiegeluid. Dit geluid, dat het gevolg is van het motorontwerp, ontstaat telkens wanneer een van de omvormerschakelaars van de frequentieregelaar wordt geactiveerd. De frequentie van het resonantiegeluid correspondeert dus met de schakelfrequentie van de frequentieregelaar.

Danfoss levert een sinusfilter waarmee de akoestische motorruis kan worden gedempt. Het filter verlaagt de stijgtijd van de spanning, de piekbelastingsspanning (U_{PEAK}) en de rimpelstroom (ΔI) naar de motor, wat betekent dat stroom en spanning bijna sinusvormig worden. De akoestische motorruis wordt tot een minimum beperkt.

De rimpelstroom in de sinusfilterspoelen veroorzaakt ook enige ruis. Dit probleem kan worden verholpen door het filter in een schakelkast of behuizing in te bouwen.

Zie de *Design Guide* voor uitgangsfilters voor bestelnummers en meer informatie over sinusfilters.

6.6 dU/dt-filters

Danfoss levert dU/dt-filters. Dit zijn differentiële-modus-laagdoorlaatfilters die de fase-fasepiekspanningen bij de motorklemmen beperken en de stijgtijd verlagen tot een niveau dat de belasting op de isolatie bij de motorwikkelingen vermindert. Dit is met name van belang bij gebruik van korte motorkabels.

In vergelijking met sinusfilters hebben de dU/dt-filters een uitschakelfrequentie die hoger is dan de schakelfrequentie.

Zie de *Design Guide* voor uitgangsfilters voor bestelnummers en meer informatie over dU/dt-filters.

6.7 Common-modefilters

Hoogfrequente common-modekernen (HF-CM-kernen) beperken de elektromagnetische interferentie en voorkomen beschadiging van de lagers door elektrische ontlading. Het zijn speciale nanokristallijne magnetische kernen met superieure filterprestaties in vergelijking met de gebruikelijke ferrietkernen. De HF-CM-kern werkt als een common-mode-inductor tussen fasen en aarde.

De common-modefilters worden geïnstalleerd rond de 3 motorfasen (U, V, W) en beperken de hoogfrequente common-modestromen. Hierdoor wordt hoogfrequente elektromagnetische interferentie vanuit de motorkabel beperkt.

Zie de *Design Guide* voor uitgangsfilters voor bestelnummers.

6.8 Harmonischenfilters

De VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005 & AHF 010 zijn niet te vergelijken met traditionele passieve filters. De harmonischenfilters van Danfoss zijn speciaal ontwikkeld voor de frequentieregelaars van Danfoss.

Door de AHF 005 of AHF 010 vóór een Danfoss frequentieregelaar aan te sluiten, wordt de totale harmonische stroomvervorming naar het net beperkt tot respectievelijk 5% en 10%.

Zie de VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010 *Design Guide* voor bestelnummers en voor meer informatie over het dimensioneren van remweerstand.

6.9 In de behuizing geïntegreerde opties

De volgende geïntegreerde opties worden bij het bestellen van de frequentieregelaar gespecificeerd in de typecode.

Behuizing met corrosiebestendig backchannel

Voor extra bescherming tegen corrosie in agressieve omgevingen kunnen frequentieregelaars worden besteld met een behuizing inclusief backchannel van roestvrij staal, koellichamen met zwaarder plaatwerk en een aangepaste ventilator. Deze optie wordt aanbevolen voor installaties die worden blootgesteld aan bijvoorbeeld de zilte zeelucht.

Netafscherming

Vermogensklemmen en ingangsplaten kunnen worden voorzien van Lexan®-afscherming om bescherming te bieden tegen fysieke aanraking wanneer de deur van de behuizing is geopend.

Kastverwarming en thermostaat

In schakelkasten voor frequentieregelaars met behuizingsgrootte F voorkomt de kastverwarming met automatische thermostaat condensvorming in de behuizing.

Bij gebruik van de standaardinstellingen van de thermostaat worden de verwarmingselementen ingeschakeld bij 10 °C (50 °F) en uitgeschakeld bij 15,6 °C (60 °F).

Kastverlichting met stopcontact

In de kast van frequentieregelaars met behuizingsgrootte F kan kastverlichting worden gemonteerd, voor beter zicht tijdens service en onderhoud. De behuizing voor de verlichting is voorzien van een stopcontact voor tijdelijke voeding van een laptop of andere apparatuur. Leverbaar in 2 uitvoeringen:

- 230 V, 50 Hz, 2,5 A, CE/ENEC
- 120 V, 60 Hz, 5 A, UL/cUL

RFI-filters

VLT® frequentieregelaars zijn standaard uitgerust met ingebouwde RFI-filters, klasse A2. Voor een hogere mate van RFI/EMC-bescherming zijn optionele RFI-filters voor klasse A1 leverbaar. Deze onderdrukken RF-interferentie en elektromagnetische straling volgens EN 55011. Daarnaast zijn ook RFI-filters voor maritiem gebruik leverbaar.

Bij frequentieregelaars met behuizingsgrootte F moet het klasse A1 RFI-filter in een speciale optiekast worden geplaatst.

Isolatiweerstandsmonitor (IRM)

Bewaakt de isolatiweerstand in ongeaarde systemen (IT-systemen in IEC-terminologie) tussen de fasegeleiders van het systeem en aarde. Er is een ohms waarschuwingsetpoint en een alarmsetpoint voor het isolatieniveau. Bij elk setpoint hoort een SPDT-alarmrelais voor extern gebruik. Op elk ongeaard (IT-) systeem kan slechts 1 isolatiweerstandsmonitor worden aangesloten.

- Geïntegreerd in het veiligestopcircuit.
- Weergave isolatieweerstand op het lcd.
- Foutgeheugen.
- De toetsen INFO, TEST en RESET.

Reststroomapparaat (RCD)

Gebruikt de kernbalansmethode om aardfoutstromen te bewaken in geaarde systemen en geaarde systemen met een hoge weerstand (TN- en TT-systemen in IEC-terminologie). Er is een waarschuwingssetpoint (50% van alarmsetpoint) en een alarmsetpoint. Bij elk setpoint hoort een SPDT-alarmrelais voor extern gebruik. Hiervoor is een extern venstertype-stroomtransformator nodig (te leveren en te installeren door de klant).

- Geïntegreerd in het veiligestopcircuit.
- IEC 60755 Type B-apparaatbewaking, pulserende DC- en zuivere DC-aardfoutstromen.
- Niveau-indicatie van aardsluitstroom door middel van ledbalkje (10-100% van het setpoint).
- Foutgeheugen.
- Toets TEST en RESET.

Safe Torque Off met Pilz-veiligheidsrelais

Beschikbaar voor frequentieregelaars met behuizingsgrootte F. Maakt montage van een Pilz-relais in de behuizing mogelijk zonder extra optiekast. Het relais wordt gebruikt in de externe temperatuurbewakingsoptie. Wanneer PTC bewaking vereist is, moet de VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 worden besteld.

Noodstop met Pilz-veiligheidsrelais

Inclusief een redundante 4-draads noodknop op de deur van de schakelkast en een Pilz-relais voor bewaking in relatie met het veiligestopcircuit en de positie van de contactor. Hiervoor is een contactor en een optiekast voor frequentieregelaars met behuizingsgrootte F vereist.

Remchopper (IGBT's)

Een IGBT remchoppercircuit met aansluitingsklemmen maakt aansluiting van externe remweerstanden mogelijk. Zie de *VLT® Brake Resistor MCE 101 Design Guide* voor uitgebreide informatie over remweerstanden. Dit document is beschikbaar op drives.danfoss.com/downloads/portal/#/.

Regeneratieklemmen

Maken het mogelijk om regeneratieve eenheden aan te sluiten op de DC-bus aan de condensatorbankzijde van de DC-tussenkringspoelen voor regeneratief remmen. De regeneratieklemmen voor behuizingsgrootte F zijn berekend op ongeveer 50% van het nominale vermogen van de frequentieregelaar. Neem contact op met de fabriek voor de specifieke limieten van het regeneratieve vermogen op basis van de vermogensklasse en spanning van uw specifieke frequentieregelaar.

Loadsharingklemmen

Deze aansluitingen op de DC-bus aan de gelijkrichterzijde van de DC-tussenkringspoelen maken het mogelijk om het vermogen van de DC-bus te delen met andere frequentieregelaars. Voor frequentieregelaars met behuizingsgrootte F zijn de loadsharingklemmen berekend op ongeveer 33% van het nominale vermogen van de frequentieregelaar. Neem contact op met de fabriek voor de loadsharinglimieten die gelden voor de vermogensklasse en spanning van uw specifieke frequentieregelaar.

Netschakelaar

Een op de deur gemonteerde hendel voor handmatige bediening van een netschakelaar om de voeding naar de frequentieregelaar te onderbreken en weer in te schakelen en zo de veiligheid tijdens onderhoudswerkzaamheden te verhogen. De netschakelaar zorgt tevens voor vergrendeling van de deur van de behuizing om te voorkomen dat die kan worden geopend wanneer er nog spanning op de eenheid staat.

Circuitbreakers

Een circuitbreaker kan extern worden uitgeschakeld (trip) maar moet handmatig worden gereset. De circuitbreakers zorgen tevens voor vergrendeling van de deur van de behuizing om te voorkomen dat die kan worden geopend wanneer er nog spanning op de eenheid staat. Optionele circuitbreakers worden geleverd inclusief zekeringen voor een snel reagerende beveiliging tegen stroomoverbelasting van de frequentieregelaar.

Contactors

Een elektrisch gestuurde contactor maakt het mogelijk om de voeding naar de frequentieregelaar extern te onderbreken en weer in te schakelen. Als de IEC-noodstopoptie is besteld, bewaakt het Pilz-relais het hulpcontact op de contactor.

Handmatige motorstarters

Voorziet in driefasespanning voor de elektrische koelventilatoren die vaak vereist zijn bij grotere motoren. De spanning voor de starters wordt geleverd via de belastingzijde van een aanwezige contactor, lastscheider of netschakelaar. Als een klasse 1 RFI-filteroptie wordt besteld, levert de ingangszijde van het RFI-filter de spanning voor de starter. De spanning is beveiligd met een zekering vóór elke motorstarter, en is uitgeschakeld wanneer de spanning naar de frequentieregelaar is uitgeschakeld. Er zijn maximaal 2 starters toegestaan. Als een op 30 A afgezekerd circuit wordt besteld, is slechts 1 starter toegestaan. Starters zijn geïntegreerd in het veiligestopcircuit. Enkele kenmerken:

- Bedieningsschakelaar (aan/uit).
- Kortsluit- en overbelastingsbeveiliging met testfunctie.
- Handmatige resetfunctie.

Op 30 A afgezekerde klemmen

- 3-fasespanning die overeenkomt met de inkomende netspanning voor het aansluiten van ondersteunende apparatuur van de klant.
- Niet beschikbaar als 2 handmatige motorstarters zijn geselecteerd.
- Klemmen zijn uitgeschakeld wanneer de ingangsspanning naar de frequentieregelaar is uitgeschakeld.
- De spanning voor de klemmen wordt geleverd via de belastingzijde van een aanwezige contactor, circuitbreaker of netschakelaar. Als een klasse 1 RFI-filteroptie wordt besteld, levert de ingangszijde van het RFI-filter de spanning voor de starter.

Gemeenschappelijke motorklemmen

De optie voor gezamenlijke motorklemmen omvat de spanningsrails en hardware die nodig zijn om de motorklemmen van parallelle omvormers aan te sluiten op één klem (per fase), om installatie van de set voor motorkabelinvoer aan de bovenzijde mogelijk te maken.

Deze optie wordt ook aanbevolen wanneer de uitgang van een frequentieregelaar moet worden aangesloten op een uitgangsfiler of uitgangsscontactor. Bij gebruik van de gezamenlijke motorklemmen hoeven tussen elke omvormer en het koppelpunt van het uitgangsfiler (of de motor) niet per se kabels met dezelfde lengte te worden gebruikt.

24 V DC-voeding

- 5 A, 120 W, 24 V DC.
- Beveiligd tegen overstroom aan de uitgang, overbelasting, kortsluiting en overtemperatuur.
- Voor het leveren van spanning voor ondersteunende apparatuur van de klant, zoals PLC I/O, contactors, temperatuurvoelers, indicatie-lampjes en/of andere elektronische hardware.
- Diagnostiek door middel van onder meer een droog DC OK-contact, een groene DC OK-led en een rode overbelastingsled.

Externe temperatuurbewaking

Bedoeld voor het bewaken van de temperatuur van externe systeemcomponenten, zoals de motorwikkelingen en/of lagers. Inclusief 8 universele ingangsmodule plus 2 specifieke thermistoringangsmodule. Alle 10 module zijn geïntegreerd in het veiligestopcircuit en kunnen worden bewaakt via een veldbusnetwerk (hiervoor moet een afzonderlijke module/buskoppeling worden aangeschaft). Als u kiest voor externe temperatuurbewaking moet u ook een remoptie met Safe Torque Off bestellen.

Signaaltypen

- RTD-ingangen (inclusief Pt 100), 3-draads of 4-draads
- Thermokoppel
- Analoge stroom of analoge spanning

Meer functies

- 1 universele uitgang, te configureren voor analoge spanning of analoge stroom
- 2 uitgangsrelais (NO)
- Dubbellijns LC-display en lediagnostiek
- Detectie van gebroken sensordraden, kortsluiting en onjuiste polariteit
- Detectie van gebroken sensordraden, kortsluiting en onjuiste polariteit
- Interfacesetupsoftware
- Als u 3 PTC's nodig hebt, moet u ook de VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 toevoegen.

Zie *hoofdstuk 13.1 Drive Configurator* voor bestelnummers en meer informatie over in de behuizing geïntegreerde opties.

6.10 High Power-sets

High Power-sets, zoals achterwandkoeling, kastverwarming, netafscherming, zijn leverbaar. Zie *hoofdstuk 13.2 Bestelnummers voor opties/sets* voor een korte beschrijving en bestelnummers voor alle beschikbare sets.

7 Specificaties

7.1 Elektrische gegevens, 380-480 V

VLT® HVAC Drive FC 102	P355	P400	P450
Normale overbelasting (Normale overbelasting = 110% stroom gedurende 60 s)	NO	NO	NO
Typisch asvermogen bij 400 V [kW]	355	400	450
Typisch asvermogen bij 460 V [pk]	500	600	600
Typisch asvermogen bij 480 V [kW]	400	500	530
Behuizingsgrootte	E1/E2	E1/E2	E1/E2
Uitgangsstroom (3-fase)			
Continu (bij 400 V) [A]	658	745	800
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 400 V) [A]	724	820	880
Continu (bij 460/480 V) [A]	590	678	730
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 460/480 V) [A]	649	746	803
Continu kVA (bij 400 V) [kVA]	456	516	554
Continu kVA (bij 460 V) [kVA]	470	540	582
Continu kVA (bij 480 V) [kVA]	511	587	632
Maximale ingangsstroom			
Continu (bij 400 V) [A]	634	718	771
Continu (bij 460/480 V) [A]	569	653	704
Maximaal aantal kabels per fase en kabelgrootte			
Netvoeding en motor [mm ² (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)
Rem [mm ² (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)
Loadsharing [mm ² (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)
Max. externe netzekeringen [A] ¹⁾	900	900	900
Geschat vermogensverlies bij 400 V [W] ^{2,3)}	7532	8677	9473
Geschat vermogensverlies bij 460 V [W] ^{2,3)}	6724	7819	8527
Rendement ³⁾	0,98	0,98	0,98
Uitgangsfrequentie [Hz]	0-590	0-590	0-590
Uitschakeling wegens overtemperatuur stuurkaart [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabel 7.1 Elektrische gegevens voor behuizing E1/E2, netvoeding 3 x 380-480 V AC

1) Zie hoofdstuk 10.5 Zekeringen en circuitbreakers voor de zekeringgroottes.

2) Het typische vermogensverlies treedt op bij normale condities met een nauwkeurigheid van $\pm 15\%$ (tolerantie hangt af van variaties in spanning en kabelcondities). Deze waarden zijn gebaseerd op een typisch motorrendement (grenslijn IE2/IE3). Motoren met lager rendement vergroten het vermogensverlies in de frequentieregelaar. Geldt voor dimensionering van de koeling van de frequentieregelaar. Als de schakelfrequentie hoger is dan de standaardinstelling, kunnen de vermogensverliezen toenemen. Hierbij is rekening gehouden met het typische energieverbruik van de stuurkaart en het LCP. Gegevens over vermogensverliezen volgens EN 50598-2 vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Opties en werktuigbelasting kunnen de verliezen met nog eens 30 W verhogen, hoewel dit gewoonlijk slechts 4 W extra is voor een volledig belaste stuurkaart en voor elk van de opties voor sleuf A of B.

3) Gemeten met een afgeschermd motorkabel van 5 m (16,5 ft) bij een nominale belasting en een nominale frequentie. Rendement gemeten bij nominale stroom. Zie hoofdstuk 10.12 Rendement voor energierendementsklassen. Informatie over verliezen bij gedeeltelijke belastingen vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P500	P560	P630	P710
Normale overbelasting (Normale overbelasting = 110% stroom gedurende 60 s)	NO	NO	NO	NO
Typisch asvermogen bij 400 V [kW]	500	560	630	710
Typisch asvermogen bij 460 V [pk]	650	750	900	1000
Typisch asvermogen bij 480 V [kW]	560	630	710	800
Behuizingsgrootte	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F1/F3
Uitgangsstroom (3-fase)				
Continu (bij 400 V) [A]	880	990	1120	1260
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 400 V) [A]	968	1089	1680	1890
Continu (bij 460/480 V) [A]	780	890	1050	1160
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 460/480 V) [A]	858	979	1155	1276
Continu kVA (bij 400 V) [kVA]	610	686	776	873
Continu kVA (bij 460 V) [kVA]	621	709	837	924
Continu kVA (bij 480 V) [kVA]	675	771	909	1005
Maximale ingangsstroom				
Continu (bij 400 V) [A]	848	954	1079	1214
Continu (bij 460/480 V) [A]	752	858	1012	1118
Maximaal aantal kabels per fase en kabelgrootte				
- Motor [mm ² (AWG)]	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)
- Netvoeding [mm ² (AWG)] (F1)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)
- Netvoeding [mm ² (AWG)] (F3)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)
- Loadsharing [mm ² (AWG)]	8 x 120 (8 x 250 mcm)	8 x 120 (8 x 250 mcm)	8 x 120 (8 x 250 mcm)	8 x 120 (8 x 250 mcm)
- Rem [mm ² (AWG)]	8 x 185 (8 x 350 mcm)	8 x 185 (8 x 350 mcm)	8 x 185 (8 x 350 mcm)	8 x 185 (8 x 350 mcm)
Max. externe netzekeringen [A] ¹⁾	1600	1600	2000	2000
Geschat vermogensverlies bij 400 V [W] ^{2,3)}	10162	11822	12512	14674
Geschat vermogensverlies bij 460 V [W] ^{2,3)}	8876	10424	11595	13213
Maximale extra verliezen van A1 RFI, circuitbreaker of netschakelaar en contactor [W] (alleen F3)	963	1054	1093	1230
Maximale verliezen van paneelopties [W]	400	400	400	400
Rendement ³⁾	0,98	0,98	0,98	0,98
Uitgangsfrequentie [Hz]	0–590	0–590	0–590	0–590
Uitschakeling wegens overtemperatuur stuurkaart [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabel 7.2 Elektrische gegevens voor behuizing F1/F3, netvoeding 3 x 380-480 V AC

1) Zie hoofdstuk 10.5 Zekeringen en circuitbreakers voor de zekeringgroottes.

2) Het typische vermogensverlies treedt op bij normale condities met een nauwkeurigheid van $\pm 15\%$ (tolerantie hangt af van variaties in spanning en kabelcondities). Deze waarden zijn gebaseerd op een typisch motorrendement (grenslijn IE2/IE3). Motoren met lager rendement vergroten het vermogensverlies in de frequentieregelaar. Geldt voor dimensionering van de koeling van de frequentieregelaar. Als de schakelfrequentie hoger is dan de standaardinstelling, kunnen de vermogensverliezen toenemen. Hierbij is rekening gehouden met het typische energieverbruik van de stuurkaart en het LCP. Gegevens over vermogensverliezen volgens EN 50598-2 vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Opties en werktuigbelasting kunnen de verliezen met nog eens 30 W verhogen, hoewel dit gewoonlijk slechts 4 W extra is voor een volledig belaste stuurkaart en voor elk van de opties voor sleuf A of B.

3) Gemeten met een afgeschermd motorkabel van 5 m (16,5 ft) bij een nominale belasting en een nominale frequentie. Rendement gemeten bij nominale stroom. Zie hoofdstuk 10.12 Rendement voor energierendementsklassen. Informatie over verliezen bij gedeeltelijke belastingen vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P800	P1000
Normale overbelasting (Normale overbelasting = 110% stroom gedurende 60 s)	NO	NO
Typisch asvermogen bij 400 V [kW]	800	1000
Typisch asvermogen bij 460 V [pk]	1200	1350
Typisch asvermogen bij 480 V [kW]	1000	1100
Behuizingsgrootte	F2/F4	F2/F4
Uitgangsstroom (3-fase)		
Continu (bij 400 V) [A]	1460	1720
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 400 V) [A]	1606	1892
Continu (bij 460/480 V) [A]	1380	1530
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 460/480 V) [A]	1518	1683
Continu kVA (bij 400 V) [kVA]	1012	1192
Continu kVA (bij 460 V) [kVA]	1100	1219
Continu kVA (bij 480 V) [kVA]	1195	1325
Maximale ingangsstroom		
Continu (bij 400 V) [A]	1407	1658
Continu (bij 460/480 V) [A]	1330	1474
Maximaal aantal kabels per fase en kabelgrootte		
- Motor [mm ² (AWG)]	12 x 150 (12 x 300 mcm)	12 x 150 (12 x 300 mcm)
- Netvoeding [mm ² (AWG)] (F2)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)
- Netvoeding [mm ² (AWG)] (F4)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)
- Loadsharing [mm ² (AWG)]	4 x 120 (4 x 250 mcm)	4 x 120 (4 x 250 mcm)
- Rem [mm ² (AWG)]	6 x 185 (6 x 350 mcm)	6 x 185 (6 x 350 mcm)
Max. externe netzekeringen [A] ¹⁾	2500	2500
Geschat vermogensverlies bij 400 V [W] ^{2,3)}	17293	19278
Geschat vermogensverlies bij 460 V [W] ^{2,3)}	16229	16624
Maximale extra verliezen van A1 RFI, circuitbreaker of netschakelaar, en contactor [W] (alleen F4)	2280	2541
Maximale verliezen van paneelopties [W]	400	400
Rendement ³⁾	0,98	0,98
Uitgangsfrequentie [Hz]	0–590	0–590
Uitschakeling wegens overtemperatuur stuurkaart [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)

Tabel 7.3 Elektrische gegevens voor behuizing F2/F4, netvoeding 3 x 380-480 V AC

1) Zie hoofdstuk 10.5 Zekeringen en circuitbreakers voor de zekeringgroottes.

2) Het typische vermogensverlies treedt op bij normale condities met een nauwkeurigheid van $\pm 15\%$ (tolerantie hangt af van variaties in spanning en kabelcondities). Deze waarden zijn gebaseerd op een typisch motorrendement (grenslijn IE2/IE3). Motoren met lager rendement vergroten het vermogensverlies in de frequentieregelaar. Geldt voor dimensionering van de koeling van de frequentieregelaar. Als de schakelfrequentie hoger is dan de standaardinstelling, kunnen de vermogensverliezen toenemen. Hierbij is rekening gehouden met het typische energieverbruik van de stuurkaart en het LCP. Gegevens over vermogensverliezen volgens EN 50598-2 vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Opties en werktuigbelasting kunnen de verliezen met nog eens 30 W verhogen, hoewel dit gewoonlijk slechts 4 W extra is voor een volledig belaste stuurkaart en voor elk van de opties voor sleuf A of B.

3) Gemeten met een afgeschermd motorkabel van 5 m (16,5 ft) bij een nominale belasting en een nominale frequentie. Rendement gemeten bij nominale stroom. Zie hoofdstuk 10.12 Rendement voor energierendementsklassen. Informatie over verliezen bij gedeeltelijke belastingen vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P355	P400	P450
Normale overbelasting (Normale overbelasting = 110% stroom gedurende 60 s)	NO	NO	NO
Typisch asvermogen bij 400 V [kW]	355	400	450
Typisch asvermogen bij 460 V [pk]	500	600	600
Typisch asvermogen bij 480 V [kW]	400	500	530
Behuizingsgrootte	F8/F9	F8/F9	F8/F9
Uitgangsstroom (3-fase)			
Continu (bij 400 V) [A]	658	745	800
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 400 V) [A]	724	820	880
Continu (bij 460/480 V) [A]	590	678	730
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 460/480 V) [A]	649	746	803
Continu kVA (bij 400 V) [kVA]	456	516	554
Continu kVA (bij 460 V) [kVA]	470	540	582
Continu kVA (bij 480 V) [kVA]	511	587	632
Maximale ingangsstroom			
Continu (bij 400 V) [A]	634	718	771
Continu (bij 460/480 V) [A]	569	653	704
Maximaal aantal kabels per fase en kabelgrootte			
- Motor [mm ² (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)
- Netvoeding [mm ² (AWG)]	4 x 90 (4 x 3/0 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)
- Rem [mm ² (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)
Max. externe netzekeringen [A] ¹⁾	700	700	700
Geschat vermogensverlies bij 400 V [W] ^{2,3)}	7701	8879	9670
Geschat vermogensverlies bij 460 V [W] ^{2,3)}	6953	8089	8803
Rendement ³⁾	0,98	0,98	0,98
Uitgangsfrequentie [Hz]	0–590	0–590	0–590
Uitschakeling wegens overtemperatuur stuurkaart [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabel 7.4 Elektrische gegevens voor behuizing F8/F9, netvoeding 6 x 380-480 V AC

1) Zie hoofdstuk 10.5 Zekeringen en circuitbreakers voor de zekeringgroottes.

2) Het typische vermogensverlies treedt op bij normale condities met een nauwkeurigheid van $\pm 15\%$ (tolerantie hangt af van variaties in spanning en kabelcondities). Deze waarden zijn gebaseerd op een typisch motorrendement (grenslijn IE2/IE3). Motoren met lager rendement vergroten het vermogensverlies in de frequentieregelaar. Geldt voor dimensionering van de koeling van de frequentieregelaar. Als de schakelfrequentie hoger is dan de standaardinstelling, kunnen de vermogensverliezen toenemen. Hierbij is rekening gehouden met het typische energieverbruik van de stuurkaart en het LCP. Gegevens over vermogensverliezen volgens EN 50598-2 vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Opties en werktuigbelasting kunnen de verliezen met nog eens 30 W verhogen, hoewel dit gewoonlijk slechts 4 W extra is voor een volledig belaste stuurkaart en voor elk van de opties voor sleuf A of B.

3) Gemeten met een afgeschermd motorkabel van 5 m (16,5 ft) bij een nominale belasting en een nominale frequentie. Rendement gemeten bij nominale stroom. Zie hoofdstuk 10.12 Rendement voor energierendementsklassen. Informatie over verliezen bij gedeeltelijke belastingen vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P500	P560	P630	P710
Normale overbelasting (Normale overbelasting = 110% stroom gedurende 60 s)	NO	NO	NO	NO
Typisch asvermogen bij 400 V [kW]	500	560	630	710
Typisch asvermogen bij 460 V [pk]	650	750	900	1000
Typisch asvermogen bij 480 V [kW]	560	630	710	800
Behuizingsgrootte	F10/F11	F10/F11	F10/F11	F10/F11
Uitgangsstroom (3-fase)				
Continu (bij 400 V) [A]	880	990	1120	1260
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 400 V) [A]	968	1089	1232	1386
Continu (bij 460/480 V) [A]	780	890	1050	1160
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 460/480 V) [A]	858	979	1155	1276
Continu kVA (bij 400 V) [kVA]	610	686	776	873
Continu kVA (bij 460 V) [kVA]	621	709	837	924
Continu kVA (bij 480 V) [kVA]	675	771	909	1005
Maximale ingangsstroom				
Continu (bij 400 V) [A]	848	954	1079	1214
Continu (bij 460/480 V) [A]	752	858	1012	1118
Maximaal aantal kabels per fase en kabelgrootte				
- Motor [mm ² (AWG)]	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)
- Netvoeding [mm ² (AWG)]	6 x 120 (6 x 250 mcm)	6 x 120 (6 x 250 mcm)	6 x 120 (6 x 250 mcm)	6 x 120 (6 x 250 mcm)
- Rem [mm ² (AWG)]	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)
Max. externe netzekeringen [A] ¹⁾	900	900	900	1500
Geschat vermogensverlies bij 400 V [W] ^{2,3)}	10647	12338	13201	15436
Geschat vermogensverlies bij 460 V [W] ^{2,3)}	9414	11006	12353	14041
Maximale extra verliezen van A1 RFI, circuitbreaker of netschakelaar en contactor [W] (alleen F11)	963	1054	1093	1230
Maximale verliezen van paneelopties [W]	400	400	400	400
Rendement ³⁾	0,98	0,98	0,98	0,98
Uitgangsfrequentie [Hz]	0–590	0–590	0–590	0–590
Uitschakeling wegens overtemperatuur stuurkaart [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabel 7.5 Elektrische gegevens voor behuizing F10/F11, netvoeding 6 x 380-480 V AC

1) Zie hoofdstuk 10.5 Zekeringen en circuitbreakers voor de zekeringgroottes.

2) Het typische vermogensverlies treedt op bij normale condities met een nauwkeurigheid van $\pm 15\%$ (tolerantie hangt af van variaties in spanning en kabelcondities). Deze waarden zijn gebaseerd op een typisch motorrendement (grenslijn IE2/IE3). Motoren met lager rendement vergroten het vermogensverlies in de frequentieregelaar. Geldt voor dimensionering van de koeling van de frequentieregelaar. Als de schakelfrequentie hoger is dan de standaardinstelling, kunnen de vermogensverliezen toenemen. Hierbij is rekening gehouden met het typische energieverbruik van de stuurkaart en het LCP. Gegevens over vermogensverliezen volgens EN 50598-2 vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Opties en werktuigbelasting kunnen de verliezen met nog eens 30 W verhogen, hoewel dit gewoonlijk slechts 4 W extra is voor een volledig belaste stuurkaart en voor elk van de opties voor sleuf A of B.

3) Gemeten met een afgeschermd motorkabel van 5 m (16,5 ft) bij een nominale belasting en een nominale frequentie. Rendement gemeten bij nominale stroom. Zie hoofdstuk 10.12 Rendement voor energierendementsklassen. Informatie over verliezen bij gedeeltelijke belastingen vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P800	P1000
Normale overbelasting (Normale overbelasting = 110% stroom gedurende 60 s)	NO	NO
Typisch asvermogen bij 400 V [kW]	800	1000
Typisch asvermogen bij 460 V [pk]	1200	1350
Typisch asvermogen bij 480 V [kW]	1000	1100
Behuizingsgrootte	F12/F13	F12/F13
Uitgangsstroom (3-fase)		
Continu (bij 400 V) [A]	1460	1720
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 400 V) [A]	1606	1892
Continu (bij 460/480 V) [A]	1380	1530
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 460/480 V) [A]	1518	1683
Continu kVA (bij 400 V) [kVA]	1012	1192
Continu kVA (bij 460 V) [kVA]	1100	1219
Continu kVA (bij 480 V) [kVA]	1195	1325
Maximale ingangsstroom		
Continu (bij 400 V) [A]	1407	1658
Continu (bij 460/480 V) [A]	1330	1474
Maximaal aantal kabels per fase en kabelgrootte		
- Motor [mm ² (AWG)]	12 x 150 (12 x 300 mcm)	12 x 150 (12 x 300 mcm)
- Netvoeding [mm ² (AWG)]	6 x 120 (6 x 250 mcm)	6 x 120 (6 x 250 mcm)
- Rem [mm ² (AWG)]	6 x 185 (6 x 350 mcm)	6 x 185 (6 x 350 mcm)
Max. externe netzekeringen [A] ¹⁾	1500	1500
Geschat vermogensverlies bij 400 V [W] ^{2,3)}	18084	20358
Geschat vermogensverlies bij 460 V [W] ^{2,3)}	17137	17752
Maximale extra verliezen van A1 RFI, circuitbreaker of netschakelaar, en contactor [W] (alleen F4)	2280	2541
Maximale verliezen van paneelopties [W]	400	400
Rendement ³⁾	0,98	0,98
Uitgangsfrequentie [Hz]	0–590	0–590
Uitschakeling wegens overtemperatuur stuurkaart [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)

Tabel 7.6 Elektrische gegevens voor behuizing F12/F13, netvoeding 6 x 380-480 V AC

1) Zie hoofdstuk 10.5 Zekeringen en circuitbreakers voor de zekeringgroottes.

2) Het typische vermogensverlies treedt op bij normale condities met een nauwkeurigheid van $\pm 15\%$ (tolerantie hangt af van variaties in spanning en kabelcondities). Deze waarden zijn gebaseerd op een typisch motorrendement (grenslijn IE2/IE3). Motoren met lager rendement vergroten het vermogensverlies in de frequentieregelaar. Geldt voor dimensionering van de koeling van de frequentieregelaar. Als de schakelfrequentie hoger is dan de standaardinstelling, kunnen de vermogensverliezen toenemen. Hierbij is rekening gehouden met het typische energieverbruik van de stuurkaart en het LCP. Gegevens over vermogensverliezen volgens EN 50598-2 vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Opties en werktuigbelasting kunnen de verliezen met nog eens 30 W verhogen, hoewel dit gewoonlijk slechts 4 W extra is voor een volledig belaste stuurkaart en voor elk van de opties voor sleuf A of B.

3) Gemeten met een afgeschermd motorkabel van 5 m (16,5 ft) bij een nominale belasting en een nominale frequentie. Rendement gemeten bij nominale stroom. Zie hoofdstuk 10.12 Rendement voor energierendementsklassen. Informatie over verliezen bij gedeeltelijke belastingen vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

7.2 Elektrische gegevens, 525-690 V

VLT® HVAC Drive FC 102	P450	P500	P560	P630
Normale overbelasting (Normale overbelasting = 110% stroom gedurende 60 s)	NO	NO	NO	NO
Typisch asvermogen bij 550 V [kW]	355	400	450	500
Typisch asvermogen bij 575 V [pk]	450	500	600	650
Typisch asvermogen bij 690 V [kW]	450	500	560	630
Behuizingsgrootte	E1/E2	E1/E2	E1/E2	E1/E2
Uitgangsstroom (3-fase)				
Continu (bij 550 V) [A]	470	523	596	630
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 550 V) [A]	517	575	656	693
Continu (bij 575/690 V) [A]	450	500	570	630
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 575/690 V) [A]	495	550	627	693
Continu kVA (bij 550 V) [kVA]	448	498	568	600
Continu kVA (bij 575 V) [kVA]	448	498	568	627
Continu kVA (bij 690 V) [kVA]	538	598	681	753
Maximale ingangsstroom				
Continu (bij 550 V) [A]	453	504	574	607
Continu (bij 575 V) [A]	434	482	549	607
Continu (bij 690 V)	434	482	549	607
Maximaal aantal kabels per fase en kabelgrootte				
- net, motor en loadsharing [mm ² (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)
- Rem [mm ² (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)
Max. externe netzekeringen [A] ¹⁾	700	700	900	900
Geschat vermogensverlies bij 600 V [W] ^{2,3)}	5323	6010	7395	8209
Geschat vermogensverlies bij 690 V [W] ^{2,3)}	5529	6239	7653	8495
Rendement ³⁾	0,98	0,98	0,98	0,98
Uitgangsfrequentie [Hz]	0-500	0-500	0-500	0-500
Uitschakeling wegens overtemperatuur stuurkaart [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabel 7.7 Elektrische gegevens voor behuizing E1/E2, netvoeding 3 x 525-690 V AC

1) Zie hoofdstuk 10.5 Zekeringen en circuitbreakers voor de zekeringgroottes.

2) Het typische vermogensverlies treedt op bij normale condities met een nauwkeurigheid van $\pm 15\%$ (tolerantie hangt af van variaties in spanning en kabelcondities). Deze waarden zijn gebaseerd op een typisch motorrendement (grenslijn IE2/IE3). Motoren met lager rendement vergroten het vermogensverlies in de frequentieregelaar. Geldt voor dimensionering van de koeling van de frequentieregelaar. Als de schakelfrequentie hoger is dan de standaardinstelling, kunnen de vermogensverliezen toenemen. Hierbij is rekening gehouden met het typische energieverbruik van de stuurkaart en het LCP. Gegevens over vermogensverliezen volgens EN 50598-2 vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Opties en werktuigbelasting kunnen de verliezen met nog eens 30 W verhogen, hoewel dit gewoonlijk slechts 4 W extra is voor een volledig belaste stuurkaart en voor elk van de opties voor sleuf A of B.

3) Gemeten met een afgeschermd motorkabel van 5 m (16,5 ft) bij een nominale belasting en een nominale frequentie. Rendement gemeten bij nominale stroom. Zie hoofdstuk 10.12 Rendement voor energierendementsklassen. Informatie over verliezen bij gedeeltelijke belastingen vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P710	P800	P900
Normale overbelasting (Normale overbelasting = 110% stroom gedurende 60 s)	NO	NO	NO
Typisch asvermogen bij 550 V [kW]	560	670	750
Typisch asvermogen bij 575 V [pk]	750	950	1050
Typisch asvermogen bij 690 V [kW]	710	800	900
Behuizingsgrootte	F1/F3	F1/F3	F1/F3
Uitgangsstroom (3-fase)			
Continu (bij 550 V) [A]	763	889	988
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 550 V) [A]	839	978	1087
Continu (bij 575/690 V) [A]	730	850	945
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 575/690 V) [A]	803	935	1040
Continu kVA (bij 550 V) [kVA]	727	847	941
Continu kVA (bij 575 V) [kVA]	727	847	941
Continu kVA (bij 690 V) [kVA]	872	1016	1129
Maximale ingangsstroom			
Continu (bij 550 V) [A]	735	857	952
Continu (bij 575 V) [A]	704	819	911
Continu bij 690 V [A]	704	819	911
Maximaal aantal kabels per fase en kabelgrootte			
- Motor [mm ² (AWG)]	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)
- Netvoeding [mm ² (AWG)] (F1)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)
- Netvoeding [mm ² (AWG)] (F3)	8 x 456 (4 x 900 mcm)	8 x 456 (4 x 900 mcm)	8 x 456 (4 x 900 mcm)
- Loadsharing [mm ² (AWG)]	4 x 120 (4 x 250 mcm)	4 x 120 (4 x 250 mcm)	4 x 120 (4 x 250 mcm)
- Rem [mm ² (AWG)]	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)
Max. externe netzekeringen [A] ¹⁾	1600	1600	1600
Geschat vermogensverlies bij 600 V [W] ^{2,3)}	9500	10872	12316
Geschat vermogensverlies bij 690 V [W] ^{2,3)}	9863	11304	12798
Maximale extra verliezen van circuitbreaker of netschakelaar en contactor [W] (alleen F3)	427	532	615
Maximale verliezen van paneelopties [W]	400	400	400
Rendement ³⁾	0,98	0,98	0,98
Uitgangsfrequentie [Hz]	0-500	0-500	0-500
Uitschakeling wegens overtemperatuur stuurkaart [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabel 7.8 Elektrische gegevens voor behuizing F1/F3, netvoeding 3 x 525-690 V AC

1) Zie hoofdstuk 10.5 Zekeringen en circuitbreakers voor de zekeringgroottes.

2) Het typische vermogensverlies treedt op bij normale condities met een nauwkeurigheid van $\pm 15\%$ (tolerantie hangt af van variaties in spanning en kabelcondities). Deze waarden zijn gebaseerd op een typisch motorrendement (grenslijn IE2/IE3). Motoren met lager rendement vergroten het vermogensverlies in de frequentieregelaar. Geldt voor dimensionering van de koeling van de frequentieregelaar. Als de schakelfrequentie hoger is dan de standaardinstelling, kunnen de vermogensverliezen toenemen. Hierbij is rekening gehouden met het typische energieverbruik van de stuurkaart en het LCP. Gegevens over vermogensverliezen volgens EN 50598-2 vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Opties en werktuigbelasting kunnen de verliezen met nog eens 30 W verhogen, hoewel dit gewoonlijk slechts 4 W extra is voor een volledig belaste stuurkaart en voor elk van de opties voor sleuf A of B.

3) Gemeten met een afgeschermd motorkabel van 5 m (16,5 ft) bij een nominale belasting en een nominale frequentie. Rendement gemeten bij nominale stroom. Zie hoofdstuk 10.12 Rendement voor energierendementsklassen. Informatie over verliezen bij gedeeltelijke belastingen vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P1M0	P1M2	P1M4
Normale overbelasting (Normale overbelasting = 110% stroom gedurende 60 s)	NO	NO	NO
Typisch asvermogen bij 550 V [kW]	850	1000	1100
Typisch asvermogen bij 575 V [pk]	1150	1350	1550
Typisch asvermogen bij 690 V [kW]	1000	1200	1400
Behuizingsgrootte	F2/F4	F2/F4	F2/F4
Uitgangsstroom (3-fase)			
Continu (bij 550 V) [A]	1108	1317	1479
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 550 V) [A]	1219	1449	1627
Continu (bij 575/690 V) [A]	1060	1260	1415
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 575/690 V) [A]	1166	1386	1557
Continu kVA (bij 550 V) [kVA]	1056	1255	1409
Continu kVA (bij 575 V) [kVA]	1056	1255	1409
Continu kVA (bij 690 V) [kVA]	1267	1506	1691
Maximale ingangsstroom			
Continu (bij 550 V) [A]	1068	1269	1425
Continu (bij 575 V) [A]	1022	1214	1364
Continu bij 690 V [A]	1022	1214	1364
Maximaal aantal kabels per fase en kabelgrootte			
- Motor [mm ² (AWG)]	12 x 150 (12 x 300 mcm)	12 x 150 (12 x 300 mcm)	12 x 150 (12 x 300 mcm)
- Netvoeding [mm ² (AWG)] (F2)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)
- Netvoeding [mm ² (AWG)] (F4)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)
- Loadsharing [mm ² (AWG)]	4 x 120 (4 x 250 mcm)	4 x 120 (4 x 250 mcm)	4 x 120 (4 x 250 mcm)
- Rem [mm ² (AWG)]	6 x 185 (6 x 350 mcm)	6 x 185 (6 x 350 mcm)	6 x 185 (6 x 350 mcm)
Max. externe netzekeringen [A] ¹⁾	1600	2000	2500
Geschat vermogensverlies bij 600 V [W] ^{2,3)}	13731	16190	18536
Geschat vermogensverlies bij 690 V [W] ^{2,3)}	14250	16821	19247
Maximale extra verliezen van circuitbreaker of netschakelaar en contactor [W] (alleen F4)	665	863	1044
Maximale verliezen van paneelopties [W]	400	400	400
Rendement ³⁾	0,98	0,98	0,98
Uitgangsfrequentie [Hz]	0-500	0-500	0-500
Uitschakeling wegens overtemperatuur stuurkaart [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabel 7.9 Elektrische gegevens voor behuizing F2/F4, netvoeding 3 x 525-690 V AC

1) Zie hoofdstuk 10.5 Zekeringen en circuitbreakers voor de zekeringgroottes.

2) Het typische vermogensverlies treedt op bij normale condities met een nauwkeurigheid van $\pm 15\%$ (tolerantie hangt af van variaties in spanning en kabelcondities). Deze waarden zijn gebaseerd op een typisch motorrendement (grenslijn IE2/IE3). Motoren met lager rendement vergroten het vermogensverlies in de frequentieregelaar. Geldt voor dimensionering van de koeling van de frequentieregelaar. Als de schakelfrequentie hoger is dan de standaardinstelling, kunnen de vermogensverliezen toenemen. Hierbij is rekening gehouden met het typische energieverbruik van de stuurkaart en het LCP. Gegevens over vermogensverliezen volgens EN 50598-2 vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Opties en werktuigbelasting kunnen de verliezen met nog eens 30 W verhogen, hoewel dit gewoonlijk slechts 4 W extra is voor een volledig belaste stuurkaart en voor elk van de opties voor sleuf A of B.

3) Gemeten met een afgeschermd motorkabel van 5 m (16,5 ft) bij een nominale belasting en een nominale frequentie. Rendement gemeten bij nominale stroom. Zie hoofdstuk 10.12 Rendement voor energierendementsklassen. Informatie over verliezen bij gedeeltelijke belastingen vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P450	P500	P560	P630
Normale overbelasting (Normale overbelasting = 110% stroom gedurende 60 s)	NO	NO	NO	NO
Typisch asvermogen bij 550 V [kW]	355	400	450	500
Typisch asvermogen bij 575 V [pk]	450	500	600	650
Typisch asvermogen bij 690 V [kW]	450	500	560	630
Behuizingsgrootte	F8/F9	F8/F9	F8/F9	F8/F9
Uitgangsstroom (3-fase)				
Continu (bij 550 V) [A]	470	523	596	630
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 550 V) [A]	517	575	656	693
Continu (bij 575/690 V) [A]	450	500	570	630
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 575/690 V) [A]	495	550	627	693
Continu kVA (bij 550 V) [kVA]	448	498	568	600
Continu kVA (bij 575 V) [kVA]	448	498	568	627
Continu kVA (bij 690 V) [kVA]	538	598	681	753
Maximale ingangsstroom				
Continu (bij 550 V) [A]	453	504	574	607
Continu (bij 575 V) [A]	434	482	549	607
Continu (bij 690 V)	434	482	549	607
Maximaal aantal kabels per fase en kabelgrootte				
- Motor [mm ² (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)
- Netvoeding [mm ² (AWG)]	4 x 85 (4 x 3/0 mcm)	4 x 85 (4 x 3/0 mcm)	4 x 85 (4 x 3/0 mcm)	4 x 85 (4 x 3/0 mcm)
- Rem [mm ² (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)
Max. externe netzekeringen [A] ¹⁾	630	630	630	630
Geschat vermogensverlies bij 600 V [W] ^{2,3)}	5323	6010	7395	8209
Geschat vermogensverlies bij 690 V [W] ^{2,3)}	5529	6239	7653	8495
Rendement ³⁾	0,98	0,98	0,98	0,98
Uitgangsfrequentie [Hz]	0–500	0–500	0–500	0–500
Uitschakeling wegens overtemperatuur stuurkaart [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabel 7.10 Elektrische gegevens voor behuizing F8/F9, netvoeding 6 x 525-690 V AC

1) Zie hoofdstuk 10.5 Zekeringen en circuitbreakers voor de zekeringsgroottes.

2) Het typische vermogensverlies treedt op bij normale condities met een nauwkeurigheid van $\pm 15\%$ (tolerantie hangt af van variaties in spanning en kabelcondities). Deze waarden zijn gebaseerd op een typisch motorrendement (grenslijn IE2/IE3). Motoren met lager rendement vergroten het vermogensverlies in de frequentieregelaar. Geldt voor dimensionering van de koeling van de frequentieregelaar. Als de schakelfrequentie hoger is dan de standaardinstelling, kunnen de vermogensverliezen toenemen. Hierbij is rekening gehouden met het typische energieverbruik van de stuurkaart en het LCP. Gegevens over vermogensverliezen volgens EN 50598-2 vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Opties en werktuigbelasting kunnen de verliezen met nog eens 30 W verhogen, hoewel dit gewoonlijk slechts 4 W extra is voor een volledig belaste stuurkaart en voor elk van de opties voor sleuf A of B.

3) Gemeten met een afgeschermd motorkabel van 5 m (16,5 ft) bij een nominale belasting en een nominale frequentie. Rendement gemeten bij nominale stroom. Zie hoofdstuk 10.12 Rendement voor energierendementsklassen. Informatie over verliezen bij gedeeltelijke belastingen vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P710	P800	P900
Normale overbelasting (Normale overbelasting = 110% stroom gedurende 60 s)	NO	NO	NO
Typisch asvermogen bij 550 V [kW]	560	670	750
Typisch asvermogen bij 575 V [pk]	750	950	1050
Typisch asvermogen bij 690 V [kW]	710	800	900
Behuizingsgrootte	F10/F11	F10/F11	F10/F11
Uitgangsstroom (3-fase)			
Continu (bij 550 V) [A]	763	889	988
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 550 V) [A]	839	978	1087
Continu (bij 575/690 V) [A]	730	850	945
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 575/690 V) [A]	803	935	1040
Continu kVA (bij 550 V) [kVA]	727	847	941
Continu kVA (bij 575 V) [kVA]	727	847	941
Continu kVA (bij 690 V) [kVA]	872	1016	1129
Maximale ingangsstroom			
Continu (bij 550 V) [A]	735	857	952
Continu (bij 575 V) [A]	704	819	911
Continu bij 690 V [A]	704	819	911
Maximaal aantal kabels per fase en kabelgrootte			
- Motor [mm ² (AWG)]	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)
- Netvoeding [mm ² (AWG)]	6 x 120 (4 x 900 mcm)	6 x 120 (4 x 900 mcm)	6 x 120 (4 x 900 mcm)
- Rem [mm ² (AWG)]	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)
Max. externe netzekeringen [A] ¹⁾	900	900	900
Geschat vermogensverlies bij 600 V [W] ^{2,3)}	9500	10872	12316
Geschat vermogensverlies bij 690 V [W] ^{2,3)}	9863	11304	12798
Maximale extra verliezen van circuitbreaker of netschakelaar en contactor [W] (alleen F11)	427	532	615
Maximale verliezen van paneelopties [W]	400	400	400
Rendement ³⁾	0,98	0,98	0,98
Uitgangsfrequentie [Hz]	0-500	0-500	0-500
Uitschakeling wegens overtemperatuur stuurkaart [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabel 7.11 Elektrische gegevens voor behuizing F10/F11, netvoeding 6 x 525-690 V AC

1) Zie hoofdstuk 10.5 Zekeringen en circuitbreakers voor de zekeringgroottes.

2) Het typische vermogensverlies treedt op bij normale condities met een nauwkeurigheid van $\pm 15\%$ (tolerantie hangt af van variaties in spanning en kabelcondities). Deze waarden zijn gebaseerd op een typisch motorrendement (grenslijn IE2/IE3). Motoren met lager rendement vergroten het vermogensverlies in de frequentieregelaar. Geldt voor dimensionering van de koeling van de frequentieregelaar. Als de schakelfrequentie hoger is dan de standaardinstelling, kunnen de vermogensverliezen toenemen. Hierbij is rekening gehouden met het typische energieverbruik van de stuurkaart en het LCP. Gegevens over vermogensverliezen volgens EN 50598-2 vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Opties en werktuigbelasting kunnen de verliezen met nog eens 30 W verhogen, hoewel dit gewoonlijk slechts 4 W extra is voor een volledig belaste stuurkaart en voor elk van de opties voor sleuf A of B.

3) Gemeten met een afgeschermd motorkabel van 5 m (16,5 ft) bij een nominale belasting en een nominale frequentie. Rendement gemeten bij nominale stroom. Zie hoofdstuk 10.12 Rendement voor energierendementsklassen. Informatie over verliezen bij gedeeltelijke belastingen vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P1M0	P1M2	P1M4
Normale overbelasting (Normale overbelasting = 110% stroom gedurende 60 s)	NO	NO	NO
Typisch asvermogen bij 550 V [kW]	850	1000	1100
Typisch asvermogen bij 575 V [pk]	1150	1350	1550
Typisch asvermogen bij 690 V [kW]	1000	1200	1400
Behuizingsgrootte	F12/F13	F12/F13	F12/F13
Uitgangsstroom (3-fase)			
Continu (bij 550 V) [A]	1108	1317	1479
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 550 V) [A]	1219	1449	1627
Continu (bij 575/690 V) [A]	1060	1260	1415
Intermitterend (60 s overbelasting) (bij 575/690 V) [A]	1166	1386	1557
Continu kVA (bij 550 V) [kVA]	1056	1255	1409
Continu kVA (bij 575 V) [kVA]	1056	1255	1409
Continu kVA (bij 690 V) [kVA]	1267	1506	1691
Maximale ingangsstroom			
Continu (bij 550 V) [A]	1068	1269	1425
Continu (bij 575 V) [A]	1022	1214	1364
Continu bij 690 V [A]	1022	1214	1364
Maximaal aantal kabels per fase en kabelgrootte			
- Motor [mm ² (AWG)]	12 x 150 (12 x 300 mcm)	12 x 150 (12 x 300 mcm)	12 x 150 (12 x 300 mcm)
- Netvoeding [mm ² (AWG)] (F12)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)
- Netvoeding [mm ² (AWG)] (F13)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)
- Rem [mm ² (AWG)]	6 x 185 (6 x 350 mcm)	6 x 185 (6 x 350 mcm)	6 x 185 (6 x 350 mcm)
Max. externe netzekeringen [A] ¹⁾	1600	2000	2500
Geschat vermogensverlies bij 600 V [W] ^{2,3)}	13731	16190	18536
Geschat vermogensverlies bij 690 V [W] ^{2,3)}	14250	16821	19247
Maximale extra verliezen van circuitbreaker of netschakelaar en contactor [W] (alleen F13)	665	863	1044
Maximale verliezen van paneelopties [W]	400	400	400
Rendement ³⁾	0,98	0,98	0,98
Uitgangsfrequentie [Hz]	0-500	0-500	0-500
Uitschakeling wegens overtemperatuur stuurkaart [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabel 7.12 Elektrische gegevens voor behuizing F12/F13, netvoeding 6 x 525-690 V AC

1) Zie hoofdstuk 10.5 Zekeringen en circuitbreakers voor de zekeringgroottes.

2) Het typische vermogensverlies treedt op bij normale condities met een nauwkeurigheid van $\pm 15\%$ (tolerantie hangt af van variaties in spanning en kabelcondities). Deze waarden zijn gebaseerd op een typisch motorrendement (grenslijn IE2/IE3). Motoren met lager rendement vergroten het vermogensverlies in de frequentieregelaar. Geldt voor dimensionering van de koeling van de frequentieregelaar. Als de schakelfrequentie hoger is dan de standaardinstelling, kunnen de vermogensverliezen toenemen. Hierbij is rekening gehouden met het typische energieverbruik van de stuurkaart en het LCP. Gegevens over vermogensverliezen volgens EN 50598-2 vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Opties en werktuigbelasting kunnen de verliezen met nog eens 30 W verhogen, hoewel dit gewoonlijk slechts 4 W extra is voor een volledig belaste stuurkaart en voor elk van de opties voor sleuf A of B.

3) Gemeten met een afgeschermd motorkabel van 5 m (16,5 ft) bij een nominale belasting en een nominale frequentie. Rendement gemeten bij nominale stroom. Zie hoofdstuk 10.12 Rendement voor energierendementsklassen. Informatie over verliezen bij gedeeltelijke belastingen vindt u op drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

7.3 Netvoeding

Netvoeding

Voedingsklemmen (6-puls)	L1, L2, L3
Voedingsklemmen (12-puls)	L1-1, L2-1, L3-1, L1-2, L2-2, L3-2
Voedingsspanning	380-480 V $\pm 10\%$, 525-690 V $\pm 10\%$

Netspanning laag/uitval netvoeding:

Bij lage netspanning of een netstoring blijft de frequentieregelaar in bedrijf totdat de DC-tussenkringspanning daalt tot onder het minimale stopniveau. Dat ligt gewoonlijk 15% onder de minimale nominale netspanning van de frequentieregelaar. Bij een netspanning van meer dan 10% onder de minimale nominale netspanning van de frequentieregelaar zijn inschakeling en een volledig koppel waarschijnlijk niet mogelijk.

Netfrequentie	50/60 Hz $\pm 5\%$
Maximale tijdelijke onbalans tussen netfasen	3,0% van de nominale netspanning ¹⁾
Werkelijke arbeidsfactor (λ)	$\geq 0,9$ nominaal bij nominale belasting
Verschuivingsfactor ($\cos \phi$) dicht bij 1	(> 0,98)
Schakelen aan netingang L1, L2, L3 (inschakelingen)	maximaal 1 keer/2 min
Omgeving volgens EN 60664-1	overspanningscategorie III/verontreinigingsgraad 2

De frequentieregelaar is geschikt voor gebruik in een circuit dat kan voorzien in een nominale korstluitstroom (SCCR) van maximaal 100 kA bij 480/600 V.

1) Berekeningen gebaseerd op UL/IEC 61800-3.

7.4 Uitgangsvermogen van de motor en motorgegevens

Motoraansluiting (U, V, W)

Uitgangsspanning	0-100% van de voedingsspanning
Uitgangsfrequentie	0-590 Hz ¹⁾
Schakelen in de uitgang	onbeperkt
Aan- en uitlooptijden	0,01-3600 s

1) Afhankelijk van spanning en vermogen.

Koppelkarakteristiek

Startkoppel (constant koppel)	maximaal 150% gedurende 60 s ^{1,2)}
Overbelastingskoppel (constant koppel)	maximaal 150% gedurende 60 s ^{1,2)}

1) Het percentage heeft betrekking op de nominale stroom van de frequentieregelaar.

2) Eenmaal per 10 minuten.

7.5 Omgevingscondities

Omgeving

Behuizing E1/F1/F2/F3/F4/F8/F9/F10/F11/F12/F13	IP 21/Type 1, IP 54/Type 12
Behuizing E2	IP 00/Chassis
Triltest	1,0 g
Relatieve vochtigheid	5-95% (IEC 721-3-3; klasse 3K3 (niet-condenserend) tijdens bedrijf)
Agressieve omgeving (IEC 60068-2-43) H ₂ S-test	klasse Kd
Agressieve gassen (IEC 60721-3-3)	klasse 3C3
Testmethode volgens IEC 60068-2-43	H2S (10 dagen)
Omgevingstemperatuur (bij SFAVM-schakelmodus)	
- met reductie	Maximaal 55 °C (131 °F) ¹⁾
- bij volledig uitgangsvermogen van typische EFF2-motoren (tot 90% van de uitgangsstroom)	maximaal 50 °C (122 °F) ¹⁾
- bij volledige constante uitgangsstroom van de frequentieregelaar	Maximaal 45 °C (113 °F) ¹⁾
Minimale omgevingstemperatuur bij volledig bedrijf	0 °C (32 °F)
Minimale omgevingstemperatuur bij gereduceerd uitgangsvermogen	-10 °C (14 °F)
Temperatuur tijdens opslag/vervoer	-25 tot +65/70 °C (13 tot 149/158 °F)
Maximumhoogte boven zeeniveau zonder reductie	1000 m (3281 ft)

Maximumhoogte boven zeeniveau met reductie 3000 m (9842 ft)

1) Zie hoofdstuk 9.6 Reductie voor meer informatie over reductie.

EMC-normen, emissie EN 61800-3

EMC-normen, immuniteit EN 61800-3

Energierendementsklasse¹⁾ IE2

1) Bepaald volgens EN 50598-2 bij:

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

7.6 Kabelspecificaties

Lengte en dwarsdoorsnede van stuurkabels

Maximale lengte motorkabel, afgeschermd 150 m (492 ft)

Maximale lengte motorkabel, niet-afgeschermd 300 m (984 ft)

Maximale kabeldoorsnede naar motor, net, loadsharing en rem Zie hoofdstuk 7 Specificaties¹⁾

Maximale kabeldoorsnede naar stuurklemmen, kabel met massieve kern 1,5 mm²/16 AWG (2 x 0,75 mm²)

Maximale kabeldoorsnede naar stuurklemmen, buigzame kabel 1 mm²/18 AWG

Maximale kabeldoorsnede naar stuurklemmen, kabel met ingesloten geleider 0,5 mm²/20 AWG

Minimale kabeldoorsnede naar stuurklemmen 0,25 mm²/23 AWG

1) Zie de tabellen met elektrische gegevens in hoofdstuk 7.1 Elektrische gegevens, 380-480 V en hoofdstuk 7.2 Elektrische gegevens, 525-690 V voor informatie over voedingskabels.

7.7 Sturingang/-uitgang en stuurgegevens

Digitale ingangen

Programmeerbare digitale ingangen 4 (6)

Klemnummer 18, 19, 27¹⁾, 29¹⁾, 32, 33

Logica PNP of NPN

Spanningsniveau 0-24 V DC

Spanningsniveau, logische 0 PNP < 5 V DC

Spanningsniveau, logische 1 PNP > 10 V DC

Spanningsniveau, logische 0 NPN > 19 V DC

Spanningsniveau, logische 1 NPN < 14 V DC

Maximale spanning op ingang 28 V DC

Ingangsweerstand, R_i ongeveer 4 kΩ

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

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

Analoge ingangen

Aantal analoge ingangen 2

Klemnummer 53, 54

Modi spanning of stroom

Modusselectie schakelaar A53 en A54

Spanning schakelaar A53/A54 = (U)

Spanningsniveau -10 V tot +10 V (schaalbaar)

Ingangsweerstand, R_i ongeveer 10 kΩ

Maximale spanning ± 20 V

Stroommodus schakelaar A53/A54 = (I)

Stroomniveau 0/4 tot 20 mA (schaalbaar)

Ingangsweerstand, R_i ongeveer 200 Ω

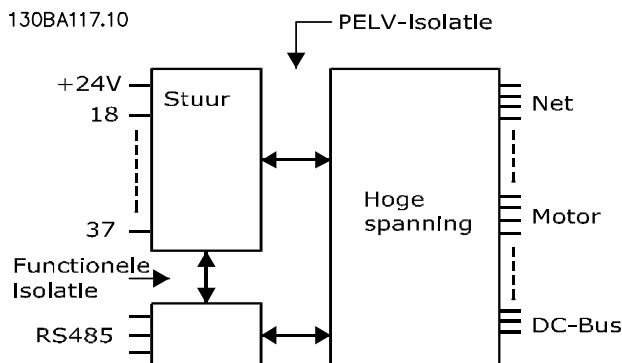
Maximale stroom 30 mA

Resolutie voor analoge ingangen 10 bit (+ teken)

Nauwkeurigheid van analoge ingangen	maximale fout 0,5% van volledige schaal
Bandbreedte	100 Hz

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

130BA117.10



Afbeelding 7.1 Galvanische scheiding (PELV)

Pulsingangen	
Programmeerbare pulsingangen	2
Klemnummer puls	29, 33
Maximale frequentie op klem 29, 33 (push-pull)	110 kHz
Maximale frequentie op klem 29, 33 (open collector)	5 kHz
Minimale frequentie op klem 29, 33	4 Hz
Spanningsniveau	zie Digitale ingangen in hoofdstuk 7.7 Sturingang/-uitgang en stuurgegevens
Maximale spanning op ingang	28 V DC
Ingangsweerstand, R _i	ongeveer 4 kΩ
Nauwkeurigheid van pulsingang (0,1-1 kHz)	maximale fout: 0,1% van volledige schaal

Analoge uitgang	
Aantal programmeerbare analoge uitgangen	1
Klemnummer	42
Stroombereik bij analoge uitgang	0/4-20 mA
Maximale weerstandsbelasting naar gemeenschappelijke klem van analoge uitgang	500 Ω
Nauwkeurigheid van analoge uitgang	maximale fout: 0,8% van volledige schaal
Resolutie op analoge uitgang	8 bit

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

Stuurkaart, RS485 seriële communicatie

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

Het RS485 seriële-communicatiecircuit is functioneel gescheiden van andere centrale circuits en galvanisch gescheiden van de voedingsspanning (PELV).

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

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

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

Stuurkaart, 24 V DC-uitgang

Klemnummer	12, 13
Maximale belasting	200 mA

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

Relaisuitgangen

Programmeerbare relaisuitgangen	2
Maximale kabeldoorsnede naar relaïsklemmen	2,5 mm ² (12 AWG)
Minimale kabeldoorsnede naar relaïsklemmen	0,2 mm ² (30 AWG)
Lengte gestripte draad	8 mm (0,3 in)
Relais 01 klemnummer	1-3 (verbreek), 1-2 (maak)
Maximale klembelasting (AC-1) ¹⁾ op 1-2 (NO) (resistieve belasting) ^{2,3)}	400 V AC, 2 A
Maximale klembelasting (AC-15) ¹⁾ op 1-2 (NO) (inductieve belasting bij cos φ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximale klembelasting (DC-1) ¹⁾ op 1-2 (NO) (resistieve belasting)	80 V DC, 2 A
Maximale klembelasting (DC-13) ¹⁾ op 1-2 (NO) (inductieve belasting)	24 V DC, 0,1 A
Maximale klembelasting (AC-1) ¹⁾ op 1-3 (NC) (resistieve belasting)	240 V AC, 2 A
Maximale klembelasting (AC-15) ¹⁾ op 1-3 (NC) (inductieve belasting bij cos φ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximale klembelasting (DC-1) ¹⁾ op 1-3 (NC) (resistieve belasting)	50 V DC, 2 A
Maximale klembelasting (DC-13) ¹⁾ op 1-3 (NC) (inductieve belasting)	24 V DC, 0,1 A
Minimale klembelasting op 1-3 (NC), 1-2 (NO)	24 V DC 10 mA, 24 V AC 2 mA
Omgeving volgens EN 60664-1	overspanningscategorie III/verontreinigingsgraad 2
Relais 02 klemnummer	4-6 (verbreek), 4-5 (maak)
Maximale klembelasting (AC-1) ¹⁾ op 4-5 (NO) (resistieve belasting) ^{2,3)}	400 V AC, 2 A
Maximale klembelasting (AC-15) ¹⁾ op 4-5 (NO) (inductieve belasting bij cos φ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximale klembelasting (DC-1) ¹⁾ op 4-5 (NO) (resistieve belasting)	80 V DC, 2 A
Maximale klembelasting (DC-13) ¹⁾ op 4-5 (NO) (inductieve belasting)	24 V DC, 0,1 A
Maximale klembelasting (AC-1) ¹⁾ op 4-6 (NC) (resistieve belasting)	240 V AC, 2 A
Maximale klembelasting (AC-15) ¹⁾ op 4-6 (NC) (inductieve belasting bij cos φ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximale klembelasting (DC-1) ¹⁾ op 4-6 (NC) (resistieve belasting)	50 V DC, 2 A
Maximale klembelasting (DC-13) ¹⁾ op 4-6 (NC) (inductieve belasting)	24 V DC, 0,1 A
Minimale klembelasting op 4-6 (NC), 4-5 (NO)	24 V DC 10 mA, 24 V AC 2 mA
Omgeving volgens EN 60664-1	overspanningscategorie III/verontreinigingsgraad 2

De relaiscontacten zijn galvanisch gescheiden van de rest van het circuit door middel van versterkte isolatie (PELV).

1) IEC 60947 deel 4 en 5.

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
Maximale belasting	25 mA

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

Stuurkarakteristieken

Resolutie van uitgangsfrequentie bij 0-1000 Hz	± 0,003 Hz
Systeemresponstijd (klem 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤ 2 m/s
Bereik snelheidsregeling (zonder terugkoppeling)	1:100 van synchroon toerental
Nauwkeurigheid van toerental (zonder terugkoppeling)	30-4000 tpm: max. fout ± 8 tpm

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

Stuurkaartprestaties

Scaninterval	5 ms
--------------	------

Stuurkaart, seriële communicatie via USB

USB-standaard	1.1 (volledige snelheid)
USB-stekker	USB type B-apparaatstekker

LET OP

Aansluiting op de pc vindt plaats via een standaard USB-host/apparaatkabel.

De USB-aansluiting is galvanisch gescheiden van de voedingsspanning (PELV) en andere klemmen met hoge spanning.

De USB-aardverbinding is niet galvanisch gescheiden van de aardverbinding. Sluit alleen geïsoleerde laptops/pc's aan op de USB-poort op de frequentieregelaar of een geïsoleerde USB-kabel/omzetter.

7.8 Gewicht behuizingen

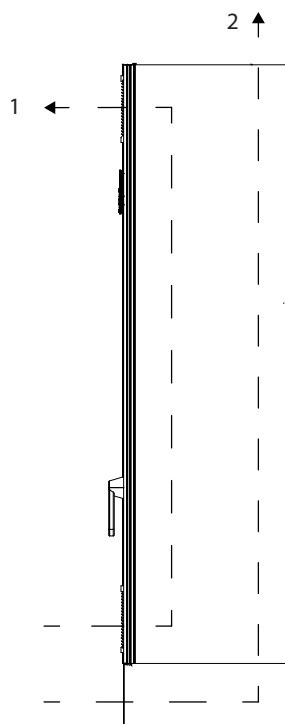
Behuizing	380-480/500 V	525-690 V
E1	270-313 kg (595-690 lb)	263-313 kg (580-690 lb)
E2	234-277 kg (516-611 lb)	221-277 kg (487-611 lb)

Tabel 7.13 Gewicht behuizing E1-E2, kg (lb)

Behuizing	380-480/500 V	525-690 V
F1	1017 kg (2242,1 lb)	1017 kg (2242,1 lb)
F2	1260 kg (2777,9 lb)	1260 kg (2777,9 lb)
F3	1318 kg (2905,7 lb)	1318 kg (2905,7 lb)
F4	1561 kg (3441,5 lb)	1561 kg (3441,5 lb)
F8	447 kg (985,5 lb)	447 kg (985,5 lb)
F9	669 kg (1474,9 lb)	669 kg (1474,9 lb)
F10	893 kg (1968,8 lb)	893 kg (1968,8 lb)
F11	1116 kg (2460,4 lb)	1116 kg (2460,4 lb)
F12	1037 kg (2286,4 lb)	1037 kg (2286,4 lb)
F13	1259 kg (2775,7 lb)	1259 kg (2775,7 lb)

Tabel 7.14 Gewicht behuizing F1-F13, kg (lb)

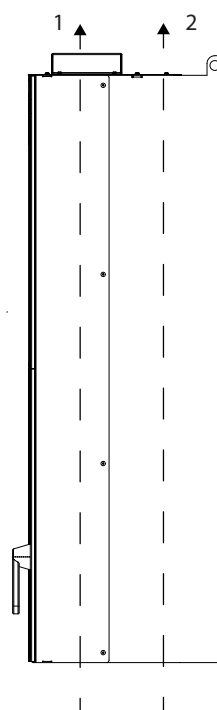
7.9 Luchtstroom voor behuizing E1-E2 en F1-F13



e30bg051.10

1	Luchtstroom frontchannel, 340 m³/h (200 cfm)
2	Luchtstroom backchannel, 1105 m³/h (650 cfm) or 1444 m³/h (850 cfm)

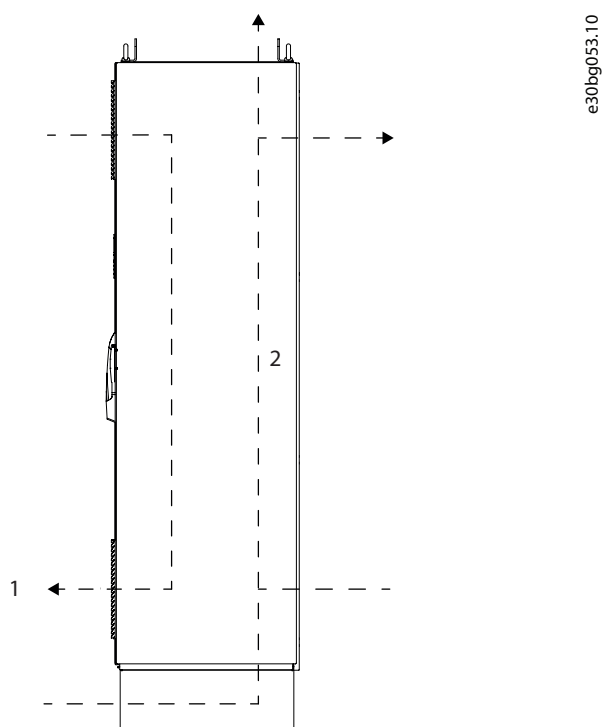
Afbeelding 7.2 Luchtstroom voor behuizing E1



e30bg052.10

1	Luchtstroom frontchannel, 255 m³/h (150 cfm)
2	Luchtstroom backchannel, 1105 m³/h (650 cfm) or 1444 m³/h (850 cfm)

Afbeelding 7.3 Luchtstroom voor behuizing E2



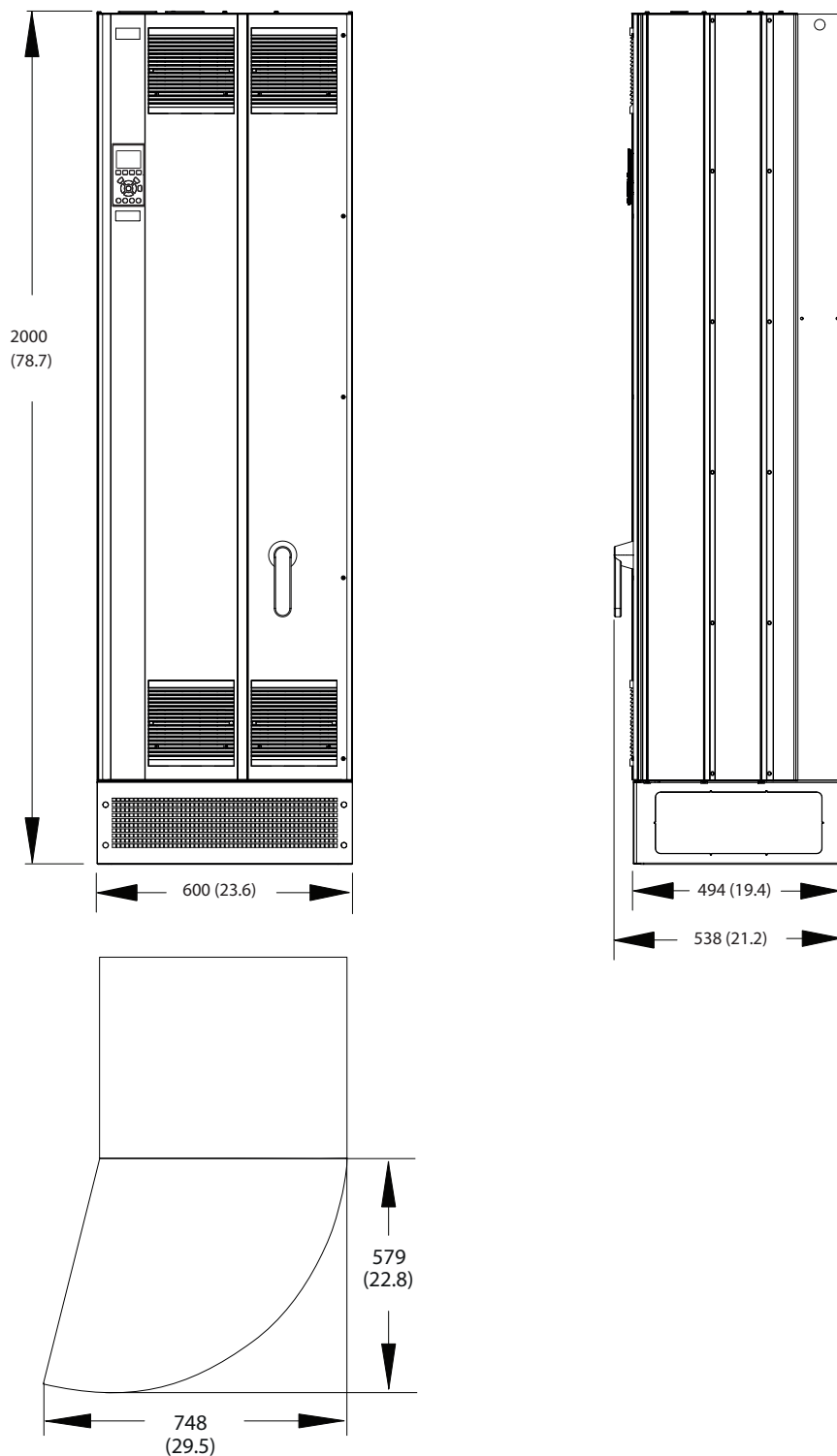
1	Luchtstroom frontchannel - IP 21/Type 1, 700 m ³ /h (412 cfm) - IP 54/Type 12, 525 m ³ /h (309 cfm)
2	Luchtstroom backchannel, 985 m ³ /h (580 cfm)

Afbeelding 7.4 Luchtstroom voor behuizing F1-F13

8 Buitenafmetingen en klemafmetingen

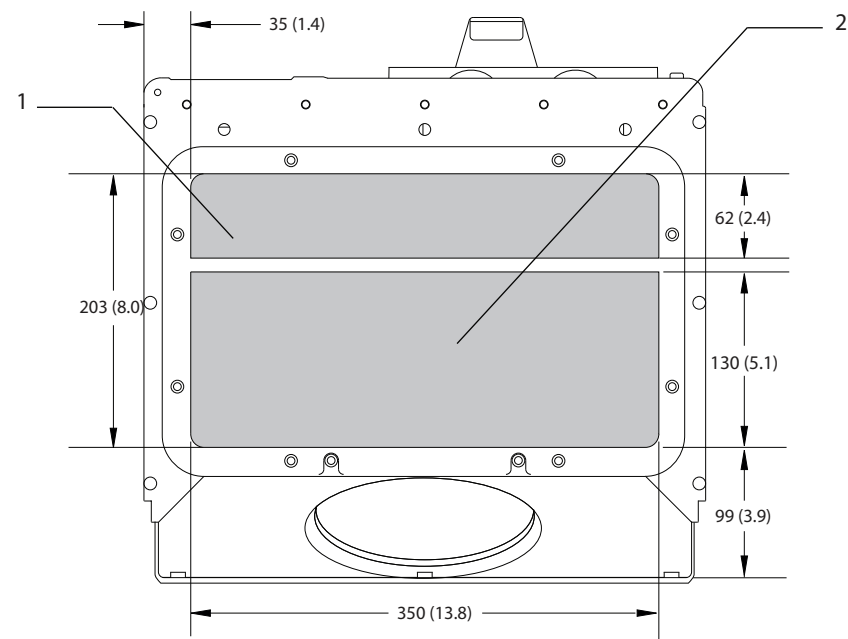
8.1 Buitenafmetingen en klemafmetingen E1

8.1.1 Buitenafmetingen E1



130BF328.10

Afbeelding 8.1 Vrije ruimte voorzijde, zijkanten en bij deur voor E1



130BF611.10

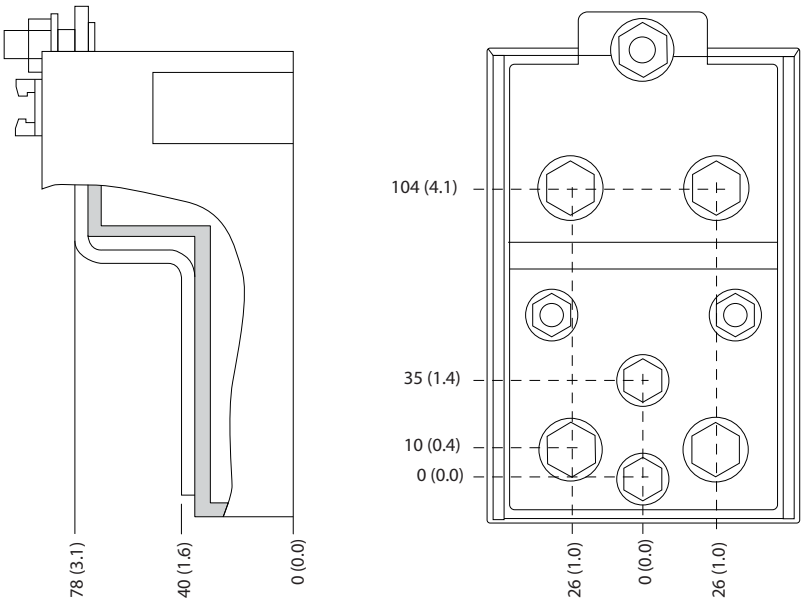
8

1	Netzijde	2	Motorzijde
---	----------	---	------------

Afbeelding 8.2 Afmetingen wartelplaat voor E1/E2

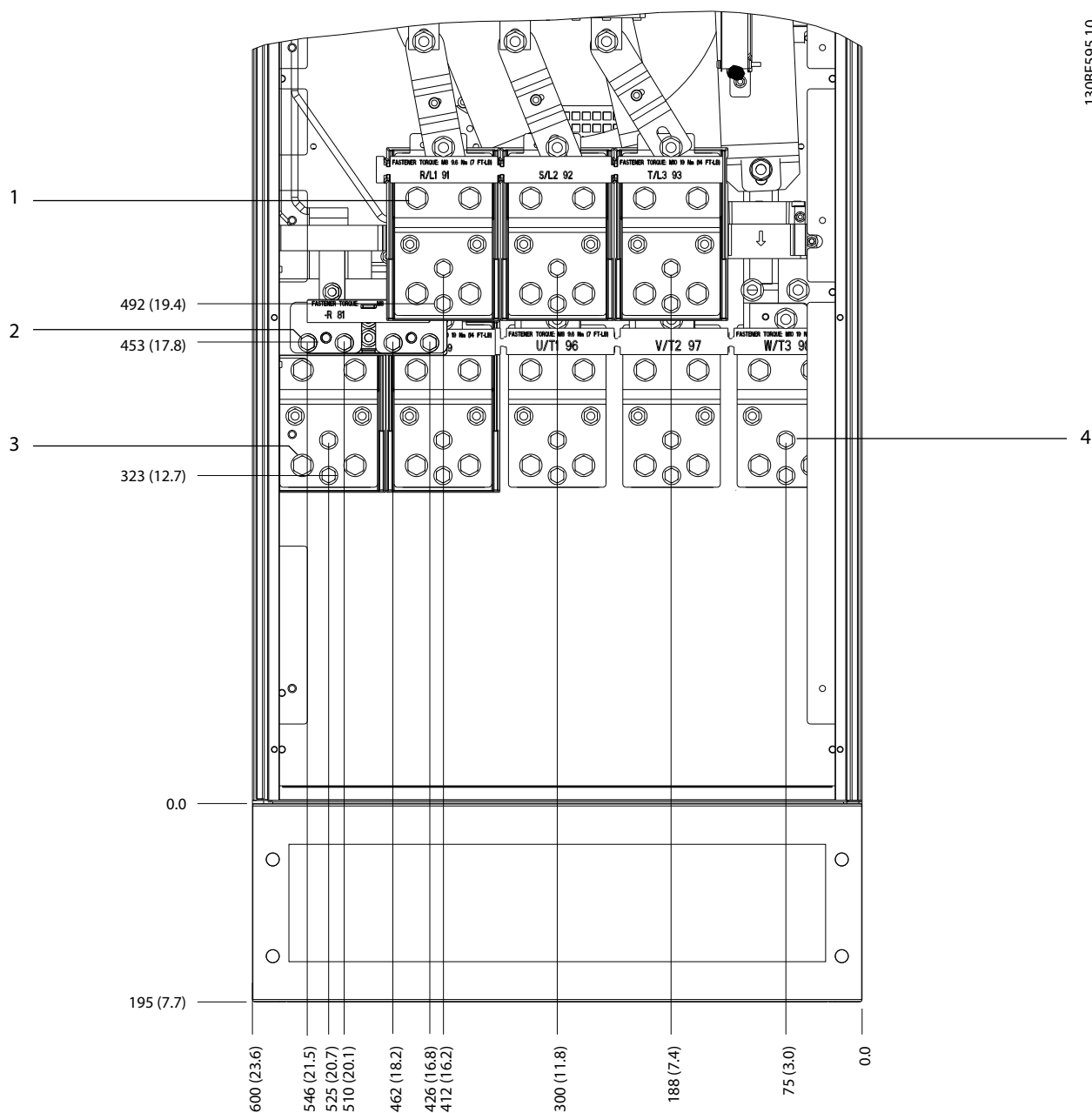
8.1.2 Klemafmetingen E1

Voedingskabels zijn zwaar en moeilijk te buigen. Bepaal de optimale positie van de frequentieregelaar om eenvoudige installatie van de kabels mogelijk te maken. Elke klem biedt ruimte voor 4 kabels met kabelschoen of voor een standaard klemansluiting. Aarde moet worden aangesloten op het relevante aansluitpunt in de frequentieregelaar.



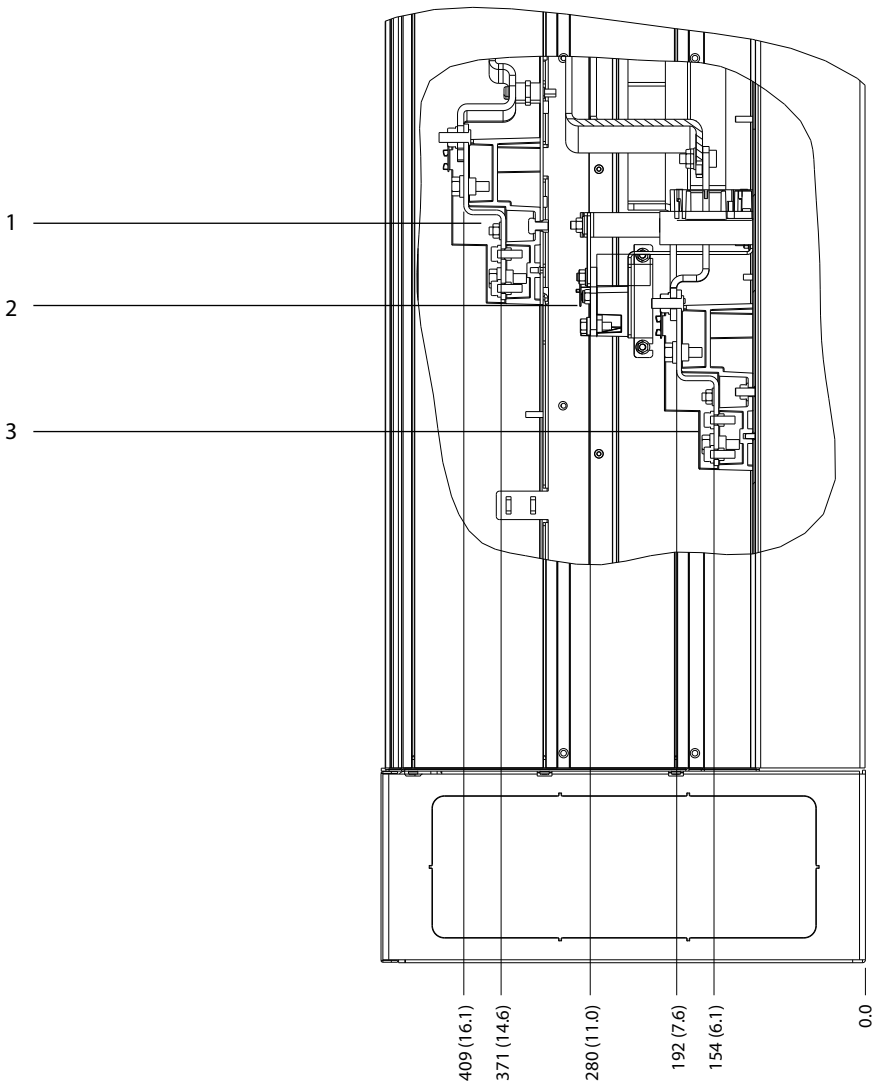
130BF647.10

Afbeelding 8.3 Gedetailleerde klemafmetingen voor E1/E2



1	Netklemmen	3	Regeneratie-/loadsharingklemmen
2	Remklemmen	4	Motorklemmen

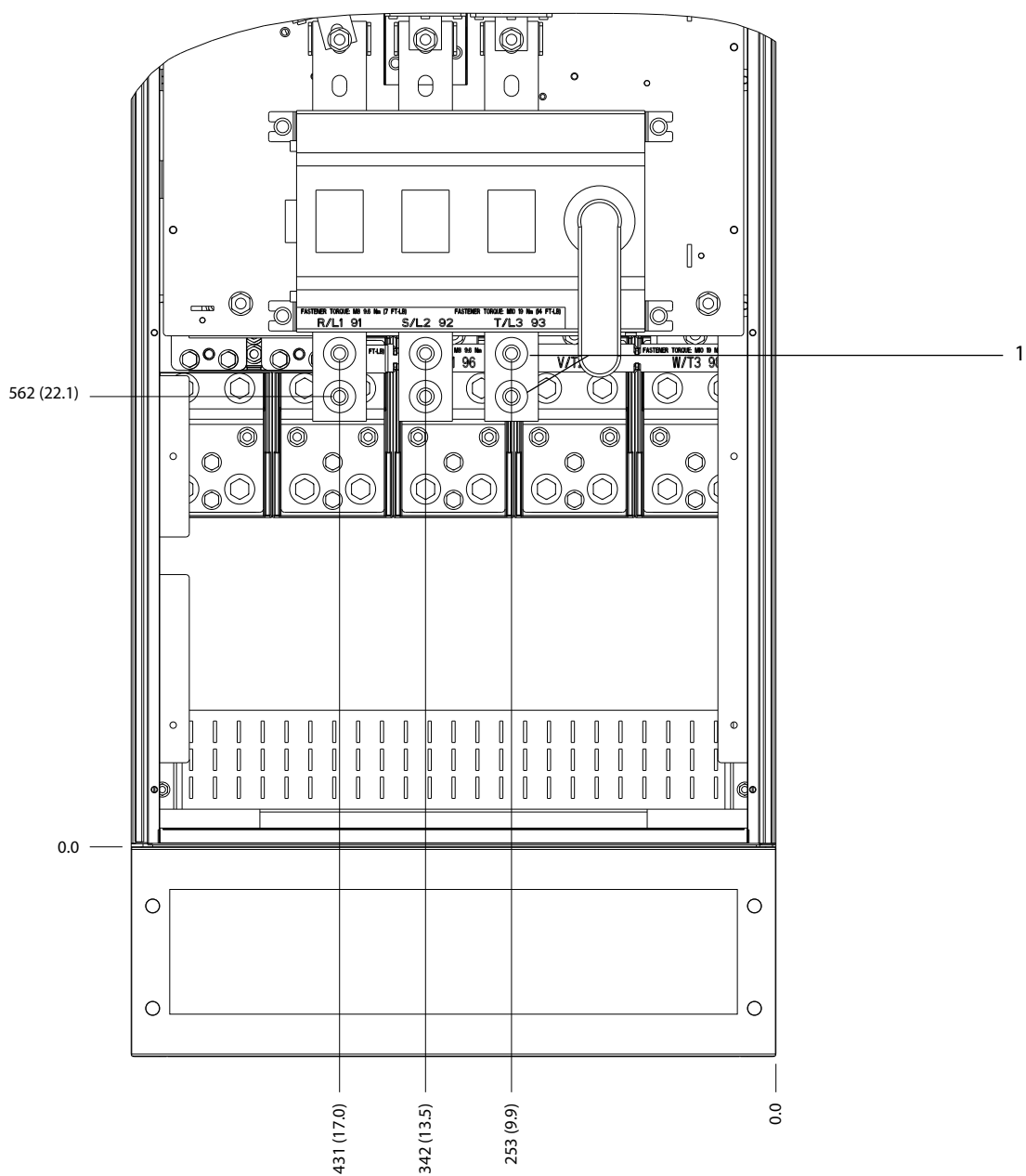
Afbeelding 8.4 Klemafmetingen voor E1, vooraanzicht



1308F596.10

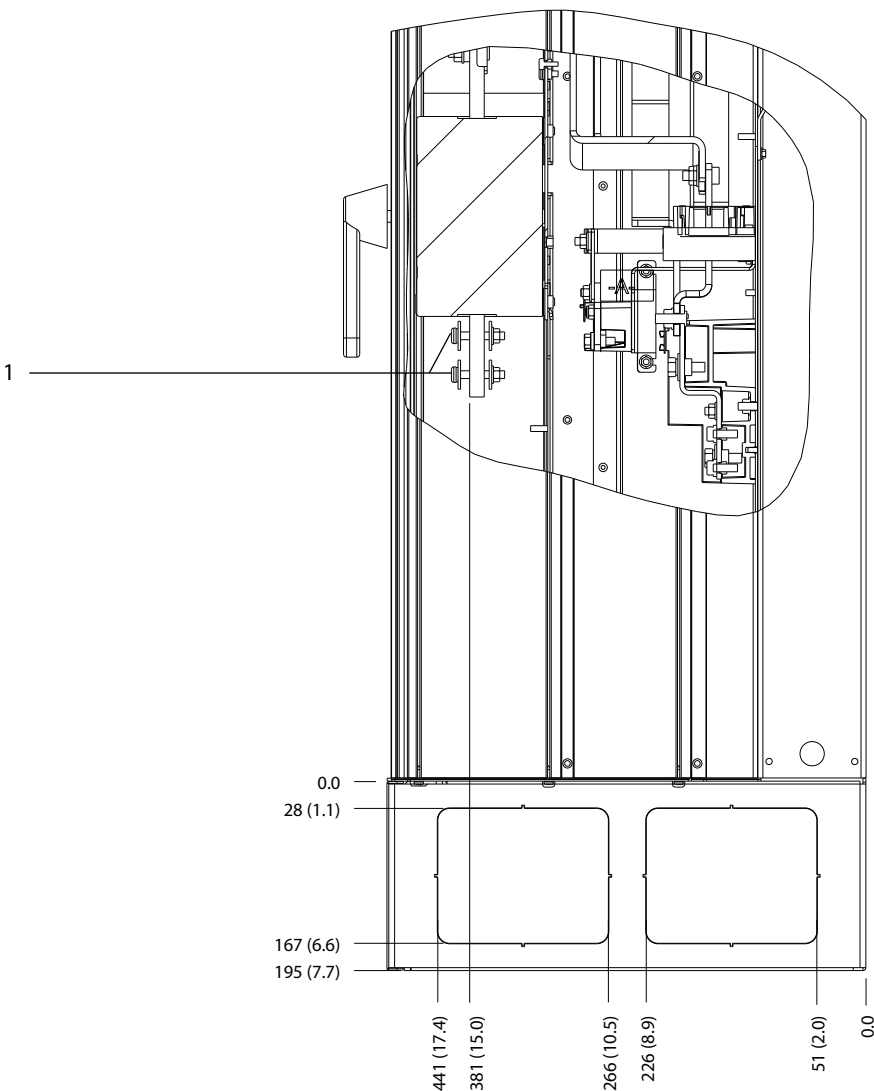
1	Netklemmen	2	Remklemmen
3	Motorklemmen	-	-

Afbeelding 8.5 Klemafmetingen voor E1, zijaanzicht



1	Netklemmen	-	-
---	------------	---	---

Afbeelding 8.6 Klemafmetingen voor E1 met netschakelaar (380-480/500 V-modellen: P315; 525-690 V-modellen: P355-P560), vooraanzicht

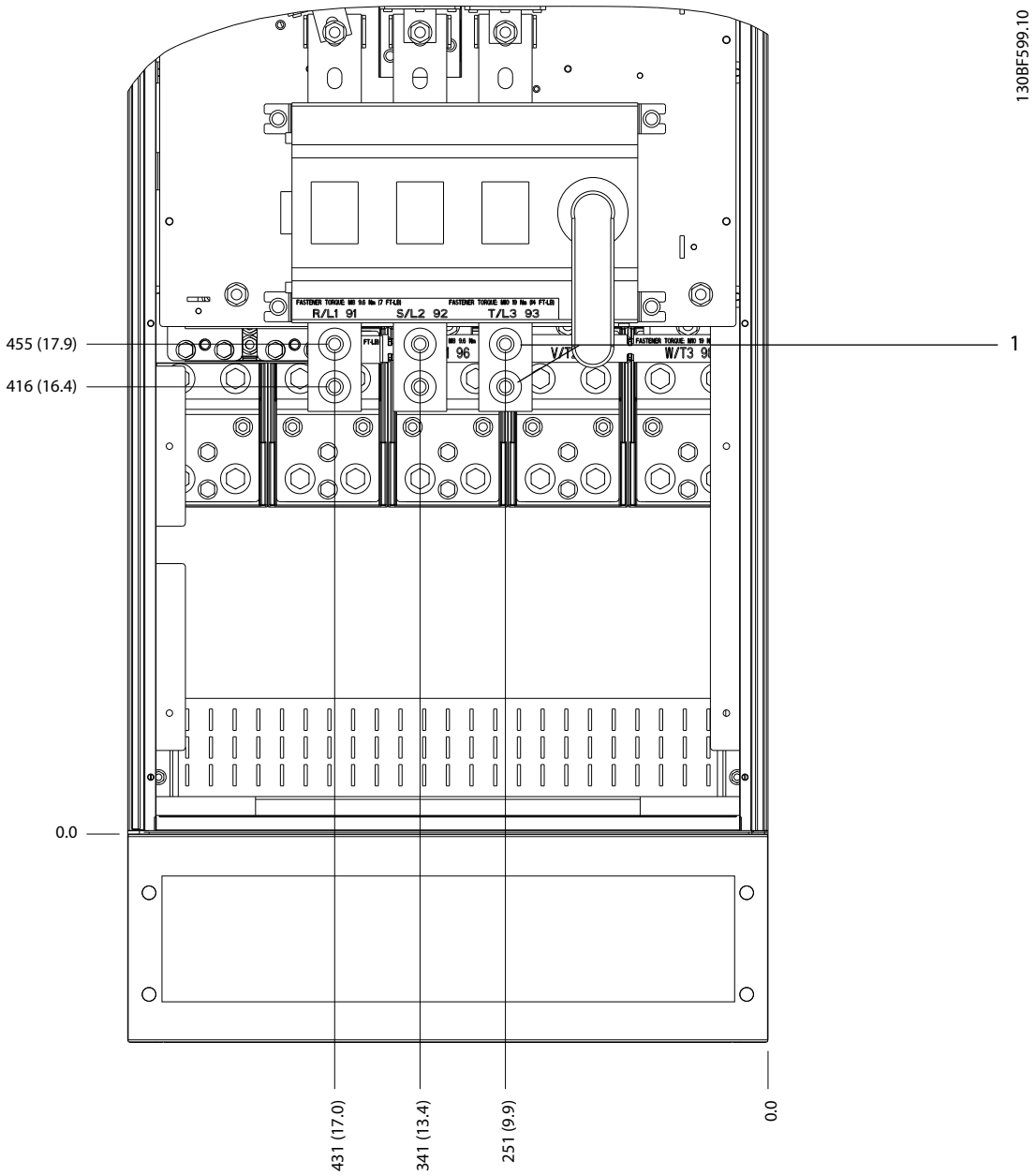


130BF598.10

1	Netklemmen	-	-
---	------------	---	---

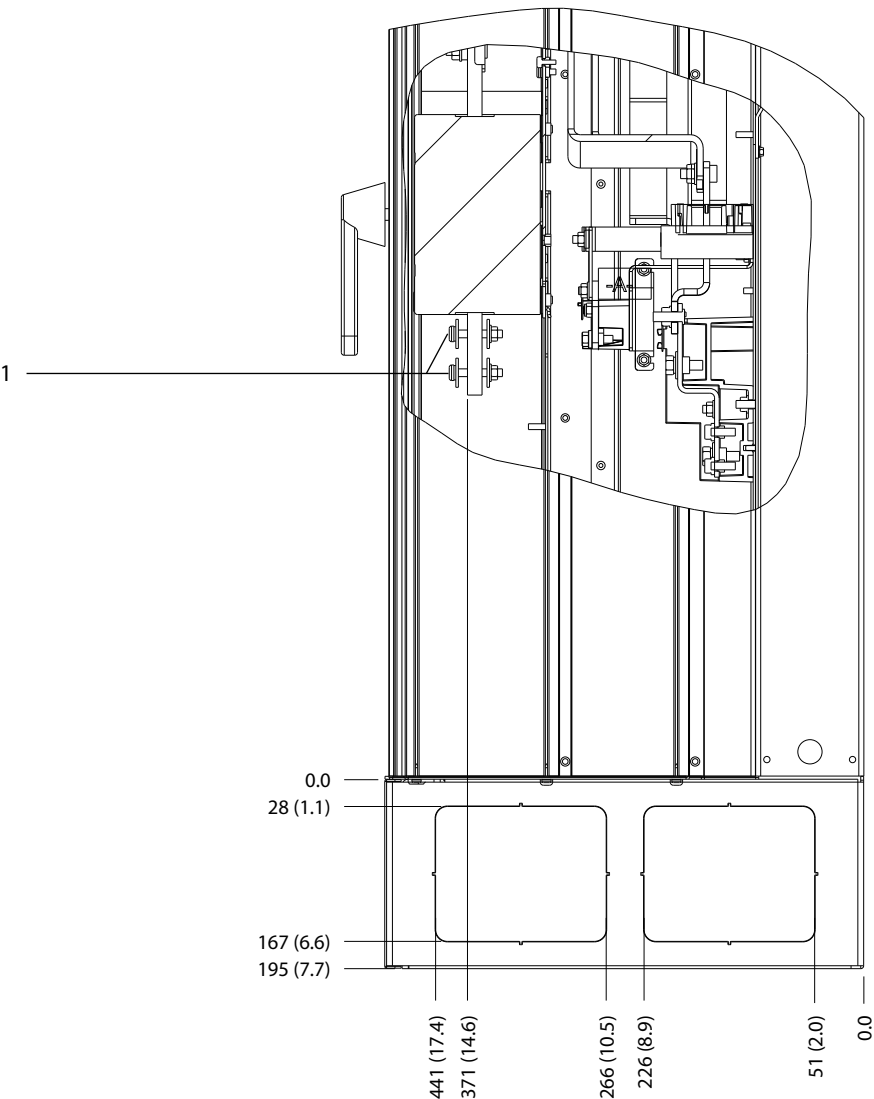
Afbeelding 8.7 Klemafmetingen voor E1 met netschakelaar (380-480/500 V-modellen: P315; 525-690 V-modellen: P355-P560), zijaanzicht

8



1	Netklemmen	-	-
---	------------	---	---

Afbeelding 8.8 Klemafmetingen voor E1 met netschakelaar (380-480/500 V-modellen: P355-P400), vooraanzicht

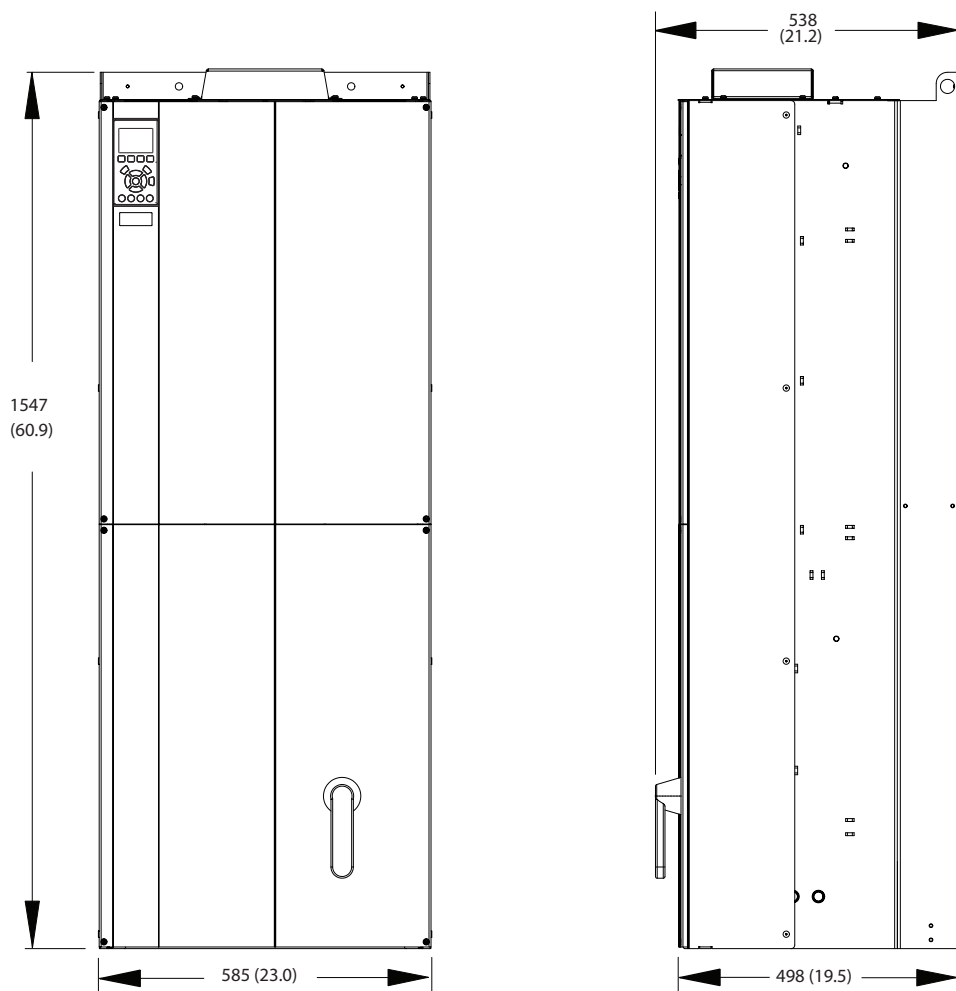


1	Netklemmen	-	-
---	------------	---	---

Afbeelding 8.9 Klemafmetingen voor E1 met netschakelaar (380-480/500 V-modellen: P355-P400), zijaanzicht

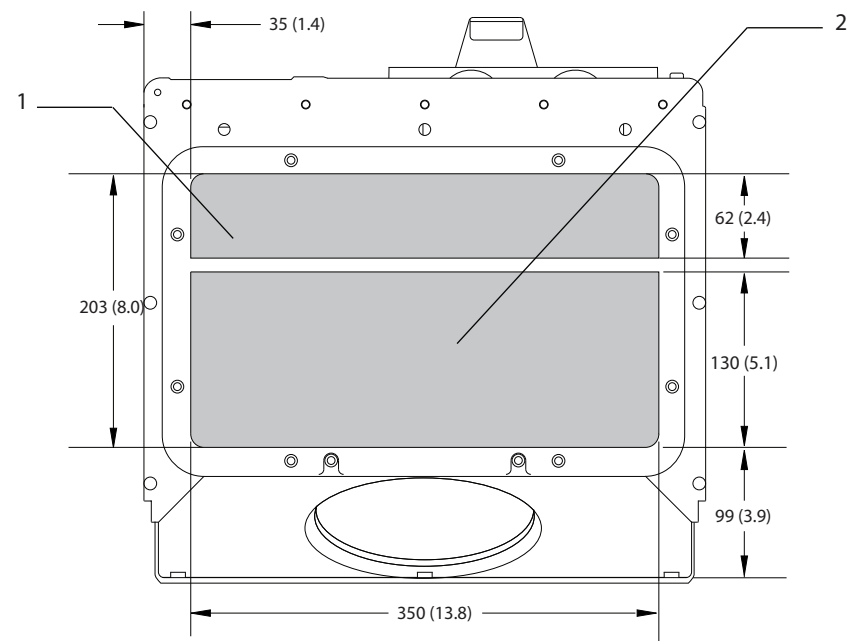
8.2 Buitenafmetingen en klemafmetingen E2

8.2.1 Buitenafmetingen E2



130BF329.10

Afbeelding 8.10 Vrije ruimte voorzijde, zijkanten en bij deur voor E2



130BF611.10

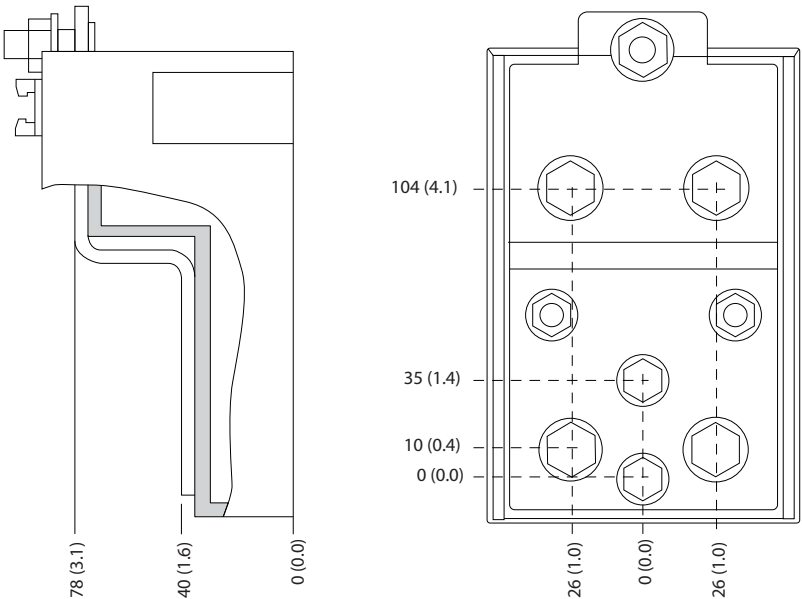
8

1	Netzijde	2	Motorzijde
---	----------	---	------------

Afbeelding 8.11 Afmetingen wartelplaat voor E1/E2

8.2.2 Klemafmetingen E2

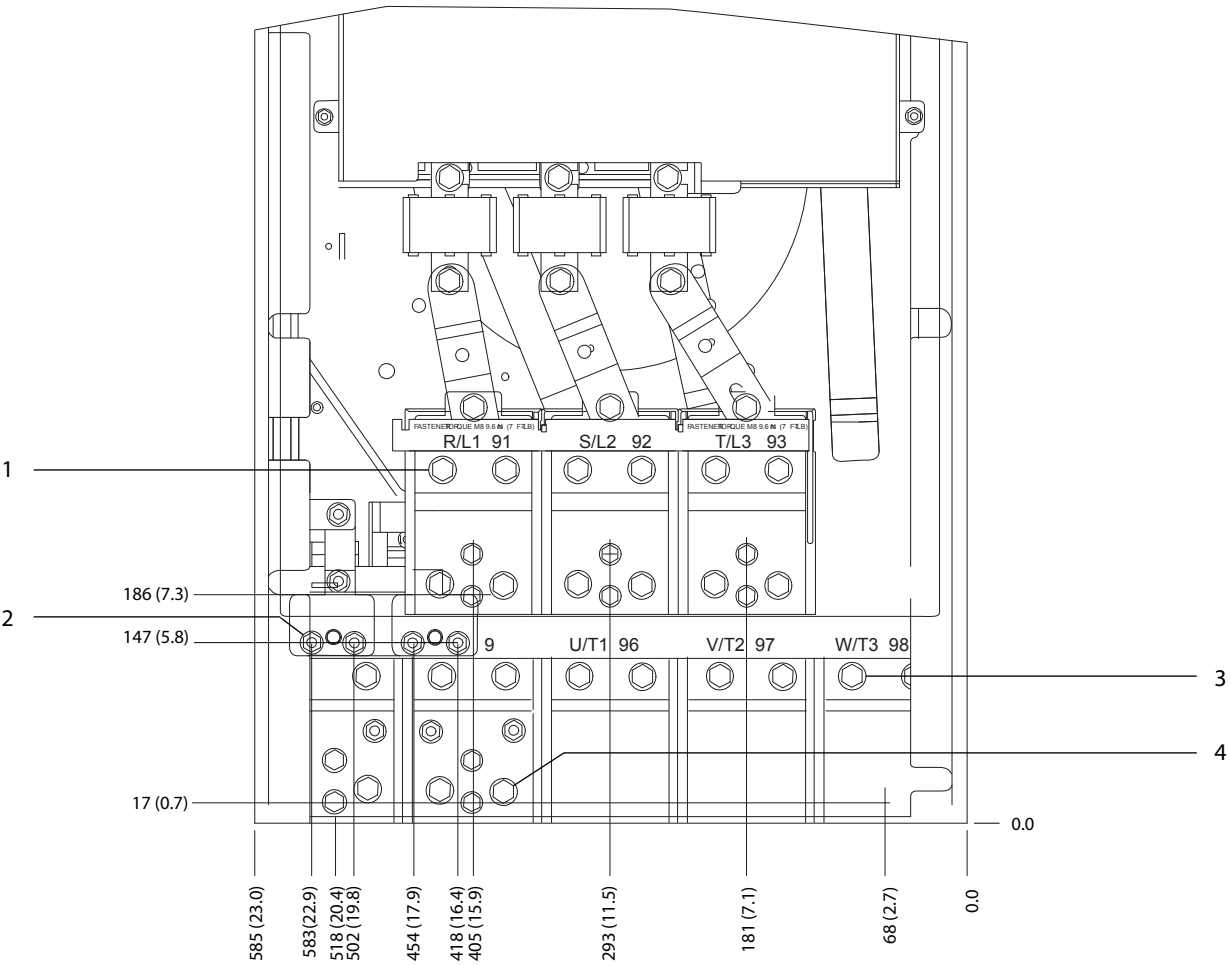
Voedingskabels zijn zwaar en moeilijk te buigen. Bepaal de optimale positie van de frequentieregelaar om eenvoudige installatie van de kabels mogelijk te maken. Elke klem biedt ruimte voor 4 kabels met kabelschoen of voor een standaard klemansluiting. Aarde moet worden aangesloten op het relevante aansluitpunt in de frequentieregelaar.



130BF647.10

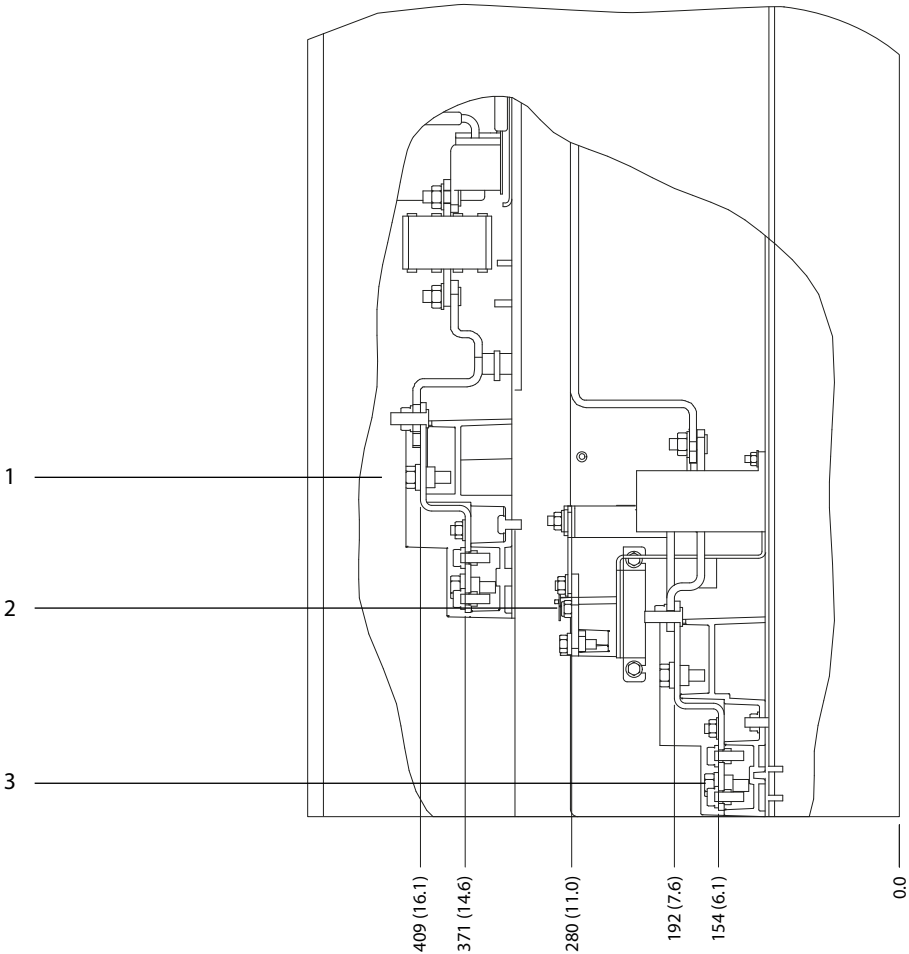
Afbeelding 8.12 Gedetailleerde klemafmetingen voor E1/E2

8



1	Netklemmen	3	Motorklemmen
2	Remklemmen	4	Regeneratie-/loadsharingklemmen

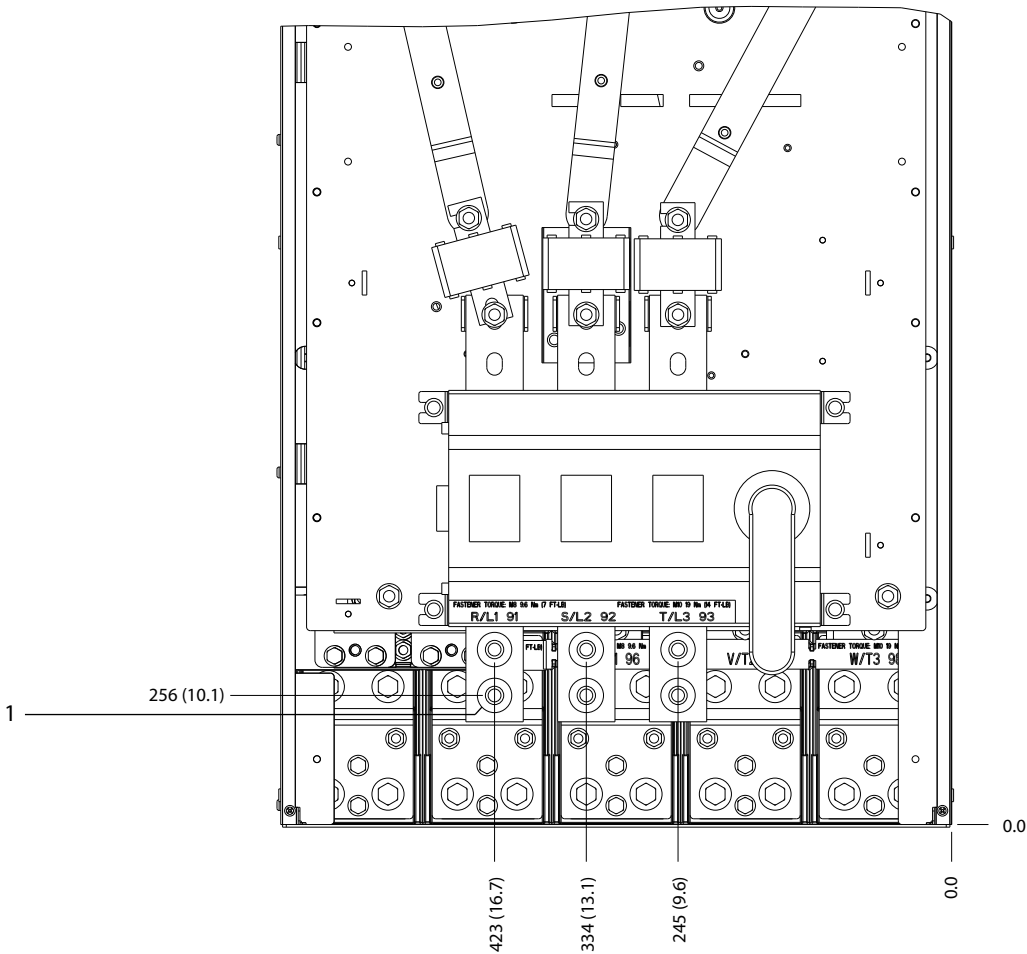
Afbeelding 8.13 Klemafmetingen voor E2, vooraanzicht



1	Netklemmen	2	Remklemmen
3	Motorklemmen	-	-

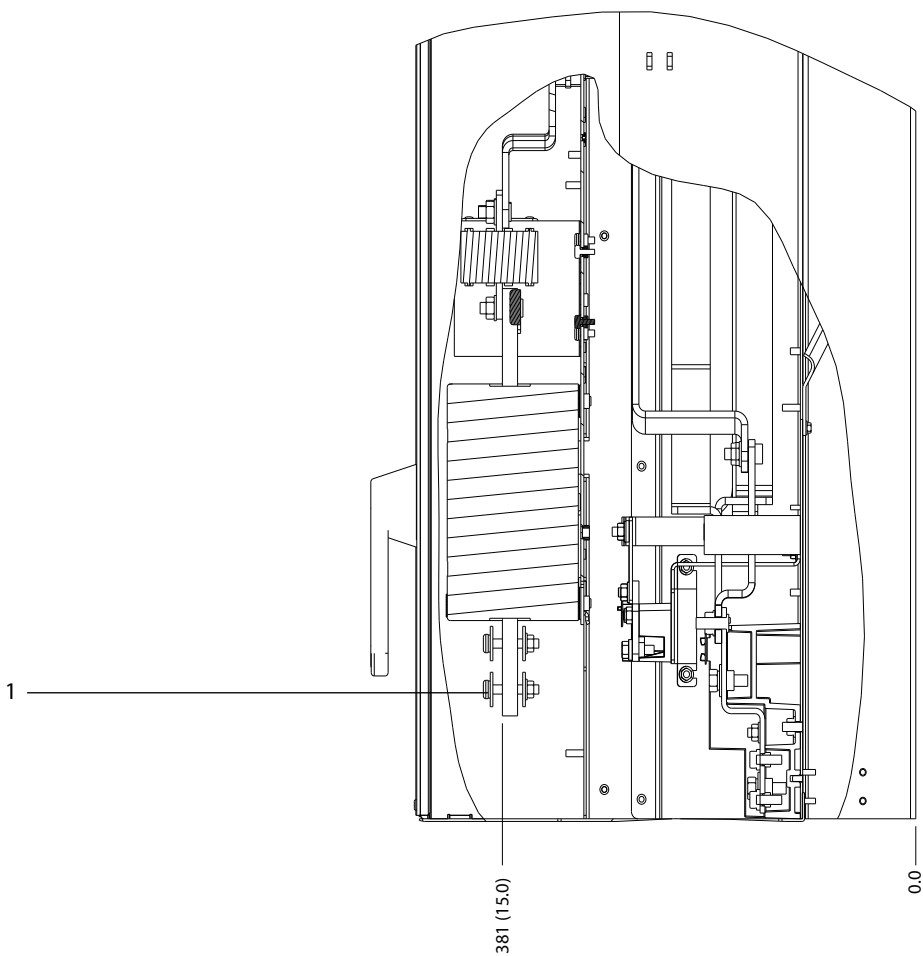
Afbeelding 8.14 Klemafmetingen voor E2, zijaanzicht

8



1	Netklemmen	-	-
---	------------	---	---

Afbeelding 8.15 Klemafmetingen voor E2 met netschakelaar (380-480/500 V-modellen: P315; 525-690 V-modellen: P355-P560), vooraanzicht

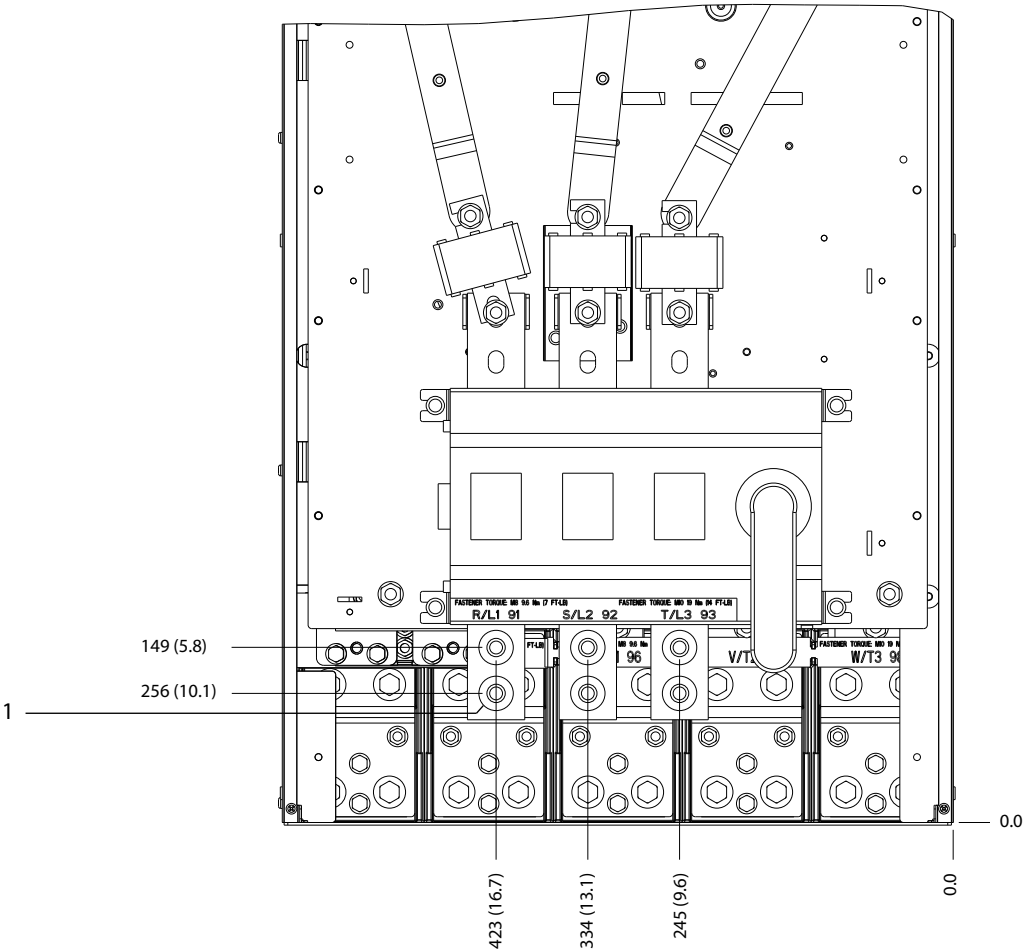


130BF604.10

1	Netklemmen	-	-
---	------------	---	---

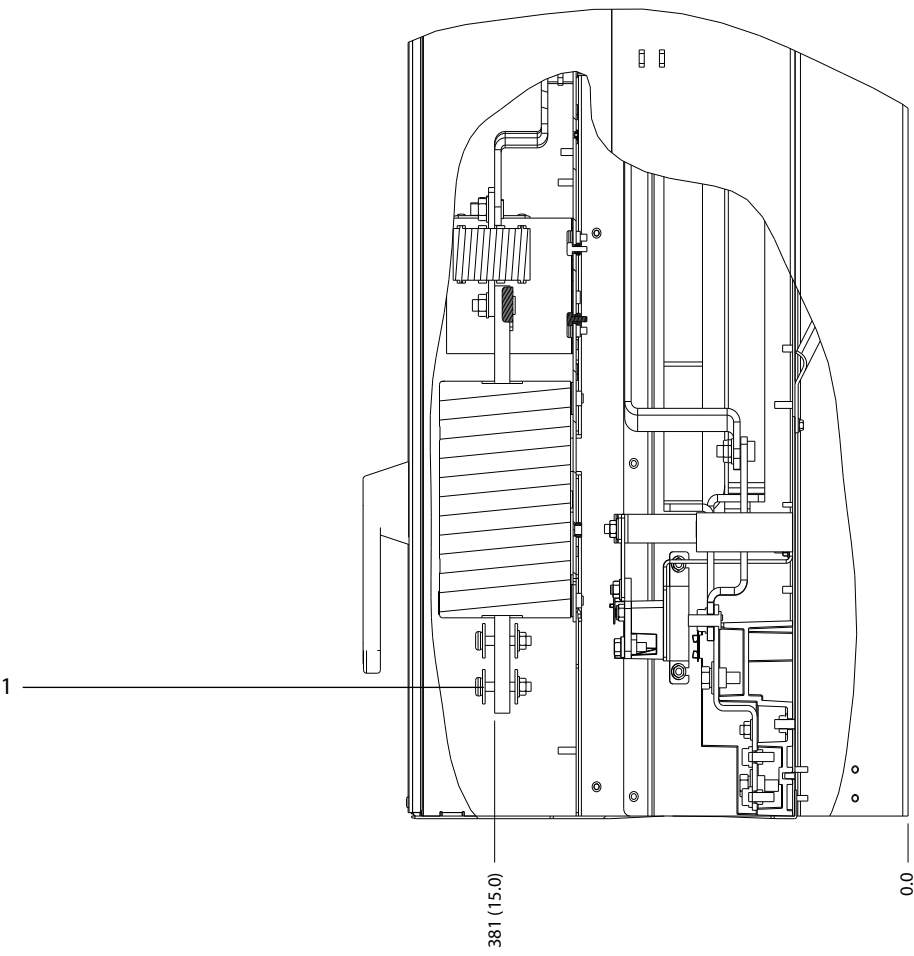
Afbeelding 8.16 Klemafmetingen voor E2 met netschakelaar (380-480/500 V-modellen: P315; 525-690 V-modellen: P355-P560), zijaanzicht

8



1	Netklemmen	-	-
---	------------	---	---

Afbeelding 8.17 Klemafmetingen voor E2 met netschakelaar (380-480/500 V-modellen: P355-P400), vooraanzicht



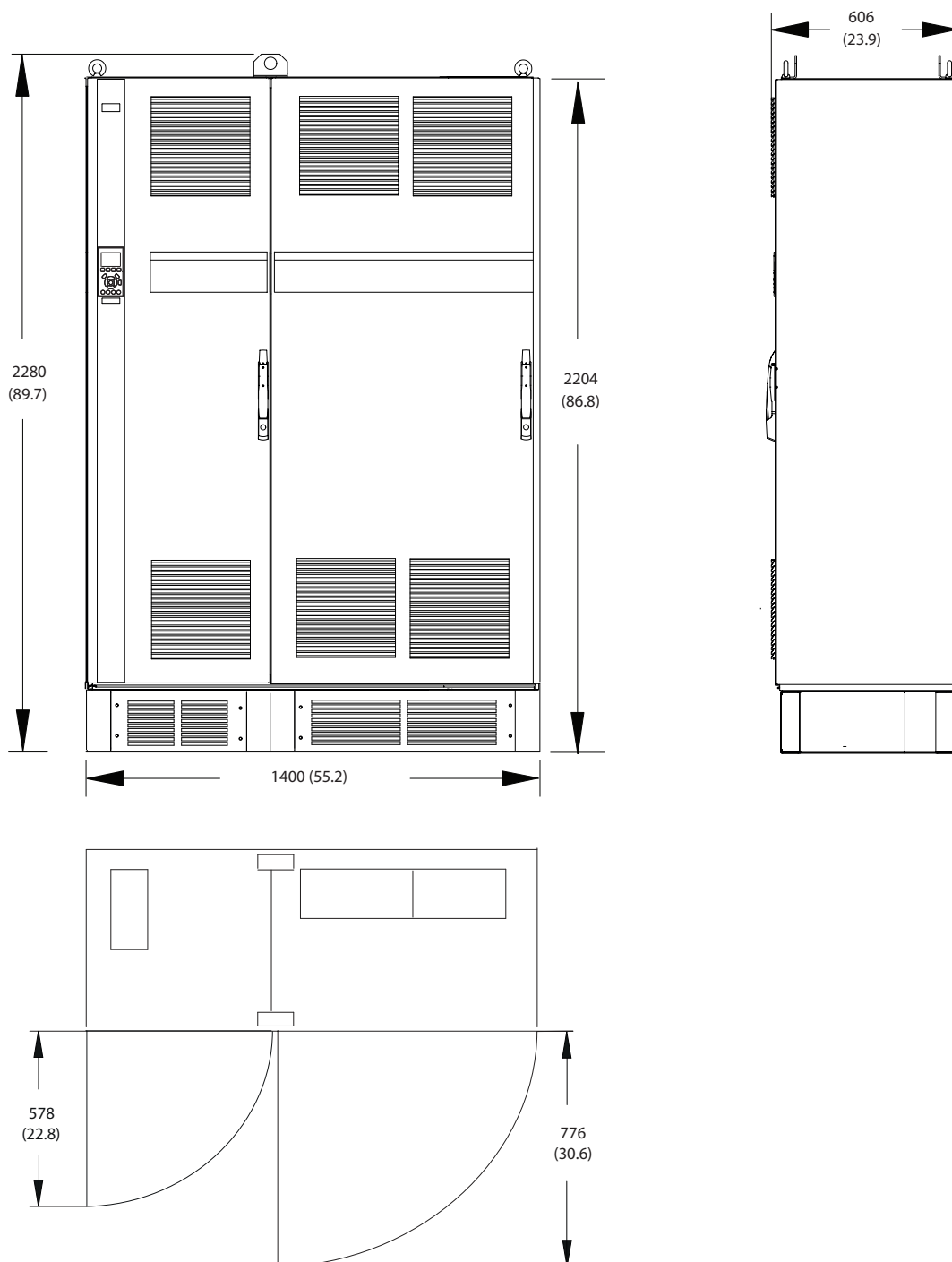
130BF606.10

1	Netklemmen	-	-
---	------------	---	---

Afbeelding 8.18 Klemafmetingen voor E2 met netschakelaar (380-480/500 V-modellen: P355-P400), zijaanzicht

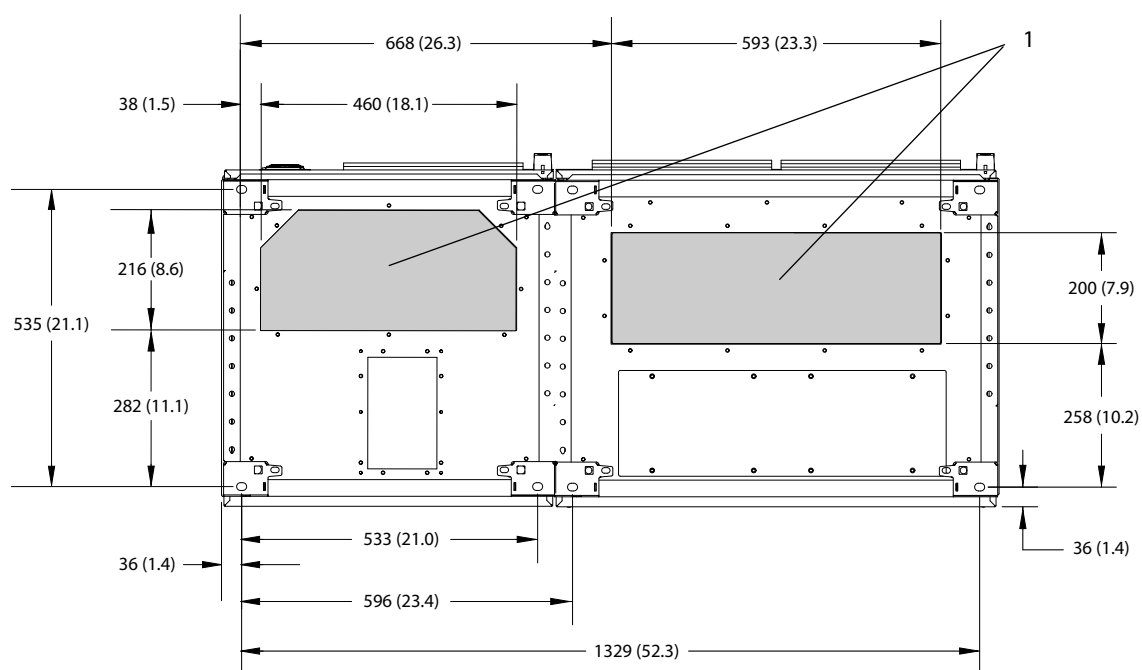
8.3 Buitenafmetingen en klemafmetingen F1

8.3.1 Buitenafmetingen F1



130BF375,10

Afbeelding 8.19 Vrije ruimte voorzijde, zijkanten en bij deur voor F1



1308F612.10

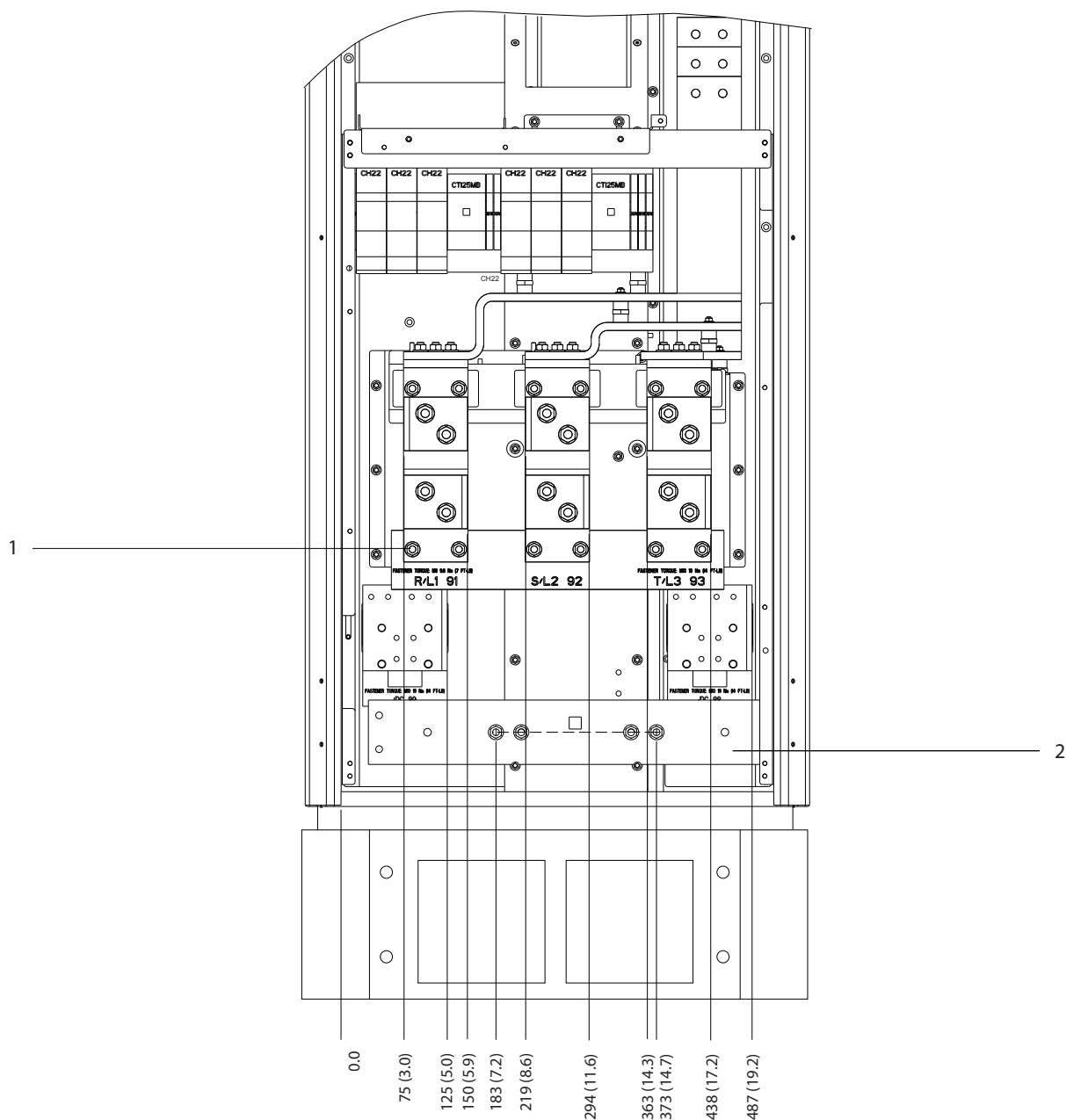
1	Netzijde	2	Motorzijde
---	----------	---	------------

8

Afbeelding 8.20 Afmetingen wartelplaat voor F1

8.3.2 Klemafmetingen F1

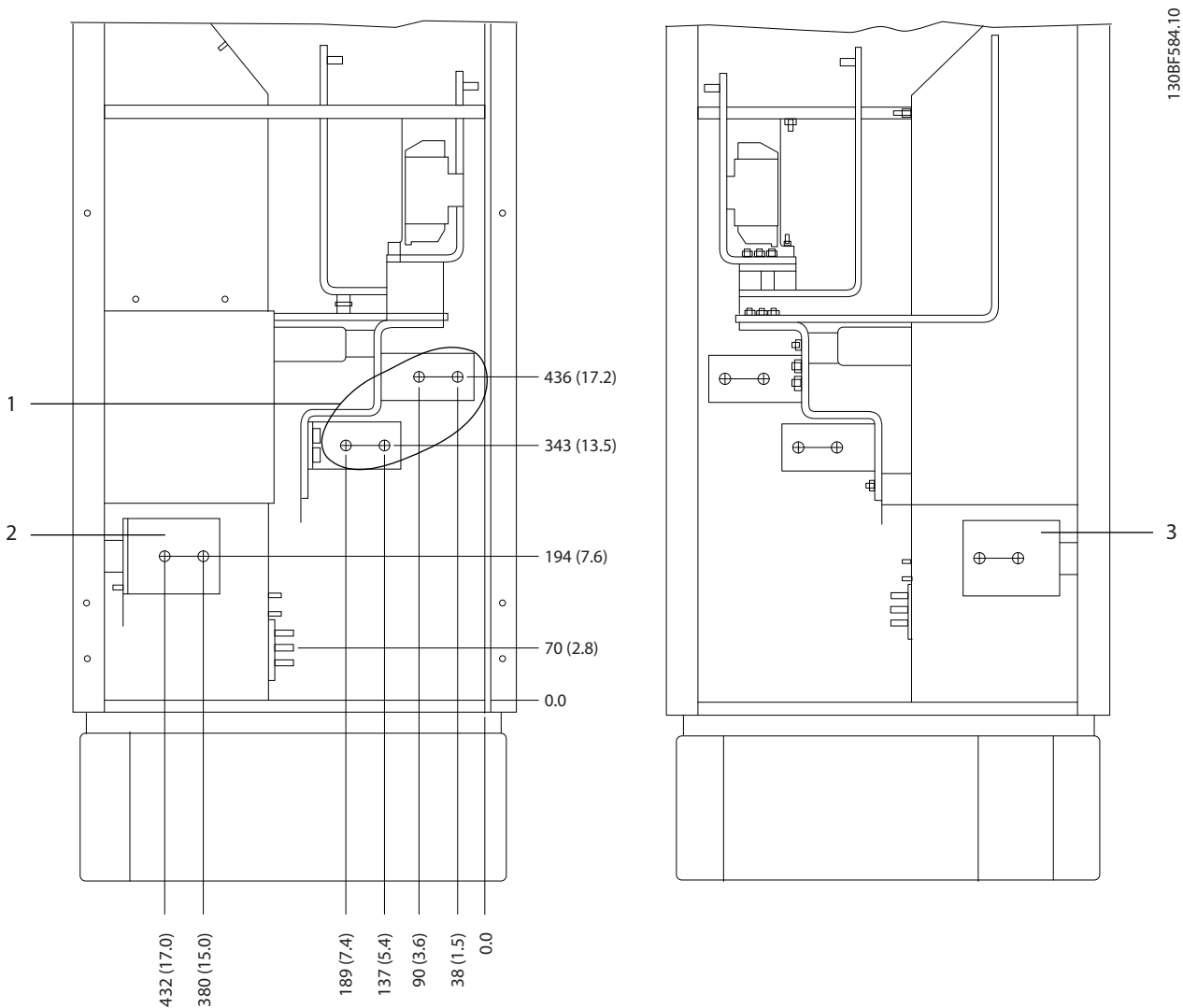
Voedingskabels zijn zwaar en moeilijk te buigen. Bepaal de optimale positie van de frequentieregelaar om eenvoudige installatie van de kabels mogelijk te maken. Elke klem biedt ruimte voor 4 kabels met kabelschoen of voor een standaard klemansluiting. Aarde moet worden aangesloten op het relevante aansluitpunt in de frequentieregelaar.



130BF583.10

1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

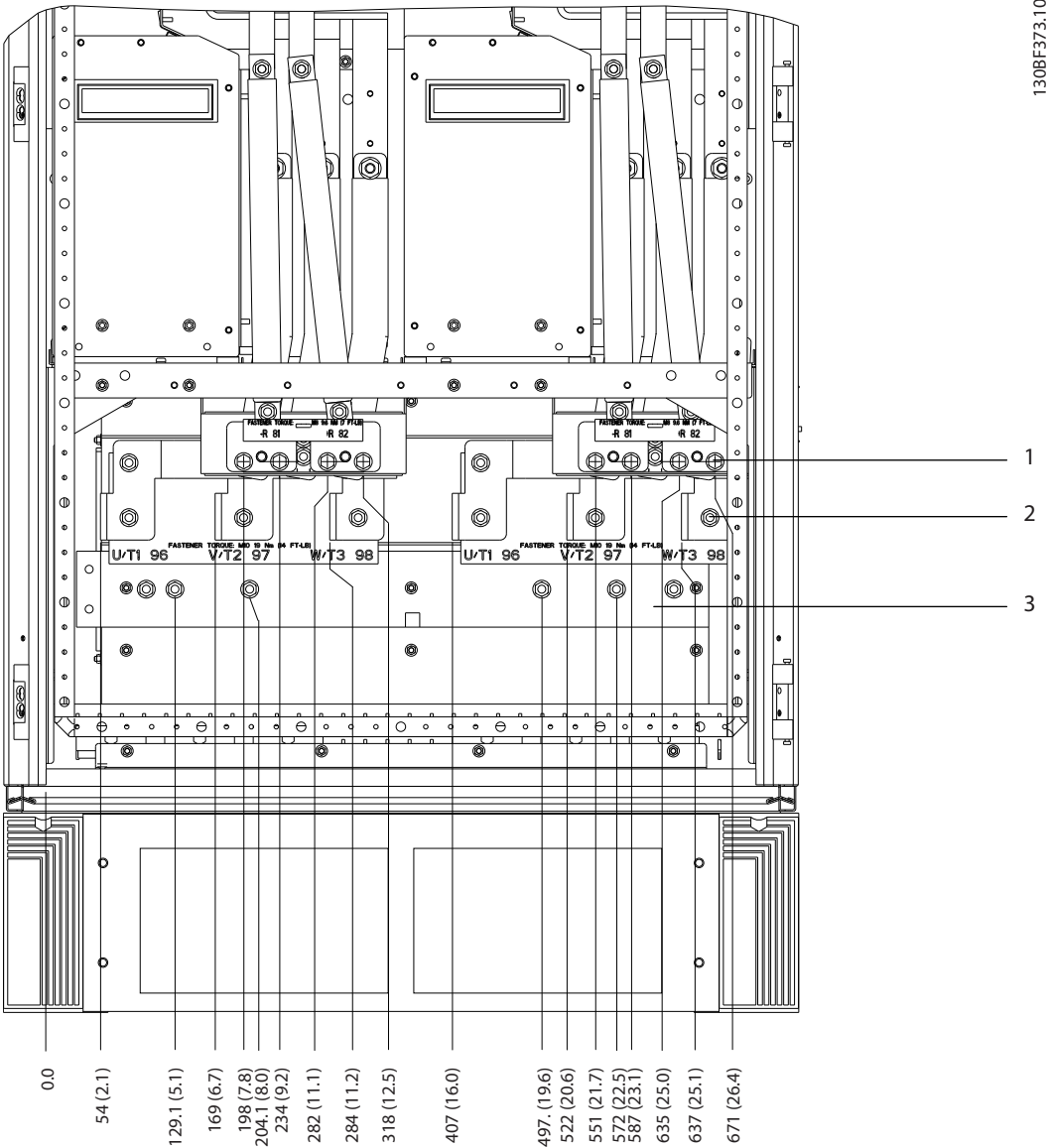
Abbeelding 8.21 Klemafmetingen voor gelijkrichter kast F1-F4, vooraanzicht



1	Netklemmen	3	Loadsharingklemmen (-)
2	Loadsharingklemmen (+)	-	-

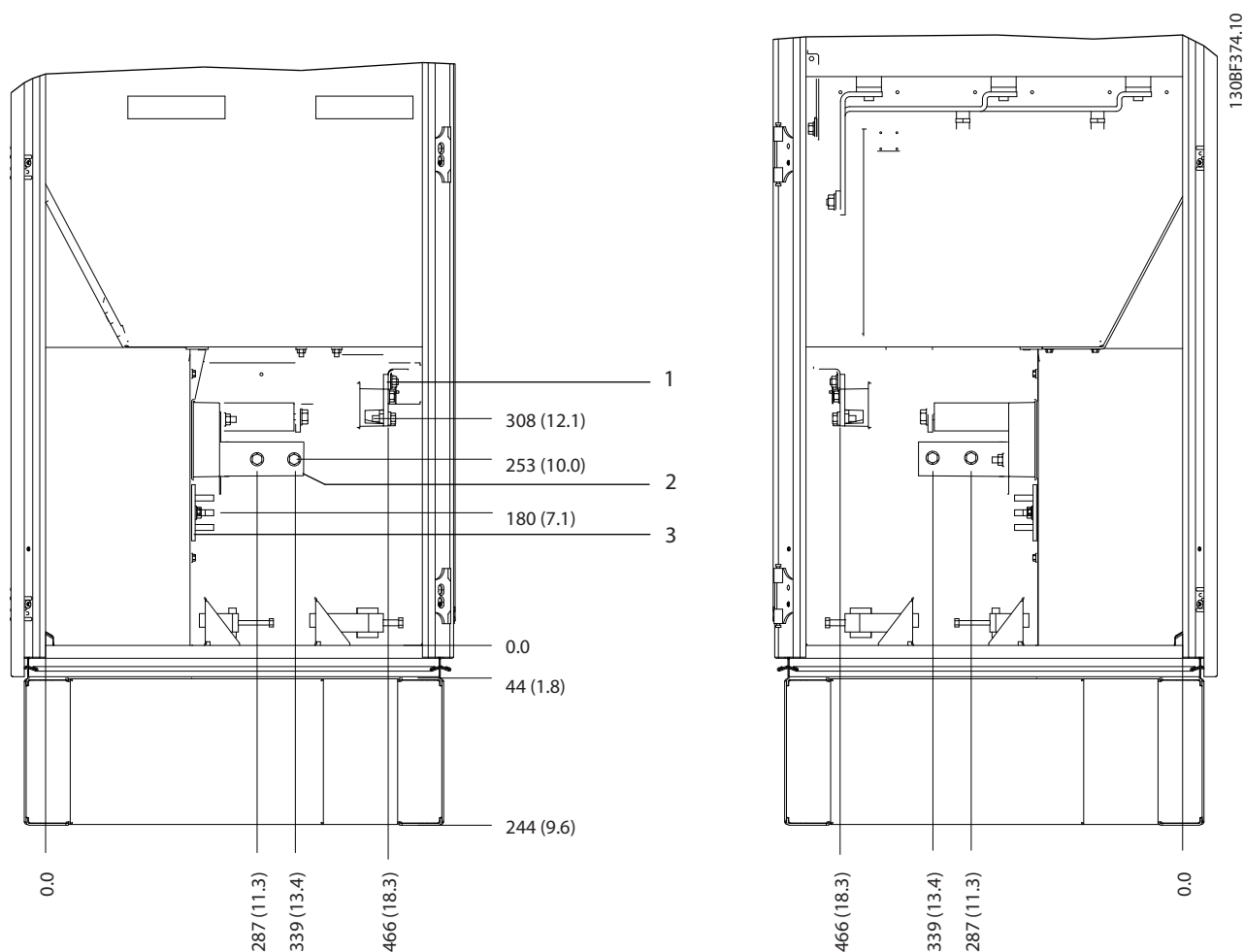
Afbeelding 8.22 Klemafmetingen voor gelijkrichterkast F1-F2, zijaanzicht

8



1	Remklemmen	3	Aardingsstrip
2	Motorklemmen	-	-

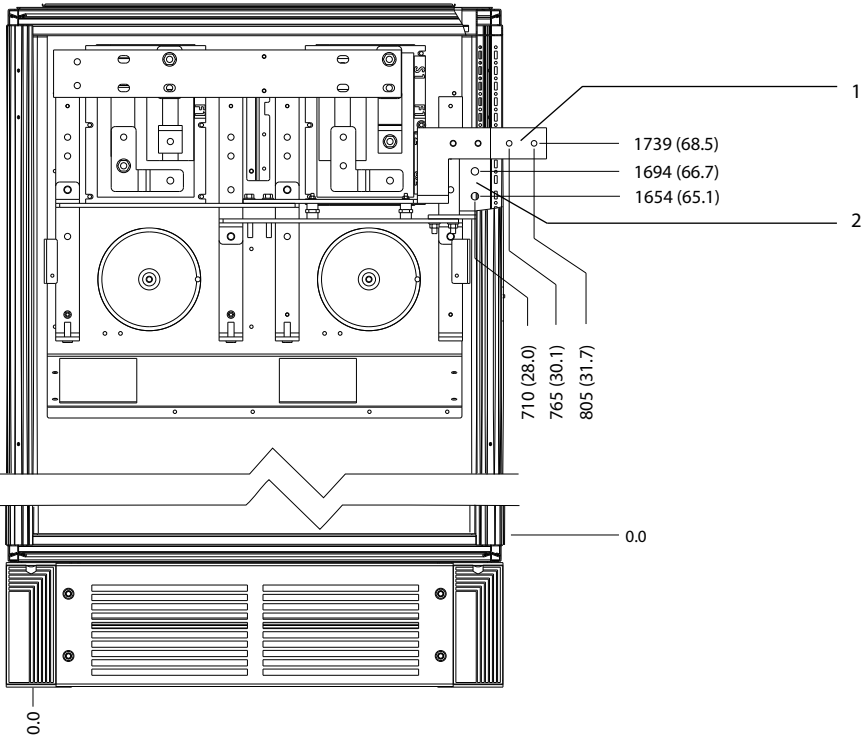
Afbeelding 8.23 Klemafmetingen voor omvormerkast F1/F3, vooraanzicht



8

1	Remklemmen	3	Aardingsstrip
2	Motorklemmen	-	-

Afbeelding 8.24 Klemafmetingen voor omvormerkast F1/F3, zijaanzicht



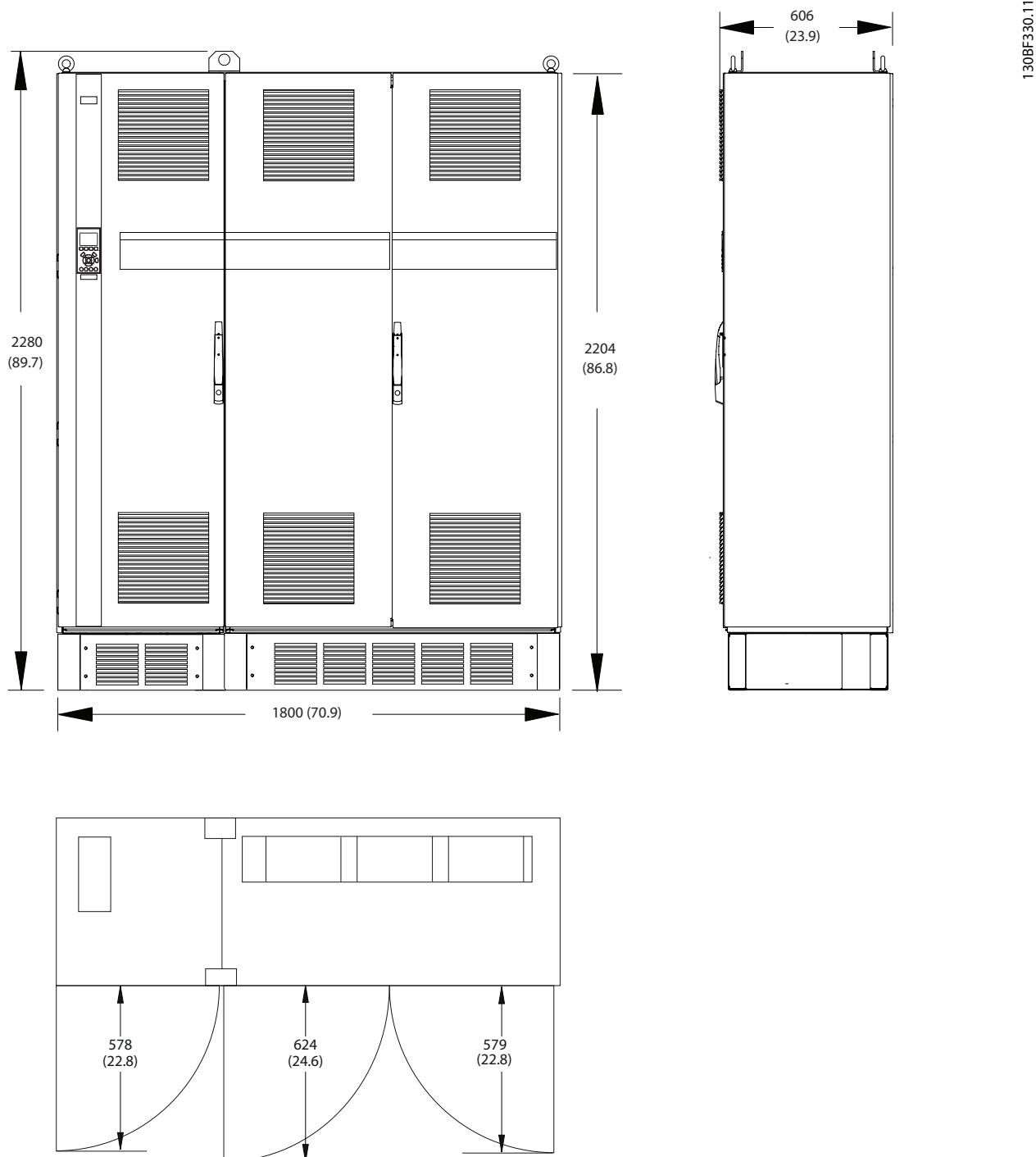
1308F365.10

1	DC -	2	DC +
---	------	---	------

Afbeelding 8.25 Klemafmetingen voor regeneratieklemmen F1/F3, vooraanzicht

8.4 Buitenafmetingen en klemafmetingen F2

8.4.1 Buitenafmetingen F2



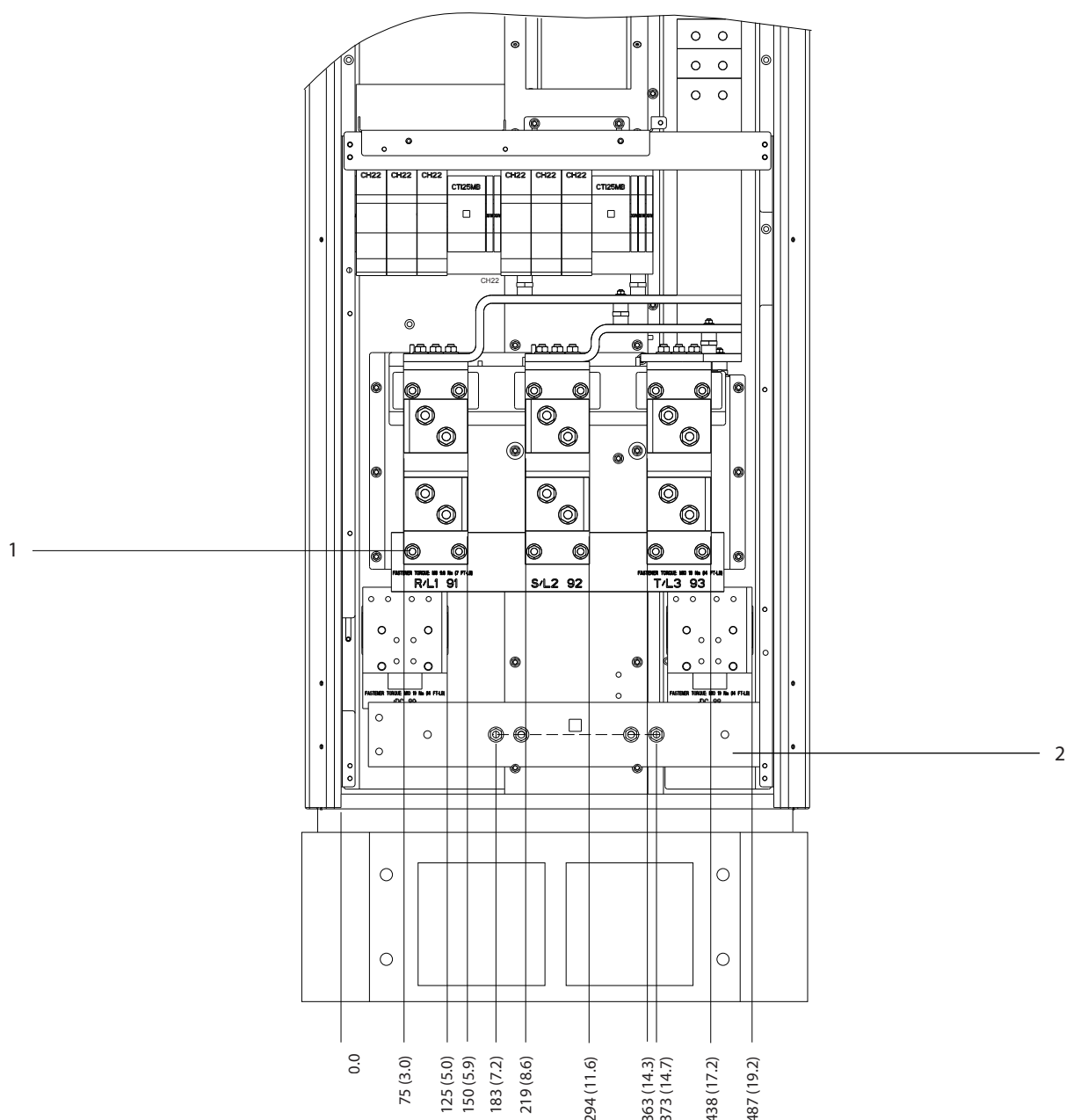
Afbeelding 8.26 Vrije ruimte voorzijde, zijkanten en bij deur voor F2



Afbeelding 8.27 Afmetingen wartelplaat voor F2

8.4.2 Klemafmetingen F2

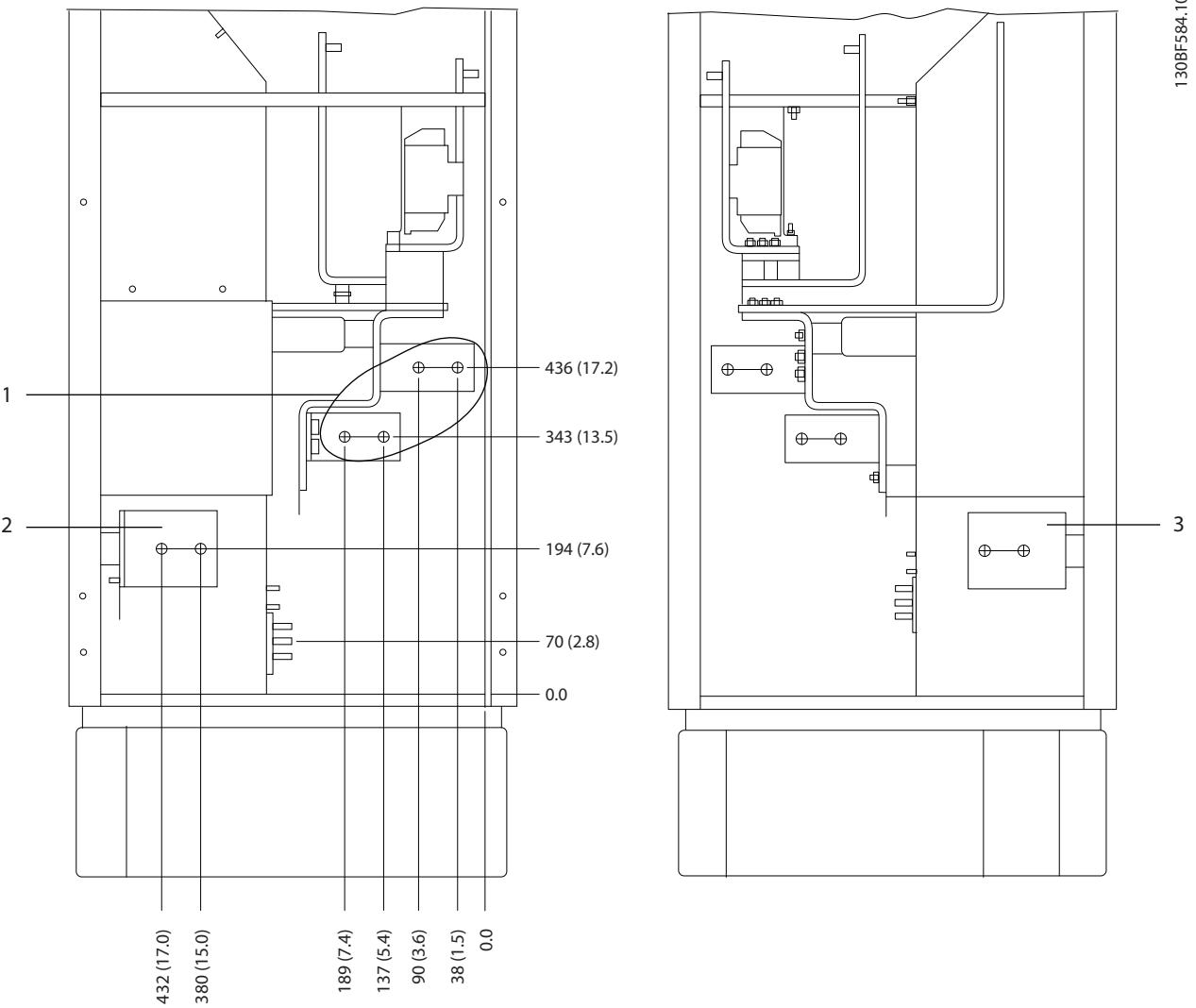
Voedingskabels zijn zwaar en moeilijk te buigen. Bepaal de optimale positie van de frequentieregelaar om eenvoudige installatie van de kabels mogelijk te maken. Elke klem biedt ruimte voor 4 kabels met kabelschoen of voor een standaard klemansluiting. Aarde moet worden aangesloten op het relevante aansluitpunt in de frequentieregelaar.



1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

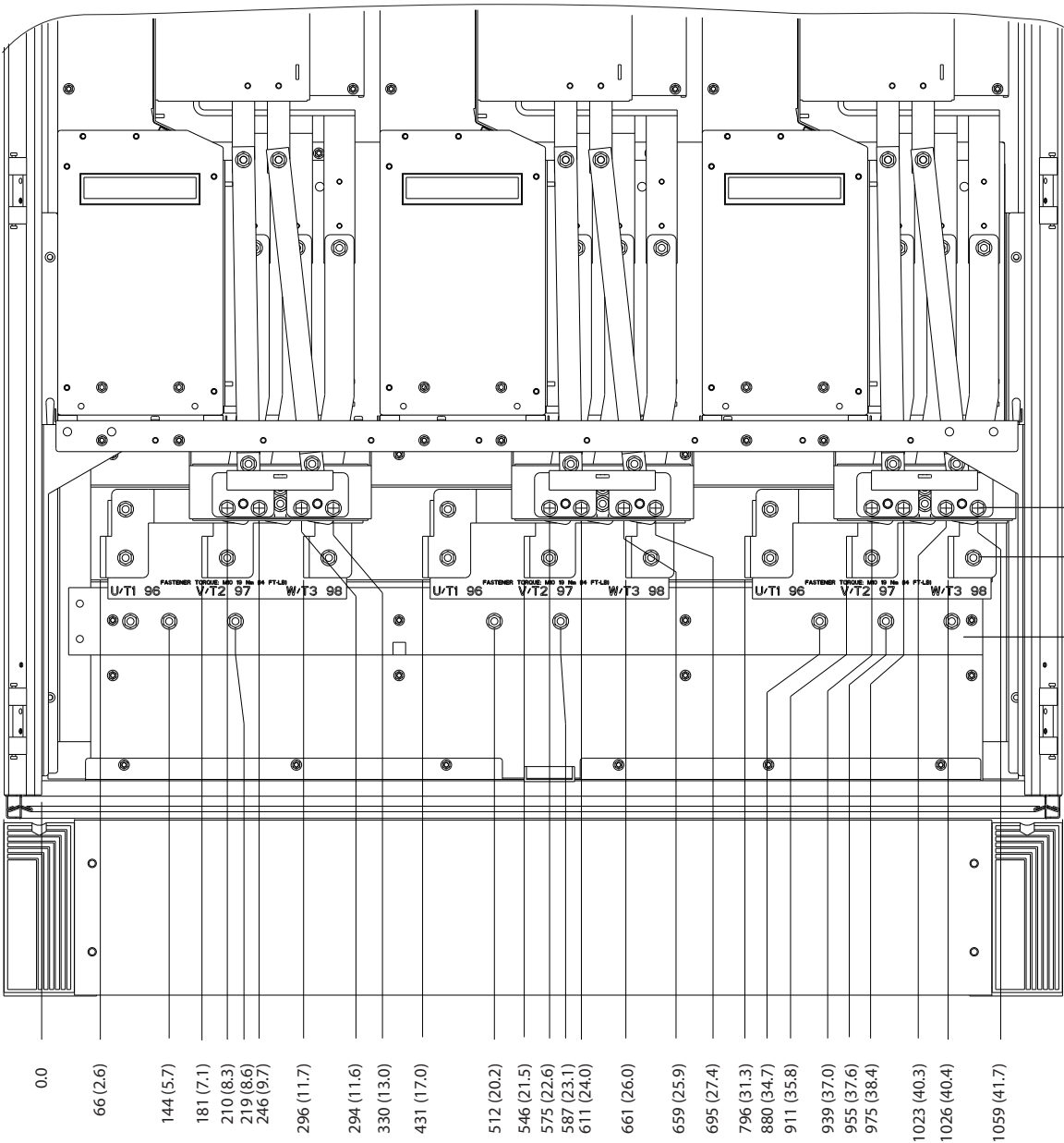
Afbeelding 8.28 Klemafmetingen voor gelijkrichter kast F1-F4, vooraanzicht

8



1	Netklemmen	3	Loadsharingklemmen (-)
2	Loadsharingklemmen (+)	-	-

Afbeelding 8.29 Klemafmetingen voor gelijkrichter kast F1-F2, zijaanzicht



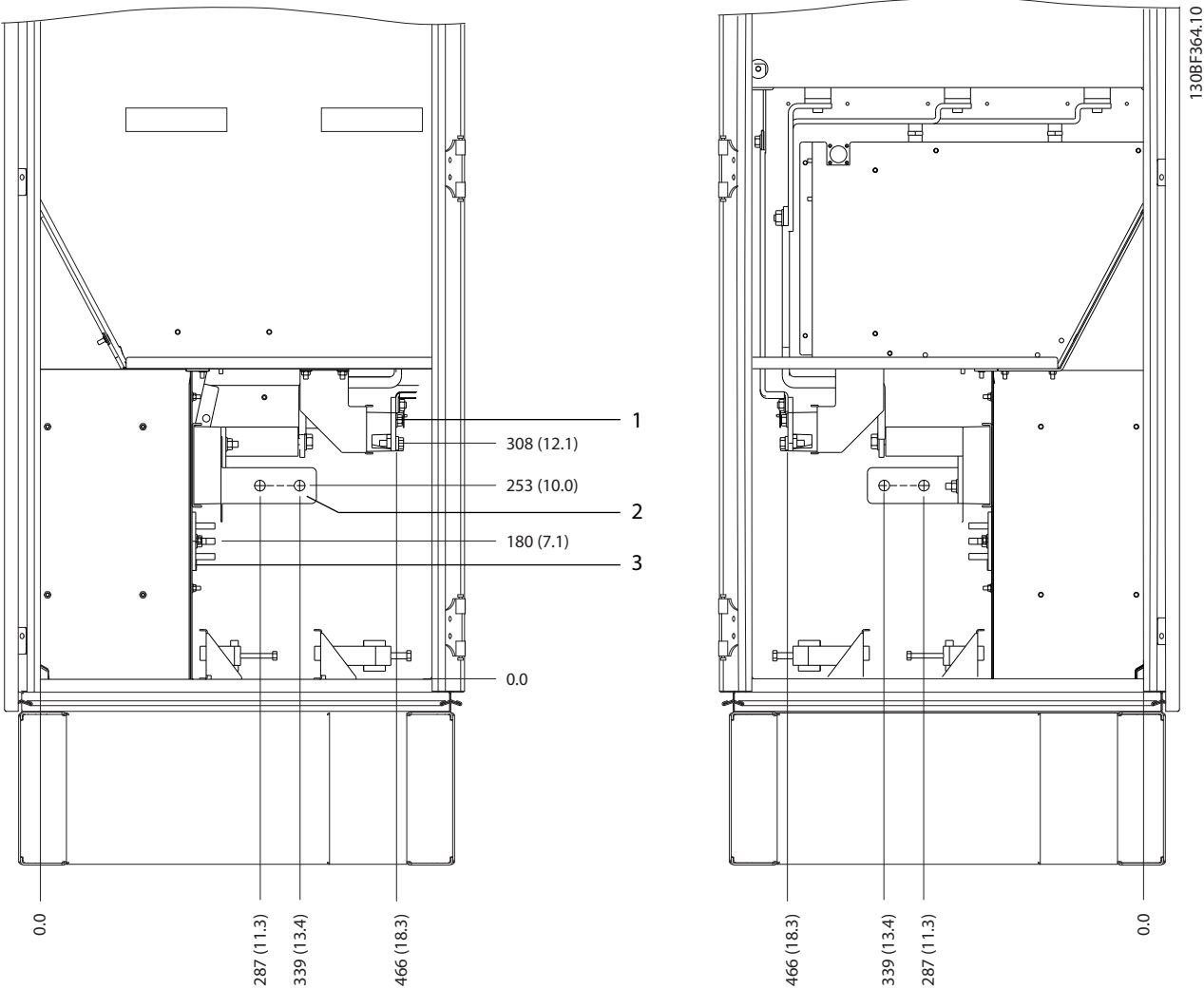
1308F363.10

8

1	Remklemmen	3	Aardingsstrip
2	Motorklemmen	-	-

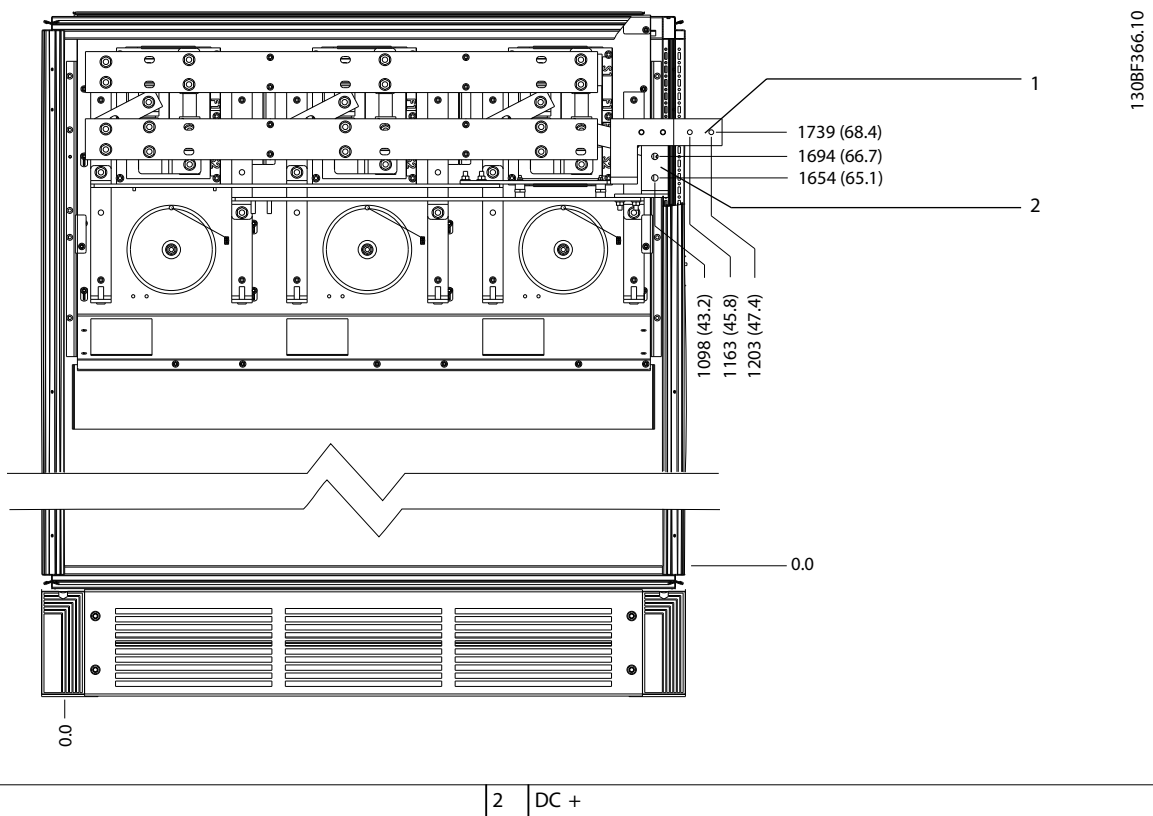
Afbeelding 8.30 Klemafmetingen voor omvormerkast F2/F4, vooraanzicht

8



1	Remklemmen	3	Aardingsstrip
2	Motorklemmen	-	-

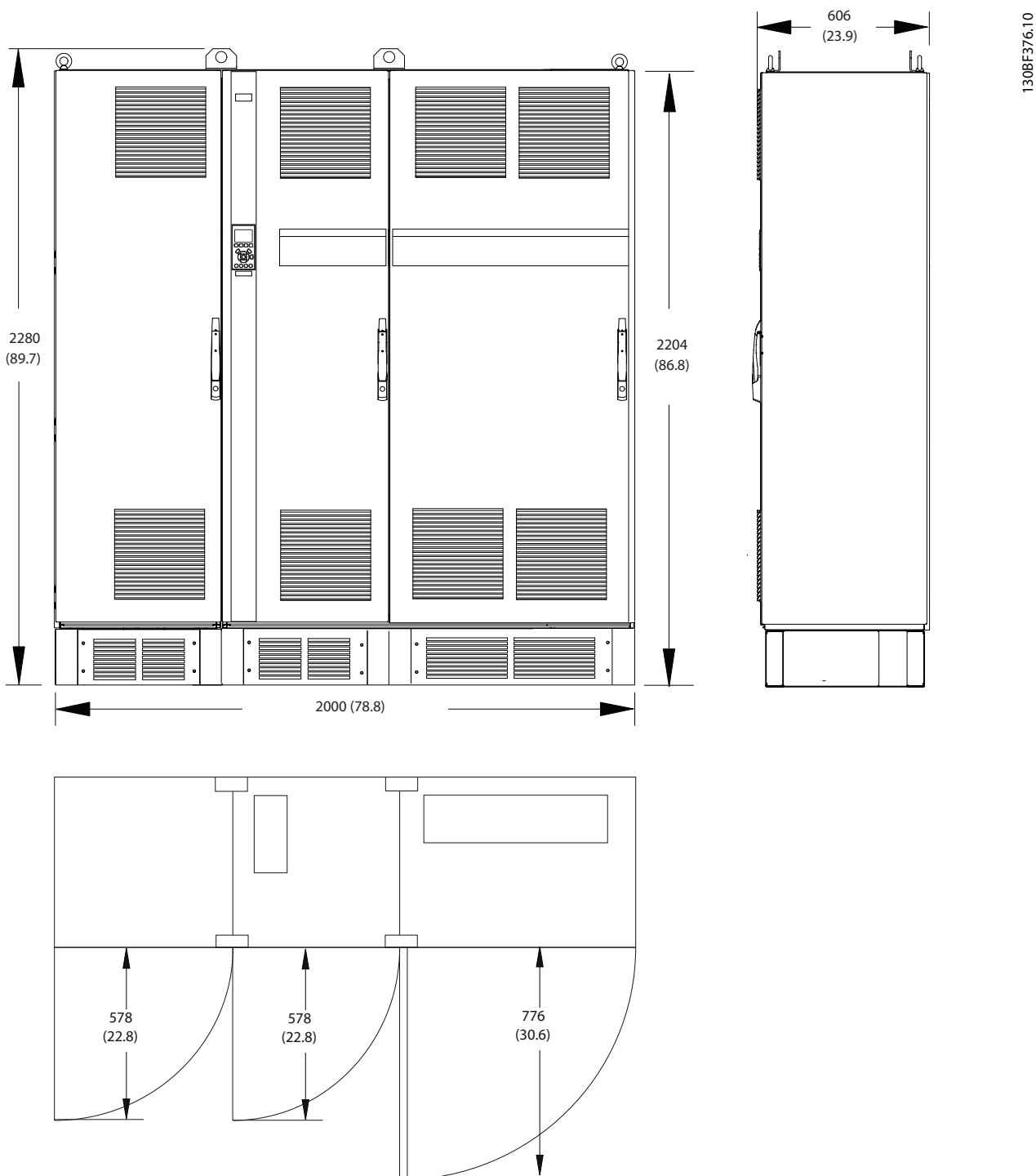
Afbeelding 8.31 Klemafmetingen voor omvormerkast F2/F4, zijaanzicht



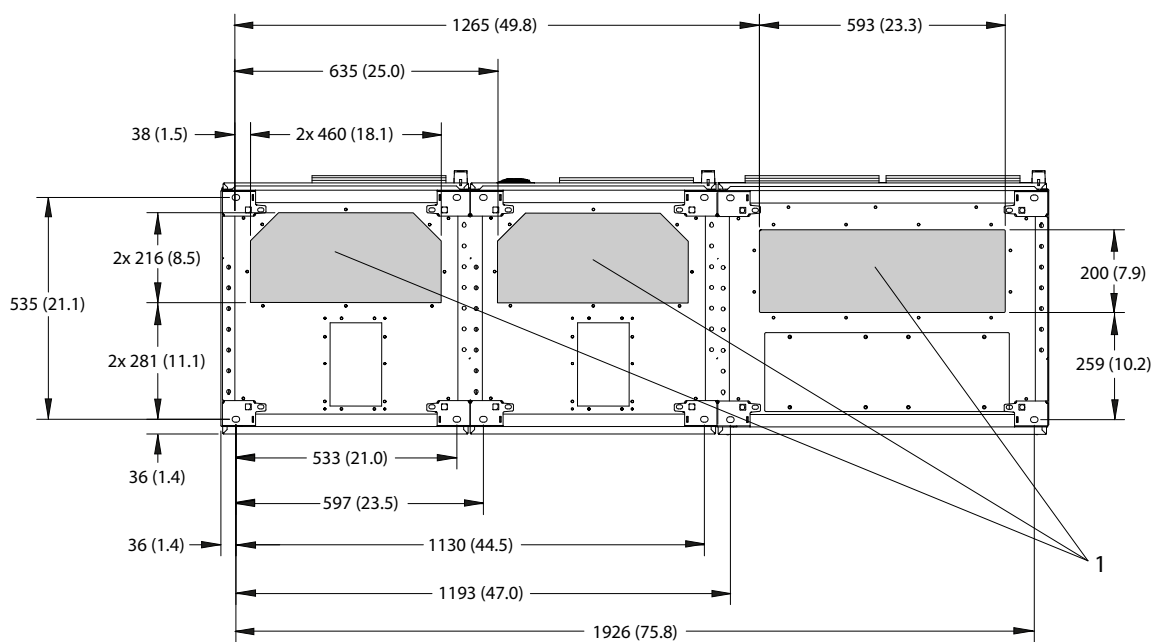
Afbeelding 8.32 Klemafmetingen voor regeneratieklemmen F2/F4, vooraanzicht

8.5 Buitenafmetingen en klemafmetingen F3

8.5.1 Buitenafmetingen F3



Afbeelding 8.33 Vrije ruimte voorzijde, zijkanten en bij deur voor F3



130BF614.10

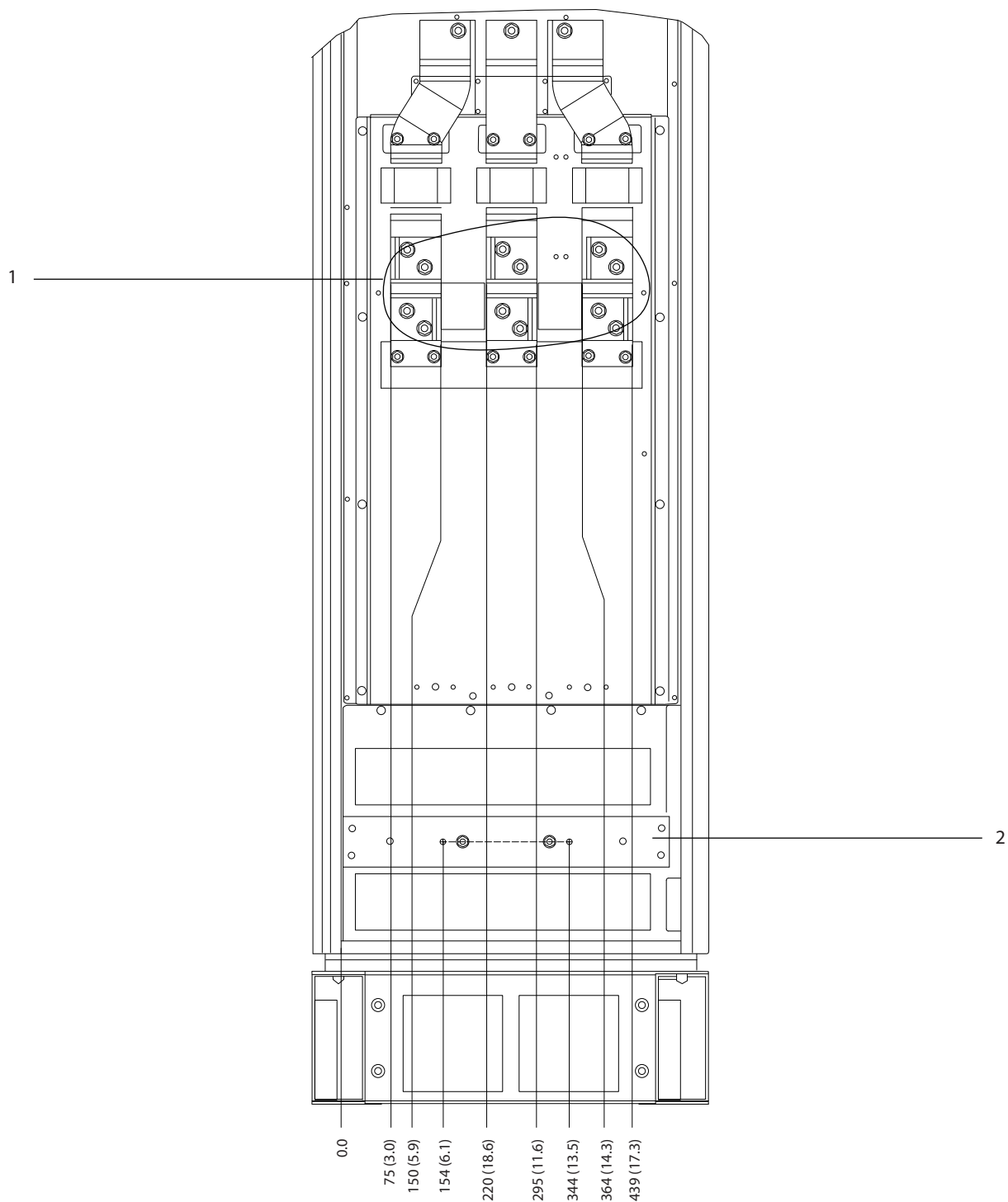
1	Netzijde	2	Motorzijde
---	----------	---	------------

8

Afbeelding 8.34 Afmetingen wartelplaat voor F3

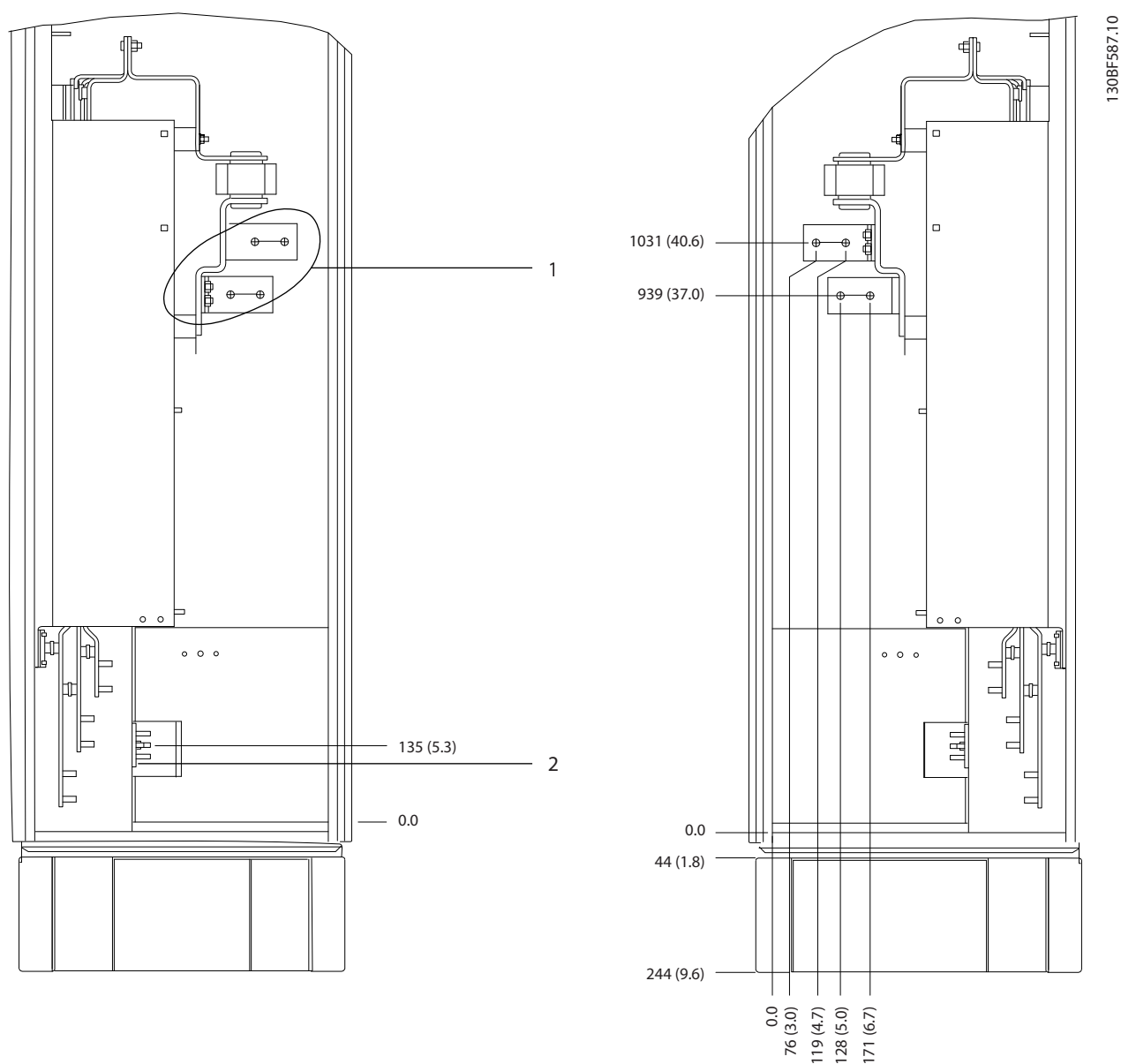
8.5.2 Klemafmetingen F3

Voedingskabels zijn zwaar en moeilijk te buigen. Bepaal de optimale positie van de frequentieregelaar om eenvoudige installatie van de kabels mogelijk te maken. Elke klem biedt ruimte voor 4 kabels met kabelschoen of voor een standaard klemansluiting. Aarde moet worden aangesloten op het relevante aansluitpunt in de frequentieregelaar.



1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

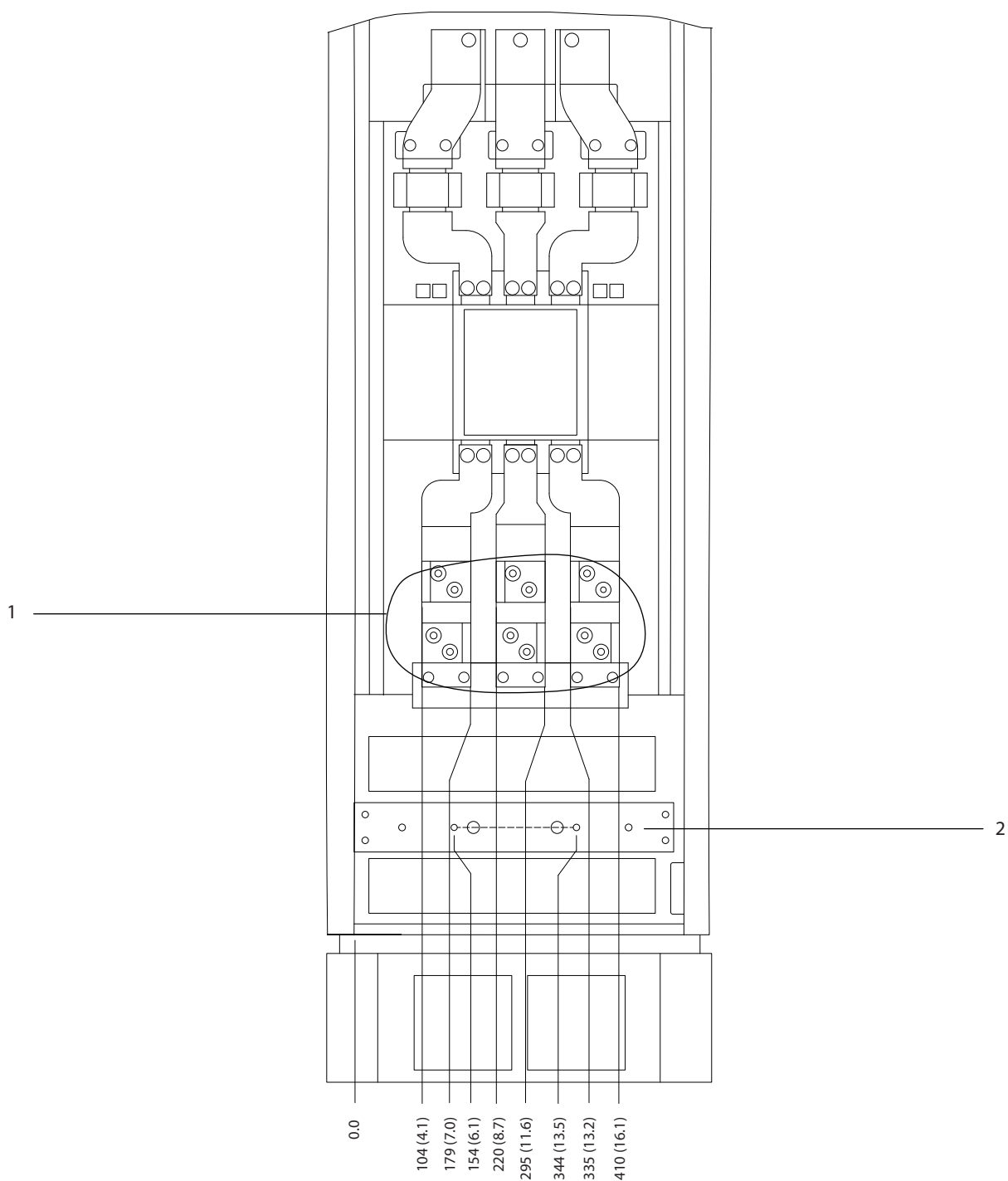
Afbeelding 8.35 Klemafmetingen voor optiekast F3-F4, vooraanzicht



1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

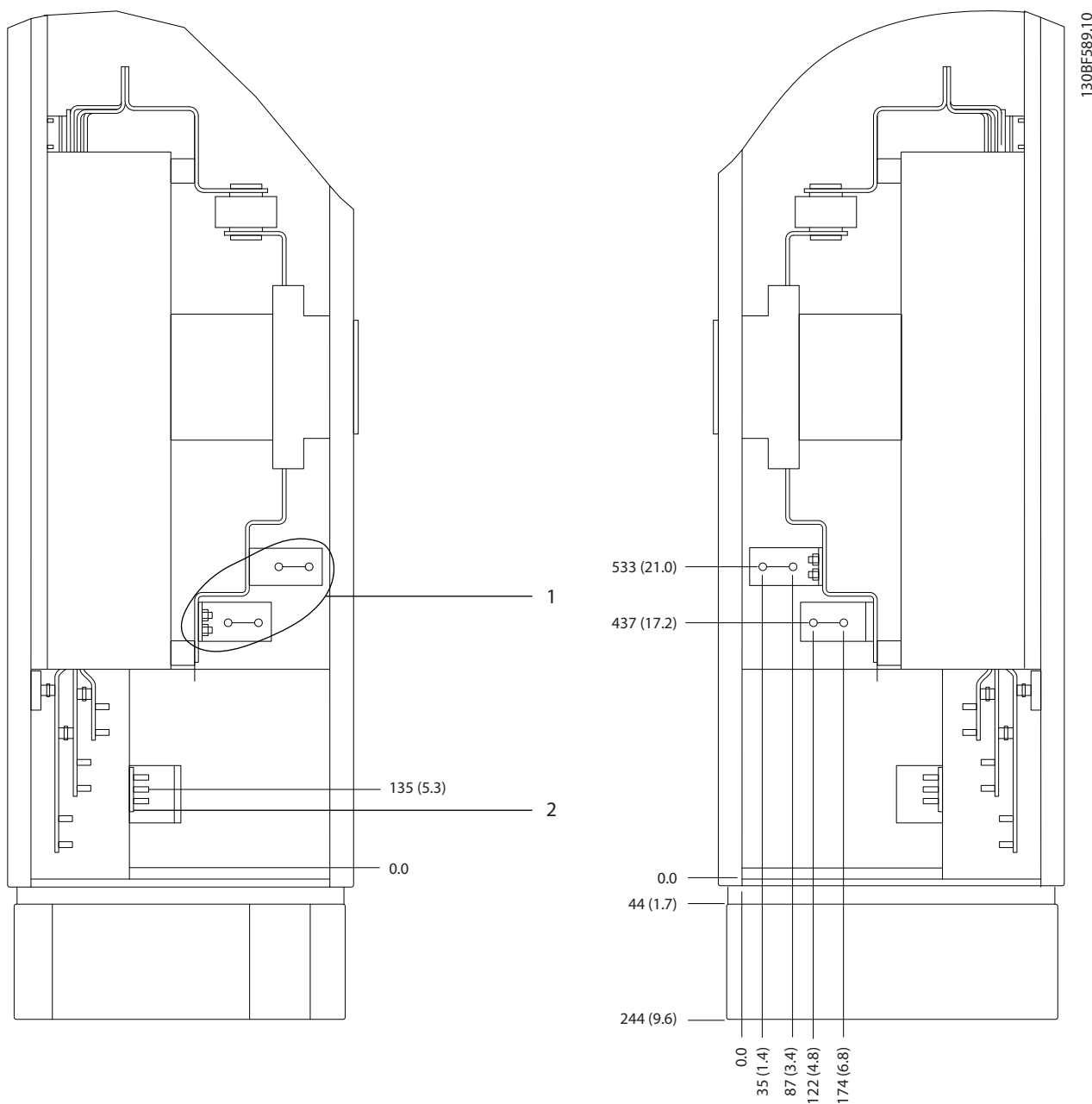
Afbeelding 8.36 Klemafmetingen voor optiekast F3-F4, zijaanzicht

8



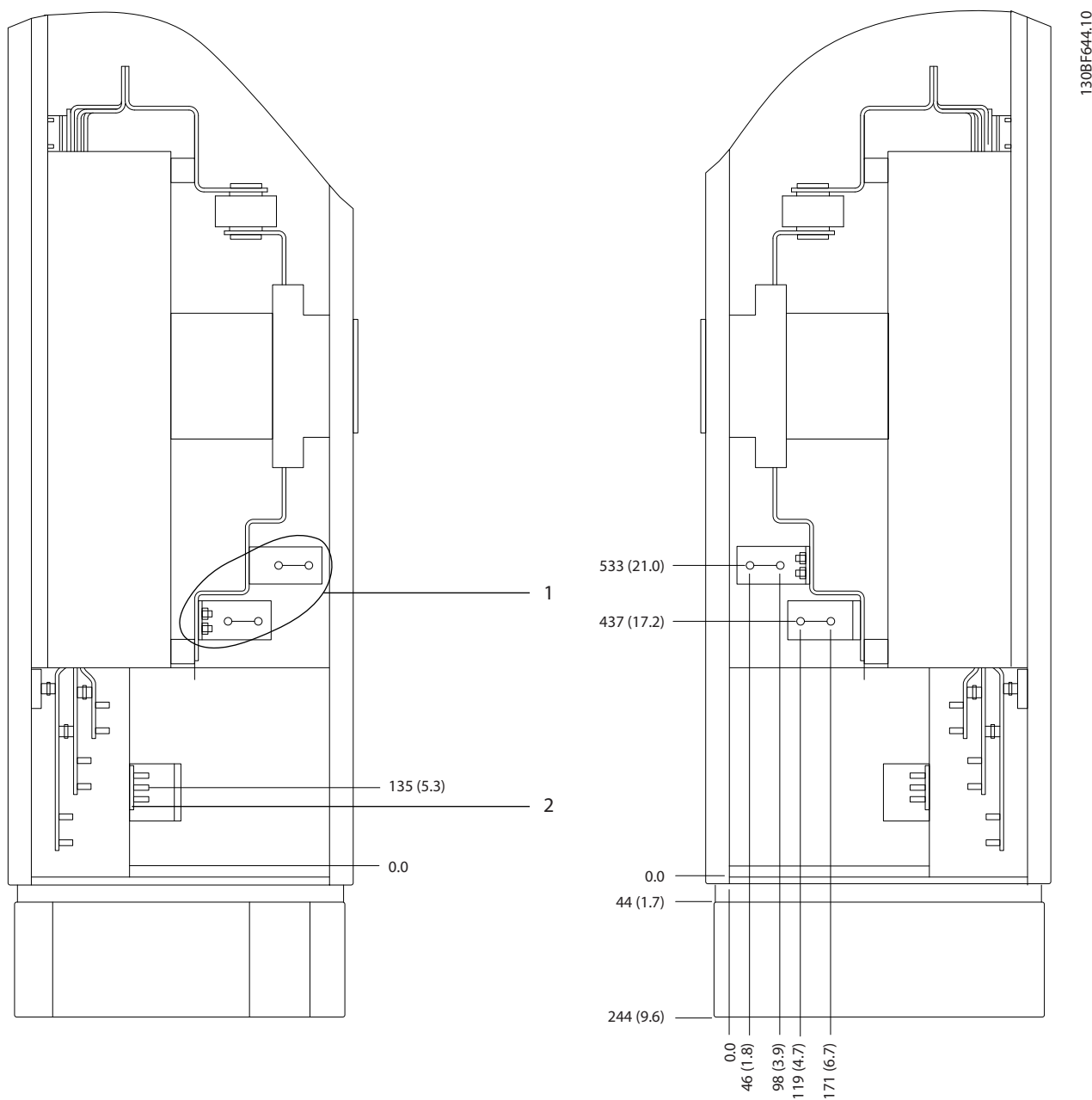
1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

Afbeelding 8.37 Klemafmetingen voor F3-F4-optiekast met circuitbreaker/schakelaar met gegoten behuizing, vooraanzicht



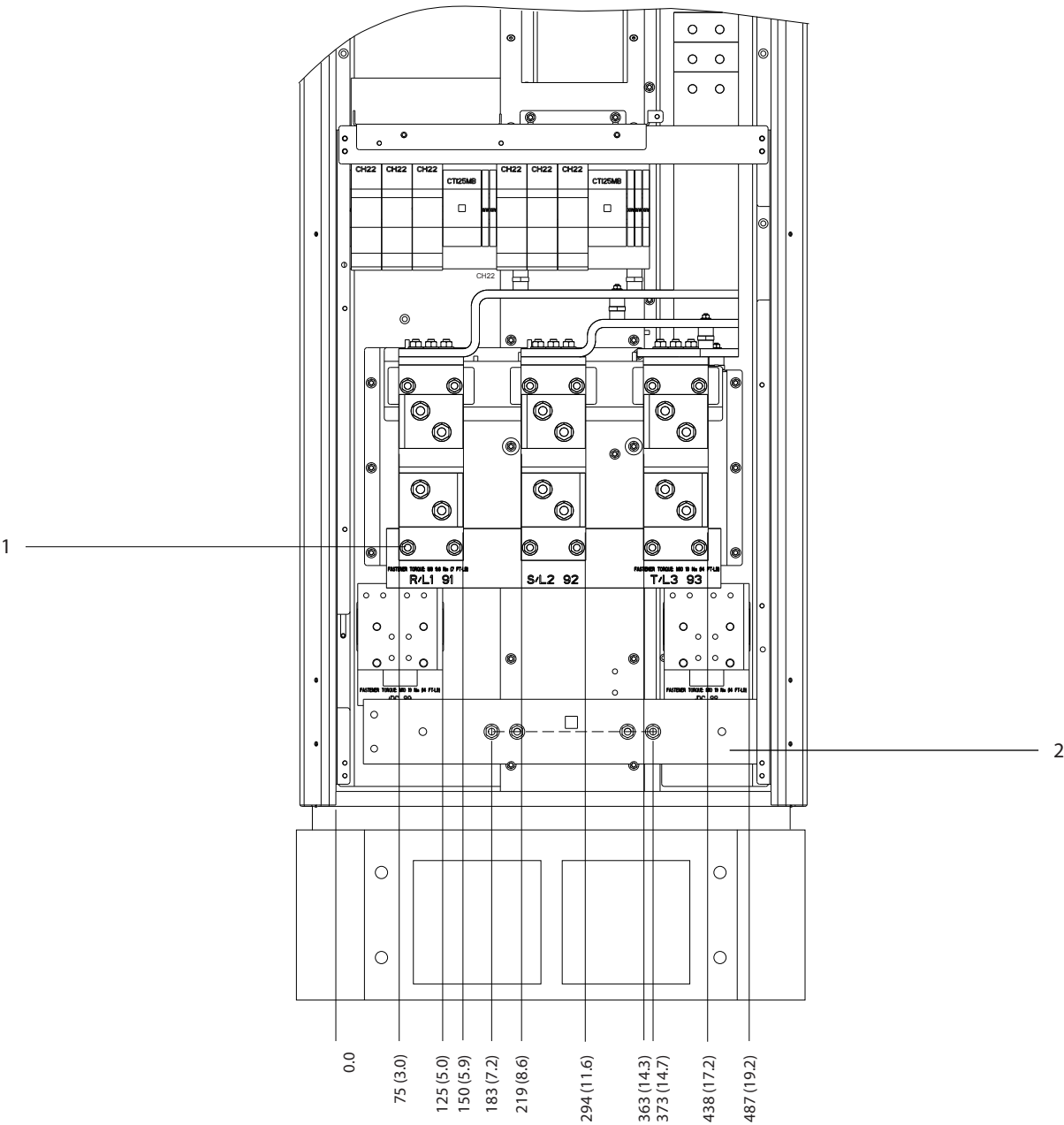
1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

Afbeelding 8.38 Klemafmetingen voor F3-F4-optiekast met circuitbreaker/schakelaar met gegoten behuizing (380-480/500 V-modellen: P450; 525-690 V-modellen: P630-P710), zijaanzicht



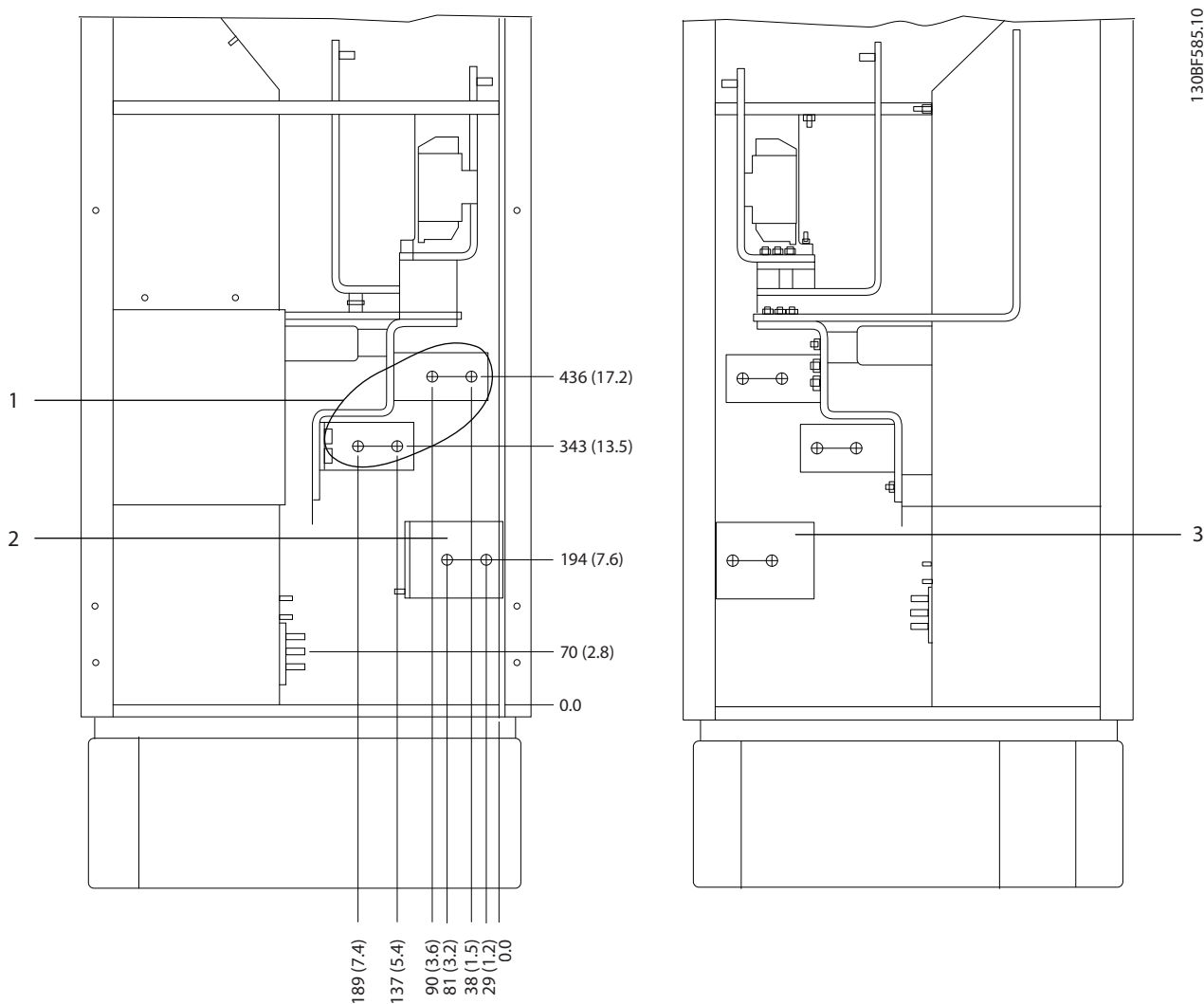
1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

Afbeelding 8.39 Klemafmetingen voor F3-F4-optiekast met circuitbreaker/schakelaar met gegoten behuizing (380-480/500 V-modellen: P500-P630; 525-690 V-modellen: P800), zijaanzicht



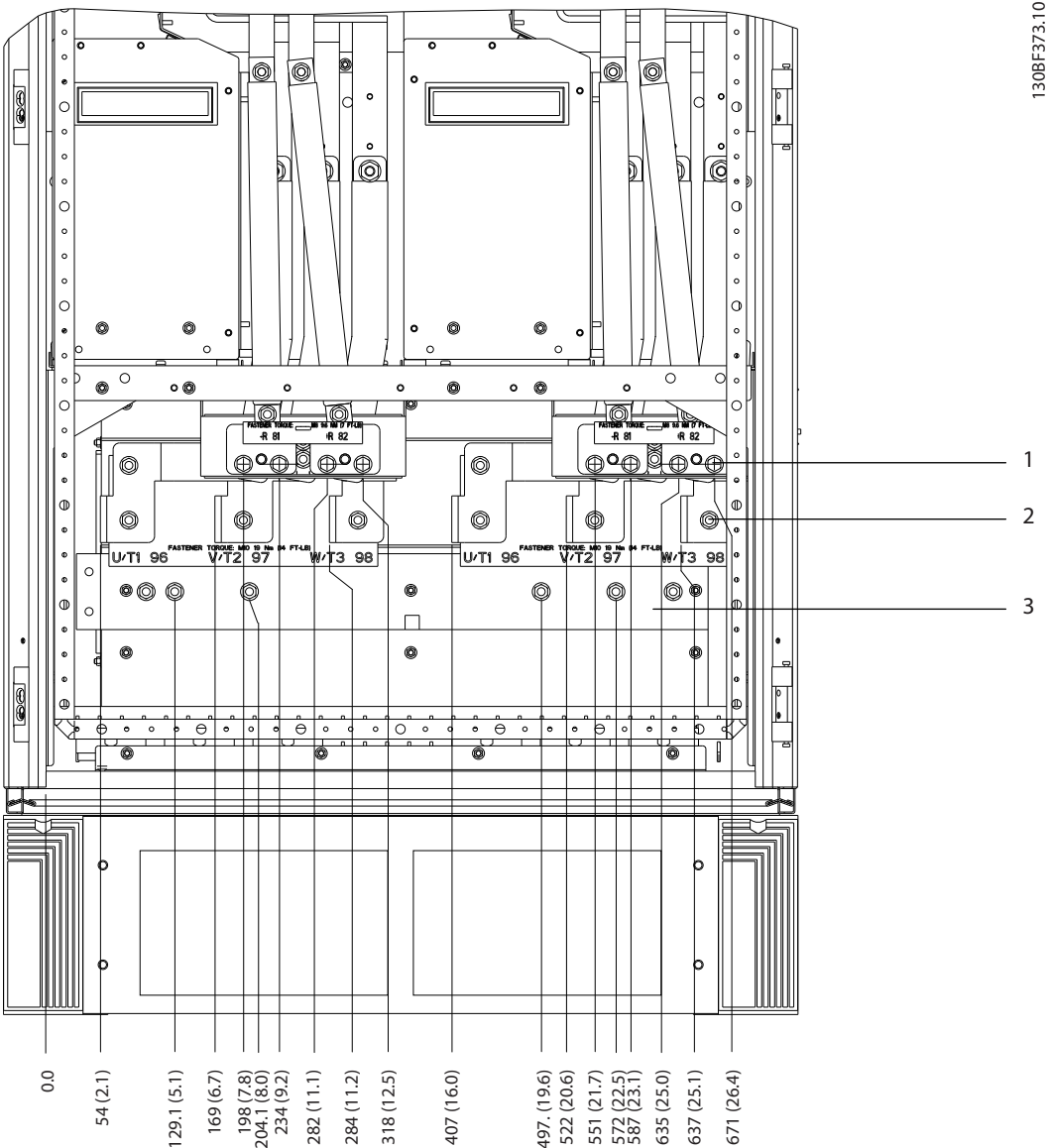
1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

Afbeelding 8.40 Klemafmetingen voor gelijkrichterkast F1-F4, vooraanzicht



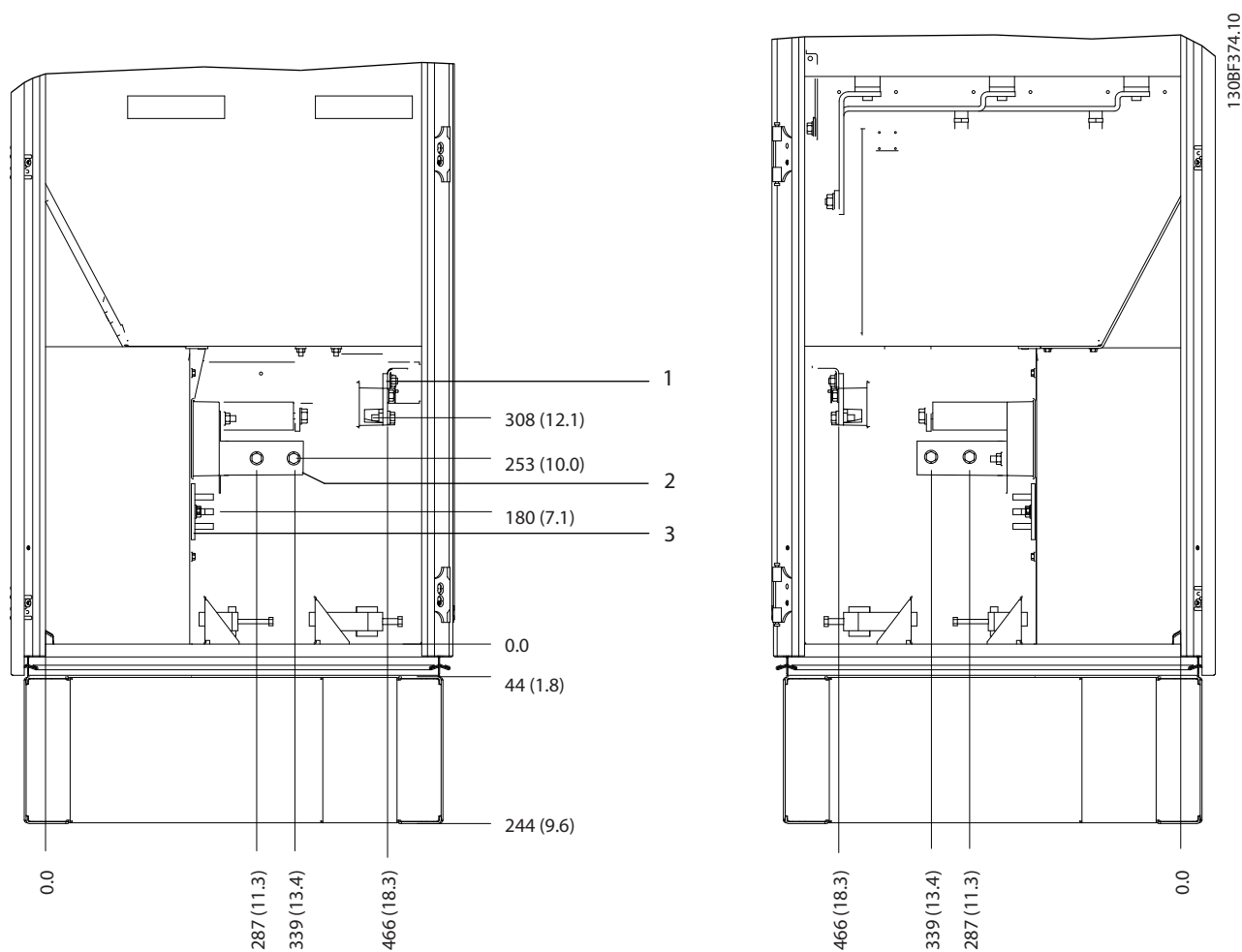
1	Netklemmen	3	Loadsharingklemmen (-)
2	Loadsharingklemmen (+)	-	-

Afbeelding 8.41 Klemafmetingen voor gelijkrichter kast F3-F4, zijaanzicht



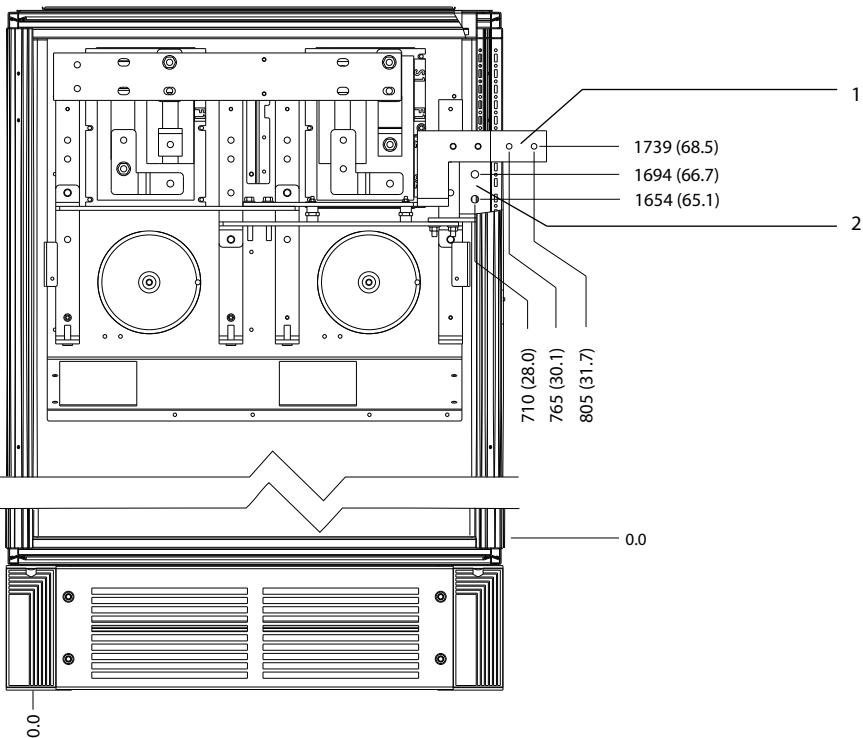
1	Remklemmen	3	Aardingsstrip
2	Motorklemmen	-	-

Afbeelding 8.42 Klemafmetingen voor omvormerkast F1/F3, vooraanzicht



1	Remklemmen	3	Aardingsstrip
2	Motorklemmen	-	-

Afbeelding 8.43 Klemafmetingen voor omvormerkast F1/F3, zijaanzicht



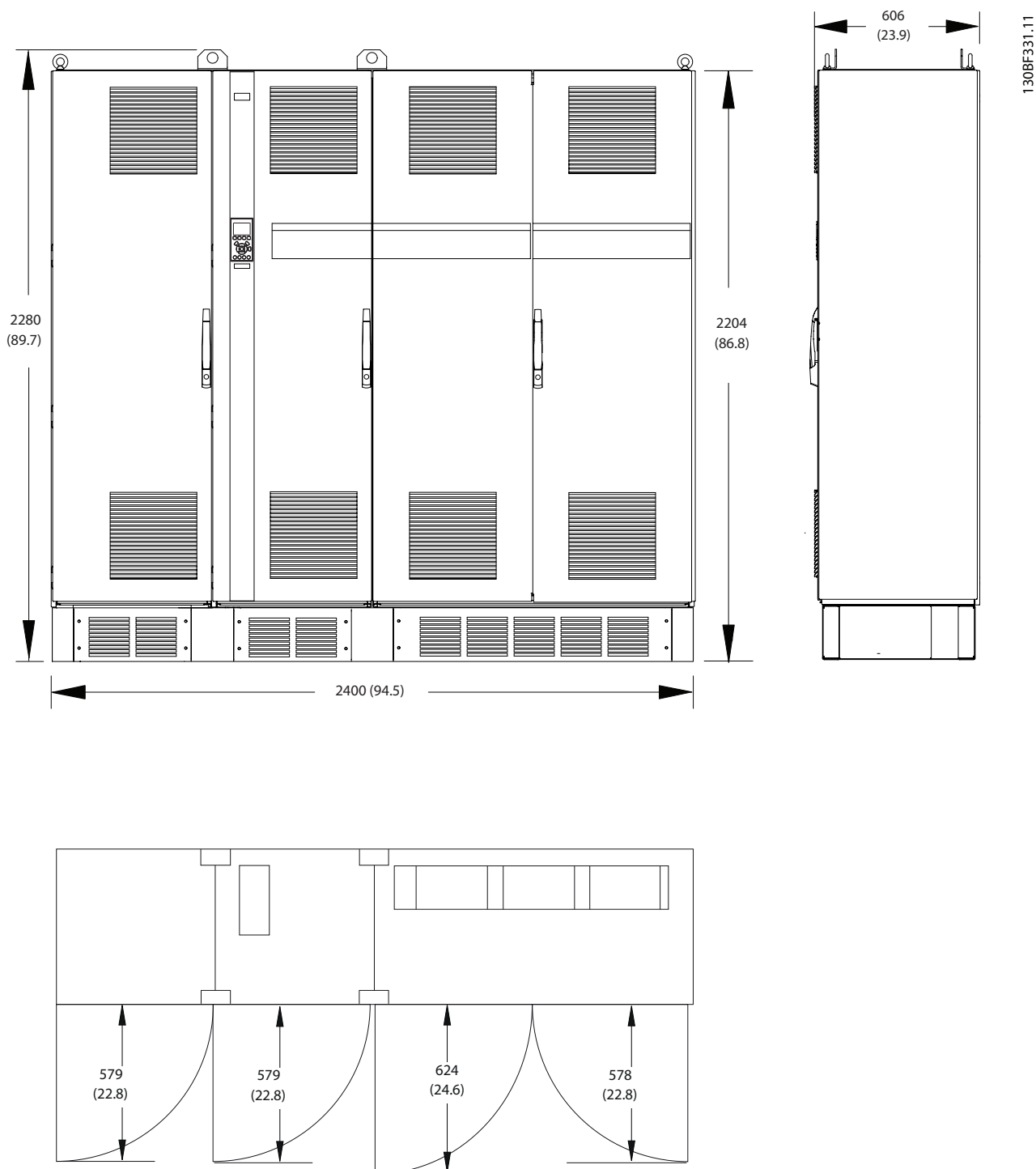
1308F365.10

1	DC -	2	DC +
---	------	---	------

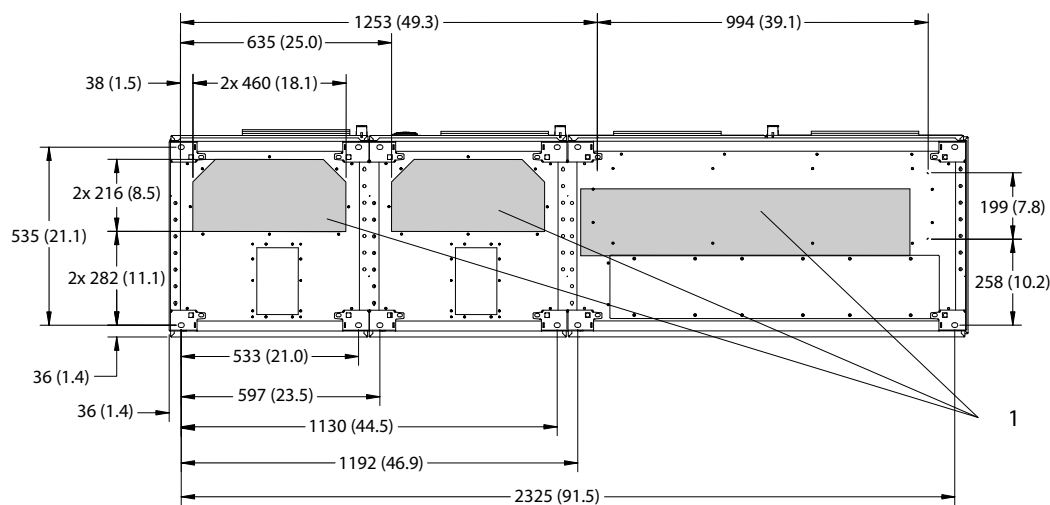
Afbeelding 8.44 Klemafmetingen voor regeneratieklemmen F1/F3, vooraanzicht

8.6 Buitenafmetingen en klemafmetingen F4

8.6.1 Buitenafmetingen F4



Afbeelding 8.45 Vrije ruimte voorzijde, zijkanten en bij deur voor F4



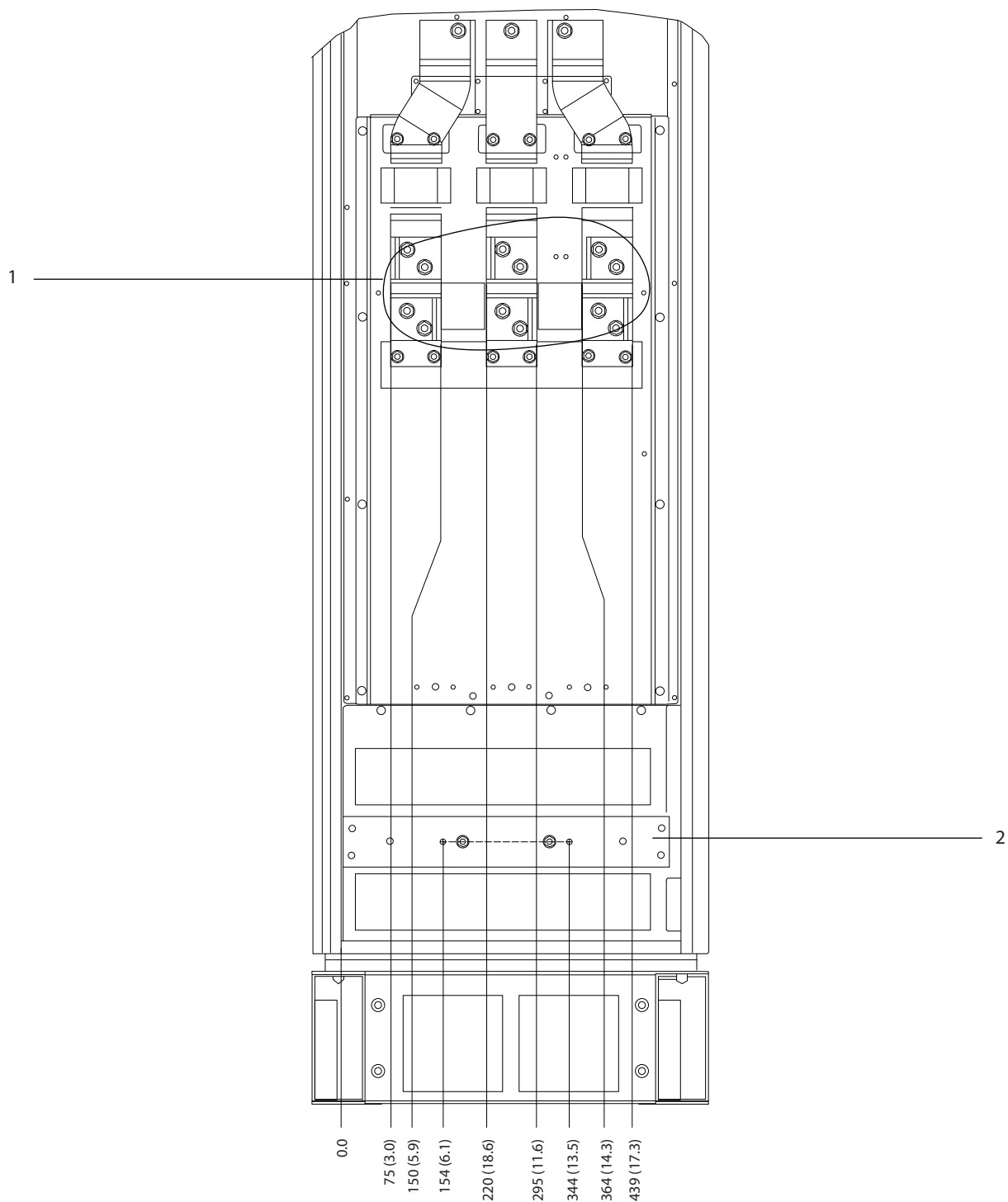
130BF615.10

1	Netzijde	2	Motorzijde
---	----------	---	------------

Afbeelding 8.46 Afmetingen wartelplaat voor F4

8.6.2 Klemafmetingen F4

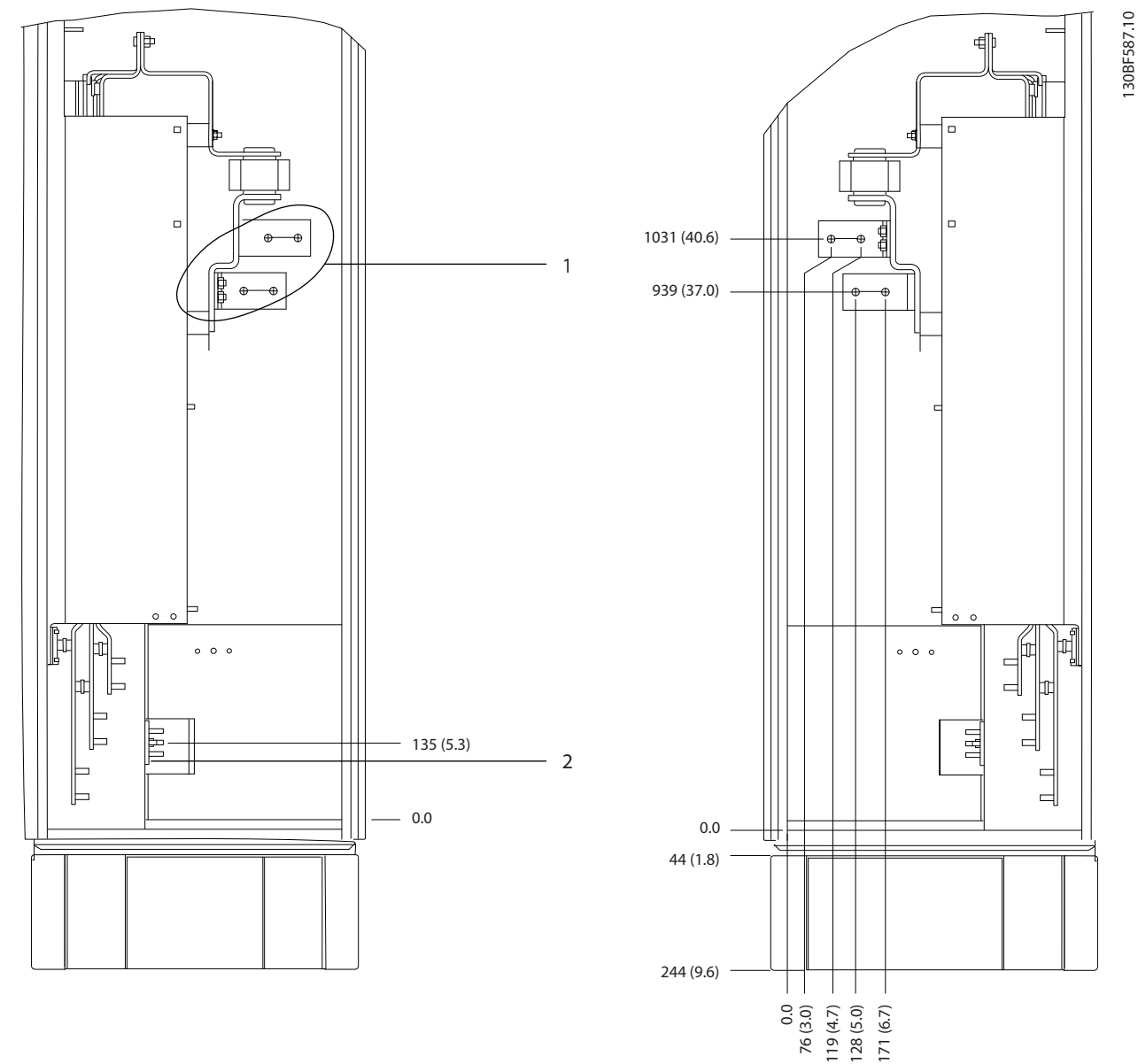
Voedingskabels zijn zwaar en moeilijk te buigen. Bepaal de optimale positie van de frequentieregelaar om eenvoudige installatie van de kabels mogelijk te maken. Elke klem biedt ruimte voor 4 kabels met kabelschoen of voor een standaard klemansluiting. Aarde moet worden aangesloten op het relevante aansluitpunt in de frequentieregelaar.



1308F586.10

1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

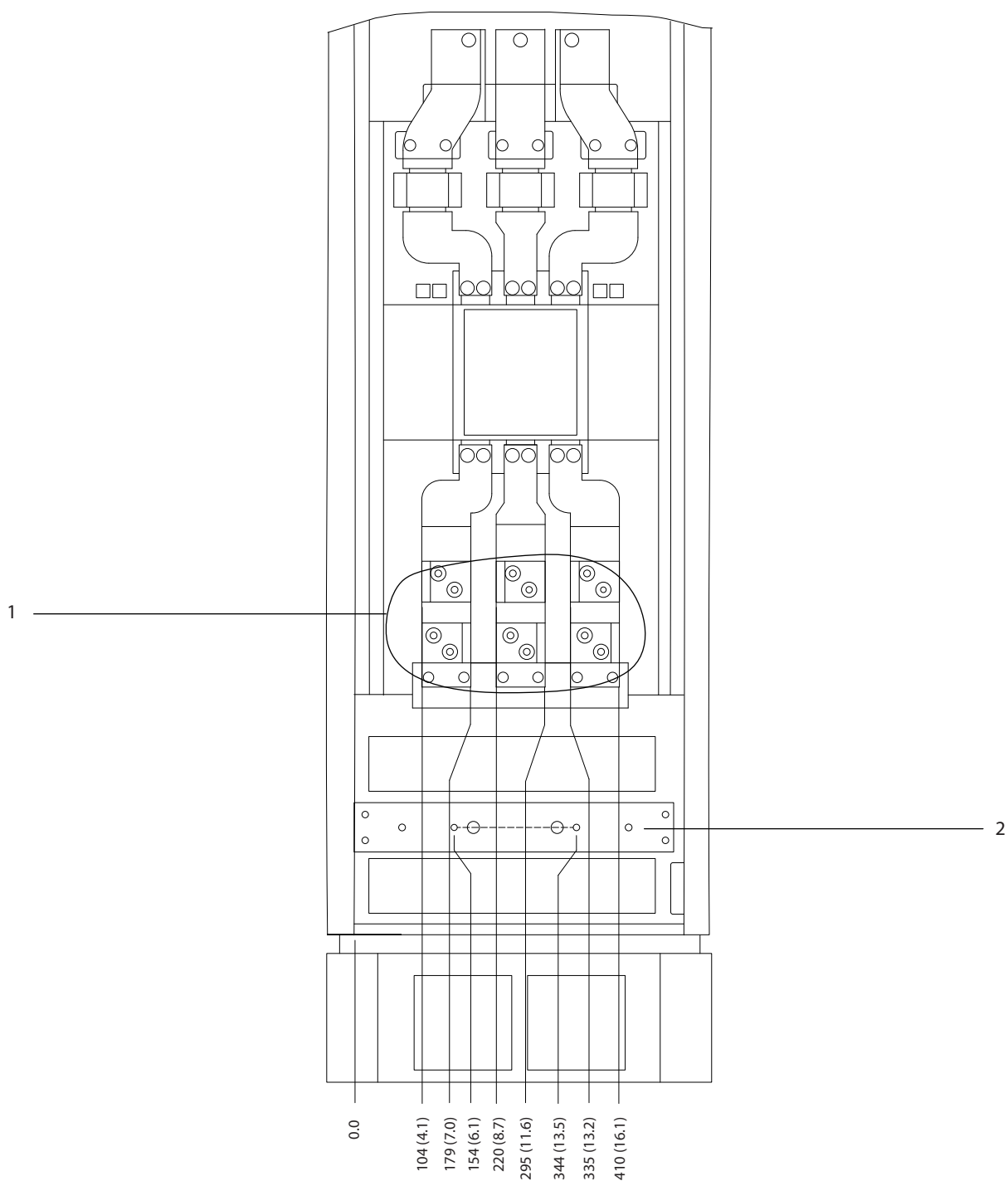
Afbeelding 8.47 Klemafmetingen voor optiekast F3-F4, vooraanzicht



1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

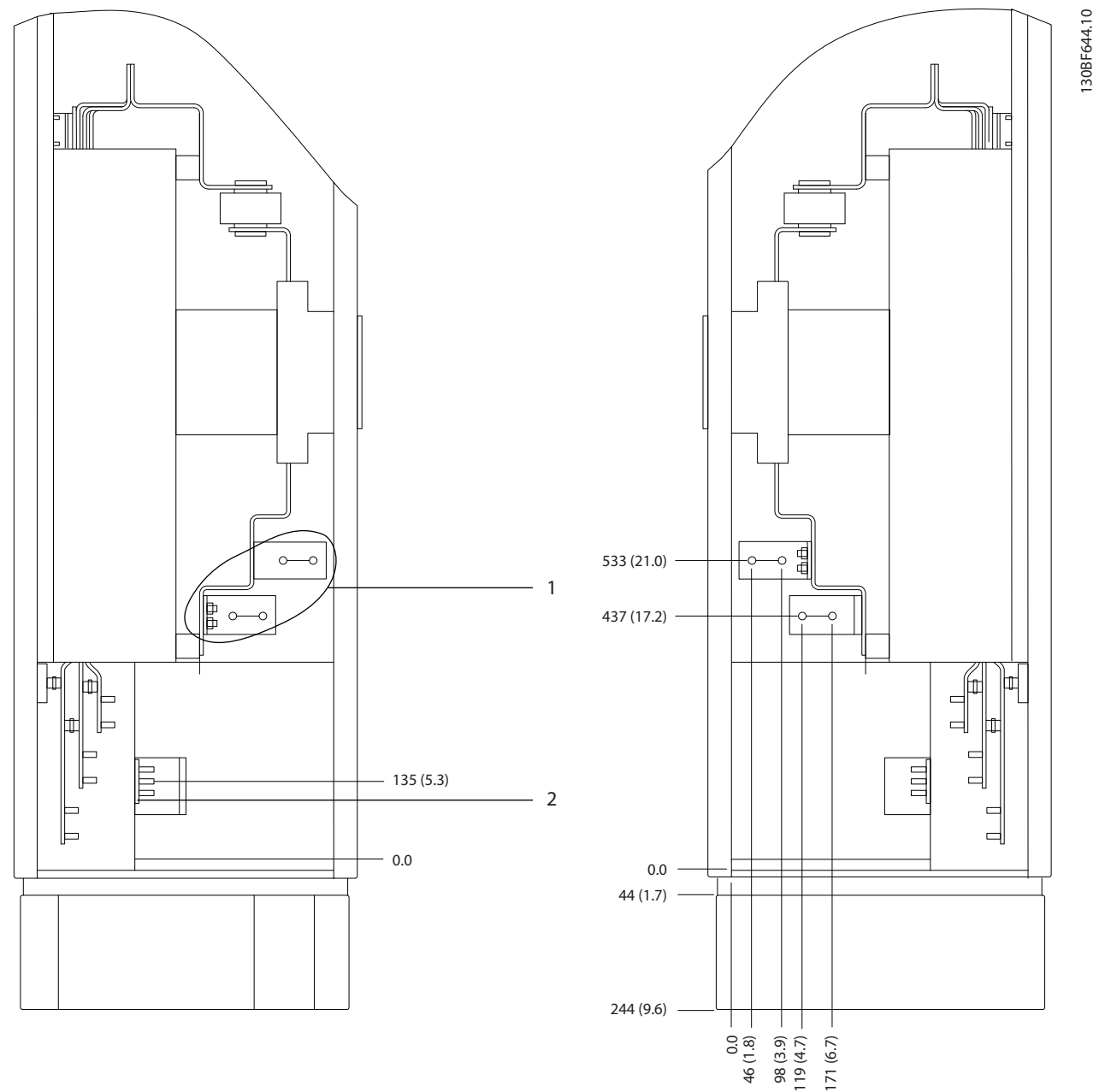
Afbeelding 8.48 Klemafmetingen voor optiekast F3-F4, zijaanzicht

8



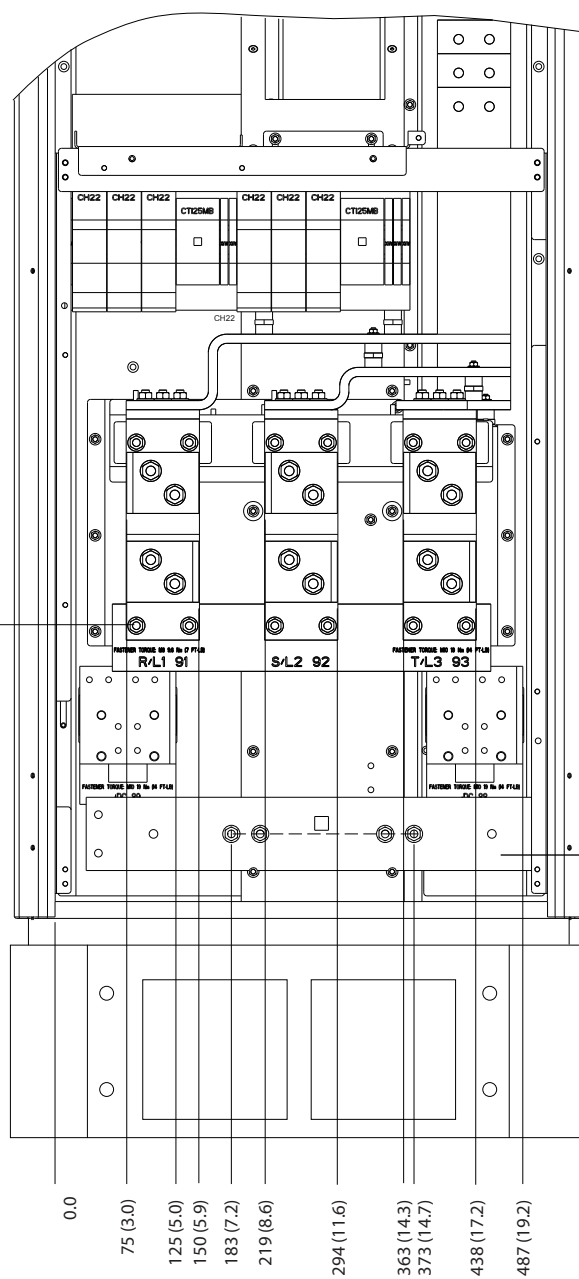
1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

Afbeelding 8.49 Klemafmetingen voor F3-F4-optiekast met circuitbreaker/schakelaar met gegoten behuizing, vooraanzicht



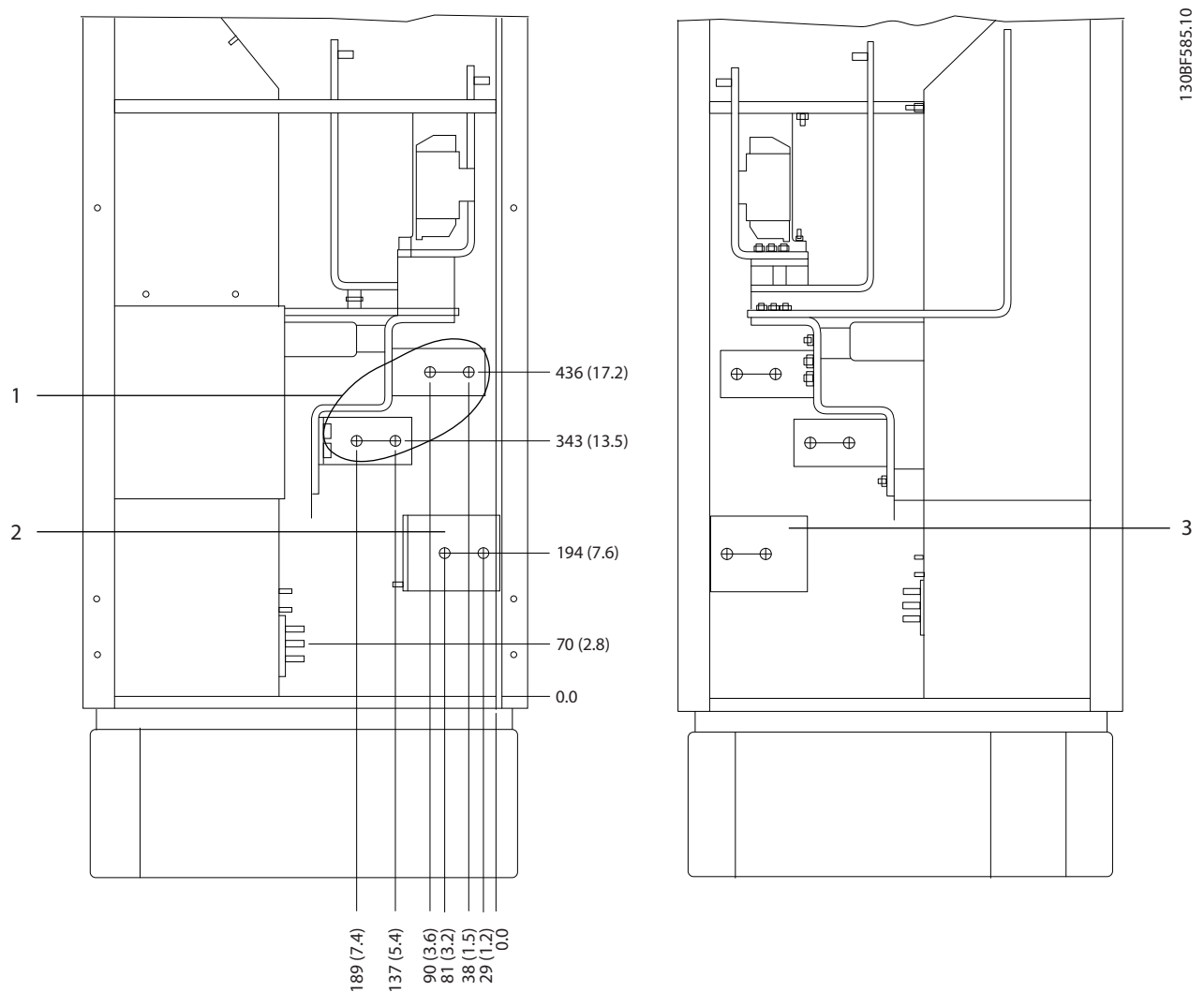
1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

Afbeelding 8.50 Klemafmetingen voor F3-F4-optiekast met circuitbreaker/schakelaar met gegoten behuizing, zij aanzicht



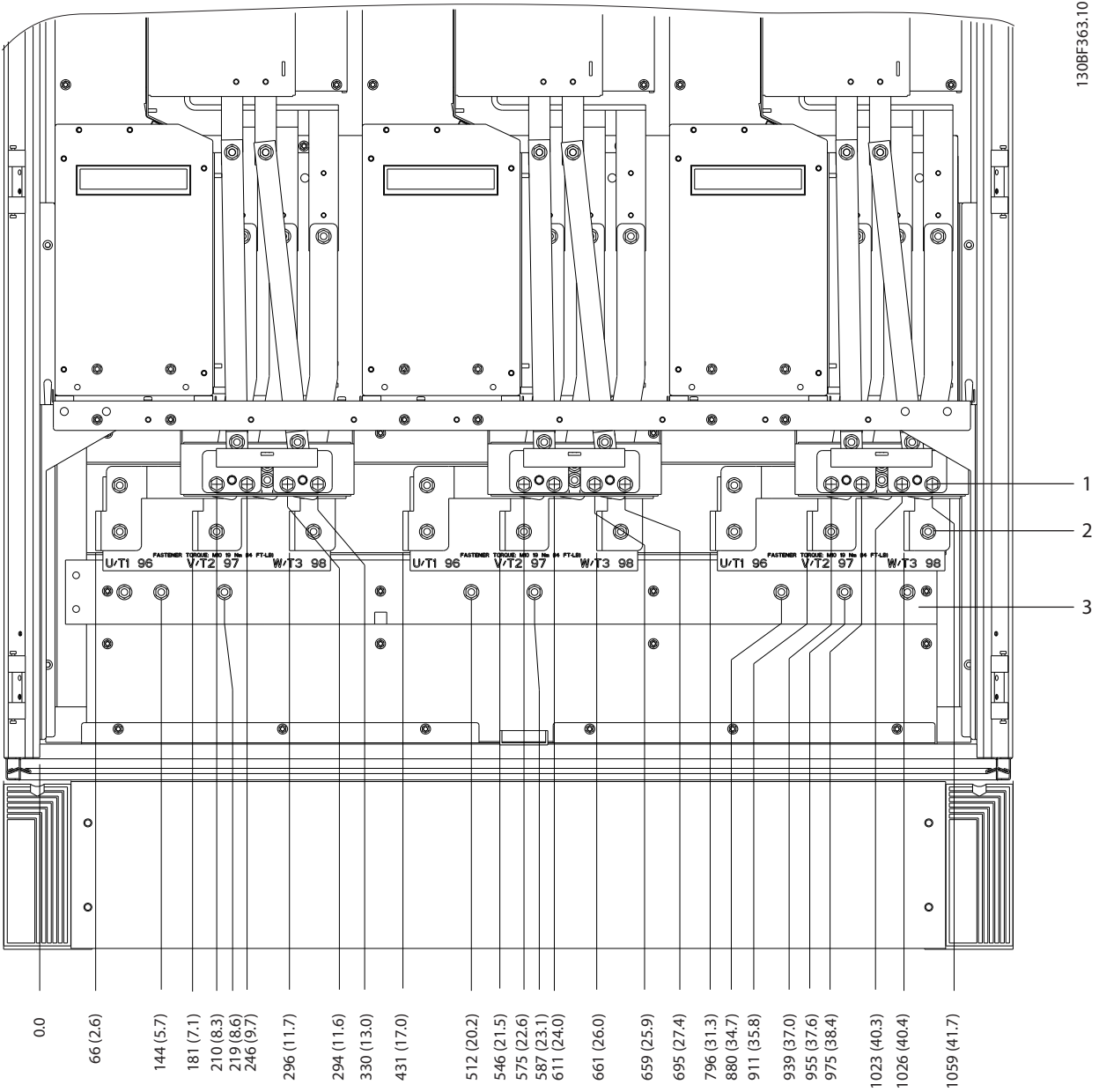
1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

Afbeelding 8.51 Klemafmetingen voor gelijkrichter kast F1-F4, vooraanzicht



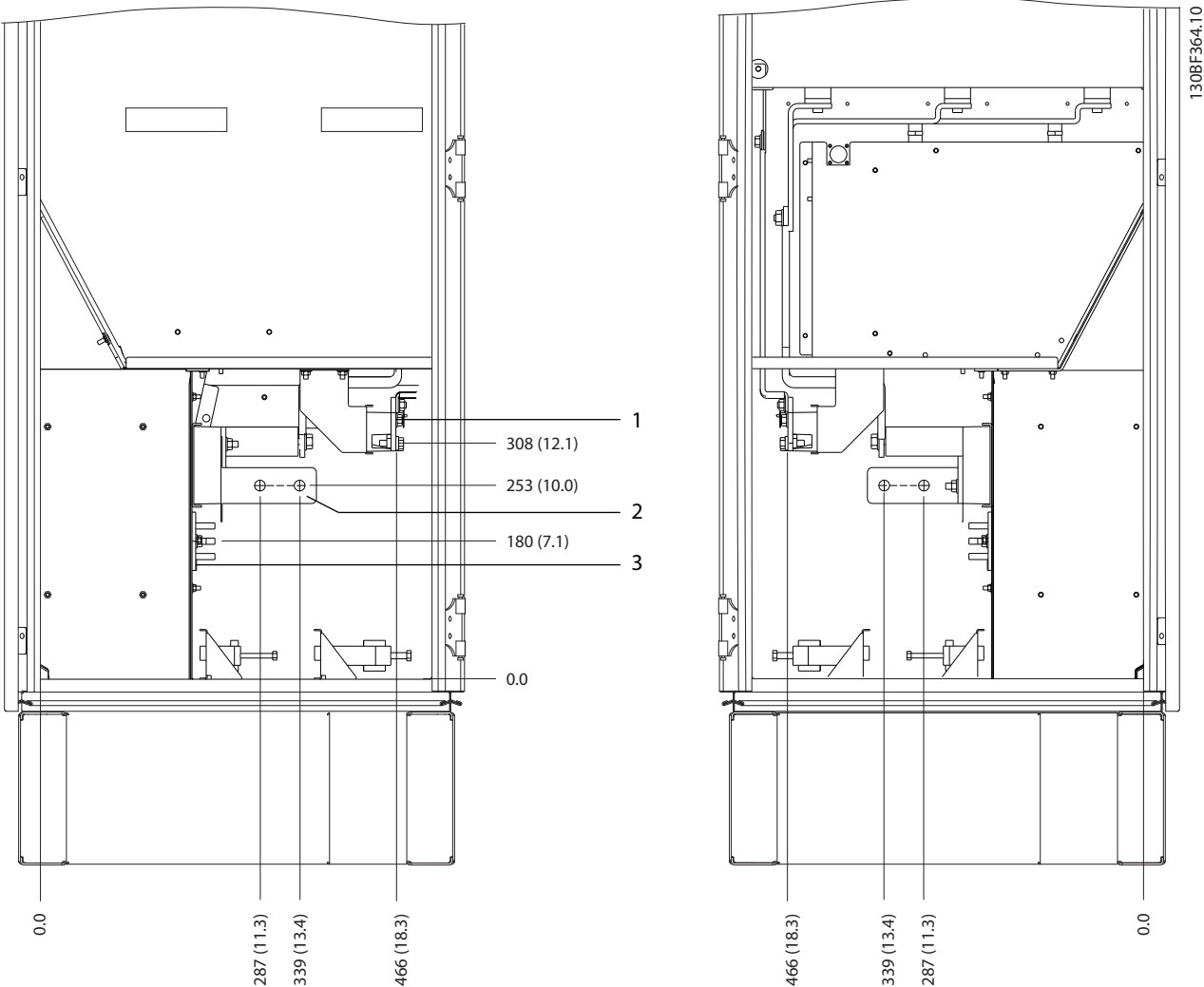
1	Netklemmen	3	Loadsharingklemmen (-)
2	Loadsharingklemmen (+)	-	-

Afbeelding 8.52 Klemafmetingen voor gelijkrichterka F3-F4, zijaanzicht



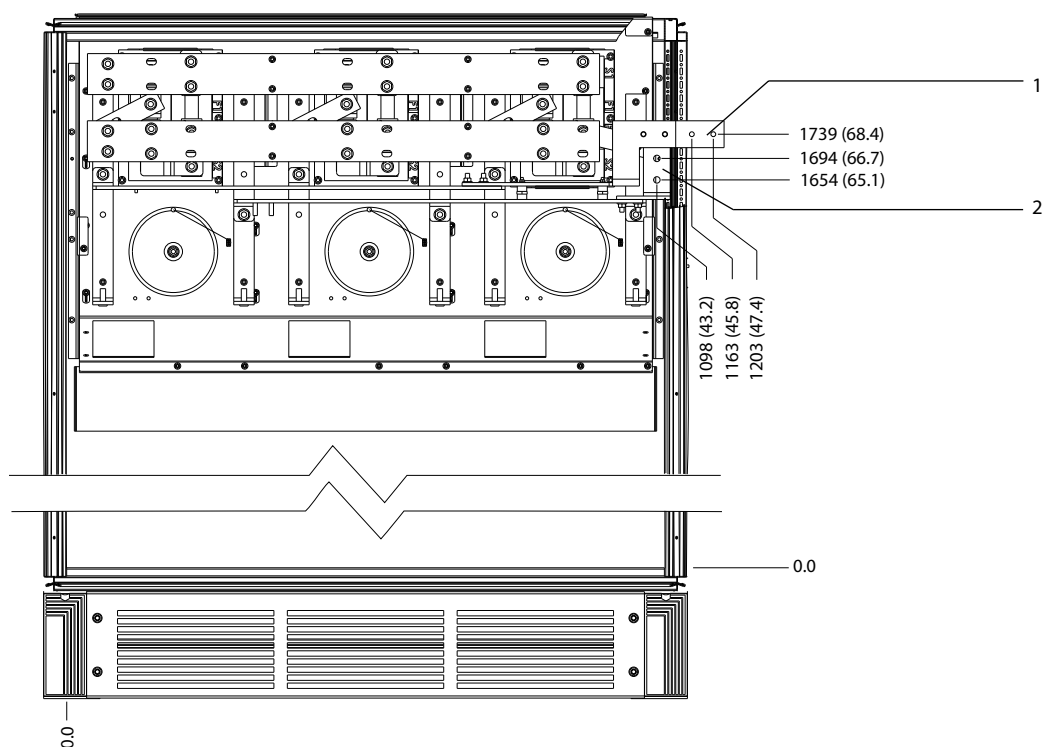
1	Remklemmen	3	Aardingsstrip
2	Motorklemmen	-	-

Afbeelding 8.53 Klemafmetingen voor omvormerkast F2/F4, vooraanzicht



8

Afbeelding 8.54 Klemafmetingen voor omvormerkast F2/F4, zijaanzicht



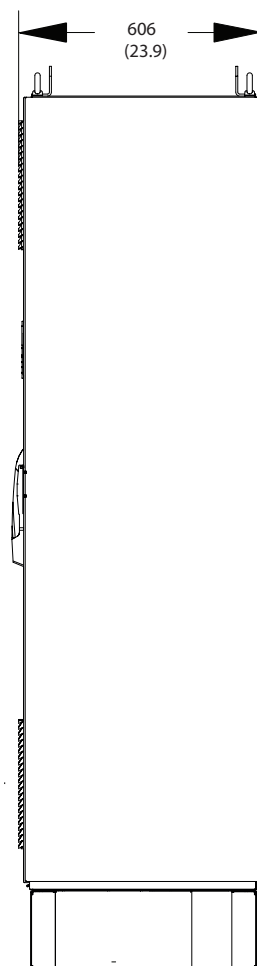
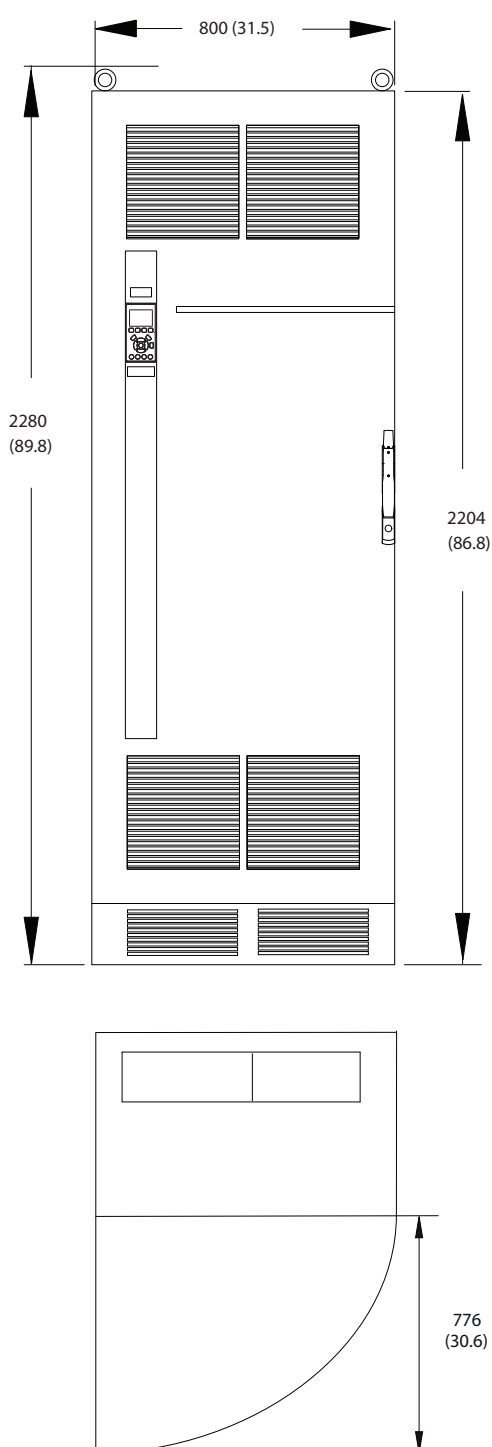
130BF366.10

1	DC -	2	DC +
---	------	---	------

Afbeelding 8.55 Klemafmetingen voor regeneratieklemmen F2/F4, vooraanzicht

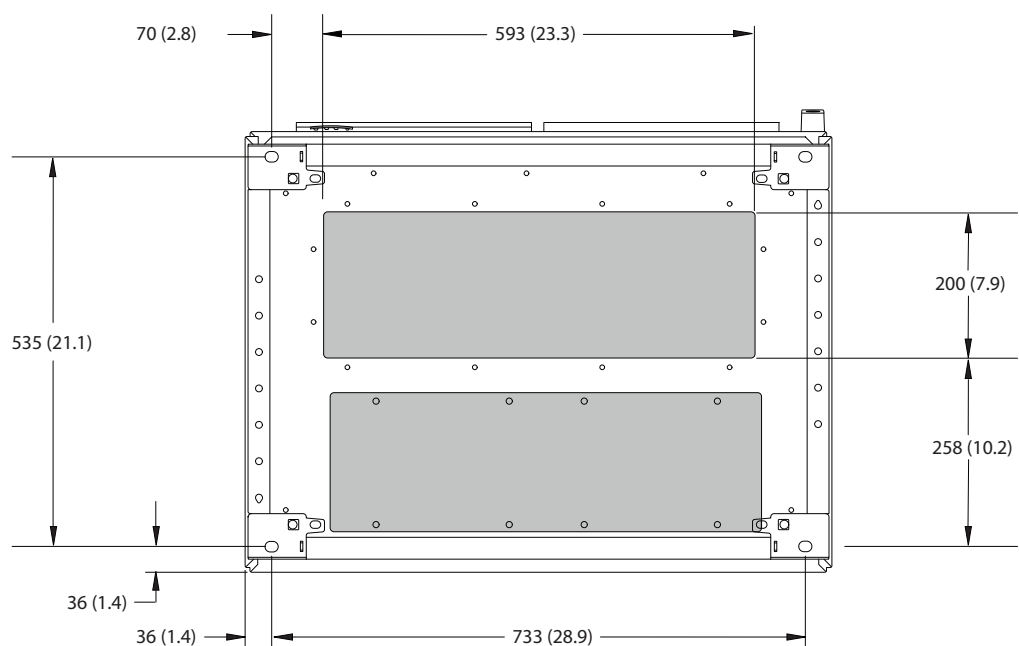
8.7 Buitenafmetingen en klemafmetingen F8

8.7.1 Buitenafmetingen F8



130BF332.11

Afbeelding 8.56 Vrije ruimte voorzijde, zijkanten en bij deur voor F8



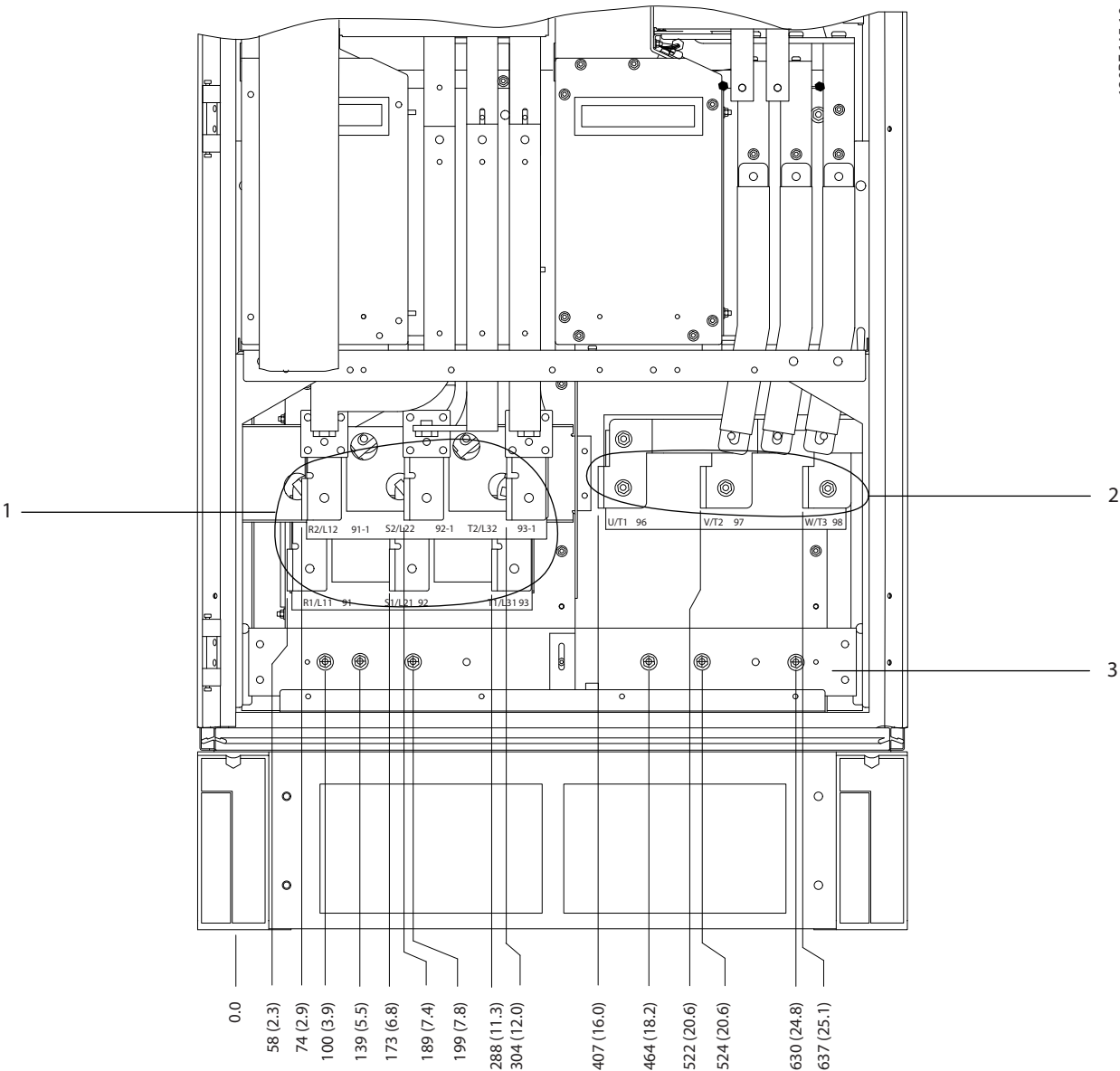
8

1	Netzijde	2	Motorzijde
---	----------	---	------------

Afbeelding 8.57 Afmetingen wartelplaat voor F8

8.7.2 Klemafmetingen F8

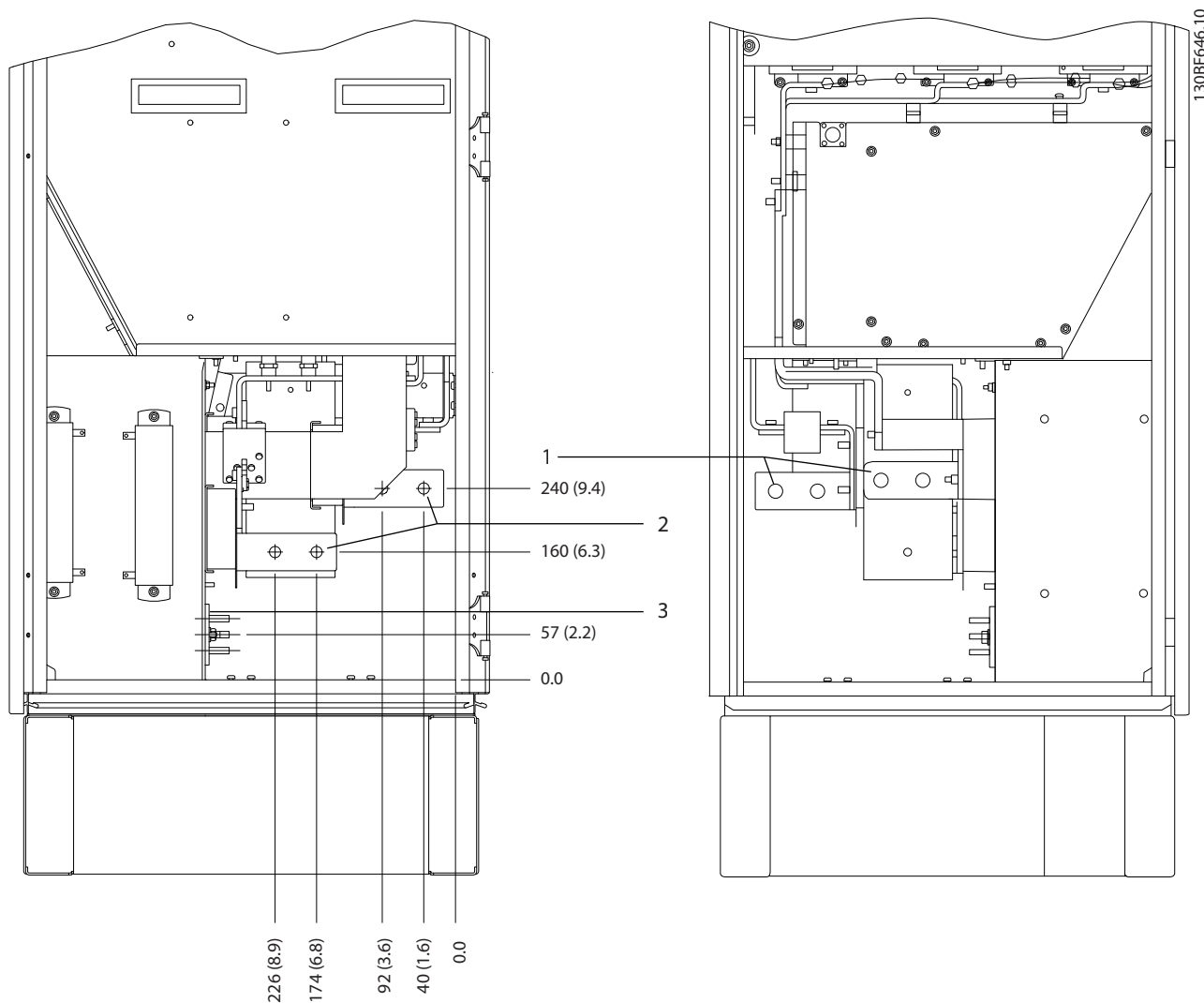
Voedingskabels zijn zwaar en moeilijk te buigen. Bepaal de optimale positie van de frequentieregelaar om eenvoudige installatie van de kabels mogelijk te maken. Elke klem biedt ruimte voor 4 kabels met kabelschoen of voor een standaard klemansluiting. Aarde moet worden aangesloten op het relevante aansluitpunt in de frequentieregelaar.



1	Netklemmen	3	Aardingsstrip
2	Motorklemmen	-	-

Afbeelding 8.58 Klemafmetingen voor gelijkrichter-/omvormerkast F8-F9, vooraanzicht

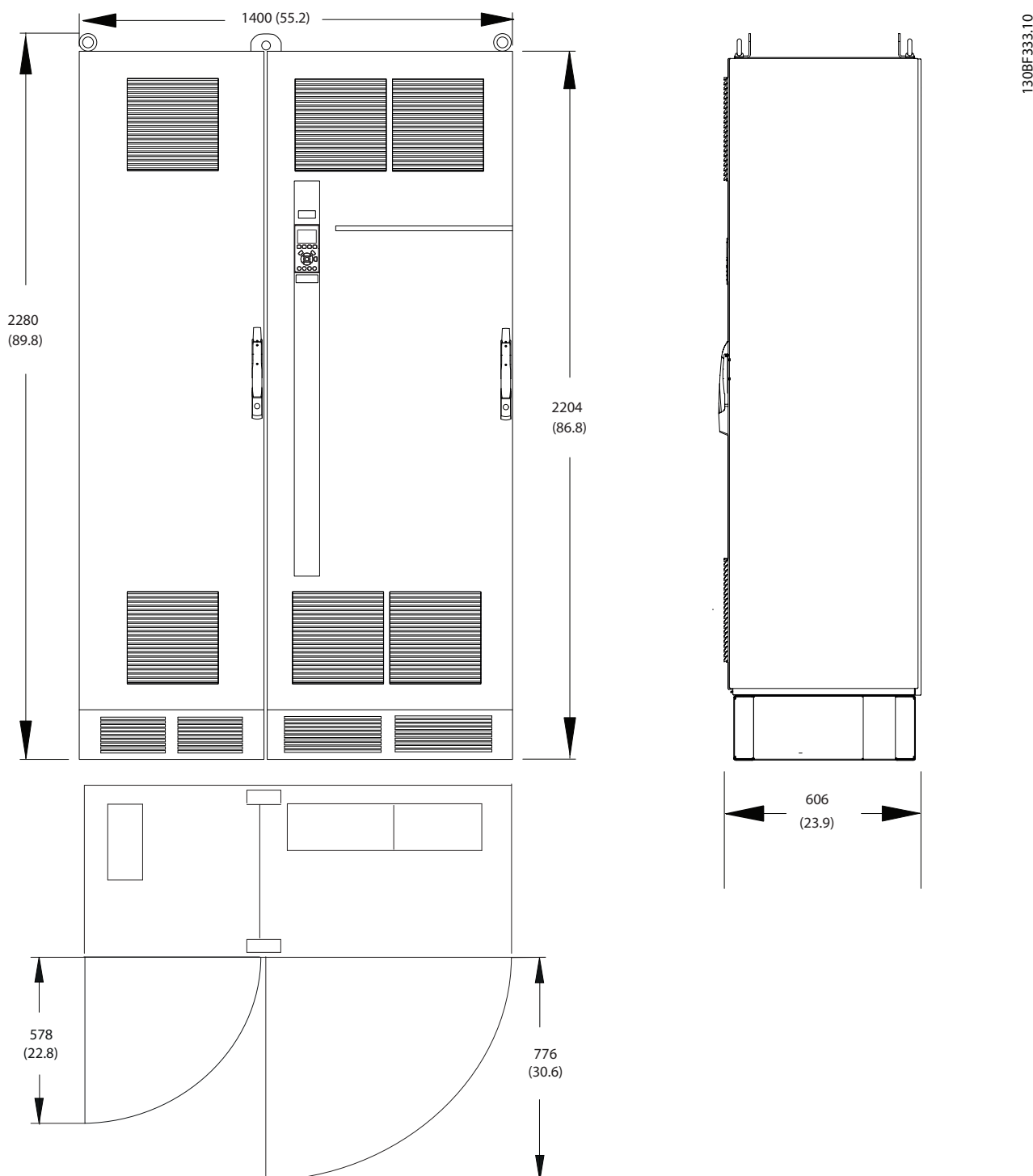
8



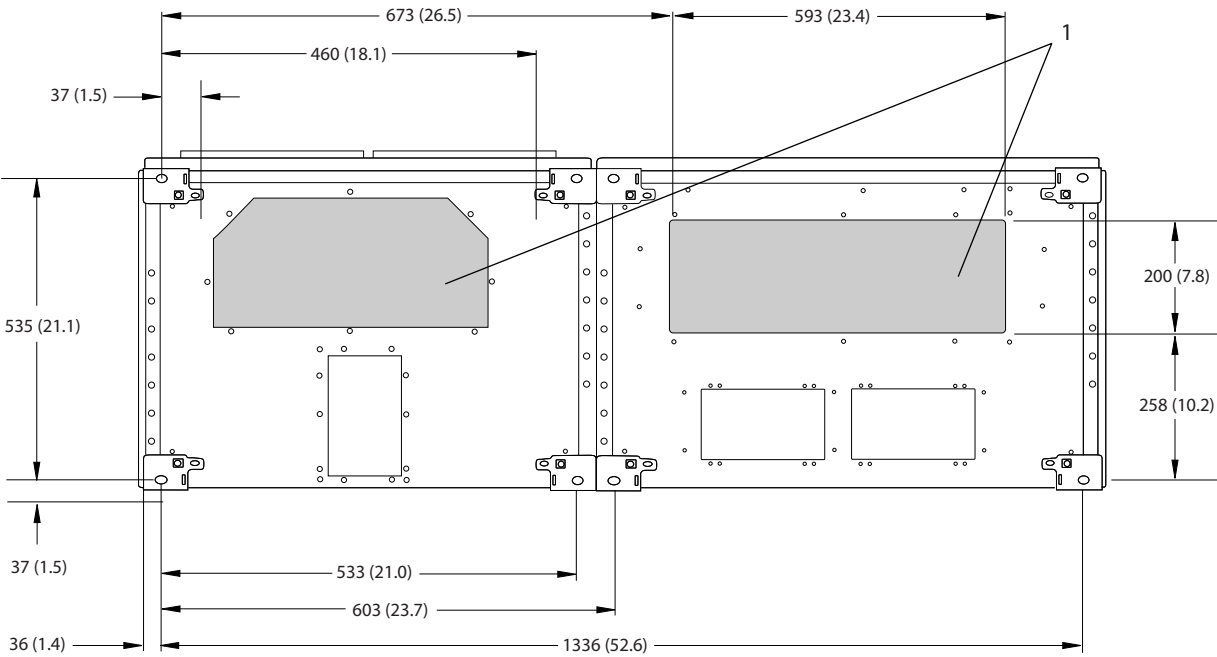
Afbeelding 8.59 Klemafmetingen voor gelijkrichter-/omvormerkast F8-F9, zijaanzicht

8.8 Buitenafmetingen en klemafmetingen F9

8.8.1 Buitenafmetingen F9



Afbeelding 8.60 Vrije ruimte voorzijde, zijkanten en bij deur voor F9



130BF617.10

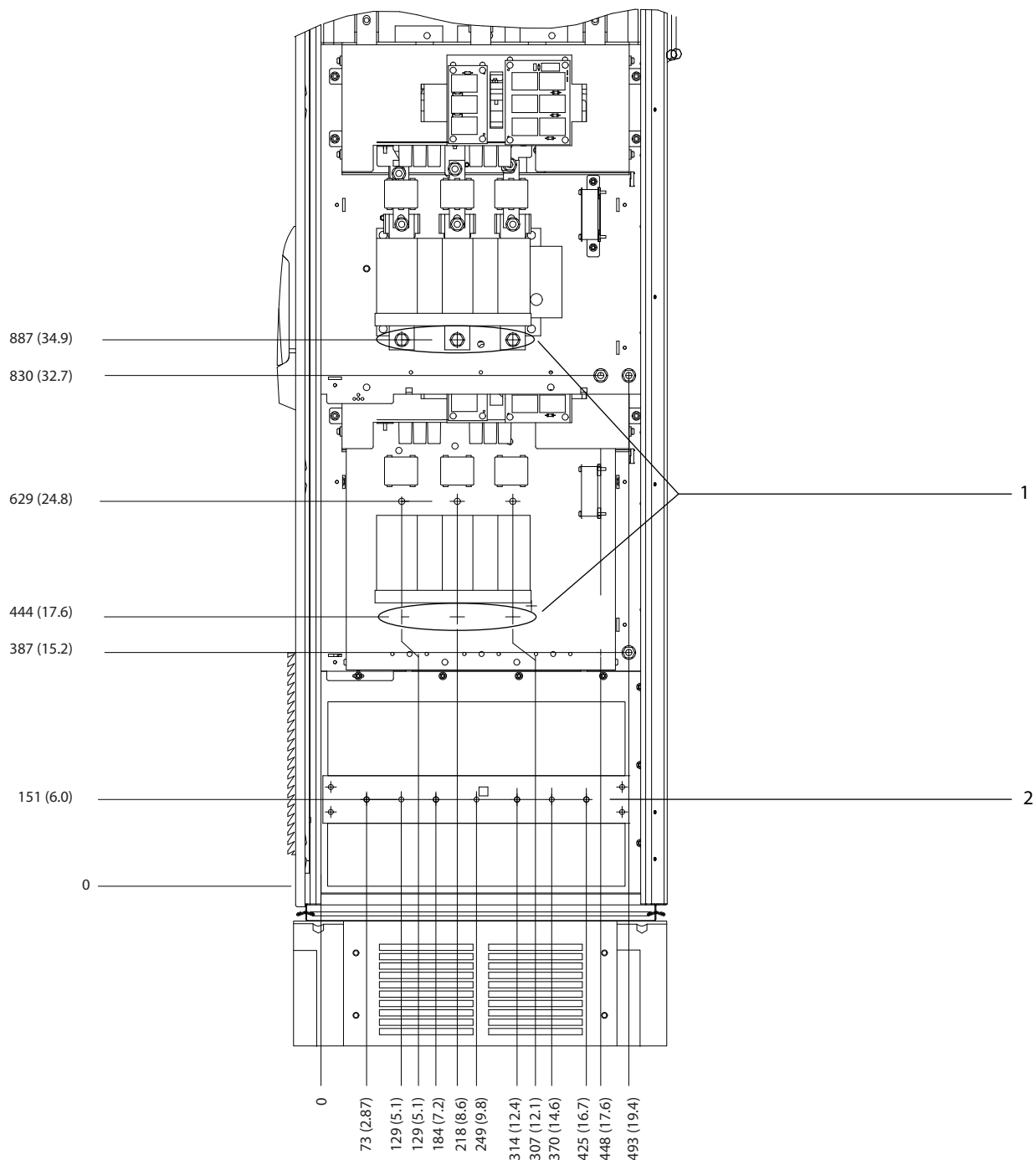
8

1	Netzijde	2	Motorzijde
---	----------	---	------------

Afbeelding 8.61 Afmetingen wartelplaat voor F9

8.8.2 Klemafmetingen F9

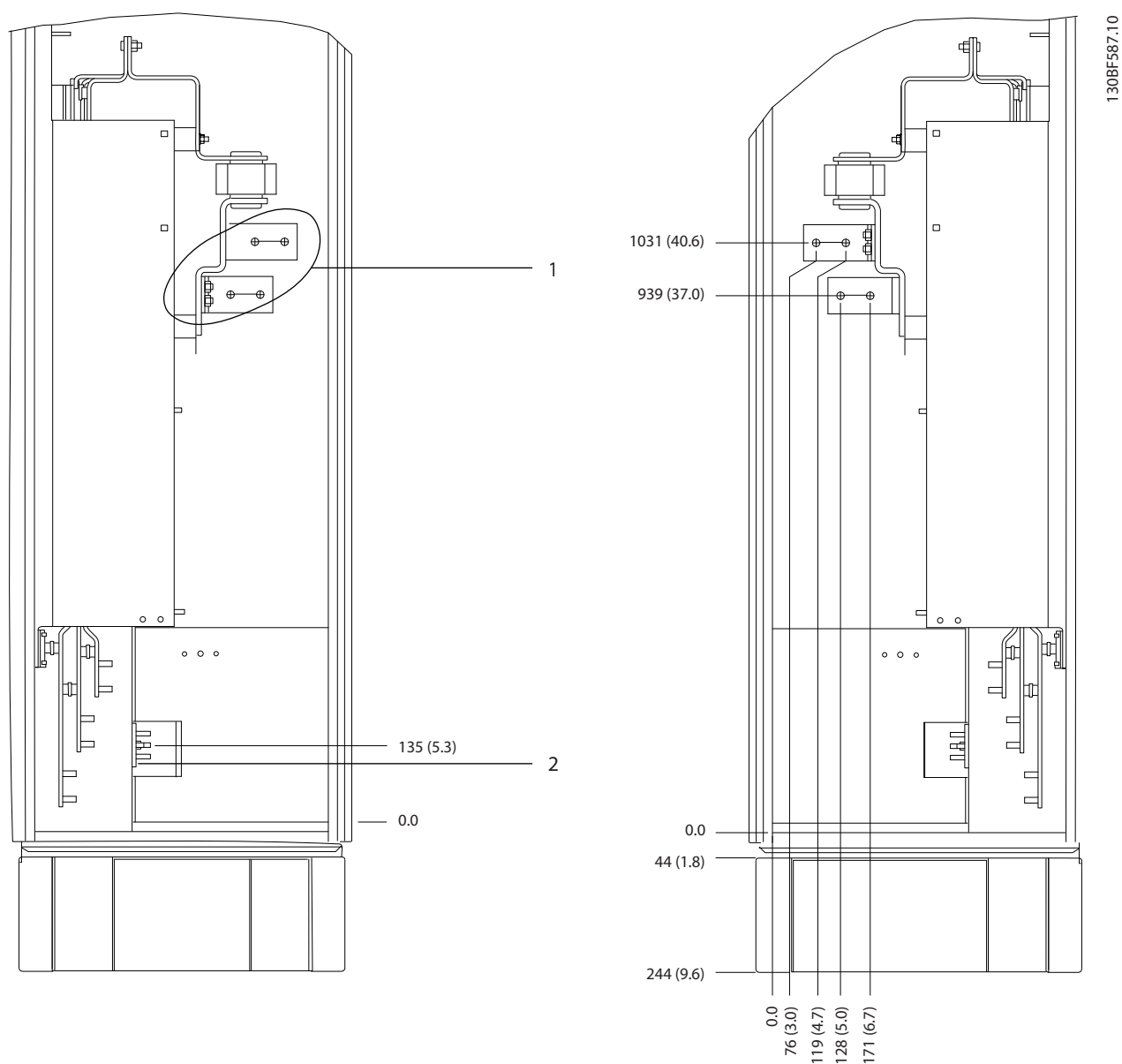
Voedingskabels zijn zwaar en moeilijk te buigen. Bepaal de optimale positie van de frequentieregelaar om eenvoudige installatie van de kabels mogelijk te maken. Elke klem biedt ruimte voor 4 kabels met kabelschoen of voor een standaard klemansluiting. Aarde moet worden aangesloten op het relevante aansluitpunt in de frequentieregelaar.



130BF579.10

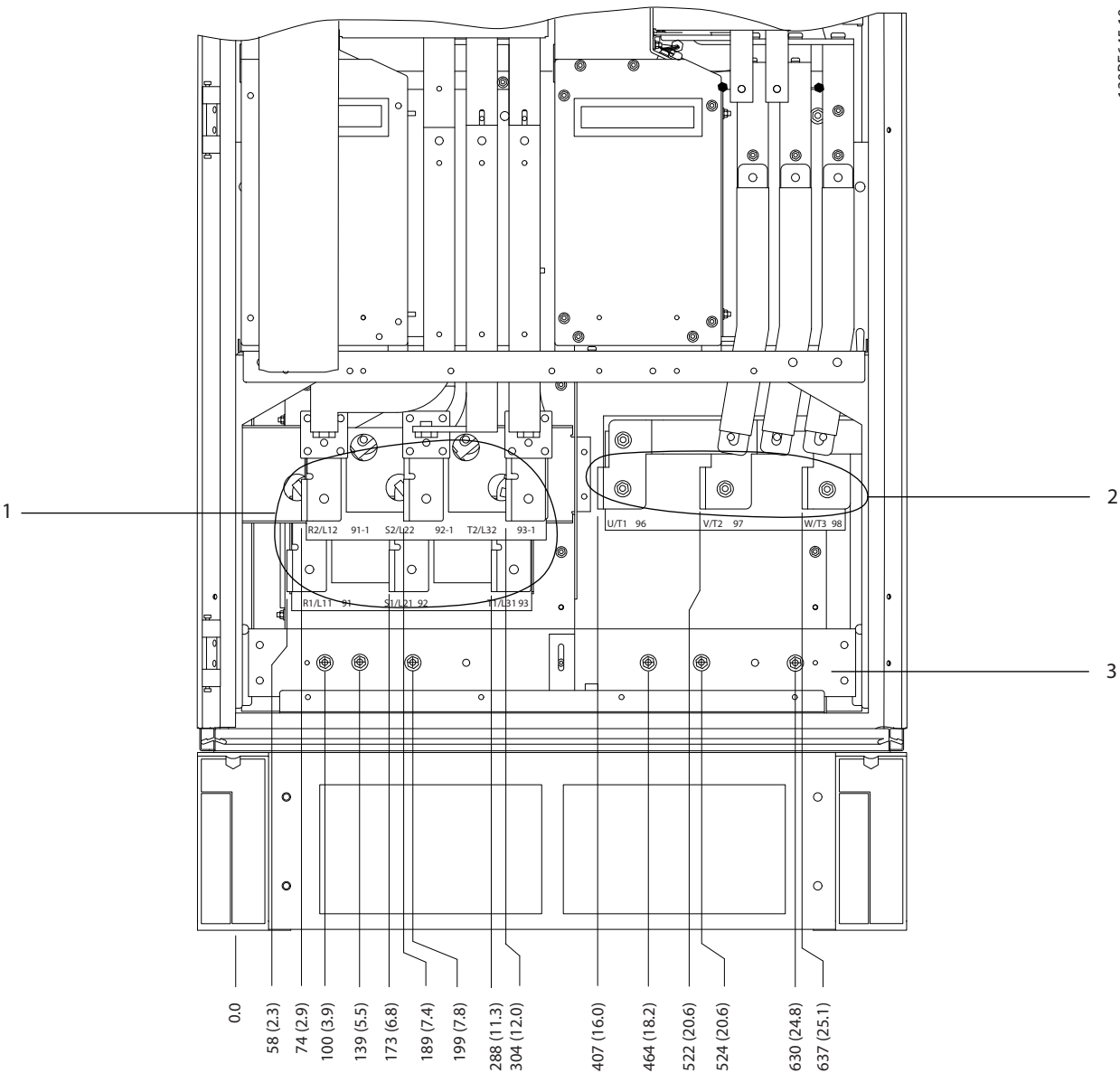
1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

Afbeelding 8.62 Klemafmetingen voor optiekast F9, vooraanzicht



1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

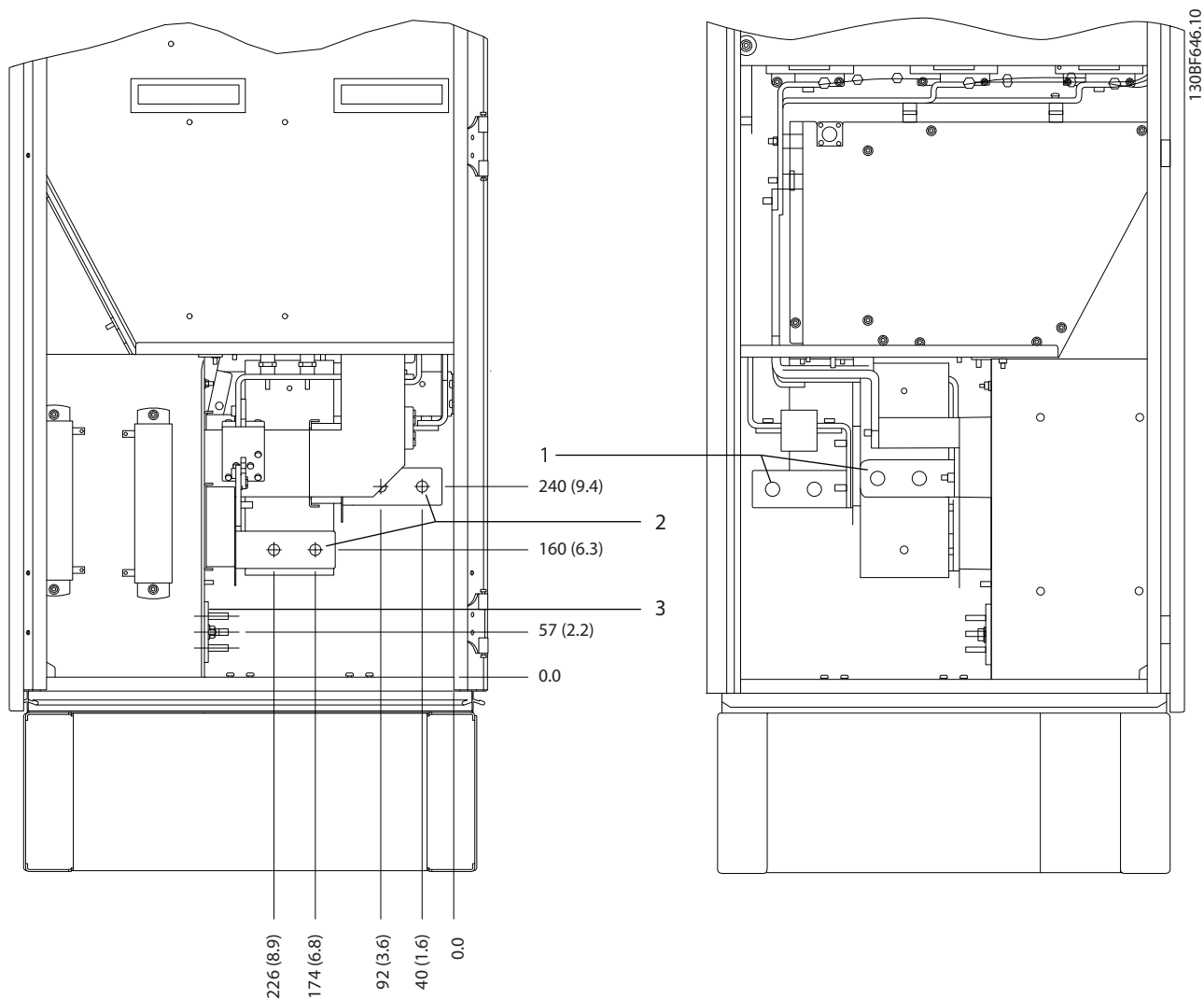
Afbeelding 8.63 Klemafmetingen voor optiekast F9, zijaanzicht



1	Netklemmen	3	Aardingsstrip
2	Motorklemmen	-	-

Afbeelding 8.64 Klemafmetingen voor gelijkrichter-/omvormerkast F8-F9, vooraanzicht

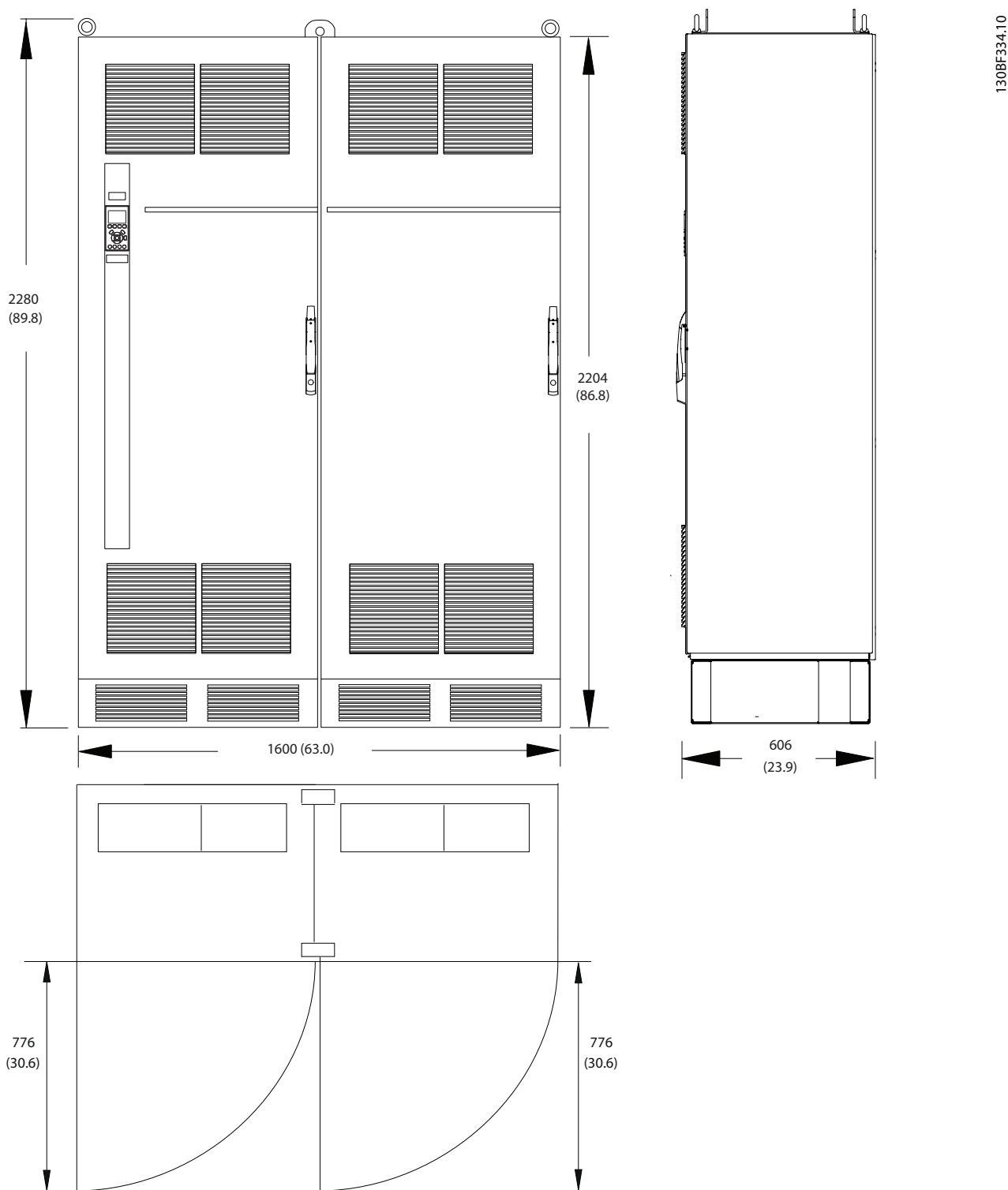
8



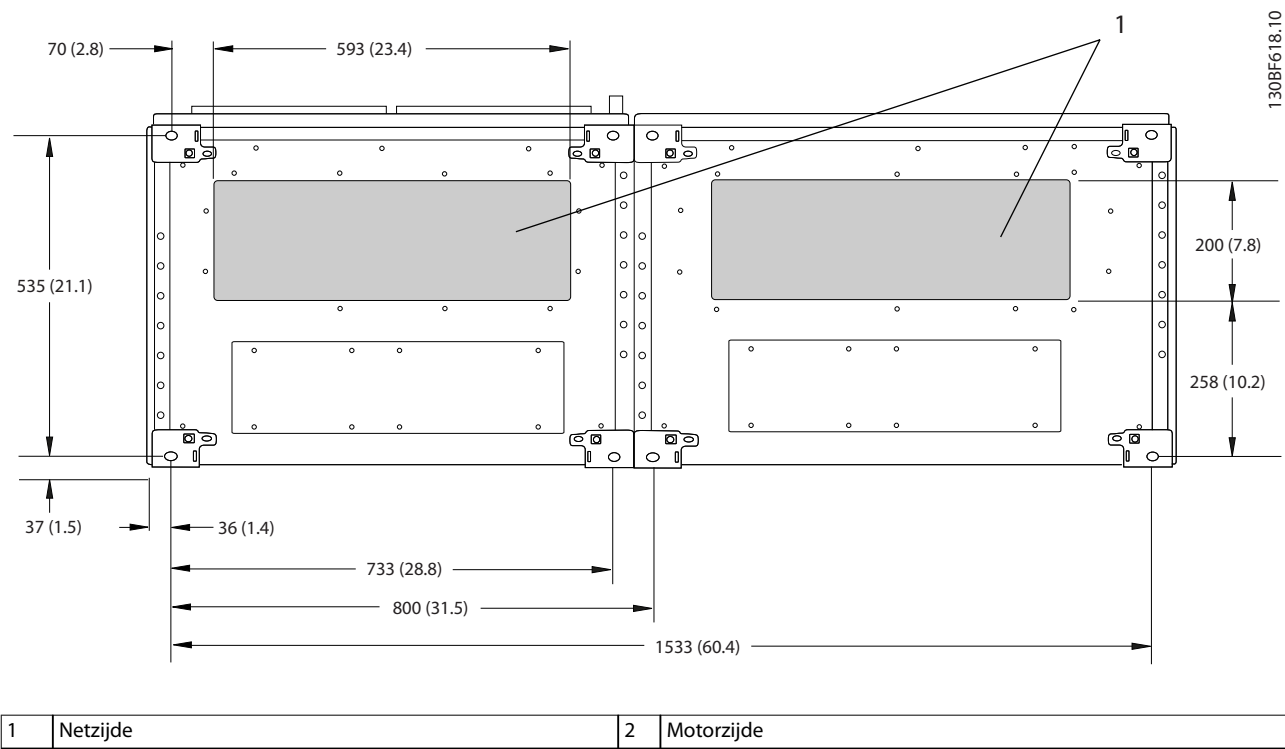
Afbeelding 8.65 Klemafmetingen voor gelijkrichter-/omvormerkast F8-F9, zijaanzicht

8.9 Buitenafmetingen en klemafmetingen F10

8.9.1 Buitenafmetingen F10



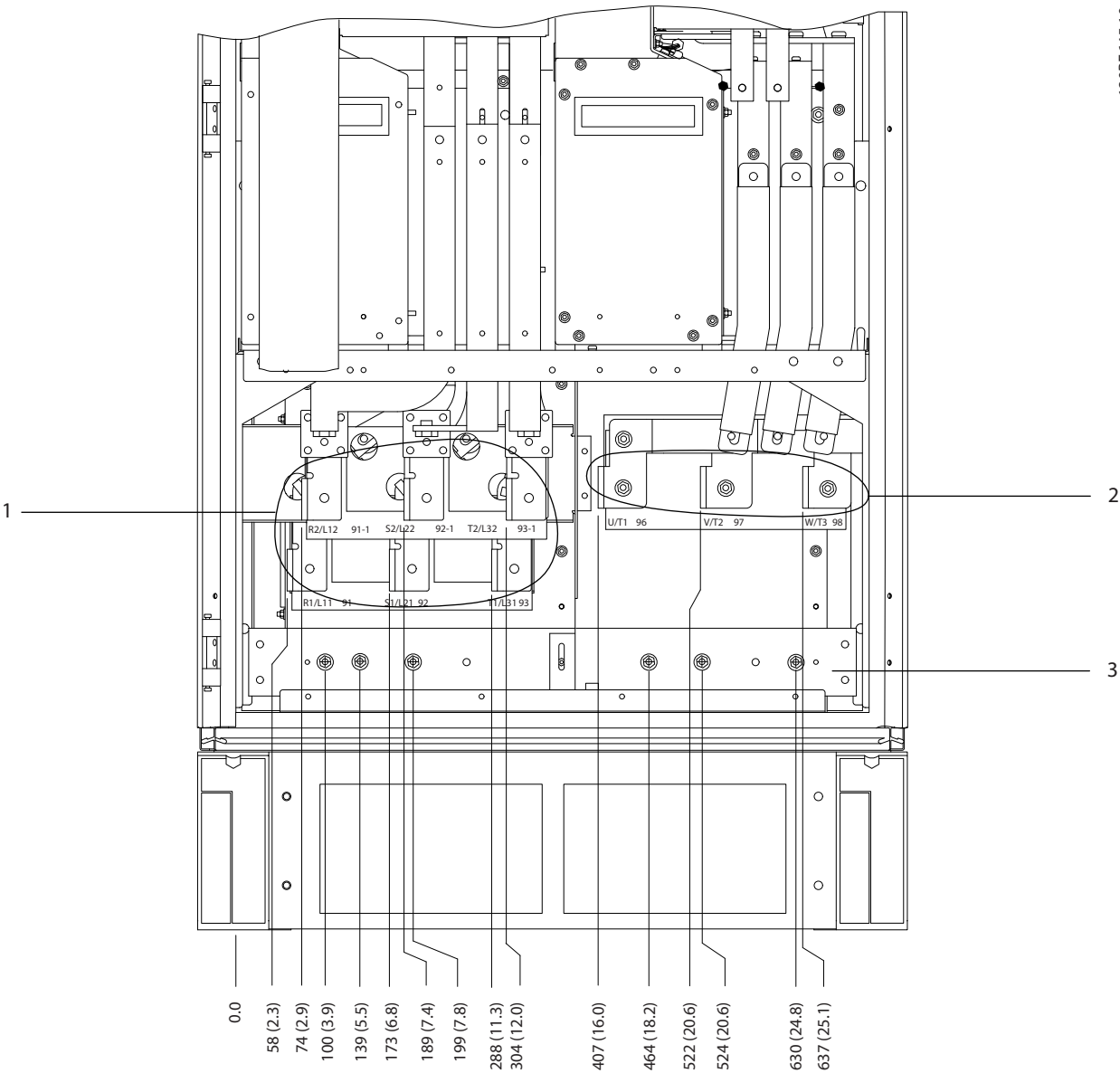
Afbeelding 8.66 Vrije ruimte voorzijde, zijkanten en bij deur voor F10



Afbeelding 8.67 Afmetingen wartelplaat voor F10

8.9.2 Klemafmetingen F10

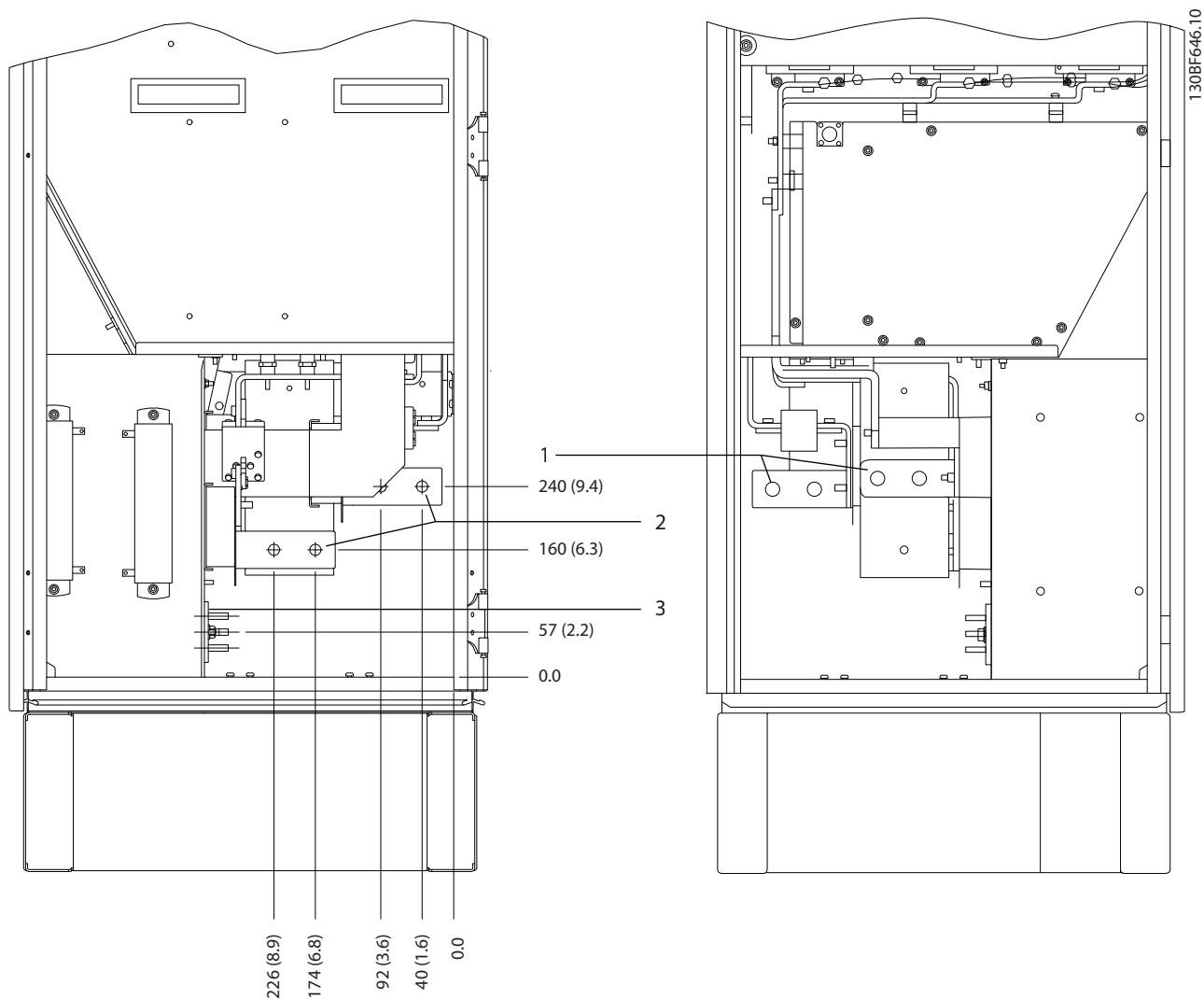
Voedingskabels zijn zwaar en moeilijk te buigen. Bepaal de optimale positie van de frequentieregelaar om eenvoudige installatie van de kabels mogelijk te maken. Elke klem biedt ruimte voor 4 kabels met kabelschoen of voor een standaard klemansluiting. Aarde moet worden aangesloten op het relevante aansluitpunt in de frequentieregelaar.



1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

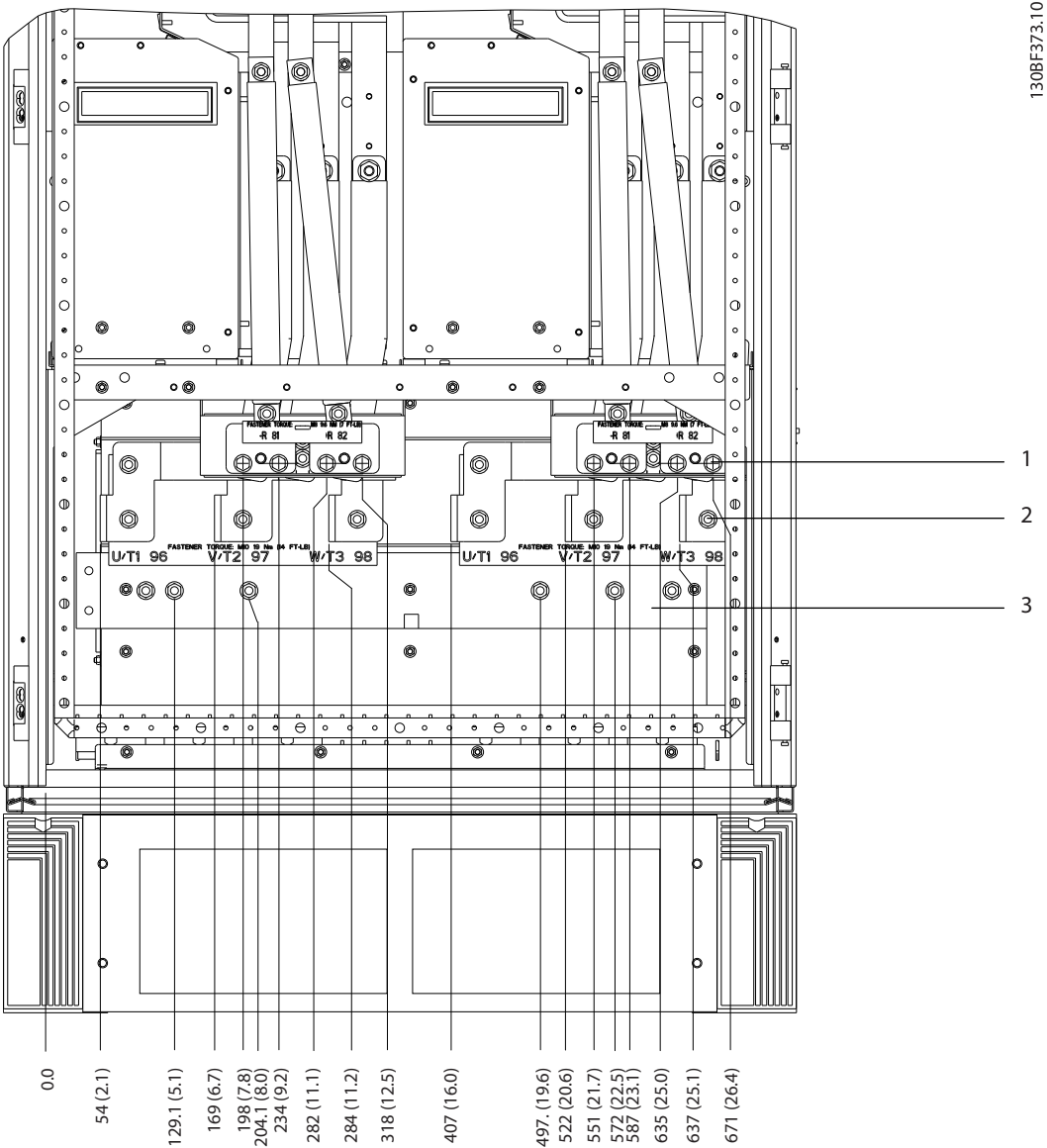
Afbeelding 8.68 Klemafmetingen voor gelijkrichter kast F10-F13, vooraanzicht

8



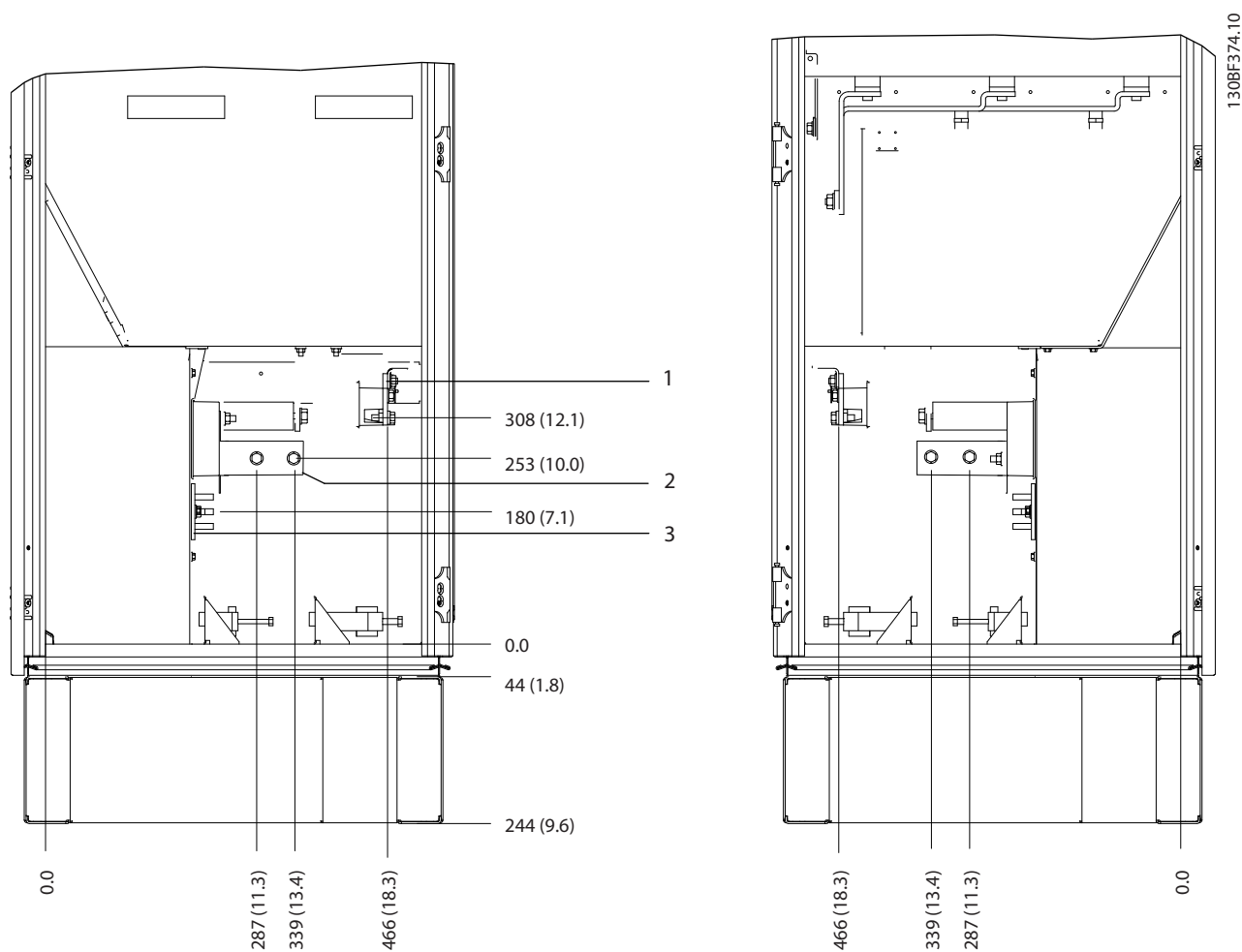
1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

Afbeelding 8.69 Klemafmetingen voor gelijkrichter kast F10-F13, zijaanzicht



1	Remklemmen	3	Aardingsstrip
2	Motorklemmen	-	-

Afbeelding 8.70 Klemafmetingen voor omvormerkast F10-F11, vooraanzicht

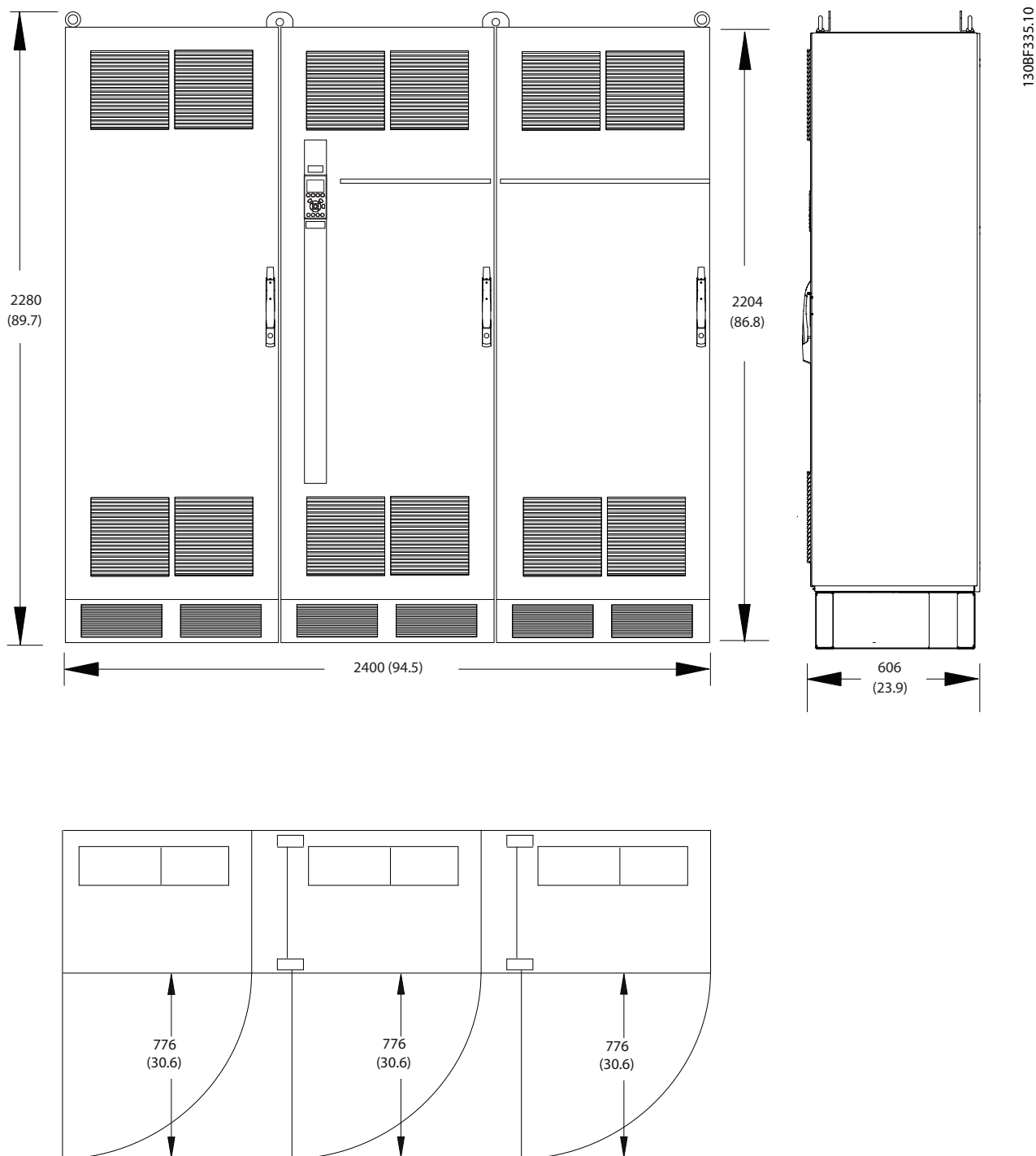


1	Remklemmen	3	Aardingsstrip
2	Motorklemmen	-	-

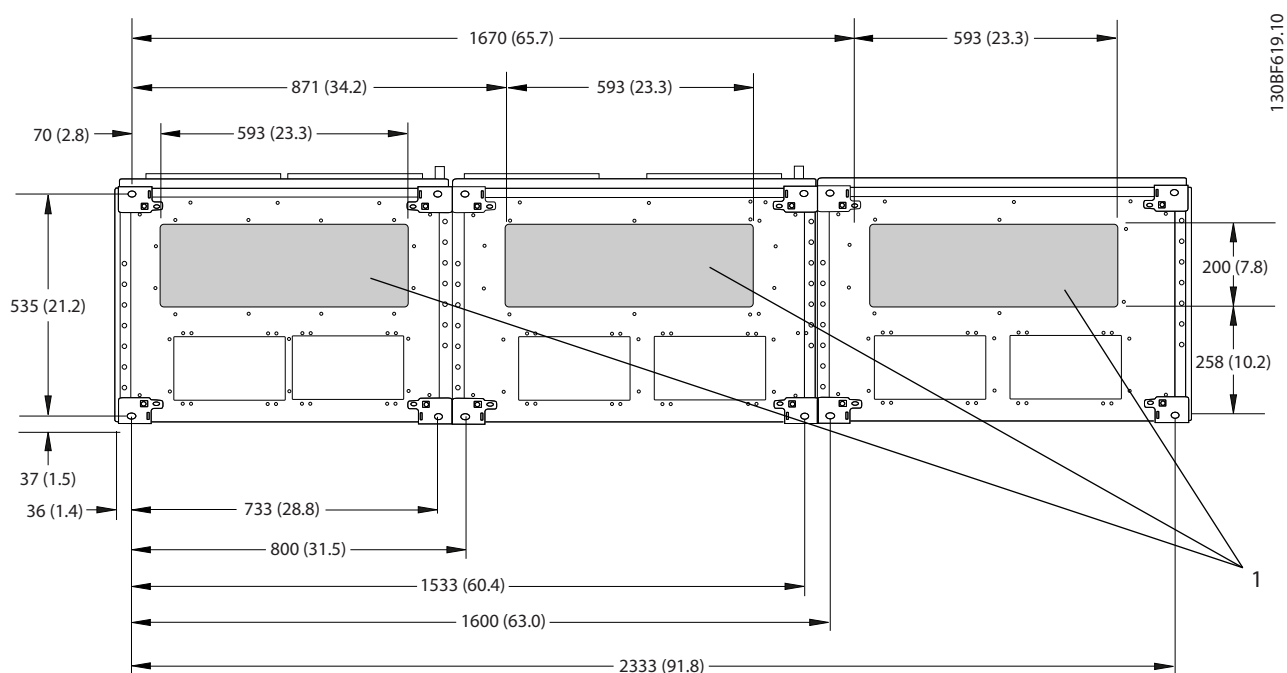
Afbeelding 8.71 Klemafmetingen voor omvormerkast F10-F11, zijaanzicht

8.10 Buitenafmetingen en klemafmetingen F11

8.10.1 Buitenafmetingen F11



Afbeelding 8.72 Vrije ruimte voorzijde, zijkanten en bij deur voor F11

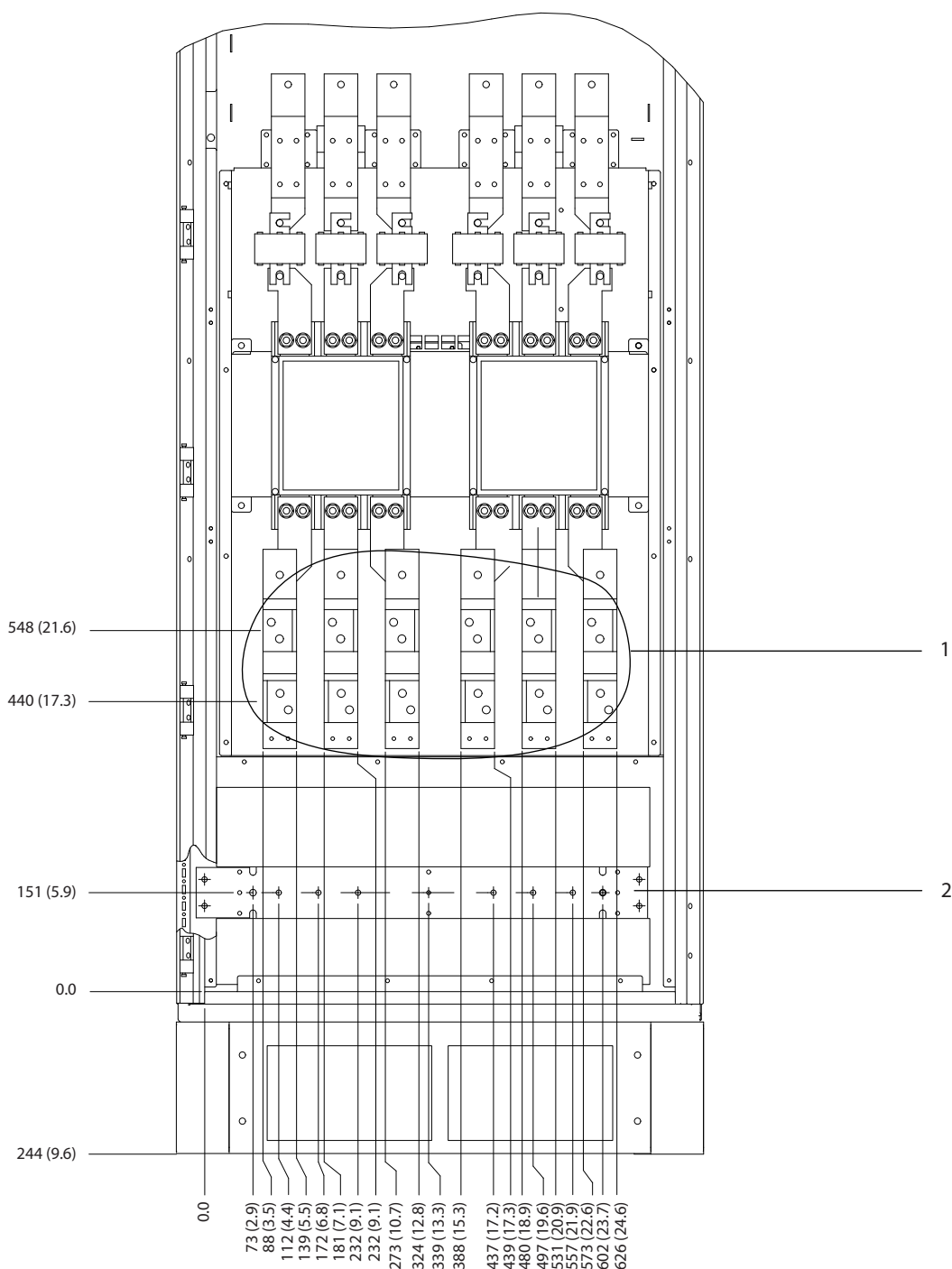


1	Netzijde	2	Motorzijde
---	----------	---	------------

Afbeelding 8.73 Afmetingen wartelplaat voor F11

8.10.2 Klemafmetingen F11

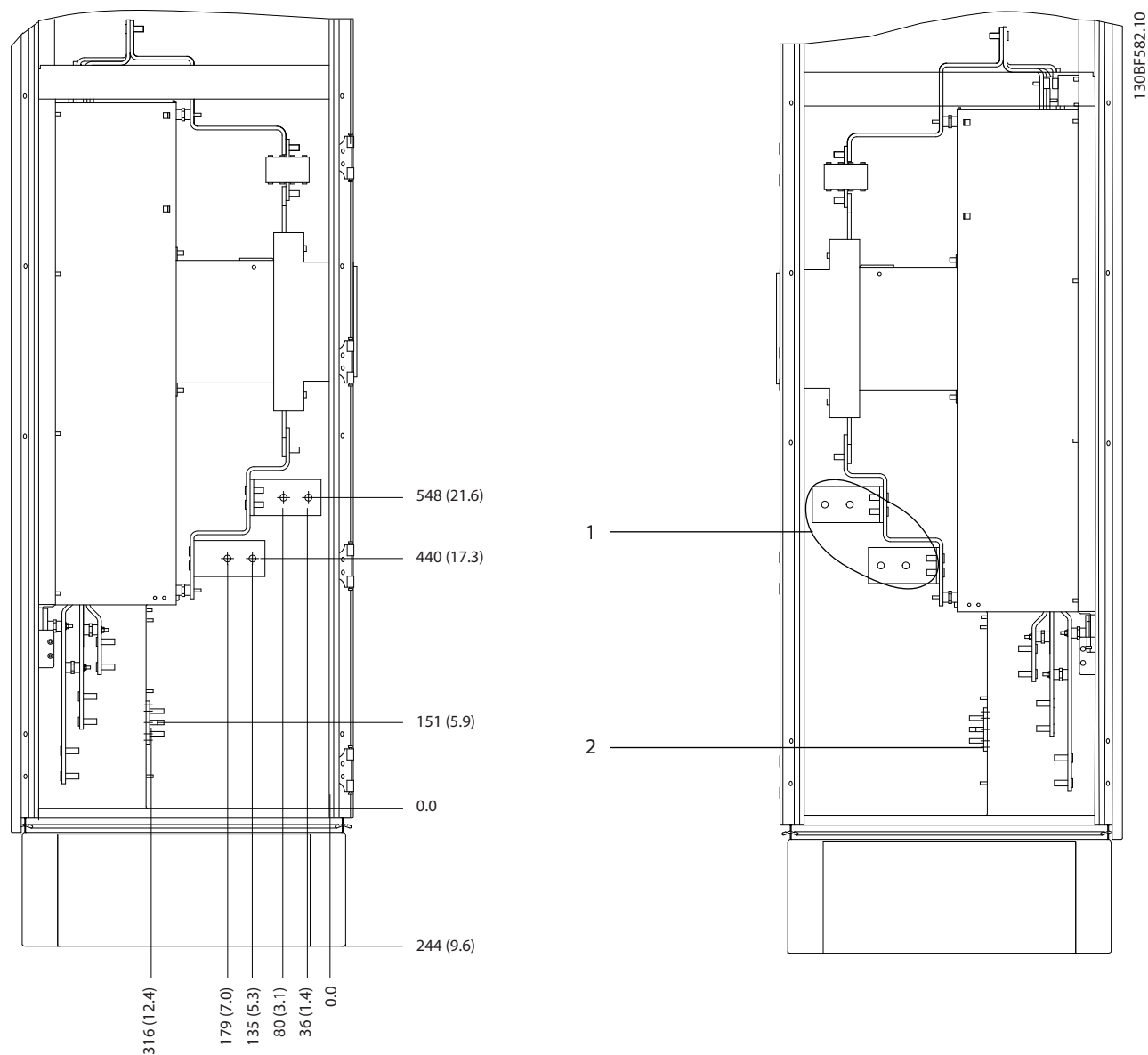
Voedingskabels zijn zwaar en moeilijk te buigen. Bepaal de optimale positie van de frequentieregelaar om eenvoudige installatie van de kabels mogelijk te maken. Elke klem biedt ruimte voor 4 kabels met kabelschoen of voor een standaard klemansluiting. Aarde moet worden aangesloten op het relevante aansluitpunt in de frequentieregelaar.



130BF581.10

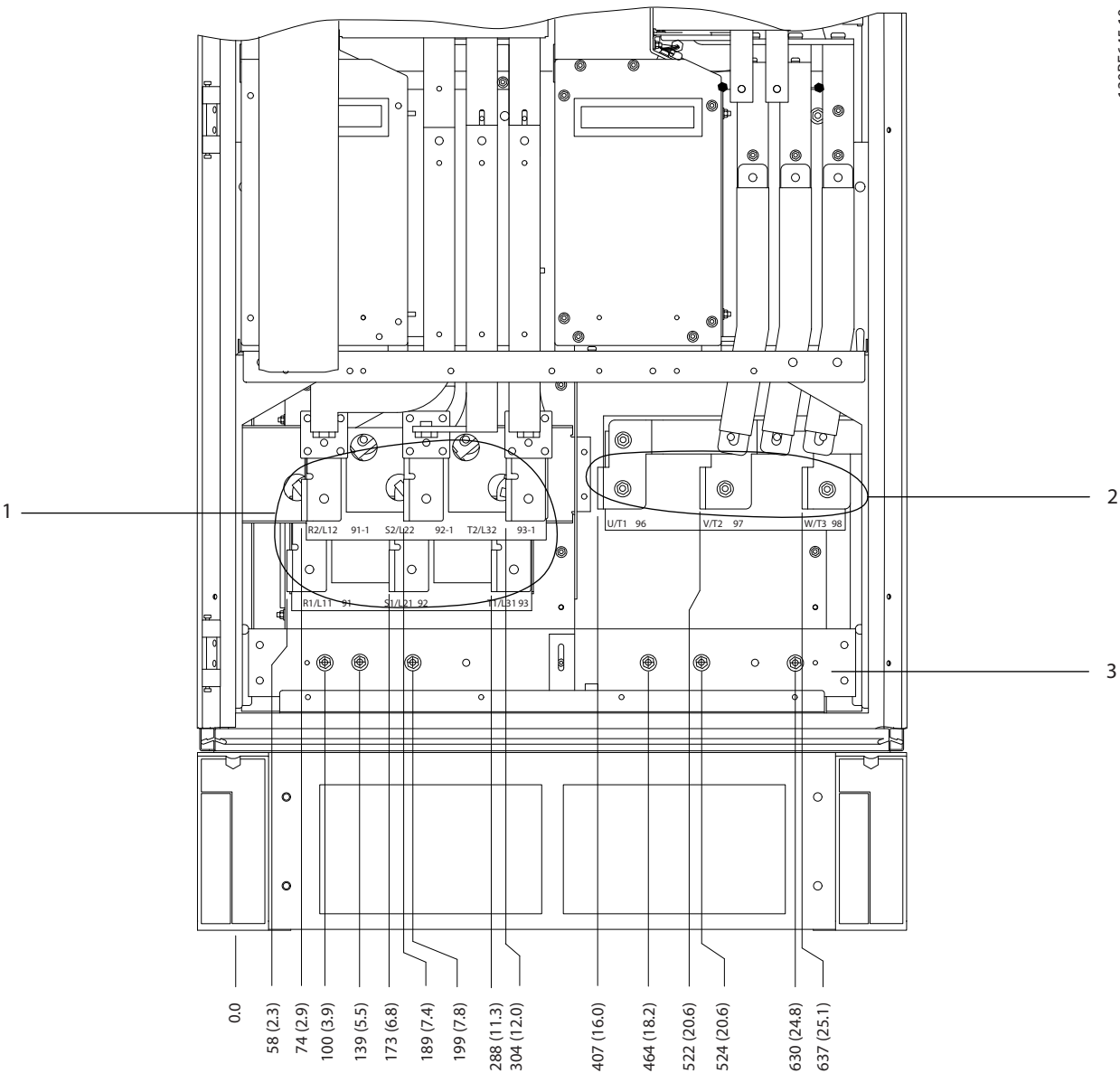
1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

Afbeelding 8.74 Klemafmetingen voor optiekast F11/F13, vooraanzicht



1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

Afbeelding 8.75 Klemafmetingen voor optiekast F11/F13, zijaanzicht



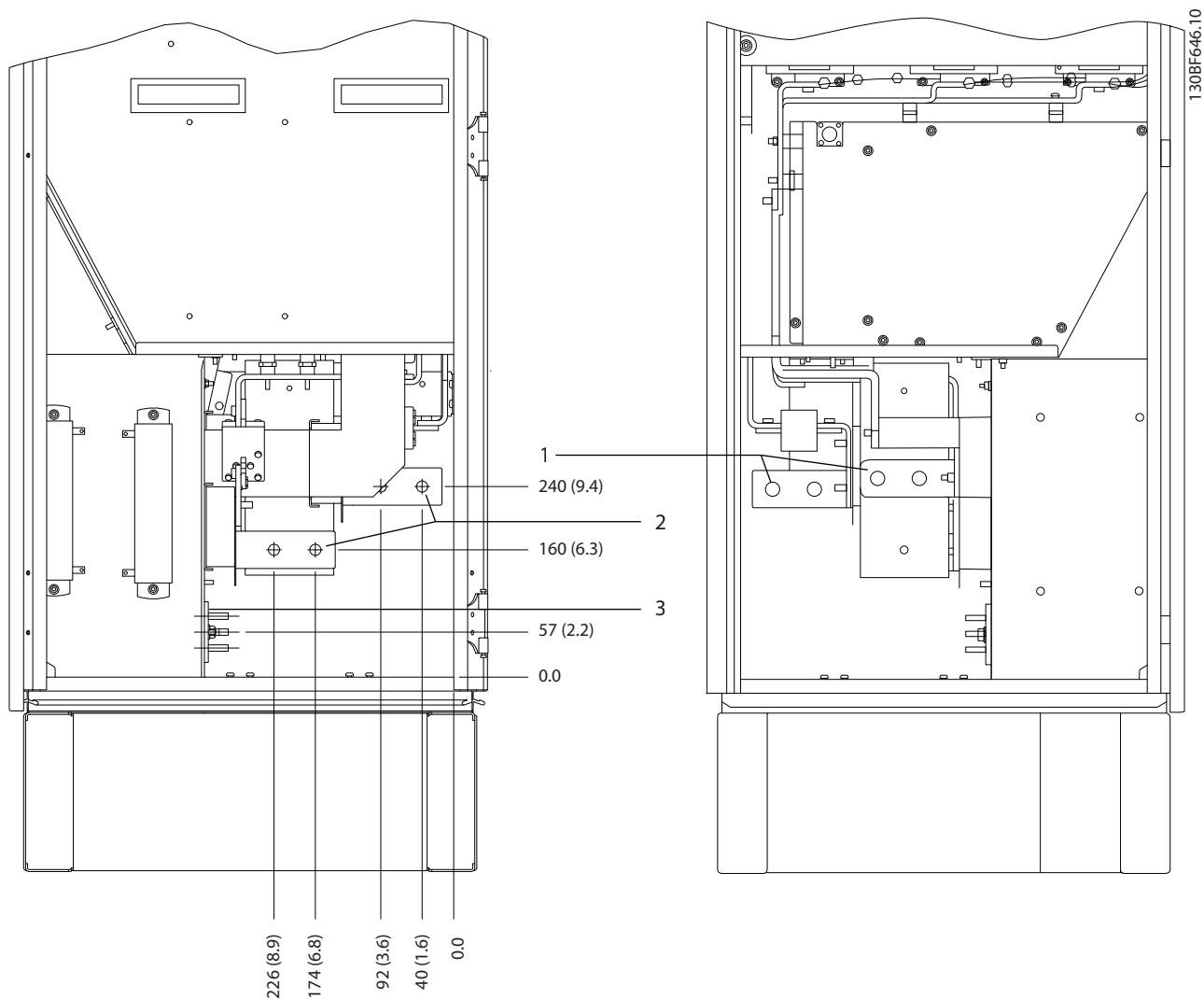
130BF645.10

8

1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

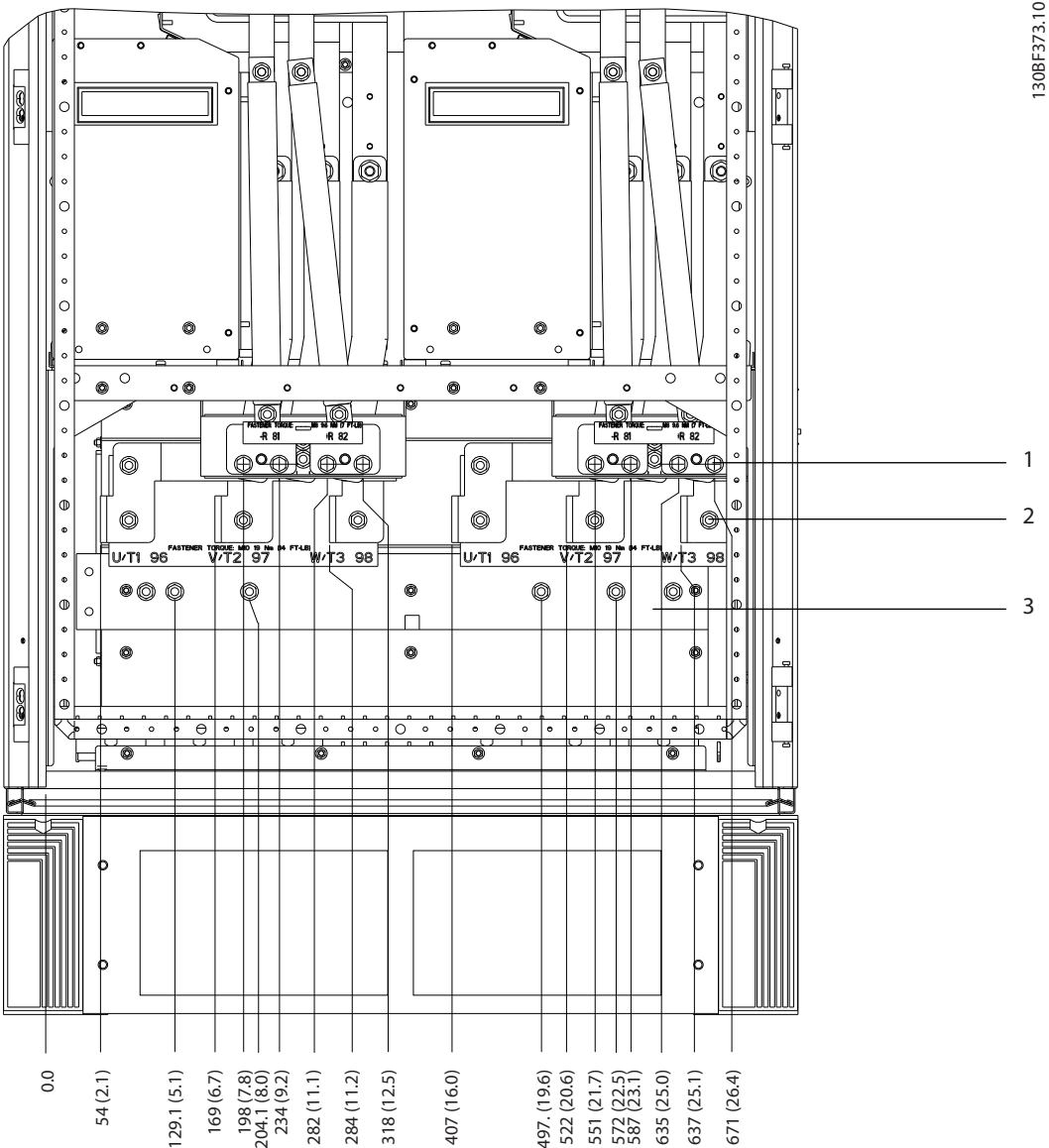
Afbeelding 8.76 Klemafmetingen voor gelijkrichterkast F10-F13, vooraanzicht

8



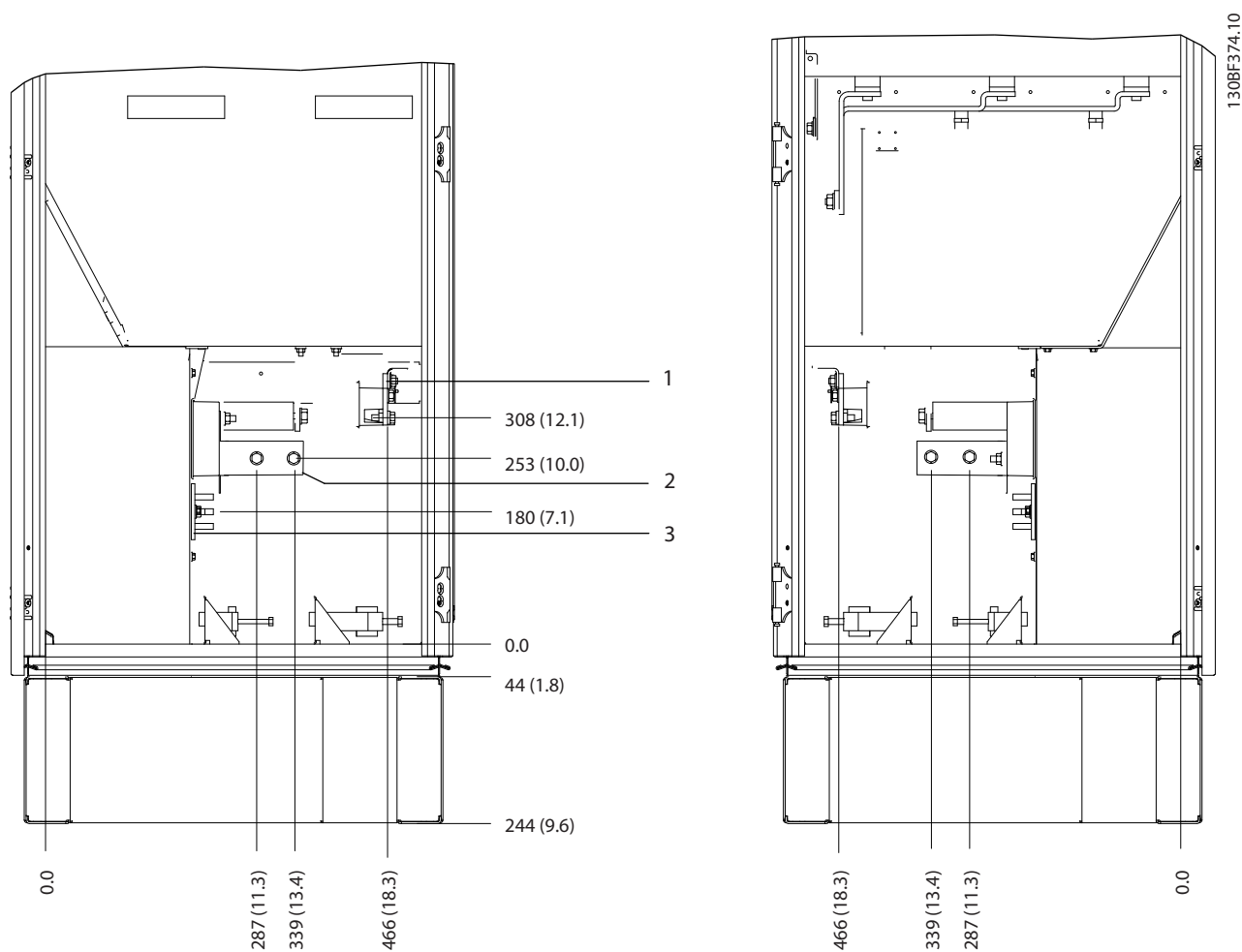
1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

Afbeelding 8.77 Klemafmetingen voor gelijkrichter kast F10-F13, zijaanzicht



1	Remklemmen	3	Aardingsstrip
2	Motorklemmen	-	-

Afbeelding 8.78 Klemafmetingen voor omvormerkast F10-F11, vooraanzicht

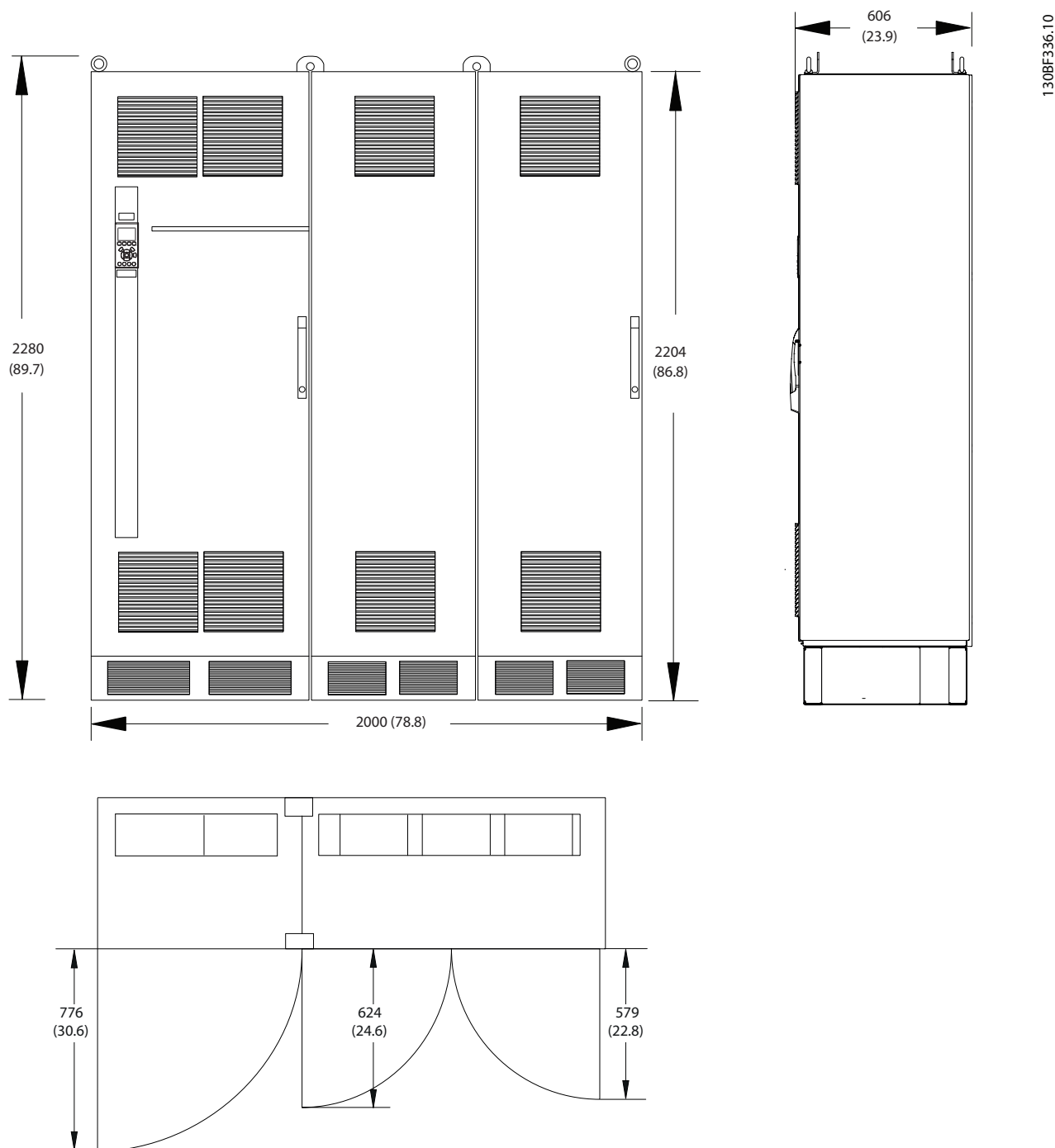


1	Remklemmen	3	Aardingsstrip
2	Motorklemmen	-	-

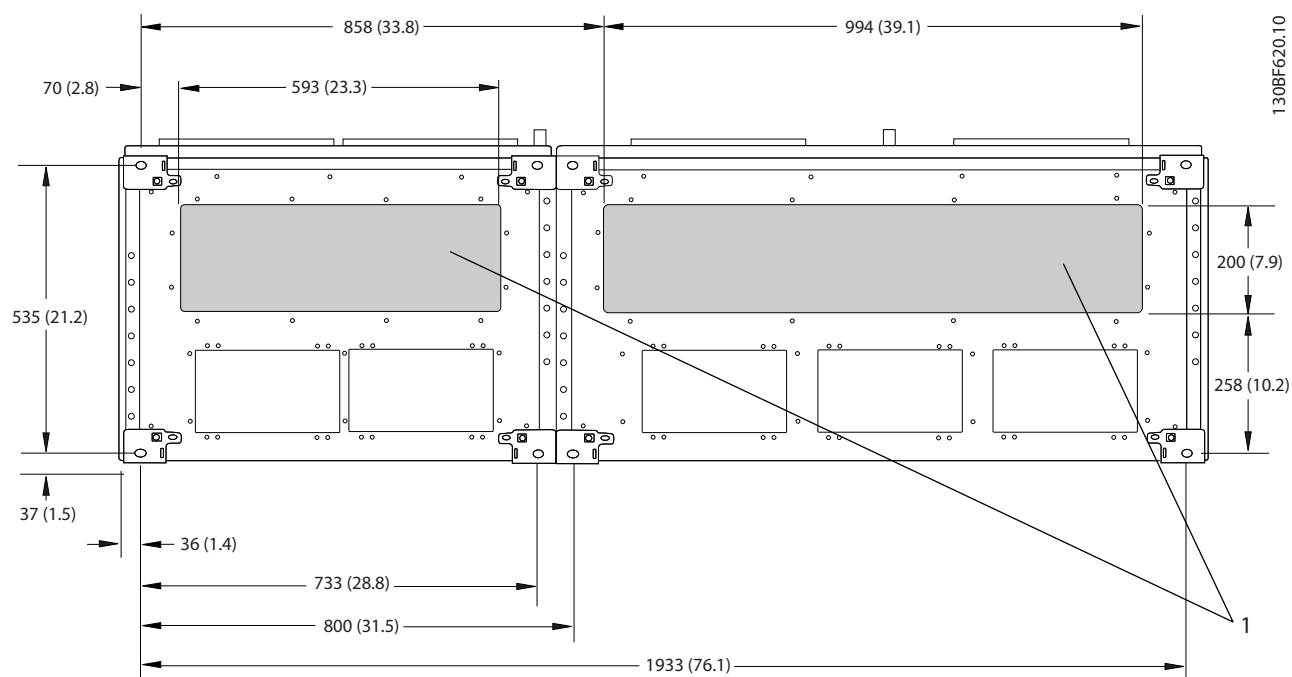
Afbeelding 8.79 Klemafmetingen voor omvormerkast F10-F11, zijaanzicht

8.11 Buitenafmetingen en klemafmetingen F12

8.11.1 Buitenafmetingen F12



Afbeelding 8.80 Vrije ruimte voorzijde, zijkanten en bij deur voor F12

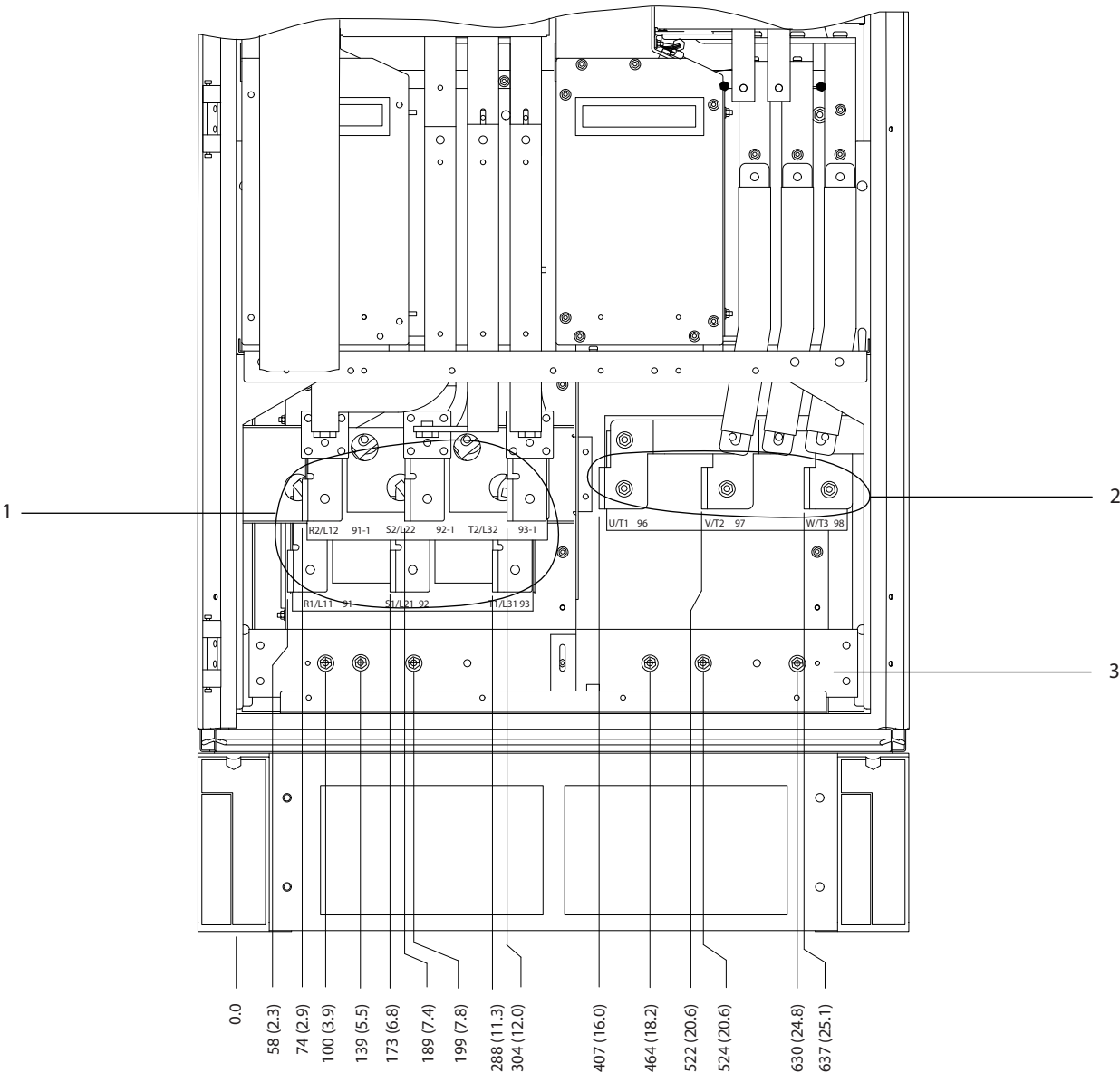


1	Netzijde	2	Motorzijde
---	----------	---	------------

Afbeelding 8.81 Afmetingen wartelplaat voor F12

8.11.2 Klemafmetingen F12

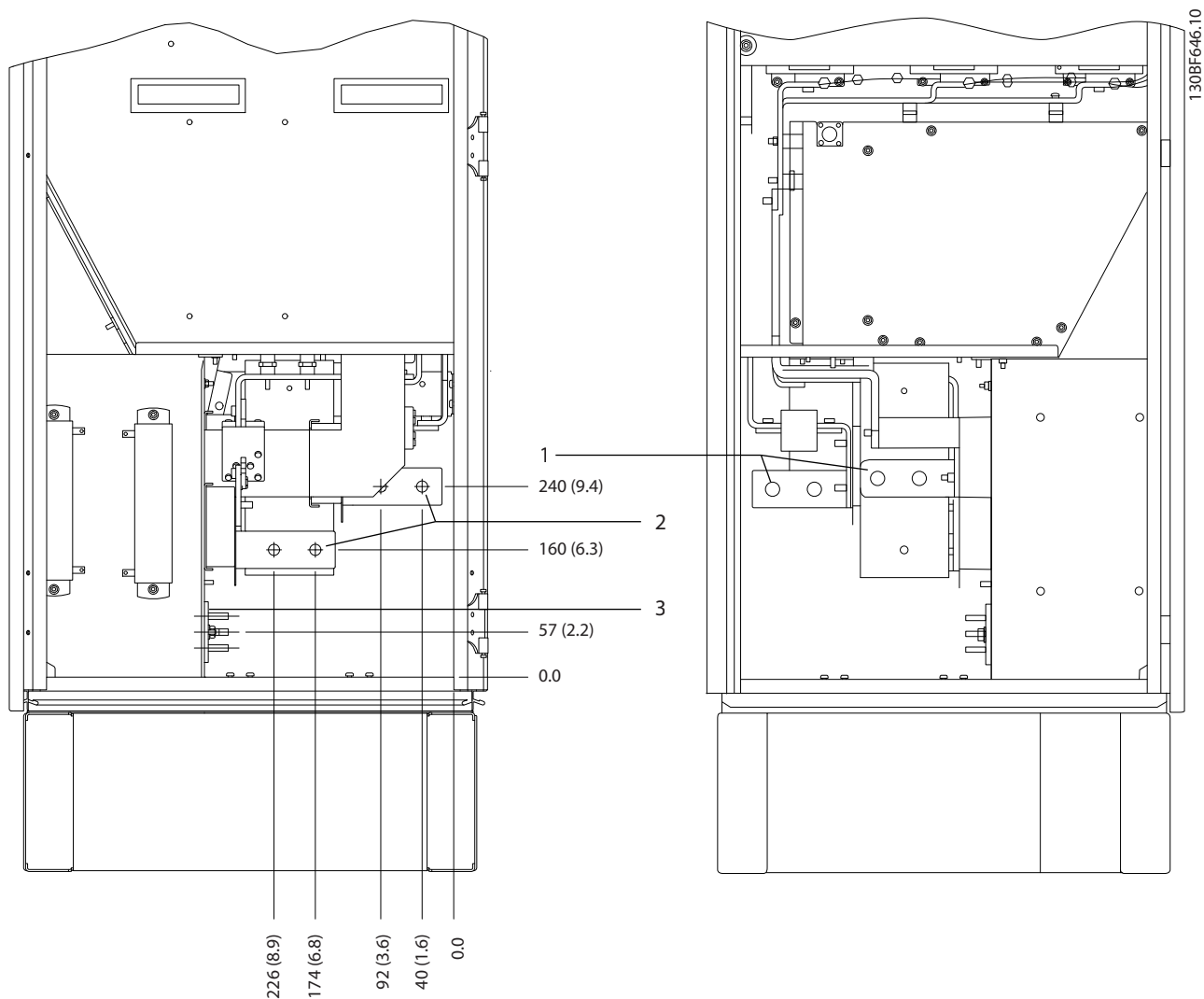
Voedingskabels zijn zwaar en moeilijk te buigen. Bepaal de optimale positie van de frequentieregelaar om eenvoudige installatie van de kabels mogelijk te maken. Elke klem biedt ruimte voor 4 kabels met kabelschoen of voor een standaard klemansluiting. Aarde moet worden aangesloten op het relevante aansluitpunt in de frequentieregelaar.



1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

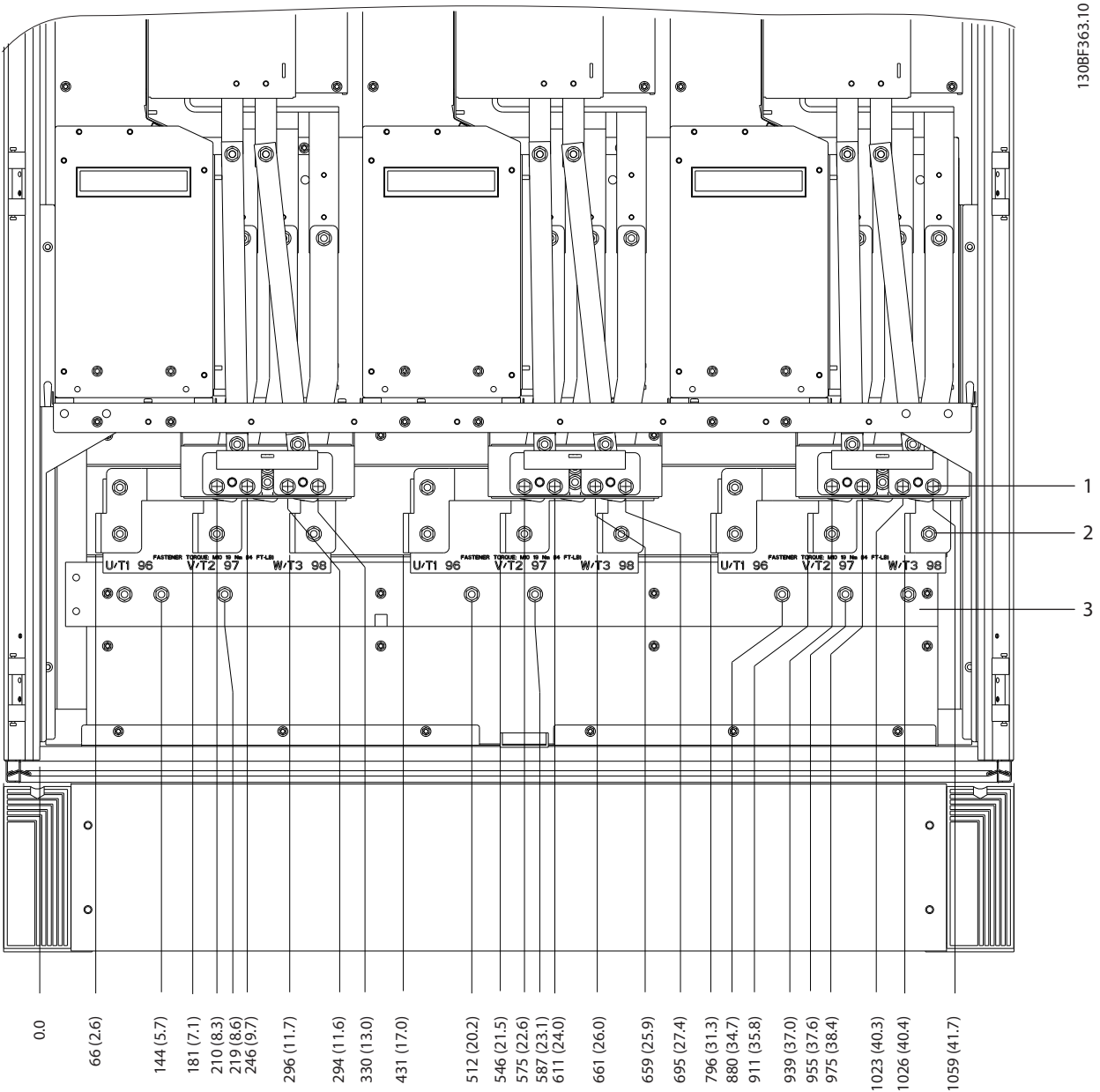
Afbeelding 8.82 Klemafmetingen voor gelijkrichter kast F10-F13, vooraanzicht

8



1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

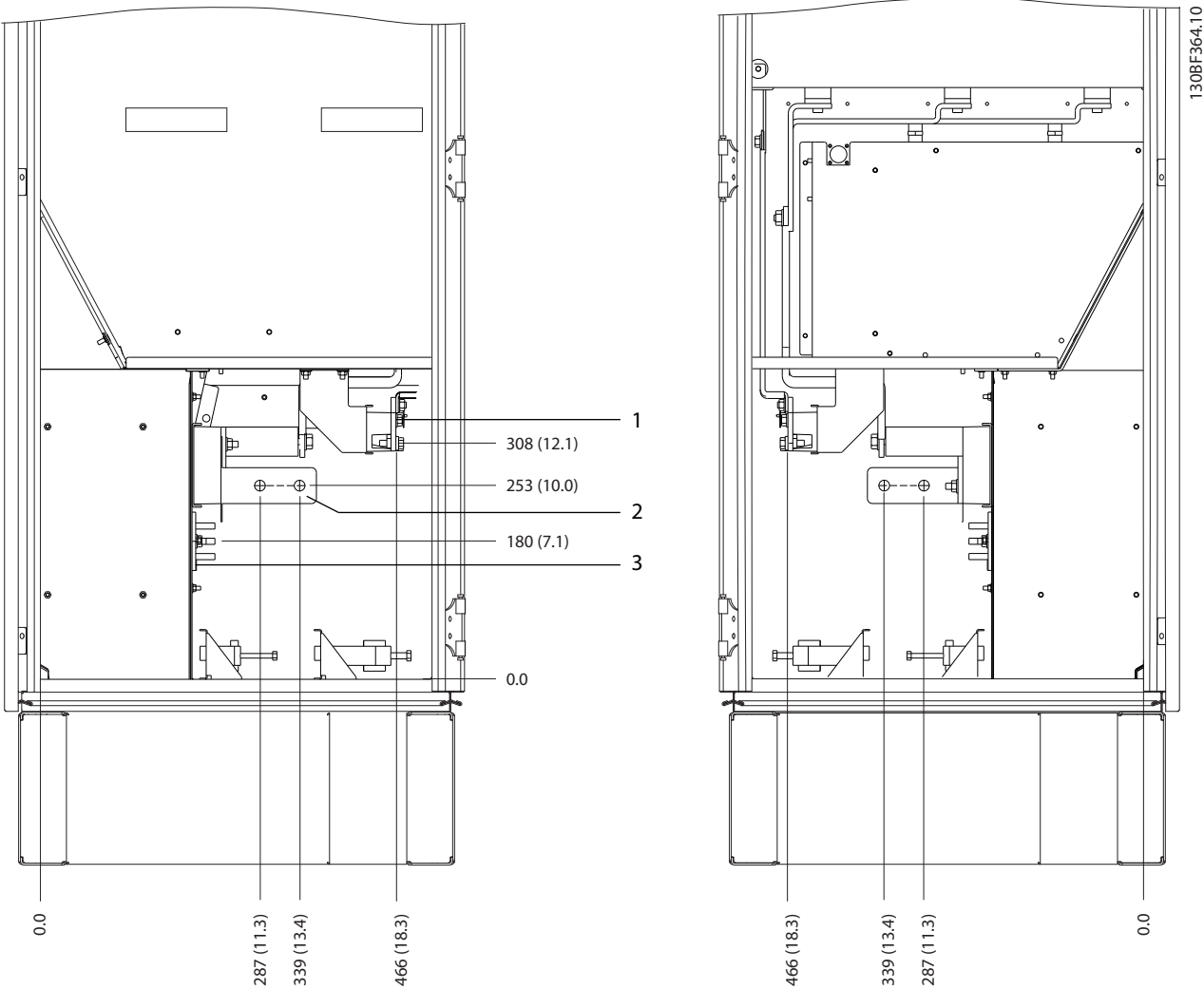
Afbeelding 8.83 Klemafmetingen voor gelijkrichter kast F10-F13, zij aanzicht



1	Remklemmen	3	Aardingsstrip
2	Motorklemmen	-	-

Afbeelding 8.84 Klemafmetingen voor omvormerkast F12-F13, vooraanzicht

8

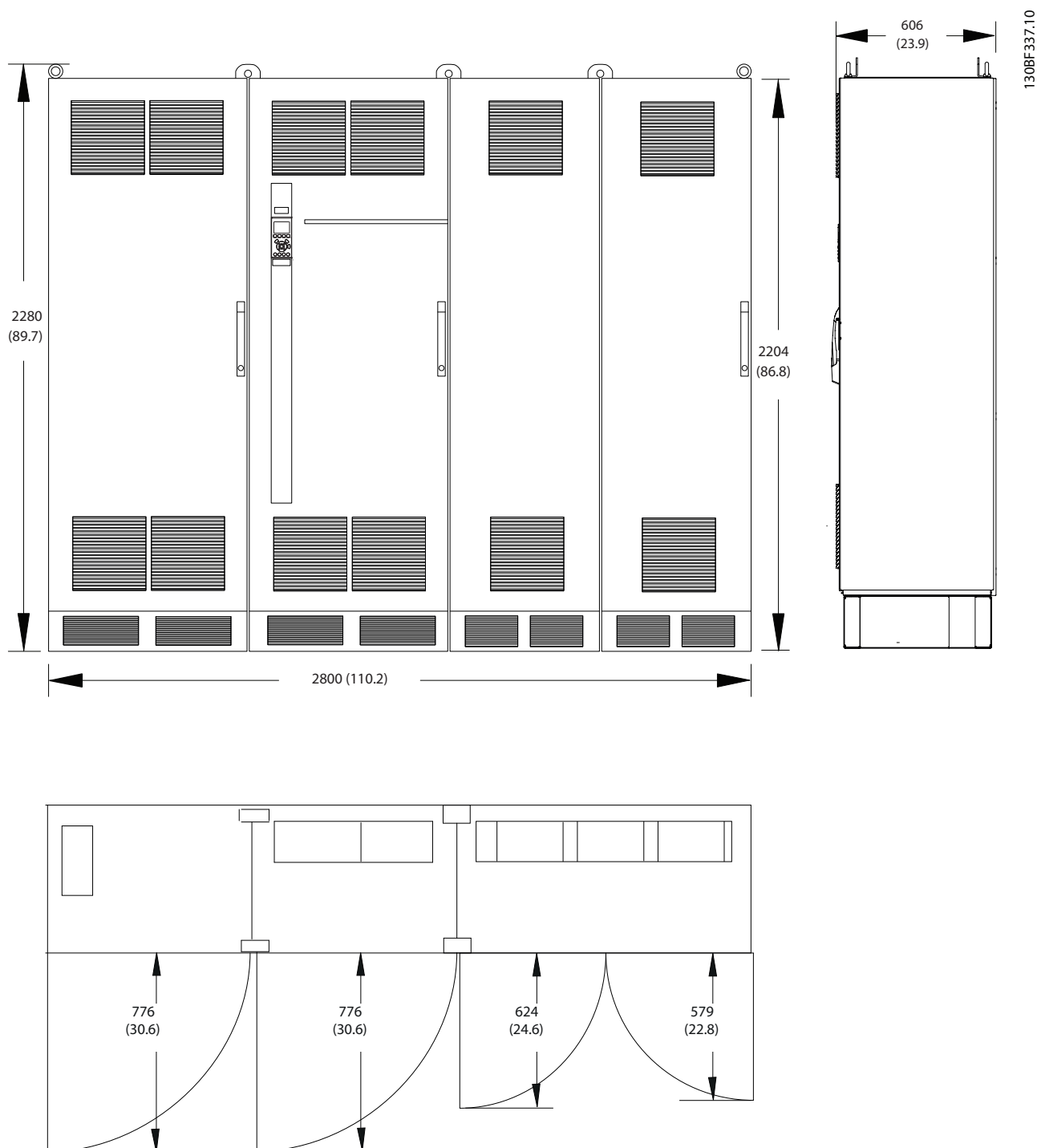


1	Remklemmen	3	Aardingsstrip
2	Motorklemmen	-	-

Afbeelding 8.85 Klemafmetingen voor omvormerkast F12-F13, zijaanzicht

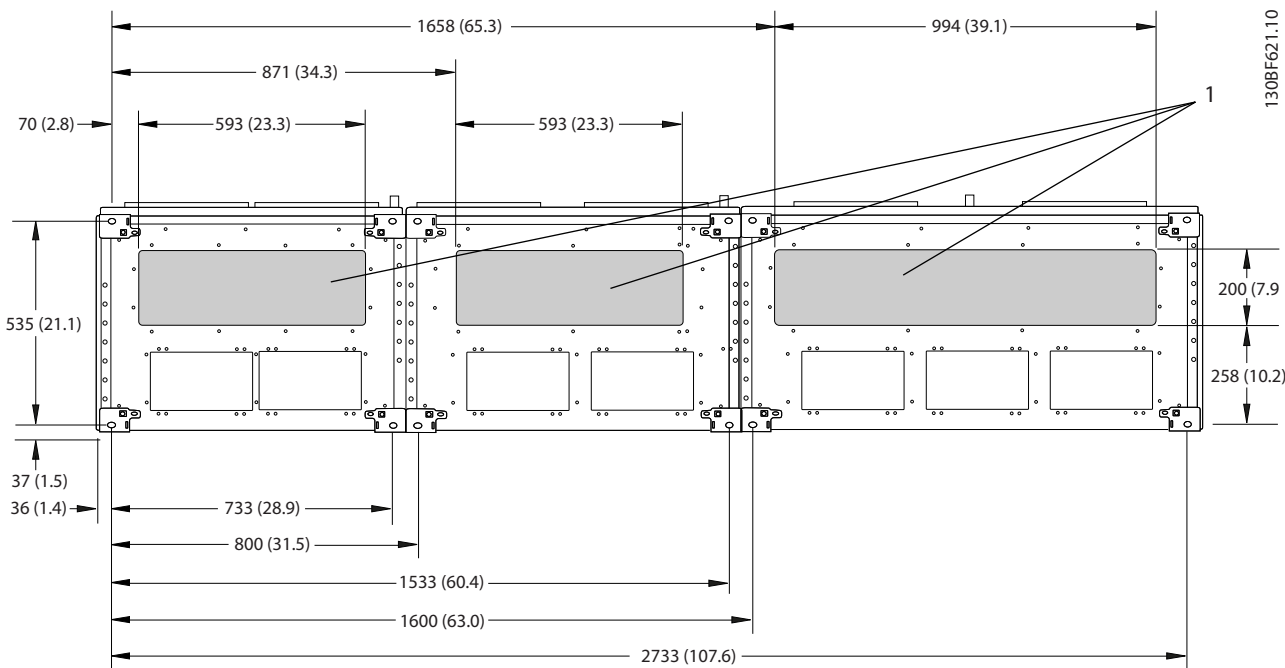
8.12 Buitenafmetingen en klemafmetingen F13

8.12.1 Buitenafmetingen F13



8

Afbeelding 8.86 Vrije ruimte voorzijde, zijkanten en bij deur voor F13

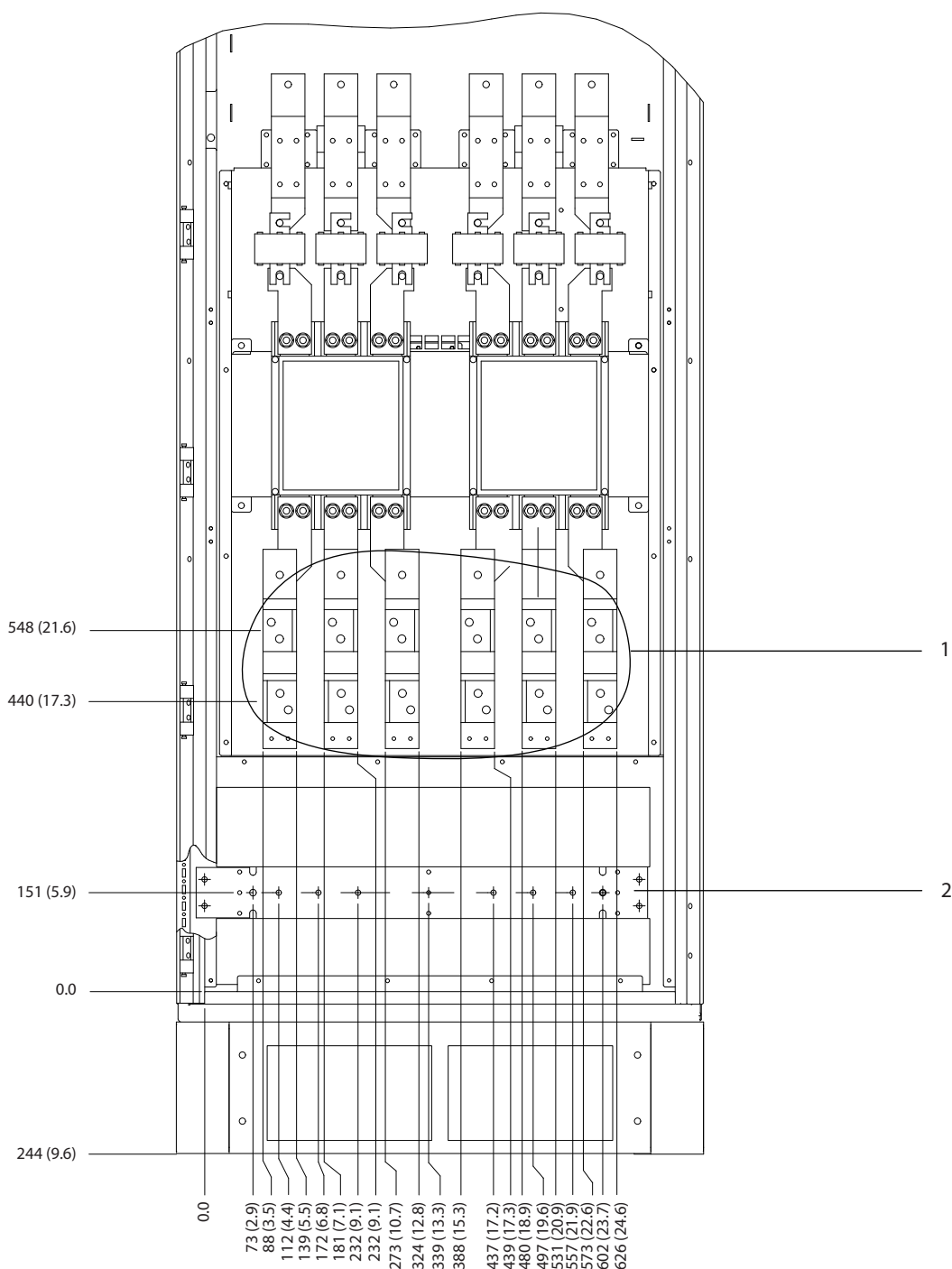


1	Netzijde	2	Motorzijde
---	----------	---	------------

Afbeelding 8.87 Afmetingen wartelplaat voor F13

8.12.2 Klemafmetingen F13

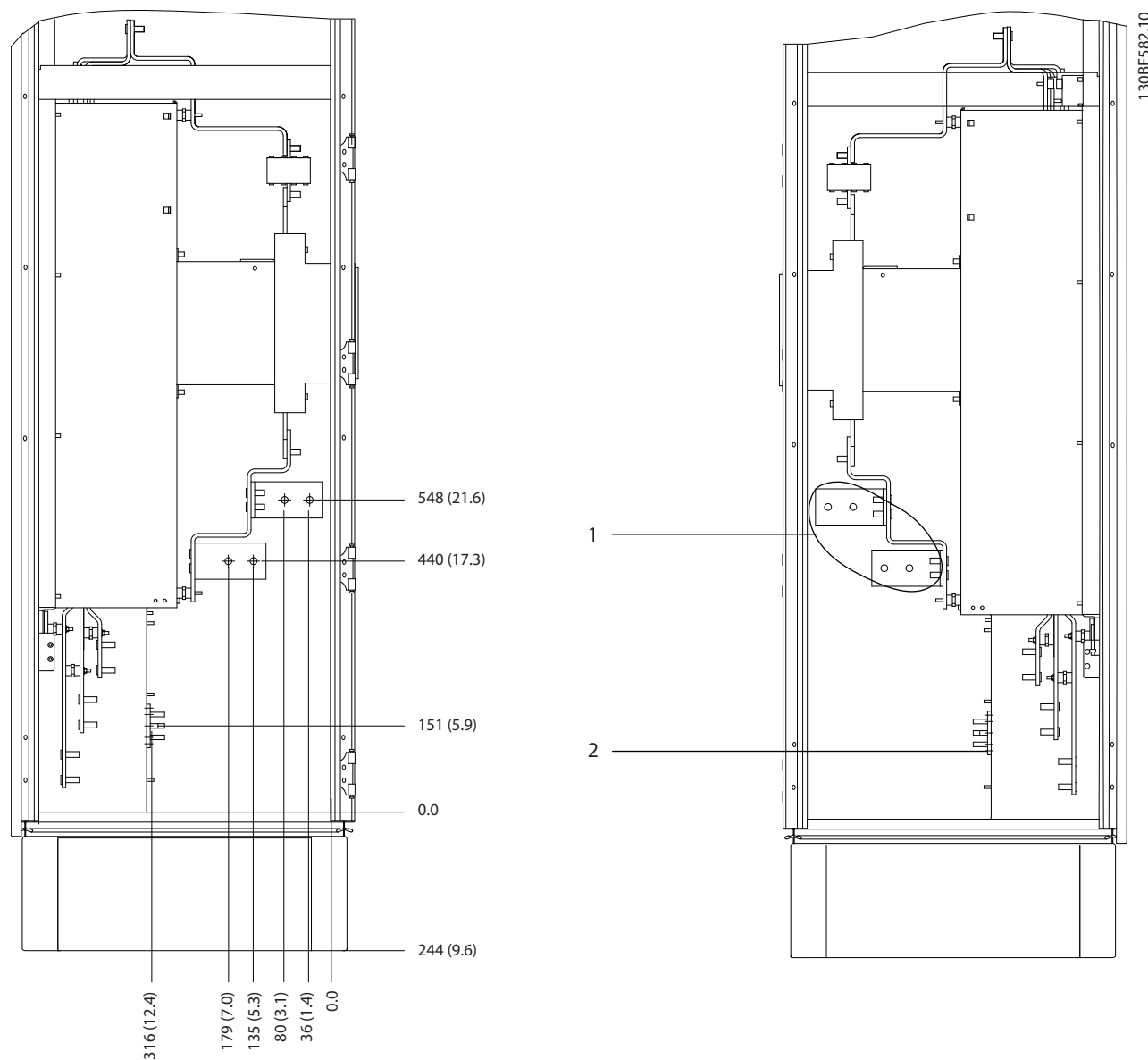
Voedingskabels zijn zwaar en moeilijk te buigen. Bepaal de optimale positie van de frequentieregelaar om eenvoudige installatie van de kabels mogelijk te maken. Elke klem biedt ruimte voor 4 kabels met kabelschoen of voor een standaard klemansluiting. Aarde moet worden aangesloten op het relevante aansluitpunt in de frequentieregelaar.



1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

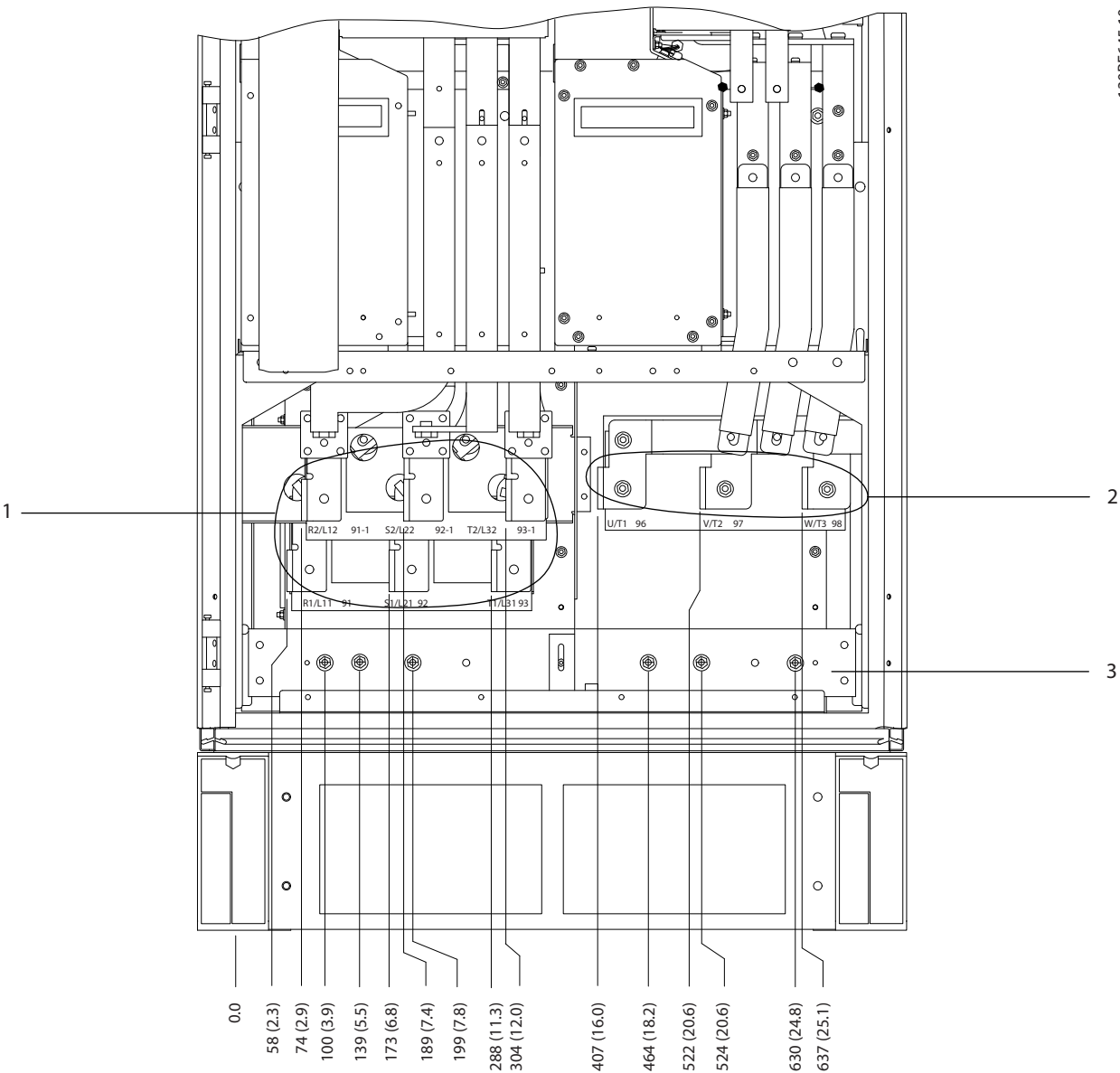
Afbeelding 8.88 Klemafmetingen voor optiekast F11/F13, vooraanzicht

8



1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

Afbeelding 8.89 Klemafmetingen voor optiekast F11/F13, zijaanzicht



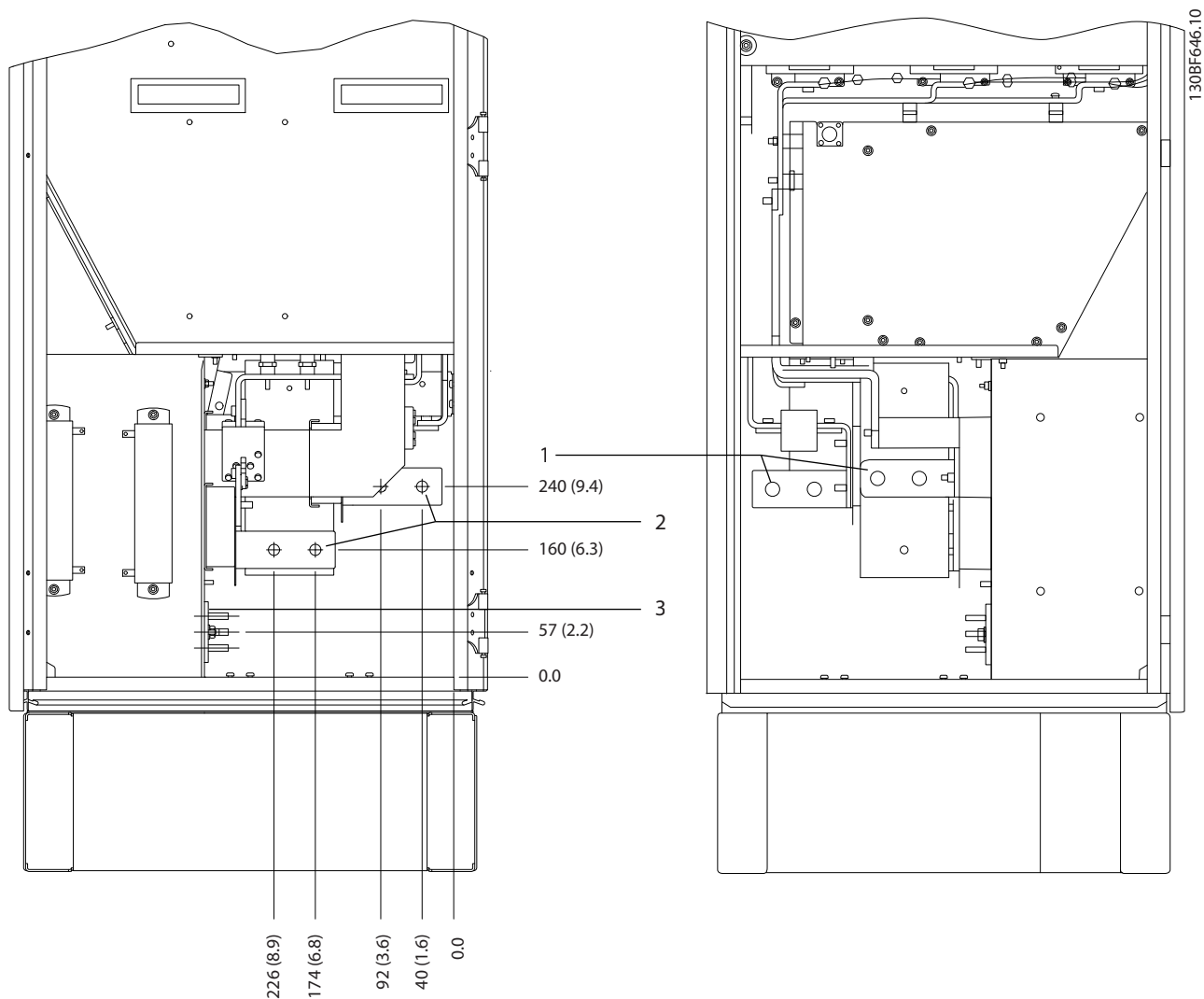
130BF645.10

8

1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

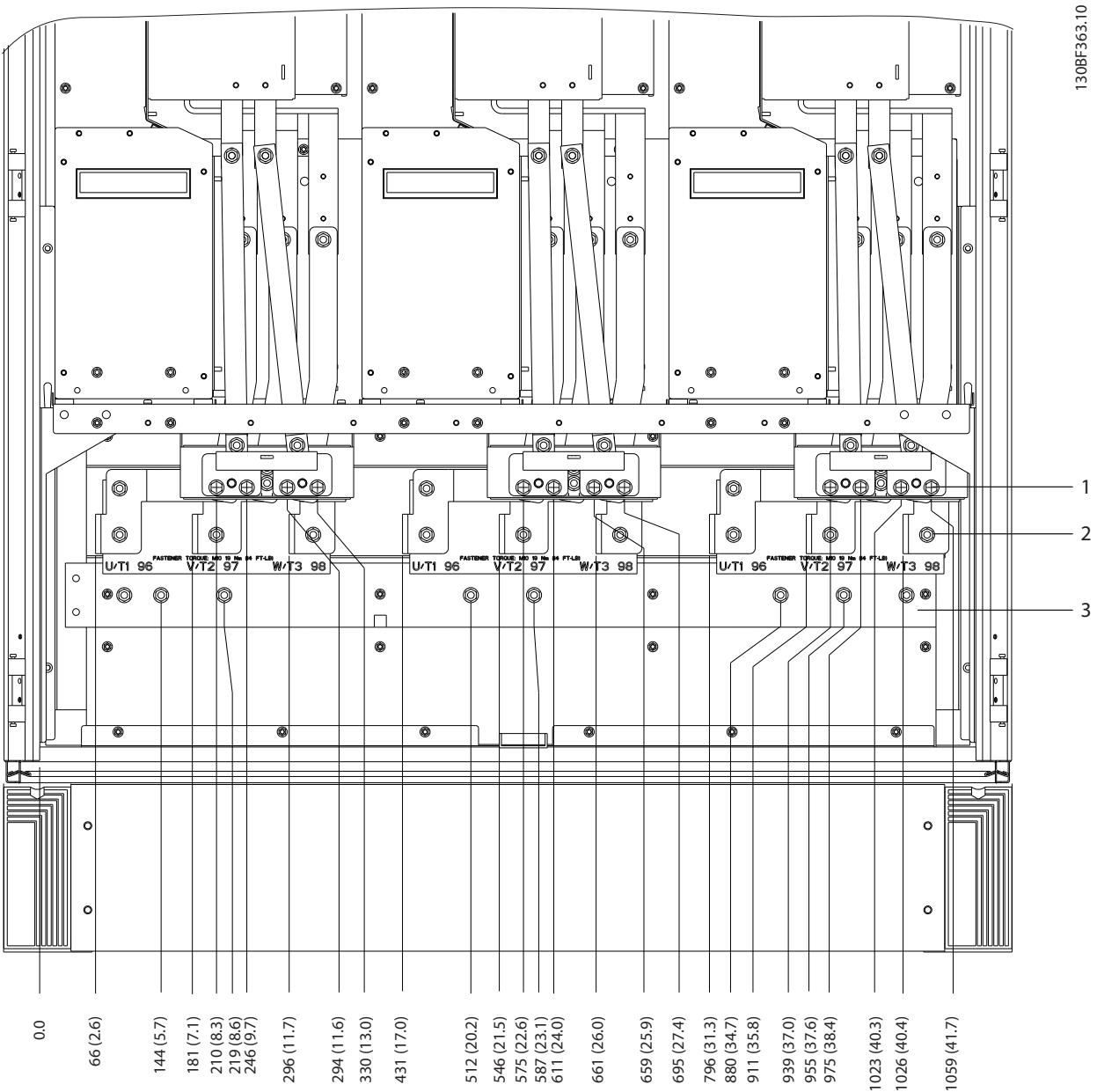
Afbeelding 8.90 Klemafmetingen voor gelijkrichterkast F10-F13, vooraanzicht

8



1	Netklemmen	2	Aardingsstrip
---	------------	---	---------------

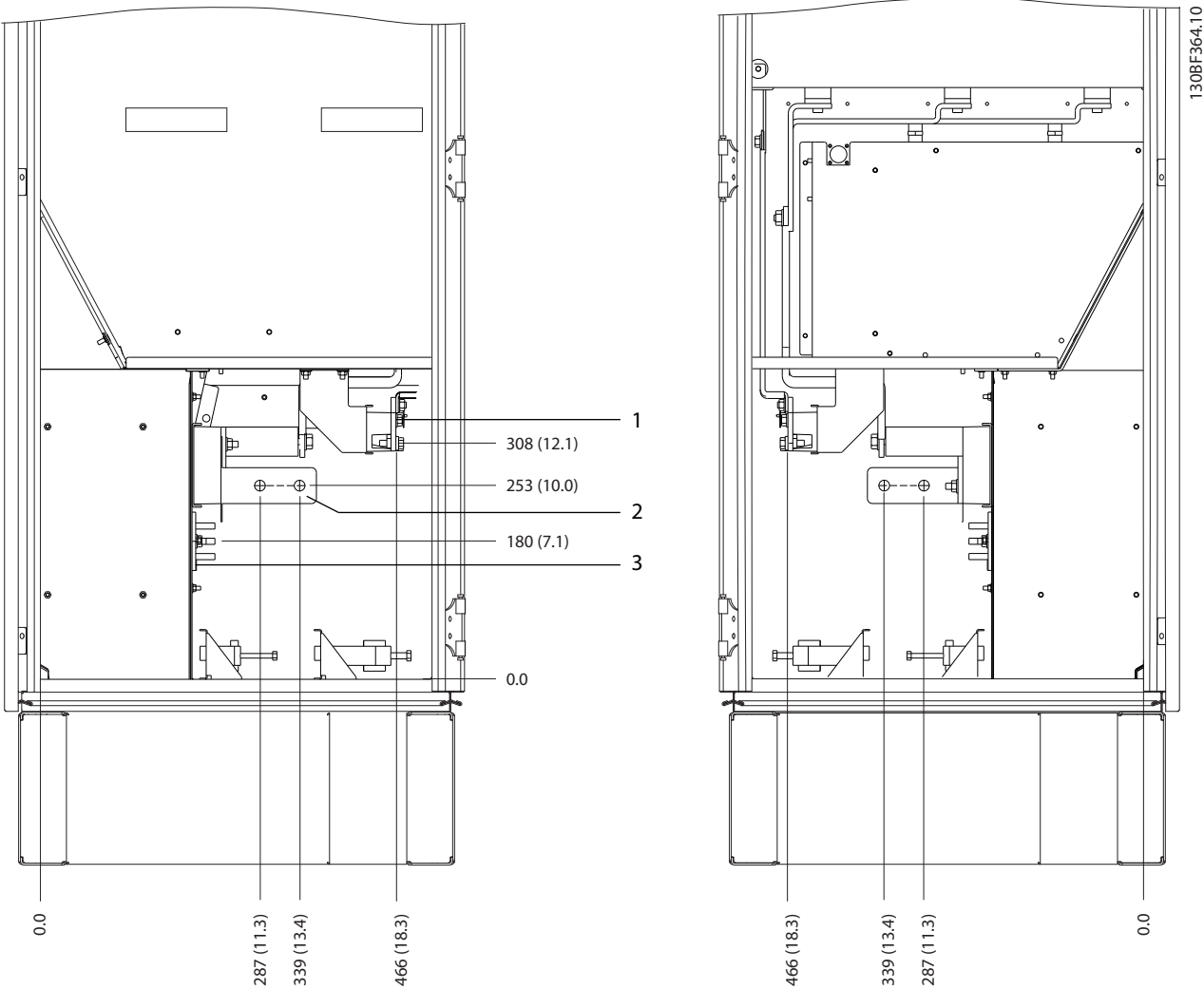
Afbeelding 8.91 Klemafmetingen voor gelijkrichter kast F10-F13, zijaanzicht



1	Remklemmen	3	Aardingsstrip
2	Motorklemmen	-	-

Afbeelding 8.92 Klemafmetingen voor omvormerkast F12-F13, vooraanzicht

8



1	Remklemmen	3	Aardingsstrip
2	Motorklemmen	-	-

Afbeelding 8.93 Klemafmetingen voor omvormerkast F12-F13, zijaanzicht

9 Overwegingen voor mechanische installatie

9.1 Opslag

Sla de frequentieregelaar op in een droge omgeving. Laat de apparatuur in de afgedichte verpakking staan totdat u begint met installeren. Zie *hoofdstuk 7.5.1 Omgevingscondities* voor de aanbevolen omgevingstemperatuur.

Periodiek formeren (laden van de condensator) tijdens opslag is niet nodig, tenzij het product langer dan 12 maanden wordt opgeslagen.

9.2 De eenheid hijsen

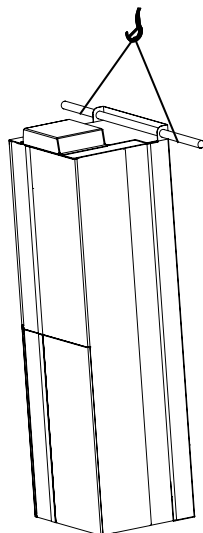
Hijs de frequentieregelaar altijd op met behulp van de aanwezige hijsogen. Maak gebruik van een stang om te voorkomen dat de hijsogen verbogen raken.

⚠WAARSCHUWING

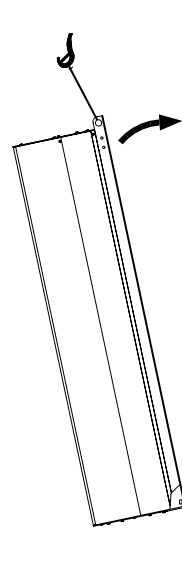
GEVAAR VOOR ERNSTIG OF DODELIJK LETSEL

Volg de lokale veiligheidsvoorschriften voor het hijsen van zware lasten op. Het niet opvolgen van aanbevelingen en lokale veiligheidsvoorschriften kan leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

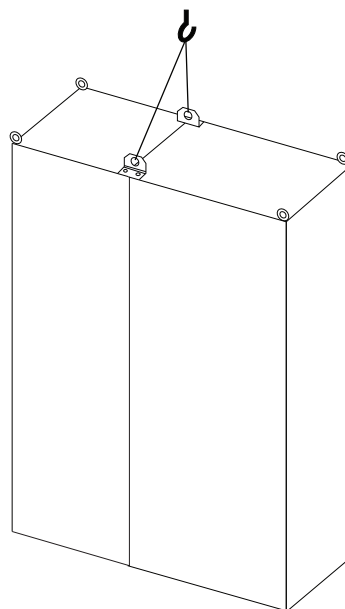
- Verzeker u ervan dat de hijsapparatuur zich in goed werkende toestand bevindt.
- Zie *hoofdstuk 4 Productoverzicht* voor het gewicht van de diverse behuizingsgroottes.
- Maximumdiameter voor stang: 20 mm (0,8 in).
- Hoek tussen de bovenzijde van de frequentieregelaar en de hijskabel: minimaal 60°.



130BF990.10

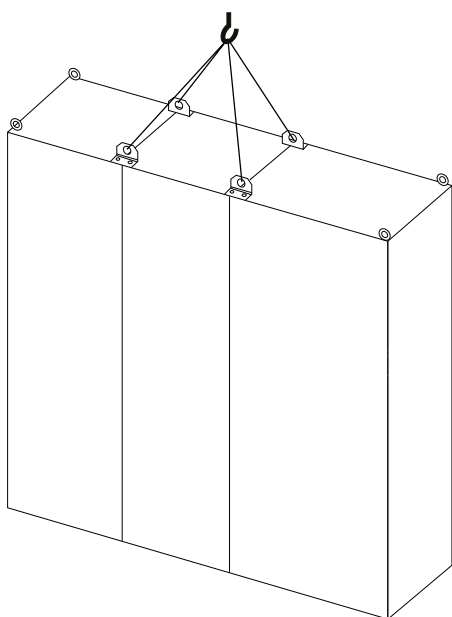


Afbeelding 9.1 Aanbevolen hijsmethode voor behuizing E1-E2



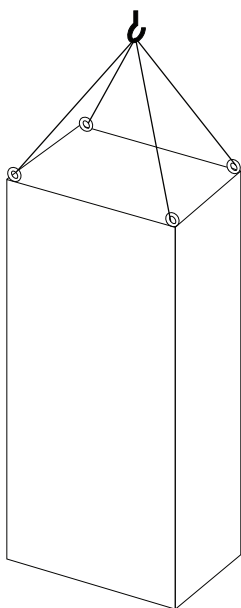
130BF991.10

Afbeelding 9.2 Aanbevolen hijsmethode voor behuizing F1/F2/F9/F10



Afbeelding 9.3 Aanbevolen hijsmethode voor behuizing F3/F4/F11/F12/F13

9



Afbeelding 9.4 Aanbevolen hijsmethode voor behuizing F8

130BF992.10

9.3 Bedrijfsomgeving

In omgevingen met vloeistofnevel, deeltjes of corrosieve gassen moet u ervoor zorgen dat de IP/Type-klasse overeenkomt met de installatieomgeving. Zie *hoofdstuk 7.5 Omgevingscondities* voor specificaties met betrekking tot de omgevingscondities.

LET OP

CONDENSATIE

Vocht kan condenseren op de elektronische componenten en kortsluiting veroorzaken. Vermijd installatie in gebieden waar vorst kan optreden. Installeer een optionele kastverwarming als de frequentieregelaar kouder is dan de omgevingslucht. De kans op condensatie wordt kleiner als u de frequentieregelaar in de stand-bymodus laat werken, zolang de vermogensdisipatie ervoor zorgt dat de circuits vrij van vocht blijven.

LET OP

EXTREME OMGEVINGSCONDITIONS

Warme en koude temperaturen hebben een negatieve invloed op de prestaties en levensduur van de eenheid.

- Gebruik de frequentieregelaar niet in omgevingen waar de omgevingstemperatuur hoger is dan 55 °C (131 °F).
- De frequentieregelaar kan werken bij temperaturen vanaf -10 °C (14 °F). Een juiste werking bij nominale belasting is echter alleen gegarandeerd bij temperaturen van 0 °C (32 °F) en hoger.
- Als de temperatuur de limieten voor de omgevingstemperatuur overschrijdt, is extra klimaatregeling van de kast of installatieplek noodzakelijk.

130BF993.10

9.3.1 Gassen

Agressieve gassen, zoals waterstofsulfide, chloor of ammoniak, kunnen de elektrische en mechanische componenten beschadigen. In de eenheid worden gecoate printkaarten toegepast om de effecten van agressieve gassen tegen te gaan. Zie *hoofdstuk 7.5 Omgevingscondities* voor de specificatie en classificatie van coatings.

9.3.2 Stof

Let op de volgende punten als u de frequentieregelaar in een stoffige omgeving installeert:

Periodiek onderhoud

Wanneer stof zich ophoopt op elektronische componenten, werkt dat als een isolatielaag. Deze laag vermindert de koelcapaciteit van de componenten, waardoor de componenten warmer worden. De warmere omgeving verkort de levensduur van de elektronische componenten.

Voorkom dat stof zich op het koellichaam en de ventilatoren ophoopt. Zie de *bedieningshandleiding* voor meer informatie over service en onderhoud.

Koelventilatoren

Ventilatoren zorgen voor een luchtstroom voor het koelen van de frequentieregelaar. Als ventilatoren aan een stoffige omgeving worden blootgesteld, kan het stof de ventilatorlagers beschadigen, waardoor de ventilator minder lang meegaat. Stof kan zich ook ophopen op de ventilatorbladen, wat kan leiden tot een onbalans die voorkomt dat de ventilatoren de eenheid adequaat kunnen koelen.

9.3.3 Explosiegevaarlijke omgevingen

⚠ WAARSCHUWING

EXPLOSIEGEVAARLIJKE OMGEVING

Installeer de frequentieregelaar niet in een explosiegevaarlijke omgeving. Installeer de frequentieregelaar in een kast buiten deze zone. Het niet opvolgen van deze aanbevelingen vergroot de kans op ernstig of dodelijk letsel.

Systemen in explosiegevaarlijke omgevingen moeten aan speciale voorwaarden voldoen. EU-richtlijn 94/9/EG (ATEX 95) classificeert het gebruik van elektronische apparatuur in explosiegevaarlijke omgevingen.

- Klasse d specificeert dat vonken die eventueel ontstaan, binnen een beschermd gebied worden gehouden.
- Klasse e verbiedt het ontstaan van vonken.

Motoren met bescherming volgens klasse d

Vereisen geen goedkeuring. Speciale bedrading en omkasting zijn wel vereist.

Motoren met bescherming volgens klasse e

Bij gebruik van een ATEX-goedgekeurde PTC-bewakingsvoorziening zoals de VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 hoeft de installatie geen afzonderlijke goedkeuring te hebben van een aangewezen instantie.

Motoren met bescherming volgens klasse d/e

De motor zelf biedt een ontstekingsbescherming volgens klasse d, terwijl de motorbedrading en de aansluitomgeving voldoen aan de e-classificatie. Gebruik een sinusfilter op de uitgang van de frequentieregelaar om de hoge piekspanning af te zwakken.

Gebruik het volgende als u de frequentieregelaar in een explosiegevaarlijke omgeving gebruikt:

- Motoren met ontstekingsbescherming volgens klasse d of e
- PTC-temperatuursensoren om de motortemperatuur te bewaken
- Korte motorkabels
- Sinusfilters als er geen afgeschermd motorkabels worden gebruikt

LET OP

SENSORBEWAKING MOTORTHERMISTOR

Frequentieregelaars met de VLT® PTC Thermistor Card MCB 112-optie zijn PTB-gecertificeerd voor explosiegevaarlijke omgevingen.

9.4 Montageconfiguraties

Tabel 9.1 geeft de beschikbare montageconfiguraties voor elke behuizing. Zie de *bedieningshandleiding* voor specifieke installatie-instructies voor paneel-/wandmontage of voetmontage. Zie ook *hoofdstuk 8 Buitenafmetingen en klemafmetingen*.

LET OP

Een onjuiste montage kan leiden tot oververhitting en lagere prestaties.

Behuizing	Paneel-/wandmontage	Voetmontage (vrijstaand)
E1	–	X
E2	X	–
F1	–	X
F2	–	X
F3	–	X
F4	–	X
F8	–	X
F9	–	X
F10	–	X
F11	–	X
F12	–	X
F13	–	X

Tabel 9.1 Montageconfiguraties

Overwegingen voor montage:¹⁾

- Plaats de eenheid zo dicht mogelijk bij de motor. Zie *hoofdstuk 7.6 Kabelspecificaties* voor de maximale lengte van motorkabels.
- Zorg voor stabiliteit van de eenheid door de eenheid op een stevige ondergrond te monteren.
- Verzeker u ervan dat de installatielocatie het gewicht van de eenheid kan dragen.

- Zorg voor voldoende ruimte rondom de eenheid in verband met adequate koeling. Zie *hoofdstuk 9.5 Koeling*.
- Zorg dat er voldoende ruimte is om de deur te openen.
- Zorg voor kabeldoorvoer vanaf de onderzijde.

1) Neem voor niet-typische installaties contact op met de fabrik.

9.5 Koeling

LET OP

Een onjuiste montage kan leiden tot oververhitting en lagere prestaties. Zie *hoofdstuk 8 Buitenafmetingen en klemafmetingen* voor informatie over een juiste montage.

- Zorg voor vrije ruimte boven en onder de eenheid in verband met luchtkoeling. Vereiste vrije ruimte: 225 mm (9 in).
- Zorg voor voldoende luchtstroming. Zie *Tabel 9.2*.
- Bij temperaturen vanaf 45 °C (113 °F) tot 50 °C (122 °F) en bij hoogtes vanaf 1000 m (3300 ft) boven zeeniveau is reductie noodzakelijk. Zie *hoofdstuk 9.6 Reductie* voor uitgebreide informatie over reductie.

9

De frequentieregelaar gebruikt een backchannelkoelconcept dat de koellucht voor het koellichaam afvoert. De koellucht voor het koellichaam voert ongeveer 90% van de warmte af via het backchannel van de frequentieregelaar. Het afvoeren van de backchannellucht vanuit het paneel of de ruimte is mogelijk via de volgende sets:

- **Kanaalkoeling**
Voor IP 20/Chassis-frequentieregelaars in Rittal-kasten zijn er backchannelkoelsets leverbaar om de koellucht voor het koellichaam vanuit het paneel naar buiten te leiden. Het gebruik van deze sets beperkt de warmte in het paneel en maakt het mogelijk om kleinere deurventilatoren te gebruiken.
- **Koeling achterwand**
Door boven- en onderafdekkingen op de eenheid te installeren, kan de koellucht vanuit het backchannel naar buiten worden geleid.

LET OP

Voor deze behuizing is een deurventilator nodig om de warmteverliezen af te voeren die niet via het backchannel van de frequentieregelaar gaan, evenals extra verliezen die afkomstig zijn van andere componenten die in de behuizing zijn geïnstalleerd. De totale benodigde luchtstroom moet worden berekend om de juiste ventilatoren te selecteren. Sommige fabrikanten van behuizingen leveren software voor het uitvoeren van deze berekeningen.

Zorg voor de nodige luchtstroom over het koellichaam.

Behuizing	Modellen		Deurventilator/ventilator bovenzijde [m³/h (cfm)]	Ventilator koellichaam [m³/h (cfm)]
	380-480 V	525-690 V		
E1	–	P450-P500	340 (200)	1105 (650)
E2			255 (150)	1105 (650)
E1	P355-P450	P560-P630	340 (200)	1445 (850)
E2			255 (150)	1445 (850)

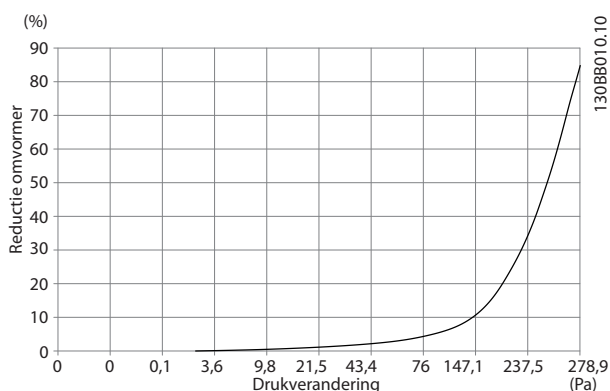
Tabel 9.2 Nominale luchtstroom E1-E2

Behuizing	Beschermingstype	Deurventilator/ventilator bovenzijde [m³/h (cfm)]	Ventilator koellichaam [m³/h (cfm)]
F1-F4	IP 21/Type 1	700 (412)	985 (580)
	IP 54/Type 12	525 (309)	985 (580)
F8-F13	IP 21/Type 1	700 (412)	985 (580)
	IP 54/Type 12	525 (309)	985 (580)

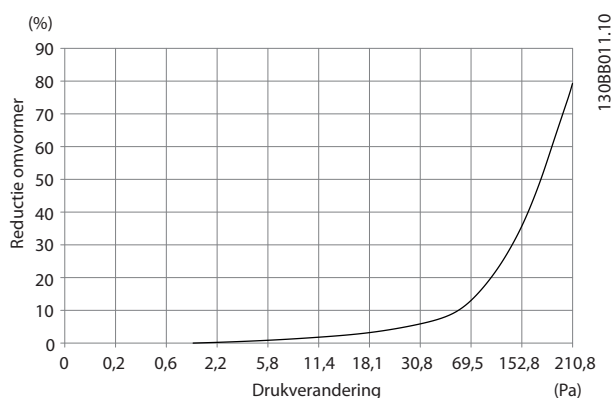
Tabel 9.3 Nominale luchtstroom F1-F4 en F8-F13

9.5.1 Externe luchtkanalen en reductie

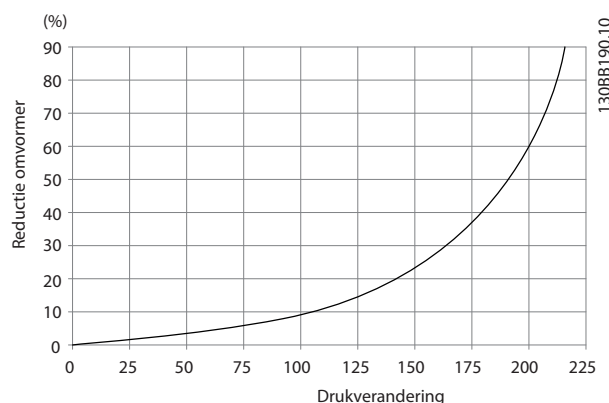
Als er aan de buitenzijde van de Rittal-kast meer luchtkanalen worden toegevoegd, moet de drukval in het kanaal worden berekend met behulp van *Afbeelding 9.5 - Afbeelding 9.7*.



Afbeelding 9.5 Reductie t.o.v. drukverandering voor behuizing E1-E2, 380-480 V-modellen: P315 en 525-690 V-modellen: P450-P500. Luchtstroom: 1105 m³/h (650 cfm)



Afbeelding 9.6 Reductie t.o.v. drukverandering voor behuizing E1-E2, 380-480 V-modellen: P355-P450 en 525-690 V-modellen: P560-P630. Luchtstroom: 1445 m³/h (850 cfm)



Afbeelding 9.7 Reductie t.o.v. drukverandering voor behuizing F1-F4. Luchtstroom: 985 m³/h (580 cfm)

9.6 Reductie

Reductie is een methode voor het verlagen van de uitgangsstroom om uitschakeling (trip) van de frequentieregelaar te voorkomen wanneer de temperatuur in de behuizing hoog wordt. Als bepaalde extreme bedrijfscondities te verwachten zijn, kan een frequentieregelaar met een hoger vermogen worden geselecteerd om te voorkomen dat reductie noodzakelijk is. Dat wordt handmatige reductie genoemd. Het alternatief is dat de frequentieregelaar automatisch de uitgangsstroom verlaagd om de overmatige warmte als gevolg van extreme condities te elimineren.

Handmatige reductie

Wanneer de volgende condities aanwezig zijn, adviseert Danfoss om een frequentieregelaar te selecteren met een vermogensklasse die 1 stap hoger is (bijvoorbeeld P710 in plaats van P630):

- Laag toerental – continubedrijf bij lage toerentallen in toepassingen met een constant koppel
- Lage luchtdruk – bedrijf bij hoogtes boven 1000 m (3281 ft)
- Hoge omgevingstemperatuur – bedrijf bij omgevingstemperatuur van 10 °C (50 °F)
- Hoge schakelfrequentie
- Lange motorkabels
- Kabels met een grote dwarsdoorsnede

Automatische reductie

Als de volgende bedrijfscondities zich voordoen, wijzigt de frequentieregelaar automatisch de schakelfrequentie of het schakelpatroon (PWM naar SFAVM) om overmatige warmte in de behuizing te beperken:

- Hoge temperatuur op de stuurkaart of het koellichaam.
- Hoge motorbelasting of laag motortoerental
- Hoge DC-tussenkringspanning.

LET OP

Automatische reductie werkt anders wanneer parameter 14-55 Output Filter is ingesteld op [2] Sinusfilter vast.

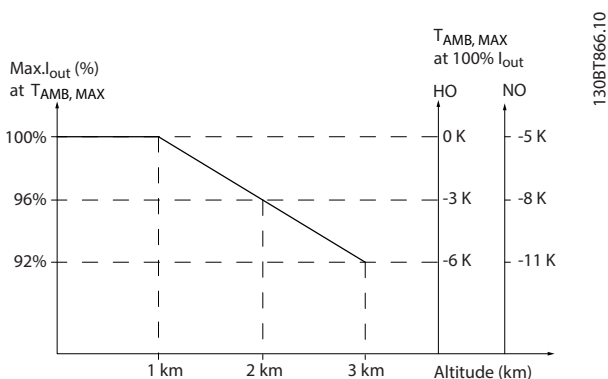
9.6.1 Reductie wegens bedrijf bij lage toerentallen

Wanneer een motor op een frequentieregelaar wordt aangesloten, is het nodig om te controleren of de koeling van de motor voldoende is. Het vereiste koelniveau hangt af van de volgende factoren:

- Belasting op de motor
- Bedrijfstoerental

9.6.2 Reductie wegens hoogte

Bij een lage luchtdruk vermindert de koelcapaciteit van lucht. Voor hoogtes tot 1000 m (3281 ft) is geen reductie nodig. Voor hoogtes boven 1000 m (3281 ft) moet de omgevingstemperatuur (T_{AMB}) of de maximale uitgangsstroom (I_{MAX}) worden verlaagd. Zie Afbeelding 9.8.



Afbeelding 9.8 Reductie van de uitgangsstroom op basis van de hoogte bij $T_{AMB, MAX}$

In Afbeelding 9.8 is te zien dat bij een temperatuur van 41,7 °C (107 °F) 100% van de nominale uitgangsstroom beschikbaar is. Bij 45 °C (113 °F) ($T_{AMB, MAX}-3$ K) is 91% van de nominale uitgangsstroom beschikbaar.

- Bedrijfstijd

Toepassingen met constant koppel

Bij toepassingen met een constant koppel kunnen er problemen optreden bij lage toerentallen. Bij een toepassing met constant koppel kan de motor bij lage toerentallen oververhit raken, omdat de ingebouwde ventilator van de motor minder koellucht levert.

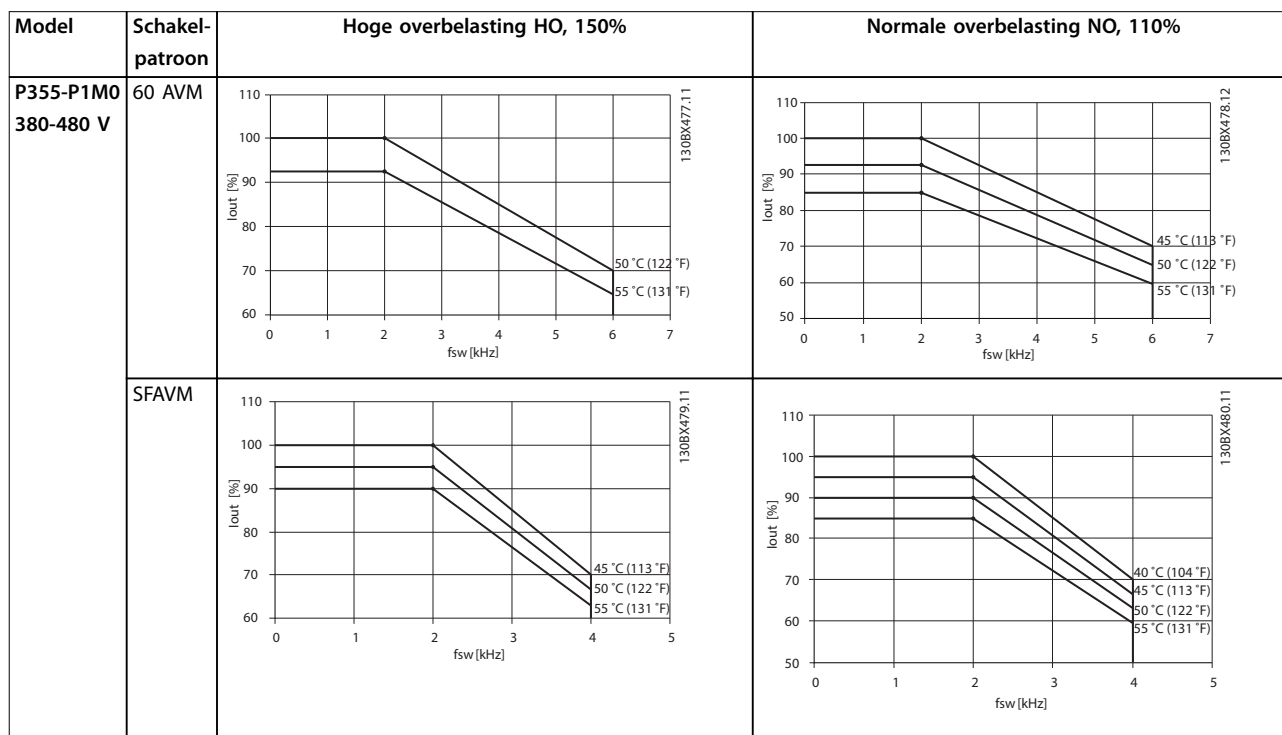
Als de motor continu moet werken bij een toerental dat lager is dan de helft van de nominale waarde, moet er extra koellucht naar de motor worden gevoerd. Als extra luchtcooling niet mogelijk is, kan als alternatief een motor worden gebruikt die speciaal is ontworpen voor toepassingen met een laag toerental/constant koppel.

Toepassingen met variabel (kwadratisch) koppel

In toepassingen met variabel koppel waarbij het koppel evenredig is met het kwadraat van het toerental en het vermogen evenredig is met de derde macht van het toerental, is extra koeling of reductie van de motor niet nodig. Bekende voorbeelden van toepassingen met variabel koppel zijn centrifugaalpomp en -ventilatoren.

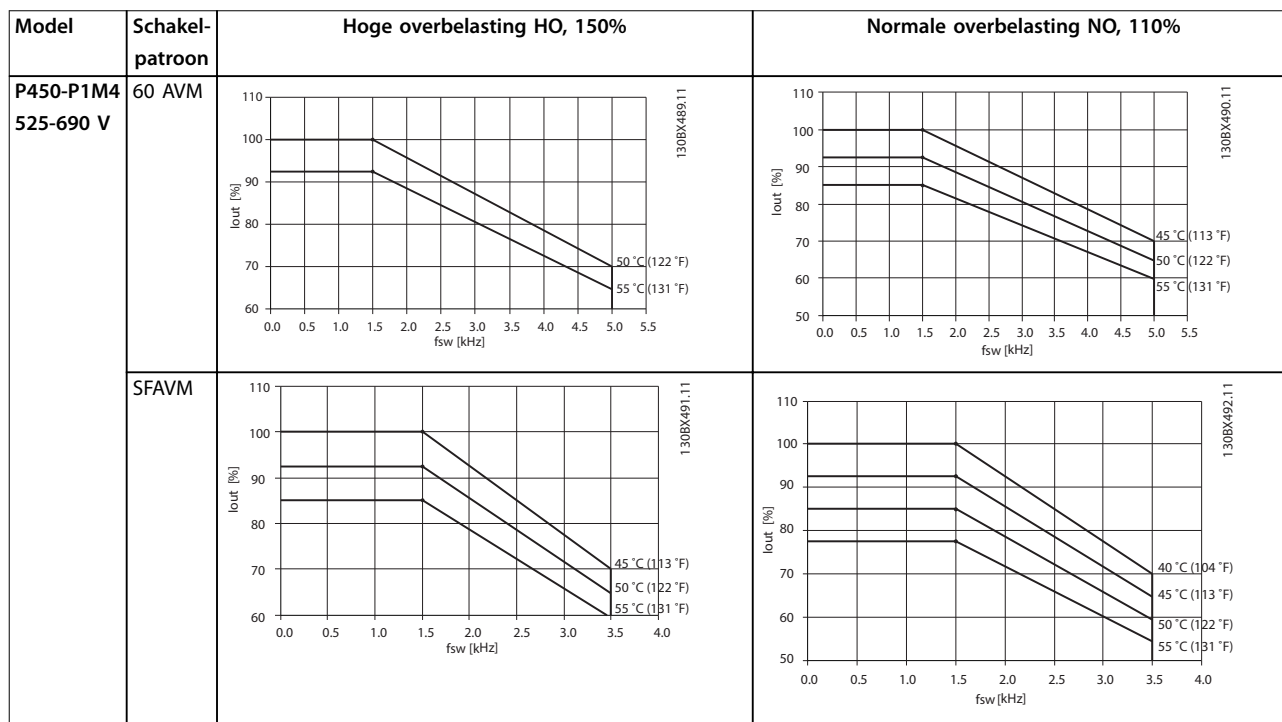
9.6.3 Reductie wegens omgevingstemperatuur

Grafieken worden afzonderlijk weergegeven voor 60° AVM en SFAVM. 60° AVM schakelt slechts 2/3 van de tijd, terwijl SFAVM gedurende de gehele periode schakelt. De maximale schakelfrequentie is 16 kHz voor 60° AVM en 10 kHz voor SFAVM. De discrete schakelfrequenties worden weergegeven in *Tabel 9.4* en *Tabel 9.5*.



9

Tabel 9.4 Tabellen voor reductie wegens omgevingstemperatuur voor behuizing E1-E2, F1-F4 en F8-F13, 380-480 V



Tabel 9.5 Tabellen voor reductie wegens omgevingstemperatuur voor behuizing E1-E2, F1-F4 en F8-F13, 525-690 V

10 Overwegingen voor elektrische installatie

10.1 Veiligheidsvoorschriften

Zie *hoofdstuk 2 Veiligheid* voor algemene veiligheidsinstructies.

⚠ WAARSCHUWING

GEÏNDUCEERDE SPANNING

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

- Houd motorkabels van elkaar gescheiden of gebruik afgeschermd kabels.
- Vergrendel alle frequentieregelaars tegelijk (lockout).

⚠ WAARSCHUWING

GEVAAR VOOR ELEKTRISCHE SCHOKKEN

De frequentieregelaar kan een DC-stroom veroorzaken in de aardgeleider en daardoor leiden tot ernstig of dodelijk letsel.

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

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

Overstroombeveiliging

- Aanvullende beschermende apparatuur, zoals kortsluitbeveiliging of thermische motorbeveiliging tussen de frequentieregelaar en de motor, is vereist voor toepassingen met meerdere motoren.
- Ingangszekeringen zijn vereist om te voorzien in kortsluitbeveiliging en overstroombeveiliging. Als deze zekeringen niet in de fabriek zijn aangebracht, moet de installateur ze plaatsen. Zie *hoofdstuk 10.5 Zekeringen en circuitbreakers* voor de maximale zekeringgrootte.

Draadtype en -specificaties

- De volledige bedrading moet voldoen aan de nationale en lokale voorschriften ten aanzien van dwarsdoorsneden en omgevingstemperatuur.
- Aanbeveling voor voedingsdraden: koperdraad dat bestand is tegen minimaal 75 °C (167 °F).

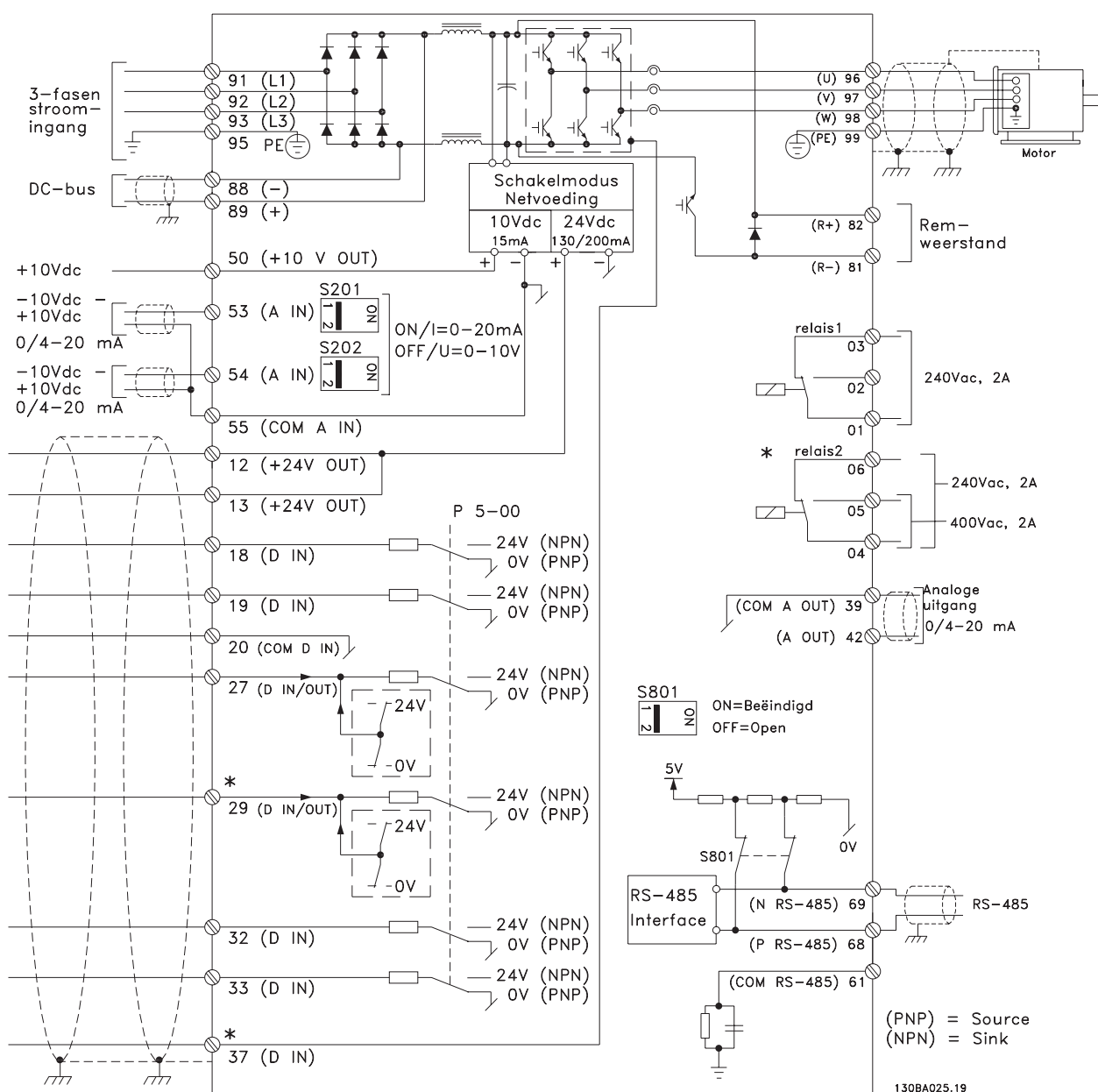
Zie *hoofdstuk 7.6 Kabelspecificaties* voor de aanbevolen draaddiktes en -typen.

⚠ VOORZICHTIG

SCHADE AAN EIGENDOMMEN

Beveiliging tegen overbelasting van de motor maakt geen deel uit van de standaardinstellingen. Om deze functie toe te voegen, stelt u *parameter 1-90 Motor Thermal Protection* in op de waarde *[ETR trip] (ETR-uitsch.)* of *[ETR warning](ETR-waarsch.)*. Voor de Noord-Amerikaanse markt: de ETR-functie biedt bescherming volgens klasse 20 tegen overbelasting van de motor volgens NEC. Als u *parameter 1-90 Motor Thermal Protection* niet op *[ETR trip] (ETR-uitsch.)* of *[ETR warning] (ETR-waarsch.)* instelt, betekent dit dat de motor niet wordt beschermd tegen overbelasting en dat er schade aan eigendommen kan ontstaan als de motor oververhit raakt.

10.2 Bedradingsschema



10

Afbeelding 10.1 Eenvoudig bedradingsschema

A = analoog, D = digitaal

1) Klem 37 (optioneel) wordt gebruikt voor Safe Torque Off. Installatie-instructies voor de STO-functie vindt u in Bedieningshandleiding Safe Torque Off.

10.3 Aansluitingen

10.3.1 Voedingsaansluitingen

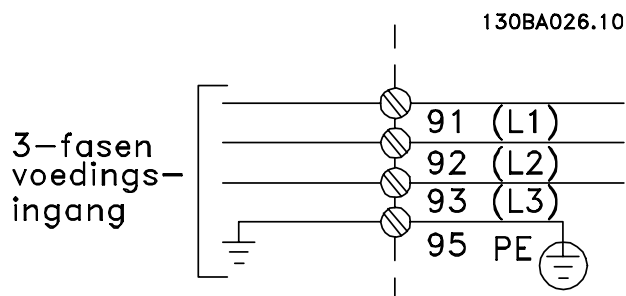
LET OP

De volledige bekabeling moet voldoen aan de nationale en lokale voorschriften ten aanzien van dwarsdoorsneden en omgevingstemperatuur. Voor UL-toepassingen zijn 75 °C (167 °F) koperen geleiders vereist. Voor niet-UL-toepassingen kunnen 75 °C (167 °F) of 90 °C (194 °F) koperen geleiders worden gebruikt.

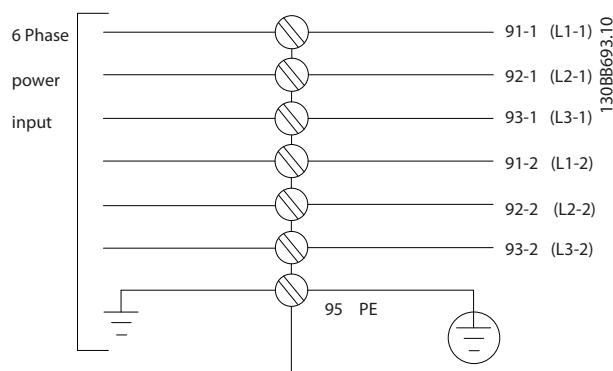
De voedingskabels moeten worden aangesloten zoals aangegeven in *Afbeelding 10.2*. Zie *hoofdstuk 7.6 Kabelspecificaties* voor de juiste dwarsdoorsnede en lengte van de motorkabel.

Om de frequentieregelaar te beschermen, moeten de aanbevolen zekeringen worden gebruikt, tenzij de eenheid is uitgerust met ingebouwde zekeringen. De aanbevolen zekeringen zijn te vinden in *hoofdstuk 10.5 Zekeringen en circuitbreakers*. Zorg ervoor dat de juiste zekeringen worden gebruikt in overeenstemming met lokale voorschriften.

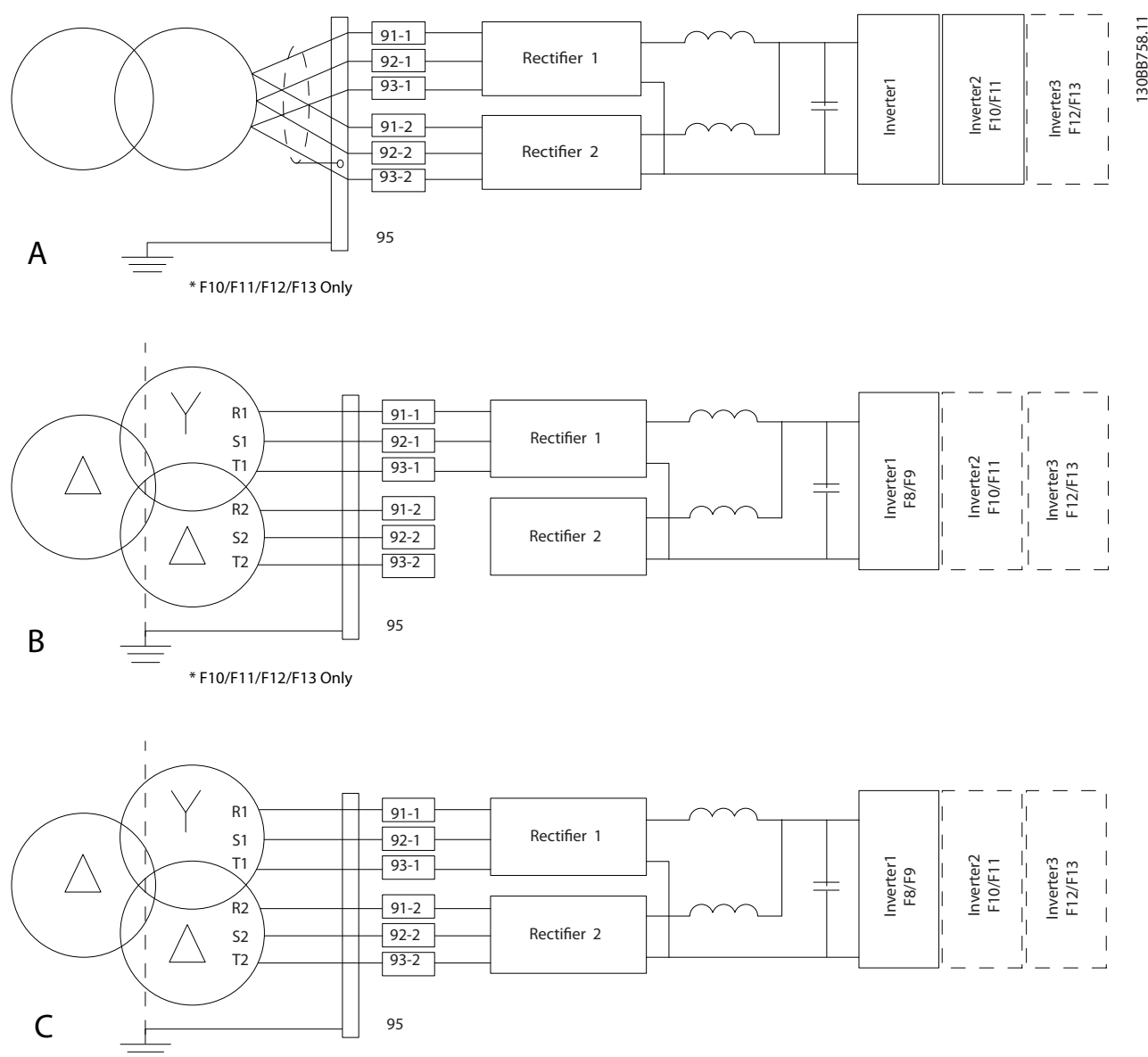
De netvoeding wordt aangesloten op de netschakelaar als die aanwezig is.



Afbeelding 10.2 Aansluiting op de netvoeding, behuizing E1-E2 en F1-F4



Afbeelding 10.3 Aansluiting op de netvoeding, behuizing F8-F13



A	6-pulsaansluiting ^{1,2,3)}
B	Gemodificeerde 6-pulsaansluiting ^{2,3,4)}
C	12-pulsaansluiting ^{3,5)}

Afbeelding 10.4 Aansluitopties netvoeding voor 12-pulsfrequentieregelaars

- 1) Parallele aansluiting afgebeeld. Het gebruik van één driefasekabel is toegestaan als die voldoende belastingscapaciteit heeft. Installeer kortsluitstroomrails.
- 2) Bij gebruik van een 6-pulsaansluiting worden de voordelen van harmonischenbeperking van de 12-pulsgelijkrichter tenietgedaan.
- 3) Geschikt voor IT- en TN-netaansluitingen.
- 4) Als 1 van de modulaire 6-pulsgelijkrichters onbruikbaar wordt, kan de frequentieregelaar met behulp van slechts één 6-pulsgelijkrichter werken bij een lagere belasting. Neem contact op met Danfoss voor informatie over het opnieuw aansluiten.
- 5) Hier wordt geen parallelle netbekabeling afgebeeld. Bij gebruik van een 12-pulsfrequentieregelaar als een 6-pulsfrequentieregelaar moet voor de netkabels een gelijk aantal kabels van dezelfde lengte worden gebruikt.

Afscherming van kabels

LET OP

De motorkabel moet afgeschermd zijn. Bij gebruik van niet-afgeschermd motorkabels wordt niet voldaan aan bepaalde EMC-vereisten. Gebruik een afgeschermd motorkabel om aan de EMC-emissiespecificaties te voldoen. Zie hoofdstuk 10.16 EMC-correcte installatie voor meer informatie.

Vermijd montage met een afscherming met gedraaide uiteinden (pigtails). Dat kan het afschermende effect bij hogere frequenties verstoren. Als het noodzakelijk is de afscherming te onderbreken, moet u de afscherming voortzetten met de laagst mogelijke HF-impedantie.

Sluit de afscherming van de motorkabel aan op de ontkoppelingsplaat van de frequentieregelaar en de metalen behuizing van de motor. Gebruik voor aansluitingen op de afscherming een zo groot mogelijk oppervlak (kabelklem) door gebruik te maken van de installatievoorzieningen in de frequentieregelaar.

Kabellengte en dwarsdoorsnede

De frequentieregelaar is getest met een bepaalde kabellengte volgens de EMC-normen. Houd de motorkabel zo kort mogelijk, om interferentieniveau en lekstromen te beperken.

Schakelfrequentie

Wanneer frequentieregelaars in combinatie met sinusfilters worden gebruikt om de akoestische ruis van een motor te beperken, moet de schakelfrequentie worden ingesteld volgens de instructies in parameter 14-01 Switching Frequency.

Klemmen				Type aansluiting
96	97	98	99	
U	V	W	PE ¹⁾	Motorspanning 0-100% van netspanning. 3 draden uit motor.
U1	V1	W1	PE ¹⁾	Driehoekaansluiting.
W2	U2	V2		6 draden uit motor.
U1	V1	W1	PE ¹⁾	Steraansluiting U2, V2, W2. U2, V2 en W2 moeten afzonderlijk onderling worden verbonden.

Tabel 10.1 Aansluiting motorkabels voor behuizing E1-E2 en F1-F4

1) Aardverbinding (veiligheidsaarde)

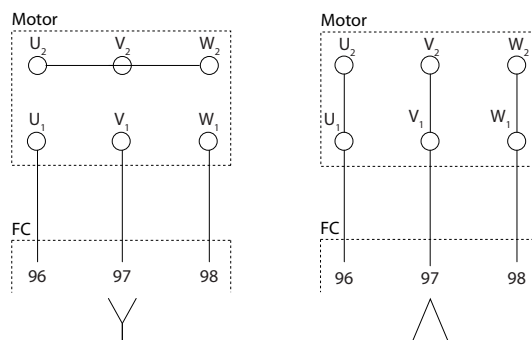
Klemmen				Type aansluiting
96	97	98	99	
U	V	W	PE ¹⁾	Motorspanning 0-100% van netspanning. 3 draden uit motor.
U1	V1	W1	PE ¹⁾	Driehoekaansluiting.
W2	U2	V2		6 draden uit motor.
U1	V1	W1	PE ¹⁾	Steraansluiting U2, V2, W2. U2, V2 en W2 moeten afzonderlijk onderling worden verbonden.

Tabel 10.2 Aansluiting motorkabels voor behuizing F8-F13

1) Aardverbinding (veiligheidsaarde)

LET OP

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



Afbeelding 10.5 Aansluiting motorkabels

10.3.2 DC-busaansluiting

De DC-aansluitklem wordt gebruikt als DC-backup, waarbij de DC-tussenkring wordt gevoed vanuit een externe bron.

Klem	Functie
88, 89	DC-bus

Tabel 10.3 DC-aansluitklemmen

10.3.3 Aansluiting loadsharing

Loadsharing verbindt de DC-tussenkringen van meerdere frequentieregelaars met elkaar. Zie *hoofdstuk 5.6 Overzicht loadsharing* voor een overzicht.

Voor de loadsharingfunctie is extra apparatuur nodig en moeten veiligheidsmaatregelen worden getroffen. Raadpleeg Danfoss voor aanbevelingen voor bestellen en installeren.

Klem	Functie
88, 89	Loadsharing

Tabel 10.4 Loadsharingklemmen

De aansluitkabel moet zijn afgeschermd en de maximale kabellengte van de frequentieregelaar naar de DC-rail bedraagt 25 m (82 ft).

10.3.4 Aansluiting rembekabeling

De aansluitkabel naar de remweerstand moet zijn afgeschermd en de maximale kabellengte van de frequentieregelaar naar de DC-rail bedraagt 25 m (82 ft).

- Gebruik kabelklemmen om de afscherming aan te sluiten op de geleidende achterplaat van de frequentieregelaar en de metalen behuizing van de remweerstand.
- Stem de doorsnede van de remweerstandbeking af op het remkoppel.

Klem	Functie
81, 82	Remweerstandklemmen

Tabel 10.5 Remweerstandklemmen

Zie de *VLT® Brake Resistor MCE 101 Design Guide* voor remwestanden voor meer informatie.

LET OP

Als er in de remmodule kortsluiting optreedt, moet u vermogensdissipatie in de remweerstand voorkomen door een netschakelaar of contactor te gebruiken om de netvoeding naar de frequentieregelaar te onderbreken.

10.3.5 Aansluiting transformator

Transformatoren die in combinatie met 12-pulsfrequentieregelaars (F8-F13) worden gebruikt, moeten voldoen aan de volgende specificaties.

De belasting is gebaseerd op een 12-puls K-4-transformator met 0,5% spannings- en impedantiebalans tussen secundaire wikkelingen. De lengte van de draden vanaf de transformator naar de ingangsklemmen op de frequentieregelaar moet gelijk zijn, met een tolerantie van 10%.

Aansluiting	Dy11 d0 of Dyn 11d0
Faseverschuiving tussen secundaire wikkelingen	30°
Spanningsverschil tussen secundaire wikkelingen	< 0,5%
Kortsluitimpedantie van secundaire wikkelingen	>5%
Vershil in kortsluitimpedantie tussen secundaire wikkelingen	< 5% van kortsluitimpedantie
Overig	Geen aarding van de secundaire wikkelingen toegestaan. Statische afscherming aanbevolen.

10.3.6 Voedingsaansluiting externe ventilator

Op de voedingskaart kan een externe voeding worden aangesloten in gevallen waarbij de DC-voeding wordt gebruikt voor de frequentieregelaar of wanneer de ventilator onafhankelijk van de netvoeding moet kunnen werken.

De connector op de voedingskaart is bedoeld om de koelventilatoren op de netvoeding aan te sluiten. De ventilatoren worden in de fabriek geconfigureerd voor aansluiting op een gemeenschappelijke AC-lijn. Gebruik

jumpers tussen de klemmen 100-102 en 101-103. Als een externe voeding nodig is, moeten de jumpers worden verwijderd en moet de voeding worden aangesloten tussen klem 100 en 101. Gebruik een zekering van 5 A als beveiliging. Gebruik in UL-toepassingen een zekering van het type Littelfuse KLK-5 of vergelijkbaar.

Klem	Functie
100, 101	Extra voeding S, T
102, 103	Interne voeding S, T

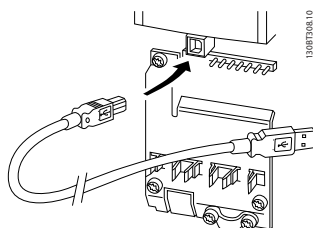
Tabel 10.6 Externe voeding

10.3.7 Aansluiting pc

Installeer de MCT 10 setupsoftware om de frequentieregelaar vanaf een pc te besturen. De pc wordt aangesloten via een standaard USB-kabel (host/apparaat) of via de RS485-interface, zoals weergegeven in het hoofdstuk *Busaansluiting in de programmeerhandleiding*.

USB is een universele seriële bus die gebruikmaakt van 4 afgeschermdedraden, waarbij pen 4 (aarde) is verbonden met de afscherming in de USB-poort van de pc. Alle standaard pc's worden geproduceerd zonder galvanische scheiding in de USB-poort.

Volg de aanbevelingen in de *bedieningshandleiding* ten aanzien van aarding op om schade aan de USB-hostcontroller via de afscherming van de USB-kabel te voorkomen. Wanneer u de pc via een USB-kabel op de frequentieregelaar aansluit, adviseert Danfoss om een USB-isolator met galvanische scheiding te gebruiken om de USB-hostcontroller van de pc te beschermen tegen verschillen in aardpotentiala. Ook wordt aangeraden om geen pc-voedingskabel met een geaarde stekker te gebruiken wanneer de pc via een USB-kabel wordt aangesloten op de frequentieregelaar. Het opvolgen van deze aanbevelingen beperkt het verschil in aardpotentiala maar elimineert niet alle potentiaalverschillen, vanwege de aardverbinding en afscherming in de USB-poort van de pc.

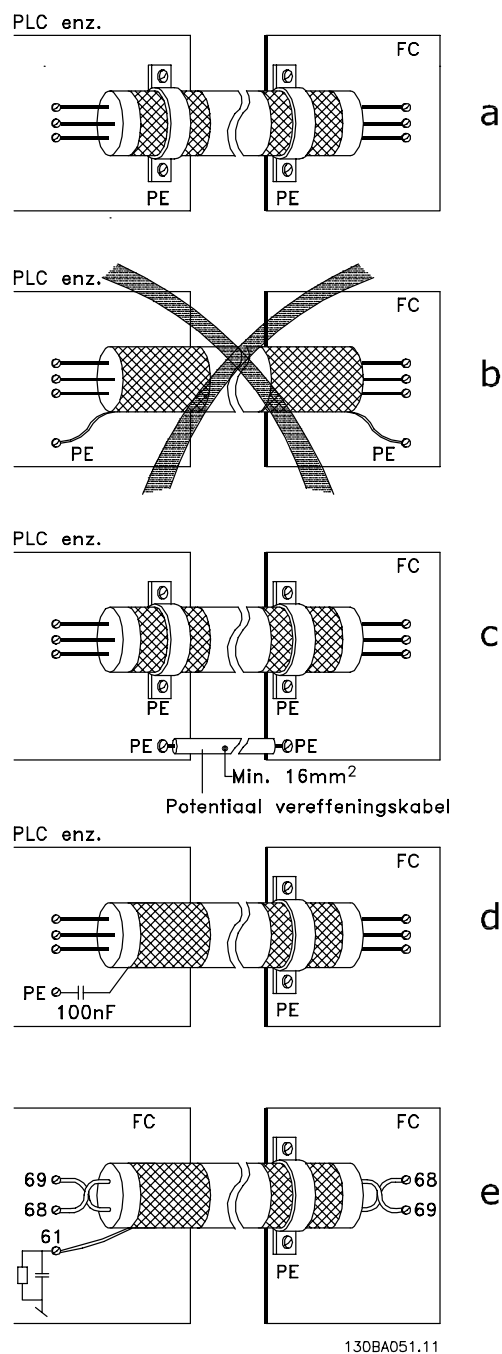


Afbeelding 10.6 USB-aansluiting

10.4 Stuurkabels en stuurklemmen

Stuurkabels moeten afgeschermd zijn en de afscherming moet door middel van een kabelklem aan beide uiteinden aan de metalen behuizing van de eenheid verbonden zijn.

Zie *Afbeelding 10.7* voor een juiste aarding van de stuurkabels.



130BA051.11

a	Stuurkabels en kabels voor seriële communicatie moeten aan beide uiteinden zijn voorzien van kabelklemmen om te zorgen voor optimaal elektrisch contact.
b	Gebruik geen gedraaide kabeluiteinden (pigtails). Hierdoor wordt de afschermingsimpedantie bij hoge frequenties verhoogd.
c	Als tussen de frequentieregelaar en de PLC een aardpotentiaalverschil bestaat, 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 mm ² (6 AWG).

d	Bij gebruik van lange stuurkabels kunnen er aardlussen van 50/60 Hz ontstaan. Sluit 1 uiteinde van de afscherming aan op aarde via een condensator van 100 nF (houd de draden kort).
e	Bij gebruik van kabels voor seriële communicatie kunt u ruisstromen met lage frequentie tussen 2 frequentieregelaars elimineren door 1 uiteinde van de afscherming aan te sluiten op klem 61. Deze klem wordt via een interne RC-koppeling aangesloten op aarde. Gebruik gedraaide paren (twisted pairs) om de differentiaalmodu-sinterferentie tussen de geleiders te beperken.

Afbeelding 10.7 Aardingsvoorbeelden

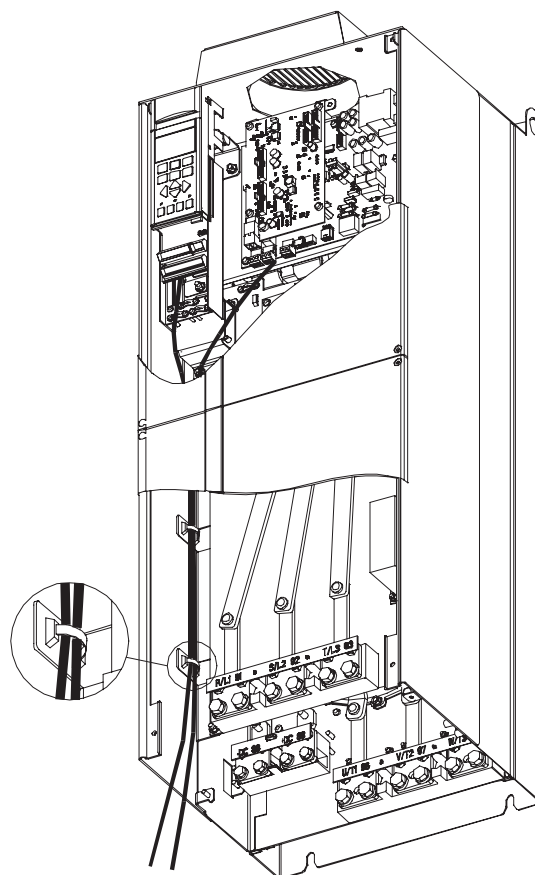
10.4.1 Stuurkabelroute

Plaats alle stuurkabels en bind ze vast zoals aangegeven in *Afbeelding 10.8* en *Afbeelding 10.9*. Vergeet niet om de afscherming op de juiste wijze aan te sluiten om te zorgen voor optimale elektrische immuniteit.

- Isoleer stuurkabels van hoogvermogenkabels.
- Wanneer een thermistor op de frequentieregelaar wordt aangesloten, moet u ervoor zorgen dat de stuurkabels van de thermistor afgeschermd en versterkt/dubbel geïsoleerd zijn. Het gebruik van een 24 V DC-voeding wordt aanbevolen.

Aansluiting veldbus

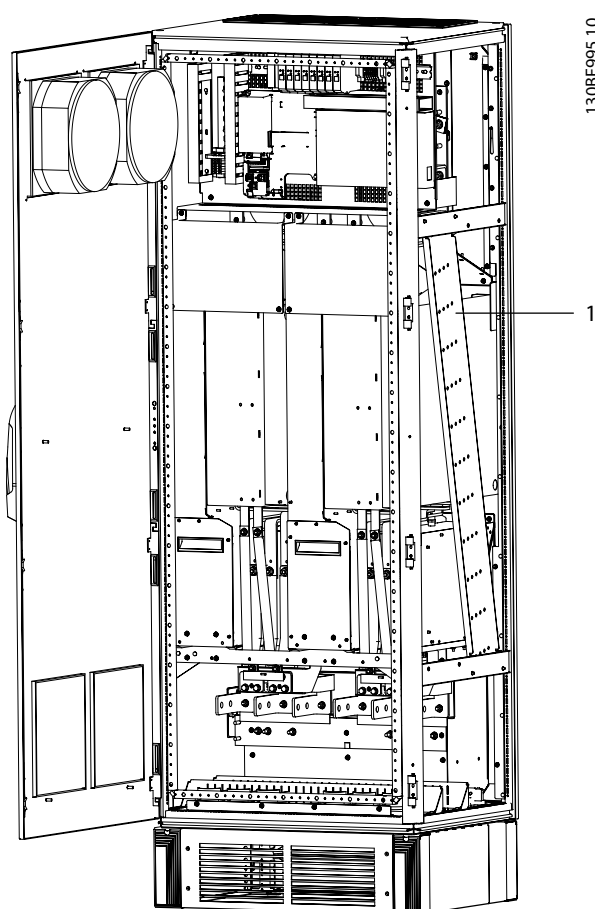
Er moeten aansluitingen worden gemaakt naar alle relevante opties op de stuurkaart. Zie de relevante veldbusinstructies. De kabel moet in de eenheid langs andere stuurkabels worden geleid en worden vastgezet. Zie *Afbeelding 10.8* en *Afbeelding 10.9*.



130BF994;10

10

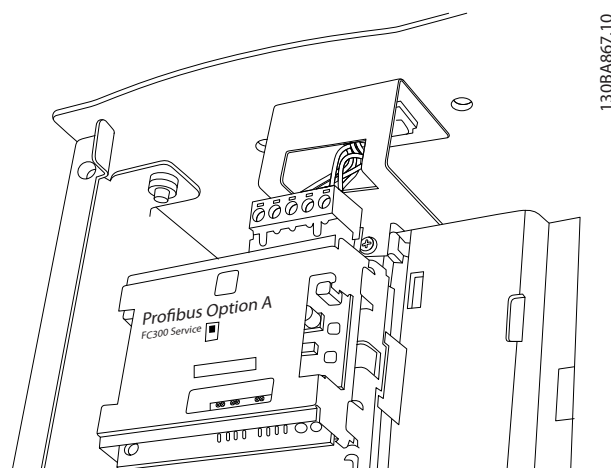
Afbeelding 10.8 Kabelroute voor stuurkaart, behuizing E1 en E2



1 Kabelgoot voor stuurkabels in behuizing F1-F13

Afbeelding 10.9 Kabelroute voor stuurkaart, F1/F3. Voor de stuurkaartbedrading van de F2/F4 en de F8-F13 geldt dezelfde kabelroute.

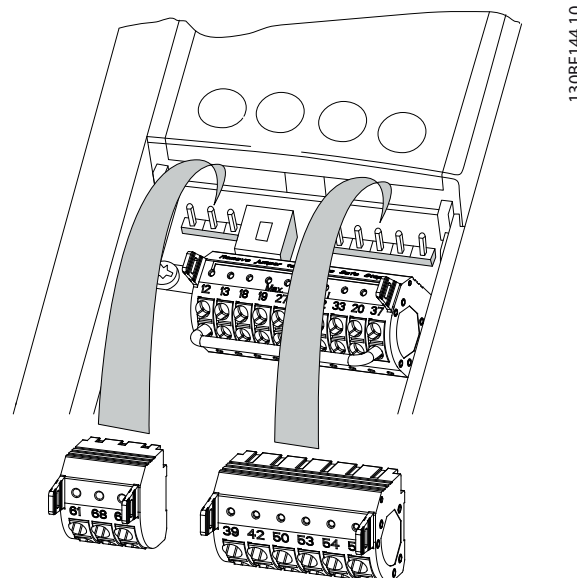
Bij frequentieregelaars met E-behuizing kan de veldbus vanaf de bovenzijde van de eenheid worden aangesloten, zoals aangegeven in onderstaande afbeeldingen. Bij de IP 21/54 (NEMA 1/NEMA 12)-eenheid moet een afdekplaat worden verwijderd. Het nummer van de set voor bovenaansluiting van de veldbus is 176F1742.



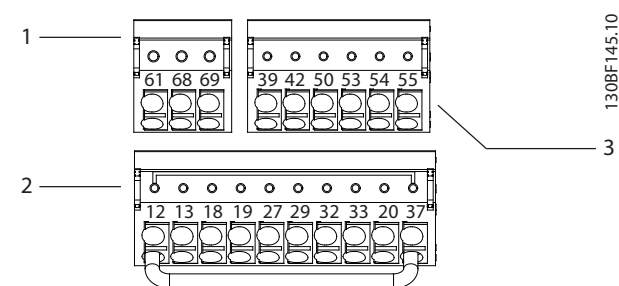
Afbeelding 10.10 Boven aansluiting voor veldbus

10.4.2 Stuurklemmen

Afbeelding 10.11 toont de verwijderbare connectors van de frequentieregelaar. In Tabel 10.7 – Tabel 10.9 vindt u een overzicht van de functies en standaardinstellingen van de klemmen.



Afbeelding 10.11 Stuurklemposities



1	Klemmen voor seriële communicatie
2	Digitale in-/uitgangsklemmen
3	Analoge in-/uitgangsklemmen

Afbeelding 10.12 Klemnummers zoals aangegeven op de connectors

Klem	Parameter	Standaard-instelling	Beschrijving
61	–	–	Geïntegreerd RC-filter voor kabelafscherming. UITSLUITEND voor het aansluiten van de afscherming als er EMC-problemen optreden.
68 (+)	<i>Parametergroep 8-3* FC-poortinst.</i>	–	RS485-interface. Op de stuurkaart is een schakelaar (BUS TER.) aanwezig die als afsluitweerstand voor de bus kan worden gebruikt.
69 (-)	<i>Parametergroep 8-3* FC-poortinst.</i>	–	
Relais			
01, 02, 03	<i>Parameter 5-40 Function Relay [0]</i>	<i>[0] Geen functie</i>	C-form relaisuitgang. Voor AC- en DC-spanning en resistieve
04, 05, 06	<i>Parameter 5-40 Function Relay [1]</i>	<i>[0] Geen functie</i>	of inductieve belastingen.

Tabel 10.7 Beschrijving klemmen voor seriële communicatie

Klem	Parameter	Standaard-instelling	Beschrijving
12, 13	–	+24 V DC	24 V DC-voedingsspanning voor digitale ingangen en externe transductoren. De maximale uitgangsstroom bedraagt 200 mA voor alle 24 V-belastingen.

Klem	Parameter	Standaard-instelling	Beschrijving
18	Parameter 5-10 Terminal 18 Digital Input	[8] Start	Digitale ingangen.
19	Parameter 5-11 Terminal 19 Digital Input	[10] Omkeren	
32	Parameter 5-14 Terminal 32 Digital Input	[0] Geen functie	
33	Parameter 5-15 Terminal 33 Digital Input	[0] Geen functie	
27	Parameter 5-12 Terminal 27 Digital Input	[2] Vrijloop geïn.	Voor digitale ingang of uitgang. De standaardinstelling is ingang.
29	Parameter 5-13 Terminal 29 Digital Input	[14] Jog	
20	–	–	Common voor digitale ingangen en 0 V-potentiaal voor 24 V-voeding.
37	–	STO	Als de optionele STO-functie niet wordt gebruikt, is er een jumperkabel vereist tussen klem 12 (of 13) en klem 37. Hierdoor is het mogelijk om de frequentieregelaar te laten werken met de standaard fabrieksinstellingen.

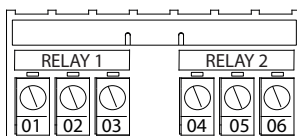
Tabel 10.8 Beschrijving digitale in-/uitgangsklemmen

Klem	Parameter	Standaard-instelling	Beschrijving
39	–	–	Common voor analoge uitgang.
42	Parameter 6-50 Terminal 42 Output	[0] Geen functie	Programmeerbare analoge uitgang. 0-20 mA of 4-20 mA bij maximaal 500 Ω.
50	–	+10 V DC	10 V DC analoge voedingsspanning voor potentiometer of thermistor. Maximaal 15 mA.

Klem	Parameter	Standaard-instelling	Beschrijving
53	Parametergroep 6-1* Anal. ingang 1.	Referentie	Analoge ingang. Voor spanning of stroom. Schakelaar A53 en
54	Parametergroep 6-2* Anal. ingang 2	Terugkoppeling	A54 worden ingesteld op mA of V.
55	–	–	Common voor analoge ingang.

Tabel 10.9 Beschrijving analoge in-/uitgangsklemmen

Relaisklemmen

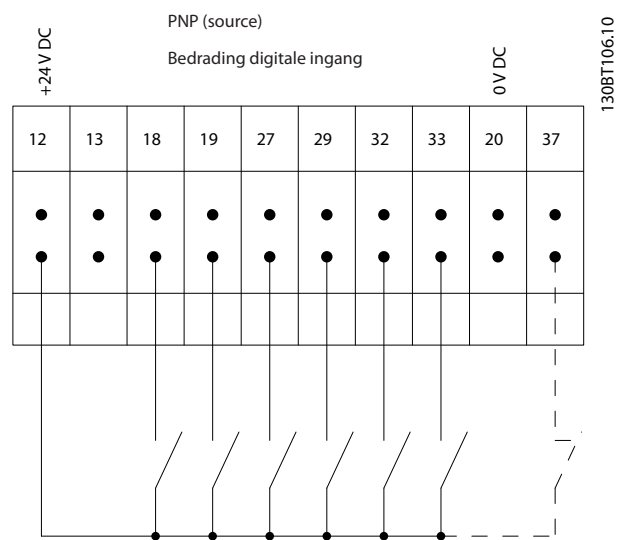


Afbeelding 10.13 Klemmen relais 1 en relais 2

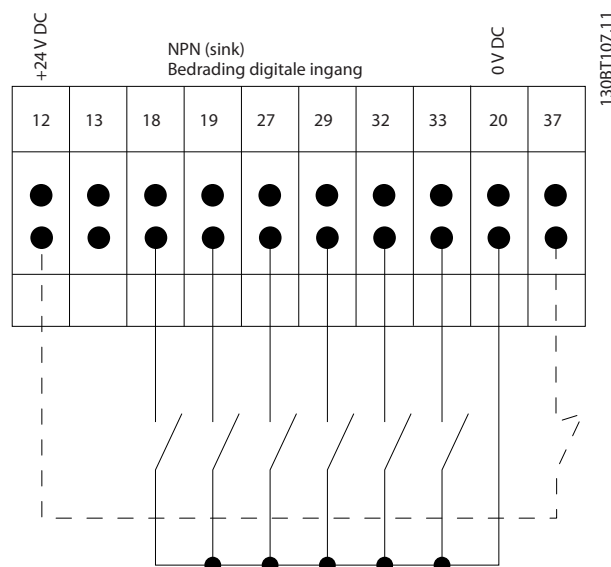
- Relais 1 en relais 2. De locatie van de uitgangen hangt af van de configuratie van de frequentieregelaar. Zie de *bedieningshandleiding*.
- Klemmen op de ingebouwde optionele apparatuur. Zie de instructies die bij de apparatuuroptie worden geleverd.

10

10.4.3 Ingangspolariteit van stuurkabels



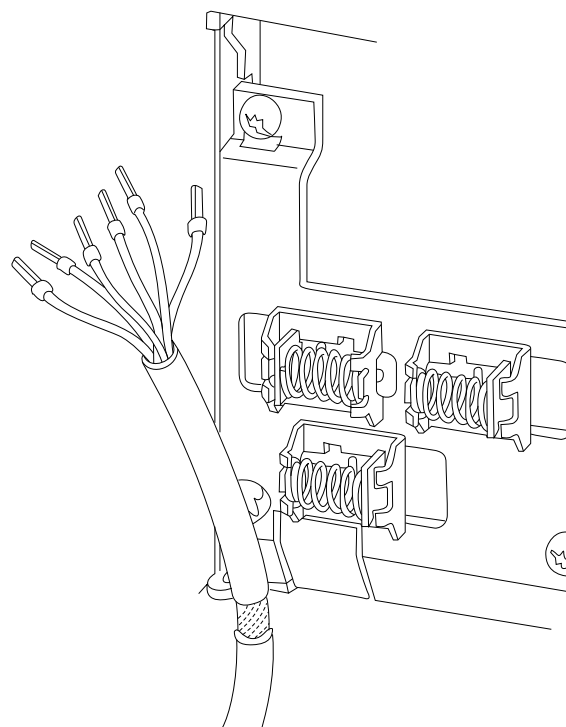
Afbeelding 10.14 Ingangspolariteit van stuurklemmen (PNP – source)



Afbeelding 10.15 Ingangspolariteit van stuurklemmen (NPN – sink)

LET OP

Gebruik afgeschermd kabels om aan de EMC-emissie-specificaties te voldoen. Zie *hoofdstuk 10.16 EMC-correcte installatie* voor meer informatie.



Afbeelding 10.16 Aansluiting afscherming en trekcontasting van stuurkabel

130BB759.11

Afbeelding 10.17 12-pulsstuurklemmen

10.5 Zekeringen en circuitbreakers

Zekeringen zorgen ervoor dat eventuele schade aan de frequentieregelaar beperkt blijft tot interne schade in de frequentieregelaar. Gebruik bij vervanging de aanbevolen zekeringen om aan EN 50178 te voldoen. Het gebruik van zekeringen aan de voedingszijde is verplicht voor installaties die moeten voldoen aan IEC 60364 (CE) en NEC 2009 (UL).

Aftakcircuitbeveiliging

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

Zekeringen of circuitbreakers zijn verplicht om te voldoen aan IEC 60364.

Behuizing	Model	Aanbevolen zekeringgrootte	Aanbevolen maximale zekering
E	P315	aR-900	aR-900
	P355	aR-900	aR-900
	P400	aR-900	aR-900
	P450	aR-900	aR-900
F	P500	aR-1600	aR-1600
	P500	aR-2000	aR-2000
	P560	aR-2500	aR-2500
	P630	aR-2500	aR-2500
	P710	aR-2500	aR-2500
	P1000	aR-2500	aR-2500

Tabel 10.10 Aanbevolen zekeringen voor CE-conformiteit, 380-480 V

10

Behuizing	Model	Aanbevolen zekeringgrootte	Aanbevolen maximale zekering
E	P450	aR-700	aR-700
	P500	aR-900	aR-900
	P560		
	P630		
F	P710	aR-1600	aR-1600
	P800	aR-2000	aR-2000
	P900	aR-2500	aR-2500
	P1M0		
	P1M2		
	P1M4		

Tabel 10.11 Aanbevolen zekeringen voor CE-conformiteit, 525-690 V

10.5.1 Zekeringopties voeding/halfgeleider

Model	Aanbevolen zekering buiten frequentieregelaar Bussmann PN	Klasse	Interne optie in frequentieregelaar Bussmann PN	Alternatief extern SIBA PN	Alternatief extern Ferraz Shawmut PN
P315	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
P355	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
P400	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900

Tabel 10.12 380-480 V, behuizing E, netzekeringopties voor UL-conformiteit

Model	Aanbevolenzekering buiten frequentieregelaar Bussmann PN	Klasse	Interne optie in frequen- tieregelaar Bussmann PN	Alternatief SIBA PN
P450	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P500	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P560	170M7082	2000 A, 700 V	170M7082	20 695 32.2000
P630	170M7082	2000 A, 700 V	170M7082	20 695 32.2000
P710	170M7083	2500 A, 700 V	170M7083	20 695 32.2500
P800	170M7083	2500 A, 700 V	170M7083	20 695 32.2500

Tabel 10.13 380-480 V, behuizing F, netzekeringopties voor UL-conformiteit

Model	Intern in frequentieregelaar Bussmann PN	Klasse	Alternatief SIBA PN
P450	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P500	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P560	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P630	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P800	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400

Tabel 10.14 380-480 V, behuizing F, zekeringen DC-tussenkring omvormermodule

LET OP

Om aan UL te voldoen moet u voor eenheden die niet zijn uitgerust met uitsluitend een contactoroptie gebruikmaken van zekeringen uit de Bussmann 170M-serie. Zie *Tabel 10.31* voor SCCR-waarden en UL-criteria voor zekeringen voor eenheden die zijn uitgerust met uitsluitend een contactoroptie.

10

Model	Aanbevolenzekering buiten frequentiere- gelaar Bussmann PN	Klasse	Interne optie in frequentiere- gelaar Bussmann PN	Alternatief extern SIBA PN	Alternatief extern Ferraz Shawmut PN
P355	170M4017	700 A, 700 V	170M4017	20 610 32.700	6.9URD31D08A0700
P400	170M4017	700 A, 700 V	170M4017	20 610 32.700	6.9URD31D08A0700
P500	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
P560	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900

Tabel 10.15 525-690 V, behuizing E, netzekeringopties voor UL-conformiteit

Model	Aanbevolenzekering buiten frequentieregelaar Bussmann PN	Klasse	Interne optie in frequen- tieregelaar Bussmann PN	Alternatief SIBA PN
P630	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P710	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P800	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P900	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P1000	170M7082	2000 A, 700 V	170M7082	20 695 32.2000
P1200	170M7083	2500 A, 700 V	170M7083	20 695 32.2500

Tabel 10.16 525-690 V, behuizing F, netzekeringopties voor UL-conformiteit

Model	Intern in frequentieregelaar Bussmann PN	Klasse	Alternatief SIBA PN
P630	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P800	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P900	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P1000	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P1200	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000

Tabel 10.17 525-690 V, behuizing F, zekeringen DC-tussenkring omvormermodule

De aangegeven 170M-zekeringen van Bussmann maken gebruik van de visuele indicatie -/80. Voor extern gebruik mogen deze zekeringen worden vervangen door vergelijkbare zekeringen met indicatoren van het type -TN/80 Type T, -/110 of TN/110 Type T. Om aan de UL-vereisten te voldoen, kunt u elk vermelde type UL-zekering vanaf 500 V met bijbehorend stroomniveau gebruiken.

10.5.2 Extra zekeringen

Behuizing	Bussmann PN	Klasse
E en F	KTK-4	4 A, 600 V

Tabel 10.18 SMP5-zekering

Grootte/type	Bussmann PN	Littelfuse	Klasse
P355-P400, 525-690 V	KTK-4	–	4 A, 600 V
P315-P800, 380-480 V	–	KLK-15	15 A, 600 V
P500-P1M2, 525-690 V	–	KLK-15	15 A, 600 V

Tabel 10.19 Ventilatorzekeringen

Zekering	Grootte/type	Bussmann PN	Klasse	Alternatieve zekeringen
2,5-4,0 A	P450-P800, 380-480 V	LPJ-6 SP of SPI	6 A, 600 V	Elke vermelde klasse J met dubbel element, tijdsvertraging, 6 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-10 SP of SPI	10 A, 600 V	Elke vermelde klasse J met dubbel element, tijdsvertraging, 10 A
4,0-6,3 A	P450-P800, 380-480 V	LPJ-10 SP of SPI	10 A, 600 V	Elke vermelde klasse J met dubbel element, tijdsvertraging, 10 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-15 SP of SPI	15 A, 600 V	Elke vermelde klasse J met dubbel element, tijdsvertraging, 15 A
6,3-10 A	P450-P800, 380-480 V	LPJ-15 SP of SPI	15 A, 600 V	Elke vermelde klasse J met dubbel element, tijdsvertraging, 15 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-20 SP of SPI	20 A, 600 V	Elke vermelde klasse J met dubbel element, tijdsvertraging, 20 A
10-16 A	P450-P800, 380-480 V	LPJ-25 SP of SPI	25 A, 600 V	Elke vermelde klasse J met dubbel element, tijdsvertraging, 25 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-20 SP of SPI	20 A, 600 V	Elke vermelde klasse J met dubbel element, tijdsvertraging, 20 A

Tabel 10.20 Zekeringen handmatige motorregelaar

Behuizing	Bussmann PN	Klasse	Alternatieve zekeringen
F	LPJ-30 SP of SPI	30 A, 600 V	Elke vermelde klasse J met dubbel element, tijdsvertraging, 30 A

Tabel 10.21 Op 30 A afgezekerde klemmen

Behuizing	Bussmann PN	Klasse	Alternatieve zekeringen
F	LPJ-6 SP of SPI	6 A, 600 V	Elke vermelde klasse J met dubbel element, tijdsvertraging, 6 A

Tabel 10.22 Zekering stuurtransformator

Behuizing	Bussmann PN	Klasse	Alternatieve zekeringen
F	LP-CC-6	6 A, 600 V	Elke vermelde klasse CC, 6 A

Tabel 10.23 Veiligheidsrelaispoelzekering met Pilz-relais

10.5.3 Netzekeringen, F8-F13

Onderstaande zekeringen zijn geschikt voor gebruik in een circuit dat maximaal 100.000 A_{rms} (symmetrisch) en 240 V, 480 V of 600 V kan leveren, afhankelijk van de nominale spanning van de frequentieregelaar. Met de juiste zekeringen bedraagt de nominale kortsluitstroom van de frequentieregelaar (SCCR – Short Circuit Current Rating) 100.000 A_{rms}.

Model	Behuizingsgrootte	Klasse		Bussmann P/N	Reserve Bussmann P/N	Geschat vermogensverlies zekering [W]	
		[V] (UL)	[A]			400 V	460 V
P250	F8-F9	700	700	170M4017	176F8591	25	19
P315	F8-F9	700	700	170M4017	176F8591	30	22
P355	F8-F9	700	700	170M4017	176F8591	38	29
P400	F8-F9	700	700	170M4017	176F8591	3500	2800
P450	F10-F11	700	900	170M6013	176F8592	3940	4925
P500	F10-F11	700	900	170M6013	176F8592	2625	2100
P560	F10-F11	700	900	170M6013	176F8592	3940	4925
P630	F10-F11	700	1500	170M6018	176F8592	45	34
P710	F12-F13	700	1500	170M6018	176F9181	60	45
P800	F12-F13	700	1500	170M6018	176F9181	83	63

Tabel 10.24 Netzekeringen, 380-480 V

Model	Behuizingsgrootte	Klasse		Bussmann P/N	Reserve Bussmann P/N	Geschat vermogensverlies zekering [W]	
		[V] (UL)	[A]			600 V	690 V
P355	F8-F9	700	630	170M4016	176F8335	13	10
P400	F8-F9	700	630	170M4016	176F8335	17	13
P500	F8-F9	700	630	170M4016	176F8335	22	16
P560	F8-F9	700	630	170M4016	176F8335	24	18
P630	F10-F11	700	900	170M6013	176F8592	26	20
P710	F10-F11	700	900	170M6013	176F8592	35	27
P800	F10-F11	700	900	170M6013	176F8592	44	33
P900	F12-F13	700	1500	170M6018	176F9181	26	20
P1M0	F12-F13	700	1500	170M6018	176F9181	37	28
P1M2	F12-F13	700	1500	170M6018	176F9181	47	36

Tabel 10.25 Netzekeringen, 525-690 V

Model	Bussmann PN	Klasse	SIBA
P450	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P500	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P560	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P630	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P800	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400

Tabel 10.26 Zekeringen DC-tussenkring omvormermodule, 380-480 V

Model	Bussmann PN	Klasse	SIBA
P630	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P800	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P900	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P1M0	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P1M2	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000

Tabel 10.27 Zekeringen DC-tussenkring omvormermodule, 525-690 V

De aangegeven 170M-zekeringen van Bussmann maken gebruik van de visuele indicatie -/80. Voor extern gebruik mogen deze zekeringen worden vervangen door vergelijkbare zekeringen met indicatoren van het type -TN/80 Type T, -/110 of TN/110 Type T. Om aan de UL-vereisten te voldoen, kunt u elk vermelde type UL-zekering vanaf 480 V met bijbehorend stroomniveau gebruiken.

Behuizing	Modellen	Type	Standaardinstellingen circuitbreaker	
			Uitschakelniveau [A]	Tijd [s]
F3	380-480 V, model: P450 525-690 V, model: P630-P710	Merlin Gerin NPJF36120U31AABSCYP	1200	0,5
F3	380-480 V, model: P500-P630 525-690 V, model: P800	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	380-480 V, model: P710 525-690 V, model: P900-P1M2	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	380-480 V, model: P800	Merlin Gerin NRJF36250U31AABSCYP	2500	0,5

Tabel 10.28 Circuitbreakers, F3-F4

10.6 Netschakelaars en contactors

10.6.1 Netschakelaars, E1-E2 en F3-F4

Behuizings-grootte	Model	Type
380-480 V		
E1-E2	P315-P400	ABB OETL-NF800A
F3	P450	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P500-P630	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P710-P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
525-690 V		
E1-E2	P355-P560	ABB OETL-NF600A
F3	P630-P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P900-P1M2	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP

Tabel 10.29 Netschakelaars, behuizing E1-E2 en F3-F4

10.6.2 Netschakelaars, F9/F11/F13

Behuizingsgrootte	Model	Type
380-480 V		
F9	P250	ABB OETL-NF600A
F9	P315	ABB OETL-NF600A
F9	P355	ABB OETL-NF600A
F9	P400	ABB OETL-NF600A
F11	P450	ABB OETL-NF800A
F11	P500	ABB OETL-NF800A
F11	P560	ABB OETL-NF800A
F11	P630	ABB OT800U21
F13	P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P800	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
525-690 V		
F9	P355	ABB OT400U12-121
F9	P400	ABB OT400U12-121
F9	P500	ABB OT400U12-121
F9	P560	ABB OT400U12-121
F11	P630	ABB OETL-NF600A
F11	P710	ABB OETL-NF600A
F11	P800	ABB OT800U21
F13	P900	ABB OT800U21
F13	P1M0	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P1M2	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP

Tabel 10.30 Netschakelaars, behuizing F9/F11/F13

10.6.3 Ingangscontactors, F3-F4

Behuizingsgrootte	Model en spanning	Contactoor
F3	P450-P500, 380-480 V P630-P800, 525-690 V	Eaton XTCE650N22A
F3	P560, 380-480 V	Eaton XTCE820N22A
F3	P630, 380-480 V	Eaton XTCEC14P22B
F4	P900, 525-690 V	Eaton XTCE820N22A
F4	P710-P800, 380-480 V P1M2, 525-690 V	Eaton XTCEC14P22B

Tabel 10.31 Ingangscontactors, behuizing F3-F4

LET OP

Door klant geleverde 230 V-voeding is vereist voor contactors.

10.7 Motor

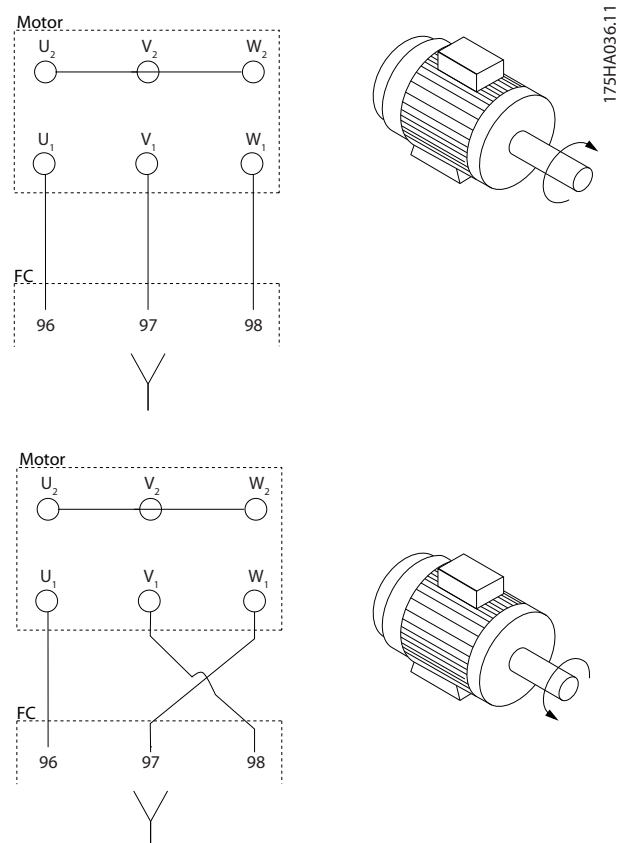
Alle typen 3-fasige asynchrone standaardmotoren kunnen met een frequentieregelaar worden gebruikt.

Klem	Functie
96	U/T1
97	V/T2
98	W/T3
99	Aarde

Tabel 10.32 Motorkabelklemmen die voorzien in rechtsom draaien (fabrieksinstelling)

De draairichting kan worden gewijzigd door 2 fasen van de motorkabel te verwisselen of door de instelling in *parameter 4-10 Motor Speed Direction* te wijzigen.

De draairichting van de motor kan worden gecontroleerd via *parameter 1-28 Motor Rotation Check* en het uitvoeren van de in *Afbeelding 10.18* getoonde configuratie.



Afbeelding 10.18 Draairichting van de motor wijzigen

Vereisten voor behuizing F1/F3

Elke omvormermodule moet hetzelfde aantal motorfase-kabels hebben, in een veelvoud van 2 (bijvoorbeeld 2, 4, 6 of 8). 1 kabel is niet toegestaan. De kabels tussen de klemmen van de omvormermodules en het eerste gemeenschappelijke punt van een fase moeten even lang zijn, met een tolerantie van maximaal 10%. De motorklemmen zijn het aanbevolen gemeenschappelijke punt. Als omvormermodule A bijvoorbeeld een kabel van 100 m (328 ft) gebruikt, kan voor de volgende omvormermodules een kabel met een lengte van 90 tot 110 m (295-360 ft) worden gebruikt.

Vereisten voor behuizing F2/F4

Elke omvormermodule moet hetzelfde aantal motorfase-kabels hebben, in een veelvoud van 3 (bijvoorbeeld 3, 6, 9 of 12). 1 of 2 kabels is niet toegestaan. De kabels tussen de klemmen van de omvormermodules en het eerste gemeenschappelijke punt van een fase moeten even lang zijn, met een tolerantie van maximaal 10%. De motorklemmen zijn het aanbevolen gemeenschappelijke punt. Als omvormermodule A bijvoorbeeld een kabel van 100 m (328 ft) gebruikt, kan voor de volgende omvormermodules een kabel met een lengte van 90 tot 110 m (295-360 ft) worden gebruikt.

10.7.1 Thermische motorbeveiliging

De elektronisch thermisch relais in de frequentieregelaar heeft UL-goedkeuring voor enkelvoudige motorbeveiliging wanneer *parameter 1-90 Motor Thermal Protection* is ingesteld op *ETR-uitsch.* en *parameter 1-24 Motor Current* is ingesteld op de nominale motorstroom (zie motortype-plaatje).

Thermische motorbeveiliging kan ook worden gerealiseerd met behulp van de optionele VLT® PTC Thermistor Card MCB 112-optie. Deze kaart is ATEX-gecertificeerd voor het beveiligen van motoren in explosiegevaarlijke omgevingen, Zone 1/21 en Zone 2/22. Wanneer *parameter 1-90 Motor Thermal Protection* is ingesteld op [20] ATEX ETR en tevens gebruik wordt gemaakt van MCB 112, is het mogelijk om een Ex-e-motor te besturen in explosiegevaarlijke omgevingen. Raadpleeg de *programmeerhandleiding* voor meer informatie over het instellen van de frequentieregelaar voor een veilige werking van Ex-e-motoren.

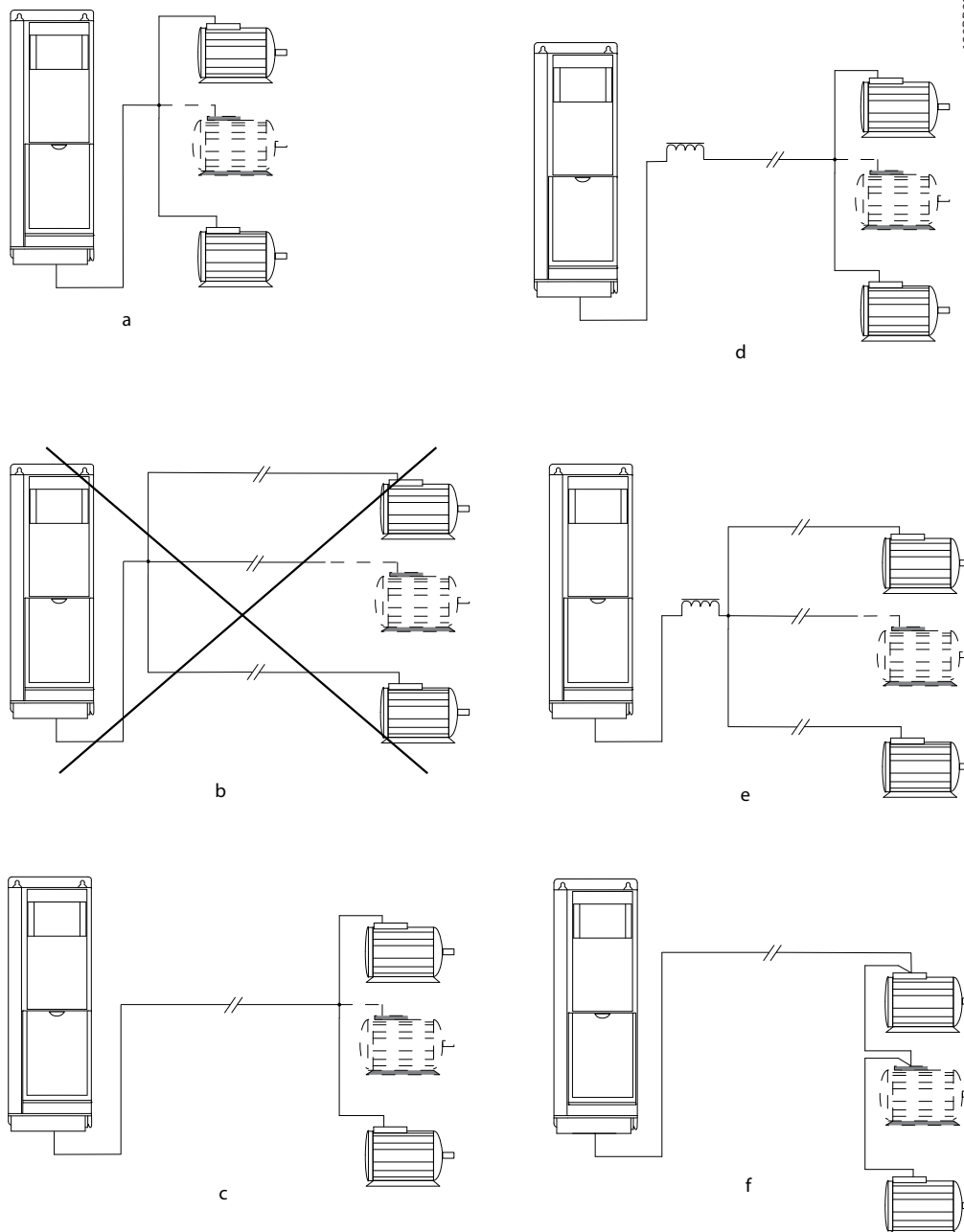
10.7.2 Parallele aansluiting van motoren

De frequentieregelaar kan meerdere, parallel aangesloten motoren regelen. Zie *Afbeelding 10.19* voor verschillende configuraties van parallelle motoraansluitingen.

Neem bij een parallelle motoraansluiting de volgende punten in acht:

- Gebruik voor toepassingen met parallelle motoren de U/f-modus (volt per hertz).
- In sommige toepassingen kan de modus VVC⁺ worden gebruikt.
- Het totale stroomverbruik van motoren mag niet hoger zijn dan de nominale uitgangsstroom I_{INV} van de frequentieregelaar.
- Als de motorvermogens sterk verschillen, kunnen er bij de start en bij lage toerentallen problemen optreden. Dat komt omdat de relatief hoge ohmse weerstand in de stator van kleine motoren een hogere spanning vereist bij de start en bij lage toerentallen.
- Het elektronisch thermisch relais (ETR) van de frequentieregelaar kan niet worden gebruikt als bescherming tegen overbelasting van de motor. Zorg voor extra overbelastingsbeveiliging van de motor door thermistoren op te nemen in elke motorwikkeling of met afzonderlijke thermische relais.
- Wanneer motoren parallel zijn aangesloten, kan *parameter 1-02 Flux Motor Feedback Source* niet worden gebruikt en moet *parameter 1-01 Motor Control Principle* worden ingesteld op [0] U/f.

13088838.12



A	Een installatie waarbij kabels worden aangesloten op een gezamenlijke verbinding, zoals in A en B, wordt alleen aanbevolen bij gebruik van korte kabels.
B	Let op de in <i>hoofdstuk 7.6 Kabelspecificaties</i> vermelde maximale lengte van motorkabels.
C	De gespecificeerde totale lengte van de motorkabel in <i>hoofdstuk 7.6 Kabelspecificaties</i> is van toepassing zolang elke parallelle kabel korter dan 10 m (32 ft) wordt gehouden.
D	Houd rekening met de spanningsval over de motorkabels.
E	Houd rekening met de spanningsval over de motorkabels.
F	De gespecificeerde totale lengte van de motorkabel in <i>hoofdstuk 7.6 Kabelspecificaties</i> is van toepassing zolang elke parallelle kabel korter dan 10 m (32 ft) wordt gehouden.

Afbeelding 10.19 Verschillende parallelle motoraansluitingen

10.7.3 Motorisolatie

Voor motorkabellengtes kleiner dan of gelijk aan de in hoofdstuk 7.6 *Kabelspecificaties* vermelde maximale kabellengte gebruikt u de motorisolatiewaarden uit Tabel 10.33. Als een motor een lagere isolatiewaarde heeft, adviseert Danfoss om een dU/dt- of sinusfilter te gebruiken.

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

Tabel 10.33 Motorisolatiewaarden

10.7.4 Motorlagerstromen

Om circulerende lagerstromen te beperken in alle motoren die met de frequentieregelaar werken, moet u geïsoleerde NDE (non-drive end) lagers installeren. Om de DE (drive end) lager- en astromen tot een minimum te beperken, moet u zorgen voor een correcte aarding van frequentieregelaar, motor, aangedreven machine en motor voor de aangedreven machine.

Standaard beperkingsstrategieën:

- Gebruik een geïsoleerd lager.
- Volg de juiste installatieprocedures.
 - Zorg dat de motor en de motorbelasting correct zijn uitgelijnd.
 - Volg de EMC-installatierichtlijn op.
 - Versterk de PE zodat de hoogfrequentimpedantie in de PE lager is dan in de ingangvoedingskabels.
 - Zorg voor een goede hoogfrequent aansluiting tussen de motor en de frequentieregelaar. Gebruik een afgeschermd kabel met een 360°-aansluiting in de motor en de frequentieregelaar.
 - Zorg ervoor dat de impedantie tussen frequentieregelaar en gebouwde lager is dan de aardingsimpedantie van de machine. Deze procedure kan complex zijn bij pompen.
 - Leg een directe aardverbinding aan tussen de motor en de motorbelasting.
- Verlaag de IGBT-schakelfrequentie.
- Pas de golfvorm van de omvormer aan: 60° AVM vs. SFAVM.

- Installeer een aardingssysteem voor de as of gebruik een isolerende koppeling.
- Breng een geleidend smeermiddel aan.
- Gebruik zo mogelijk minimale toerentalinstellingen.
- Probeer ervoor te zorgen dat de netspanning naar aarde is gebalanceerd. Deze procedure kan lastig zijn bij IT-, TT- en TN-CS-systemen of systemen met één zijde geaard.
- Gebruik een dU/dt- of sinusfilter.

10.8 Remmen

10.8.1 Keuze van de remweerstand

Als vanwege weerstandsremmen moet worden voldaan aan hogere eisen, is een remweerstand noodzakelijk. In dat geval absorbeert de remweerstand de energie in plaats van de frequentieregelaar. Zie de *VLT® Brake Resistor MCE 101 Design Guide* voor meer informatie.

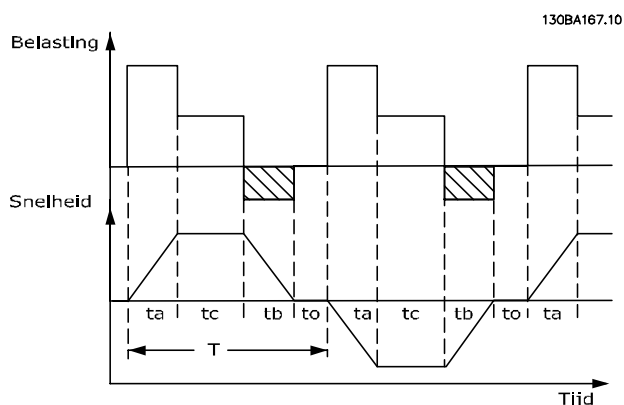
Als de hoeveelheid kinetische energie die tijdens elke remperiode naar de weerstand wordt overgebracht, niet bekend is, kan het gemiddelde vermogen worden berekend op basis van de cyclustijd en de remtijd (intermitterende belastingscyclus). De weerstand voor een intermitterende belastingscyclus is een indicatie van de belastingscyclus waarbij de weerstand actief is. *Afbeelding 10.20* toont een typische remcyclus.

Leveranciers van motoren specificeren de toelaatbare belasting vaak met S5. Dat is een uitdrukking van de intermitterende belastingscyclus. De intermitterende belastingscyclus voor de weerstand wordt als volgt berekend:

$$\text{Belastingscyclus} = t_b/T$$

T is de cyclustijd in seconden

t_b is de remtijd in seconden (van de cyclustijd)



Afbeelding 10.20 Typische remcyclus

380-480 V model	Cyclustijd (s)	Belastingscyclus rem bij een koppel van 100%	Belastingscyclus rem bij overkoppel (150/160%)
P355-P1000	600	40%	10%
525-690 model	Cyclustijd (s)	Belastingscyclus rem bij een koppel van 100%	Belastingscyclus rem bij overkoppel (150/160%)
P560-P630	600	40%	10%
P710-P1M4	600	40%	10%

Tabel 10.34 Remmen bij een hoge-overbelastingskoppel

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

LET OP

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 belastingscyclus. De remweerstand wordt als volgt 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 dus afhankelijk van de DC-tussenkringspanning (U_{dc}).

Grootte	Rem actief	Waarschuwing vóór uitschakeling	Uitschakeling (trip)
380-480 V ¹⁾	810 V	828 V	855 V
525-690 V	1084 V	1109 V	1130 V

Tabel 10.35 FC 102/FC 202 Rembegrenzingswaarden

1) Afhankelijk van vermogensklasse

LET OP

Controleer of de remweerstand geschikt is voor een spanning van 410 V, 820 V, 850 V, 975 V of 1130 V. Danfoss-remweerstanden zijn geschikt voor gebruik in alle Danfoss frequentieregelaars.

Danfoss adviseert het gebruik van de remweerstand R_{rec} . Deze berekening garandeert dat de frequentieregelaar in staat is te remmen met het hoogst mogelijke remvermogen ($M_{br}(\%)$) van 150%. De formule kan als volgt worden geschreven:

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

η_{motor} is typisch 0,90

η_{VLT} is typisch 0,98

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

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

$$500V : R_{rec} = \frac{464923}{P_{motor}} [\Omega]$$

$$600V : R_{rec} = \frac{630137}{P_{motor}} [\Omega]$$

$$690V : R_{rec} = \frac{832664}{P_{motor}} [\Omega]$$

LET OP

De circuitweerstand van de geselecteerde remweerstand mag niet hoger zijn dan de waarde die door Danfoss wordt aanbevolen.

LET OP

Als in de remtransistor kortsluiting ontstaat, kan vermogensdissipatie in de remweerstand alleen worden voorkomen door een netschakelaar of contactor te gebruiken om de netvoeding naar de frequentieregelaar te onderbreken, of door middel van een contact in het remcircuit. Ononderbroken vermogensdissipatie in de remweerstand kan leiden tot oververhitting, schade of brand.

⚠ WAARSCHUWING

BRANDGEVAAR

Remweerstanden worden tijdens en na het remmen heet. Als de remweerstanden niet op een veilige locatie worden gemonteerd, kan dat leiden tot schade aan eigendommen en/of ernstig letsel.

- Plaats de remweerstand in een veilige omgeving, om brandgevaar te voorkomen.
- Raak de remweerstanden tijdens of na het remmen niet aan, om ernstige brandwonden te voorkomen.

10.8.2 Regeling met remfunctie

Er kan een relaisuitgang/digitale uitgang worden gebruikt om de remweerstand tegen overbelasting oververhitting te beschermen door een fout in de frequentieregelaar te genereren. Als de rem-IGBT overbelast of oververhit raakt, schakelt het relais-/digitale signaal van de rem naar de frequentieregelaar de rem-IGBT uit. Dit relais-/digitale signaal biedt geen bescherming tegen kortsluiting in de rem-IGBT of een aardfout in de remmodule of de bedrading. Als er in de rem-IGBT kortsluiting ontstaat, adviseert Danfoss om een voorziening te gebruiken die de rem loskoppelt.

De rem maakt het ook mogelijk om het momentane vermogen en het gemiddelde vermogen van de laatste 120 seconden uit te lezen. De rem kan het remvermogen bewaken en ervoor zorgen dat de in *parameter 2-12 Brake Power Limit (kW)* ingestelde begrenzing niet wordt overschreden. De instelling in *Parameter 2-13 Brake Power Monitoring* bepaalt welke functie wordt uitgevoerd als het vermogen dat naar de remweerstand wordt overgebracht, de in *parameter 2-12 Brake Power Limit (kW)* ingestelde begrenzing overschrijdt.

LET OP

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

Als alternatieve remfunctie kunt in *parameter 2-17 Over-voltage Control* een overspanningsbeveiliging (OVC) inschakelen. Deze functie is actief voor alle eenheden en zorgt ervoor dat als de DC-tussenkringspanning toeneemt, ook de uitgangsfrequentie wordt verhoogd om de spanning van de DC-tussenkring te beperken, zodat uitschakeling (trip) wordt vermeden.

LET OP

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

10.9 Reststroomapparaten (RCD) en isolatieweerstandsmonitor (IRM)

Maak gebruik van RCD-relais, meervoudige veiligheidsaarding of aarding als extra beveiliging, op voorwaarde dat ze voldoen aan de lokale veiligheidsvoorschriften. Een aardingsfout kan in de ontladingsstroom een gelijkstroom veroorzaken. Als RCD-relais worden gebruikt, moeten die voldoen aan de lokale voorschriften. De relais moeten geschikt zijn om 3-faseapparatuur met een bruggelijkrichter en een korte ontladingsstroom bij het inschakelen te beschermen. Zie *hoofdstuk 10.10 Lekstroom* voor meer informatie.

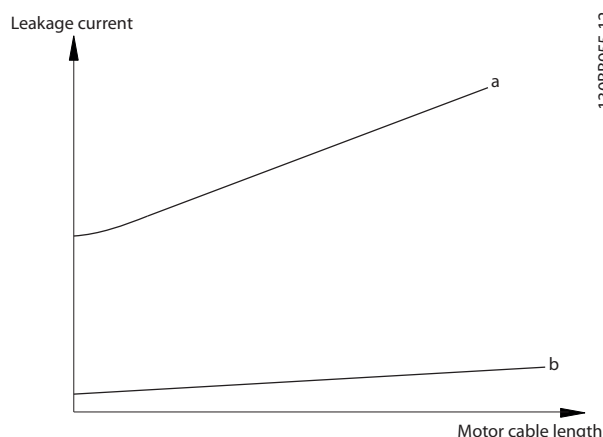
10.10 Lekstroom

Volg de nationale en lokale voorschriften op ten aanzien van de veiligheidsaarding van apparatuur met een lekstroom groter dan 3,5 mA.

Frequentieregelaartechnologie brengt hoogfrequent schakelen bij hoog vermogen met zich mee. Dit hoogfrequent schakelen genereert een lekstroom in de aardverbinding.

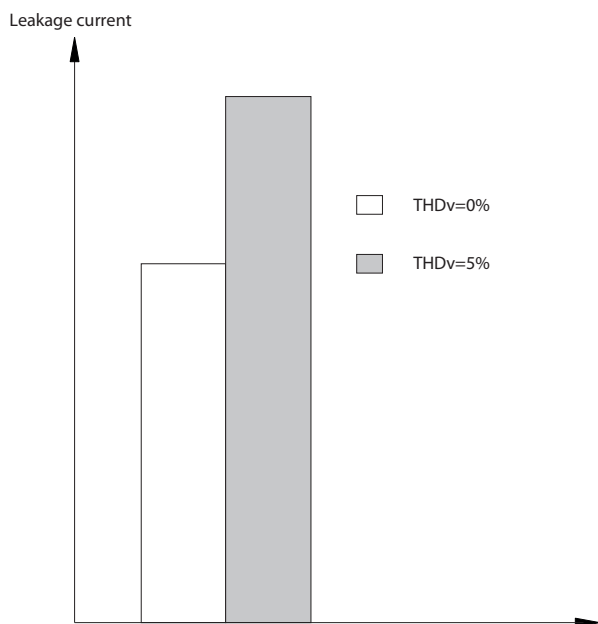
De aardlekstroom bestaat uit meerdere componenten en hangt af van diverse systeemconfiguraties, waaronder:

- RFI-filters
- Lengte motorkabel
- Afscherming motorkabel
- Vermogen van frequentieregelaar

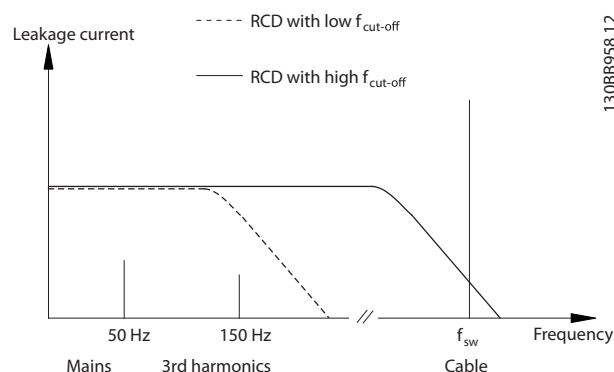


Afbeelding 10.21 Invloed van motorkabellengte en vermogensklasse op de lekstroom. Vermogensklasse a > vermogensklasse b

De lekstroom is mede afhankelijk van de lijnvervorming.

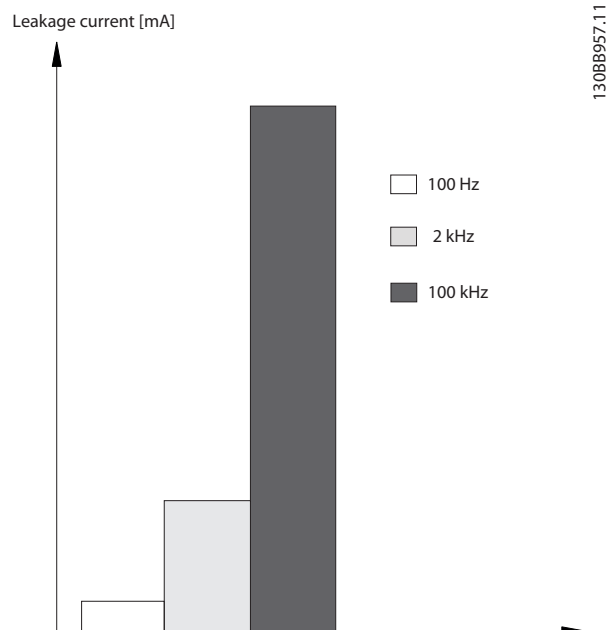


Afbeelding 10.22 Invloed van lijnvervorming op de lekstroom



Afbeelding 10.23 Belangrijkste factoren die bijdragen aan lekstroom

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



Afbeelding 10.24 Invloed van de uitschakelfrequentie van de RCD op de lekstroom

10

Als de lekstroom groter is dan 3,5 mA, zijn er speciale voorzorgsmaatregelen vereist om te voldoen aan EN-IEC 61800-5-1 (productnorm voor regelbare elektrische aandrijfsystemen).

Versterk de aarding op basis van de volgende aardverbindingseisen:

- Aarddraad (klem 95) met een dwarsdoorsnede van minimaal 10 mm² (8 AWG)
- 2 afzonderlijke aarddraden die beide voldoen aan de regels ten aanzien van maatvoering

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

Gebruik van RCD's

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

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

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

10.11 IT-net

Netvoeding geïsoleerd van aarde

Als de frequentieregelaar stroom ontvangt via een geïsoleerde netbron (IT-net, driehoekschakeling (zwevend of één zijde geaard)) of TT/TN-S met één zijde geaard, wordt aanbevolen om de RFI-schakelaar uit te schakelen via *parameter 14-50 RFI Filter* op de frequentieregelaar en *parameter 14-50 RFI Filter* op het filter. Zie IEC 364-3 voor meer informatie. In de uit-stand worden de filtercondensatoren tussen het chassis en de DC-tussenkring uitgeschakeld om schade aan de DC-tussenkring te voorkomen en de aardcapaciteitsstromen te beperken, in overeenstemming met IEC 61800-3.

Als optimale EMC-prestaties nodig zijn, parallelle motoren zijn aangesloten of de motorkabel langer is dan 25 m (82 ft), adviseert Danfoss om *parameter 14-50 RFI Filter* in te stellen op Aan. Zie ook *Application Note, VLT on IT Mains*. Het is belangrijk om isolatiebewaking toe te passen die geschikt is voor gebruik met vermogenselektronica (IEC 61557-8).

Danfoss raadt het af om een uitgangscontactor te gebruiken voor 525-690 V-frequentieregelaars die zijn aangesloten op een IT-net.

10.12 Rendement

Rendement van de frequentieregelaar (η_{VLT})

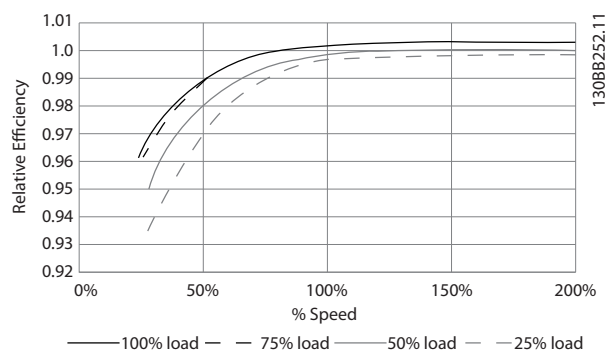
De belasting van de frequentieregelaar heeft weinig invloed op het rendement. In het algemeen geldt dat het rendement hetzelfde is bij de nominale motorfrequentie $f_{M,N}$, ongeacht of de motor 100% van het nominale askoppel levert of slechts 75%, in geval van gedeeltelijke belastingen.

Het rendement van de frequentieregelaar verandert niet door het wijzigen van de U/f-karakteristieken. De U/f-verhouding is echter wel van invloed op het rendement van de motor.

Het rendement daalt enigszins als de schakelfrequentie is ingesteld op een waarde boven 5 kHz. Het rendement zal ook enigszins afnemen als de netspanning 480 V is of de motorkabel langer is dan 30 m (98 ft).

Rendement frequentieregelaar berekenen

Bereken het rendement van de frequentieregelaar bij verschillende toerentallen en belastingen op basis van *Afbeelding 10.25*. De factor in deze grafiek moet worden vermenigvuldigd met de relevante rendementsfactor die in de specificatietabellen in *hoofdstuk 7.1 Elektrische gegevens, 380-480 V* en *hoofdstuk 7.2 Elektrische gegevens, 525-690 V* staat vermeld.



Afbeelding 10.25 Typische rendementscurves

Voorbeeld: hierbij gaan we uit van een 160 kW, 380-480/500 V-frequentieregelaar bij een belasting van 25% en een toerental van 50%. *Afbeelding 10.25* toont een rendement van 0,97, terwijl het nominale rendement van een 160 kW-frequentieregelaar 0,98 is. Het feitelijke rendement is dan: $0,97 \times 0,98 = 0,95$.

Rendement van de motor (η_{MOTOR})

Het rendement van een motor die is aangesloten op de frequentieregelaar, hangt af van het magnetiseringsniveau. Over het algemeen is het rendement even goed als bij werking op het net. Het motorrendement is afhankelijk van het type motor.

In het bereik van 75-100% van het nominale koppel zal het motorrendement bijna constant zijn, zowel bij aansluiting op de frequentieregelaar als bij werking direct op het net.

Bij gebruik van kleine motoren is de invloed van de U/f-karakteristiek op het rendement marginaal. Bij gebruik van motoren vanaf 11 kW (15 pk) zijn de voordelen echter aanzienlijk.

De schakelfrequentie is gewoonlijk niet van invloed op het rendement van kleine motoren. Voor motoren vanaf 11 kW (15 pk) neemt het rendement toe (1-2%) doordat de sinusvorm van de motorstroom bij hoge schakelfrequenties bijna perfect is.

Rendement van het systeem (η_{SYSTEM})

Om het systeemrendement te berekenen, moet het rendement van de frequentieregelaar (η_{VLT}) worden vermenigvuldigd met het rendement van de motor (η_{MOTOR}):

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

10.13 Akoestische ruis

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

- DC-tussenkringspoelen
- Interne ventilatoren
- RFI-filter (smoorspoel)

Tabel 10.36 geeft de karakteristieke waarden voor akoestische ruis, gemeten op een afstand van 1 m (9 ft) vanaf de eenheid.

Behuizingsgrootte	dBA bij volle ventilator-snelheid
E1-E2 ¹⁾	74
E1-E2 ²⁾	83
F1-F4 en F8-F13	80

Tabel 10.36 Akoestische ruis

1) Alleen P450-P500, 525-690 V.

2) Alle andere modellen met behuizing E.

De resultaten zijn verkregen op basis van tests die zijn uitgevoerd in een gecontroleerde omgeving volgens ISO 3744 voor bepaling van geluidsvermogen-niveaus van geluidbronnen. Tonaal geluid is gekwantificeerd voor technische gegevens over hardwareprestaties volgens ISO 1996-2 bijlage D.

10.14 dU/dt-condities

LET OP

Om vroegtijdige veroudering van motoren die niet zijn ontworpen voor gebruik met frequentieregelaars, zoals motoren zonder fase-isolatiemateriaal of andere versterkte isolatie, te voorkomen, beveelt Danfoss ten eerste aan om op de uitgang van de frequentieregelaar een dU/dt-filter of sinusfilter te monteren. Zie de *Design Guide* voor uitgangsfilters voor meer informatie over dU/dt- en sinusfilters.

380-480 V

Model	Kabel-lengte [m (ft)]	Net-spanning [V]	Stijg-tijd [µs]	Piek-spanning [V]	dU/dt [V/µs]
P315-P1M0 (380-480 V)	30 (98,5)	500	0,71	1165	1389
	30 (98,5)	500 ¹⁾	0,80	906	904
	30 (98,5)	400	0,61	942	1233
	30 (98,5)	400 ¹⁾	0,82	760	743

Tabel 10.37 dU/dt, behuizing E1-E2 en F1-F13, 380-480 V

¹⁾ Met dU/dt-filter van Danfoss

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 een doorschot U_{PEAK} in de motorspanning voordat die zichzelf stabiliseert op een niveau dat afhankelijk is van de spanning in de DC-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. De lengte van de motorkabel is van invloed op de stijgtijd en de piekspanning. Bij een korte motorkabel (enkele meters) zijn de stijgtijd en de piekspanning bijvoorbeeld lager. Bij een lange motorkabel (100 m (328 ft)) zijn de stijgtijd en de piekspanning hoger.

Het schakelen van de IGBT's veroorzaakt de piekspanning op de motorklemmen. De frequentieregelaar voldoet aan de vereisten van IEC 60034-25 voor motoren die ontworpen zijn om geregeld te worden door frequentieregelaars. De frequentieregelaar voldoet tevens aan IEC 60034-17 voor standaardmotoren die geregeld worden door frequentieregelaars.

High Power-serie

De vermogensklassen in Tabel 10.37 en Tabel 10.38 bij de betreffende netspanningen voldoen aan de eisen van IEC 60034-17 ten aanzien van normale motoren die worden geregeld door frequentieregelaars, IEC 60034-25 ten aanzien van normale motoren die zijn ontworpen om te worden geregeld door frequentieregelaars, en NEMA MG 1-1998 Deel 31.4.4.2 voor motoren die via een omvormer worden gevoed. De vermogensklassen in Tabel 10.37 en Tabel 10.38 voldoen niet aan NEMA MG 1-1998 Deel 30.2.2.8 voor motoren voor algemene toepassingen.

525-690 V

Model	Kabel- lengte [m (ft)]	Net- spanning [V]	Stijg- tijd [μs]	Piek- spanning [V]	dU/dt [V/μs]
P450-P1M4 (525-690 V)	30 (98,5)	690	0,57	1611	2261
	30 (98,5)	575	0,25	–	2510
	30 (98,5)	690 ¹⁾	1,13	1629	1150

Tabel 10.38 dU/dt, behuizing E1-E2 en F1-F13, 525-690 V

¹⁾ Met Danfoss dU/dt-filter.

10.15 Overzicht elektromagnetische compatibiliteit (EMC)

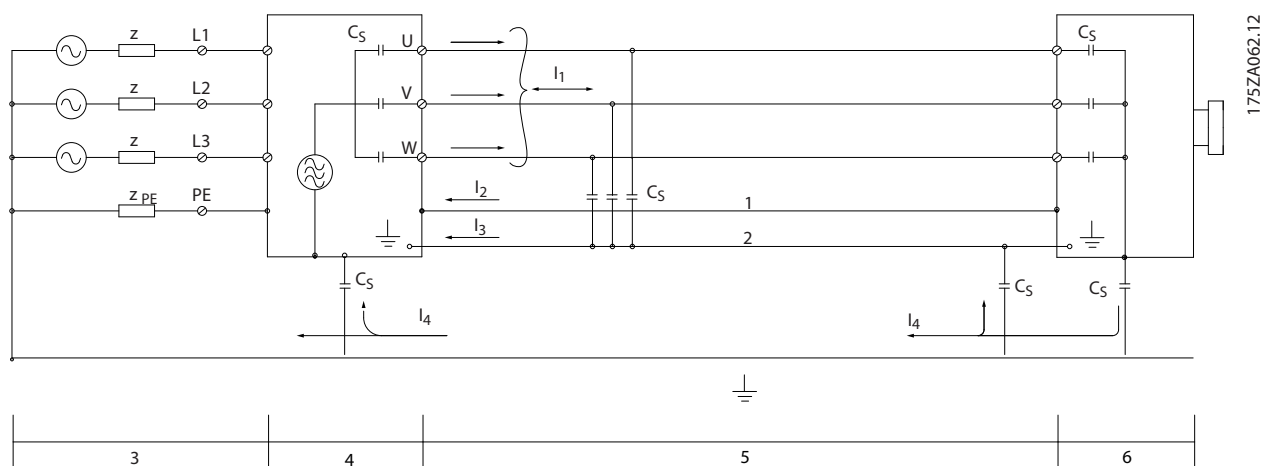
Elektrische apparaten genereren niet alleen interferentie, maar worden ook beïnvloed door interferentie van andere gegenereerde bronnen. De elektromagnetische compatibiliteit (EMC) van deze effecten hangt af van het vermogen en de harmonische kenmerken van de apparatuur.

Onbeheerste interactie tussen elektrische apparaten in een systeem kan de compatibiliteit aantasten en een betrouwbare werking verstoren. Interferentie komt in de vorm van:

- elektrostatische ontlading
- snelle spanningsschommelingen
- hoogfrequente interferentie.

Elektrische interferentie doet zich met name voor bij frequenties in het bereik van 150 kHz tot 30 MHz. Via de lucht verspreide interferentie van het aandrijfsysteem binnen het bereik van 30 MHz tot 1 GHz wordt gegenereerd door de omvormer, de motorkabel en de motor.

Capacitieve stromen in de motorkabel, in combinatie met een hoge dU/dt van de motorspanning, genereren lekstromen. Zie *Afbeelding 10.26*. Afgeschermd motorkabels hebben een hogere capaciteit tussen de faseadren en de afscherming, en tevens tussen de afscherming en aarde. Deze extra kabelcapaciteit, in combinatie met andere parasitaire capaciteiten en de motorinductantie, wijzigen de signatuur van de elektromagnetische emissie die door de eenheid wordt gegenereerd. De wijziging in de signatuur van de elektromagnetische emissie treedt voornamelijk op in emissies van minder dan 5 MHz. De meeste lekstroom (I_1) wordt naar de eenheid teruggevoerd via de veiligheidsaarde, PE (I_3), waardoor er slechts een klein magnetisch veld (I_4) van de afgeschermd motorkabel overblijft. De afscherming vermindert de interferentie door straling, maar verhoogt de laagfrequentinterferentie op het net.



1	Aarddraad	Cs	Mogelijke shunt voor parasitaire-capaciteitspaden (verschilt per installatie)
2	Afscherming	I ₁	Common-modelekstroom
3	Netvoeding	I ₂	Afgeschermd motorkabel
4	Frequentieregelaar	I ₃	Veiligheidsaarde (4e geleider in motorkabels)
5	Afgeschermd motorkabel	I ₄	Onbedoelde common-modestroom
6	Motor	–	–

Afbeelding 10.26 Elektrisch model met zo weinig mogelijk lekstromen

10

10.15.1 EMC-testresultaten

De volgende testresultaten zijn verkregen bij gebruik van een frequentieregelaar (inclusief eventuele opties), een afgeschermd stuurkabel, een schakelkast met potentiometer, een motor en een afgeschermd motorkabel.

RFI-filertype		Emissie via geleiding			Emissie via straling		
Normen en voorschriften	EN 55011	Klasse B Woonhuizen, kantoren en lichte industrie	Klasse A groep 1 Industriële omgeving	Klasse A groep 2 Industriële omgeving	Klasse B Woonhuizen, kantoren en lichte industrie	Klasse A groep 1 Industriële omgeving	Klasse A groep 2 Industriële omgeving
	EN-IEC 61800-3	Categorie C1 Eerste omgeving – woonhuizen en kantoren	Categorie C2 Eerste omgeving – woonhuizen en kantoren	Categorie C3 Tweede omgeving – industriële omgeving	Categorie C1 Eerste omgeving – woonhuizen en kantoren	Categorie C2 Eerste omgeving – woonhuizen en kantoren	Categorie C3 Eerste omgeving – woonhuizen en kantoren
H2							
FC 102	355-1000 kW 380-480 V	Nee	Nee	150 m (492 ft)	Nee	Nee	Ja
	450-1400 kW 525-690 V	Nee	Nee	150 m (492 ft)	Nee	Nee	Ja
H4							
FC 102	355-1000 kW 380-480 V	Nee	150 m (492 ft)	150 m (492 ft)	Nee	Ja	Ja
	450-1400 kW 525-690 V	–	–	–	–	–	–

Tabel 10.39 EMC-testresultaten (emissie en immuniteit)

10.15.2 Emissie-eisen

Volgens de EMC-productnorm voor regelbare elektrische aandrijfsystemen, EN-IEC 61800-3:2004, hangen de EMC-eisen af van de omgeving waarin de frequentieregelaar wordt geïnstalleerd. Deze omgevingen en de netspanningsvereisten zijn gedefinieerd in *Tabel 10.40*.

De frequentieregelaars voldoen aan de EMC-eisen zoals vermeld in EN-IEC 61800-3:2004+A1:2011, categorie C3, voor werktuigen die per fase meer stroom trekken dan 100 A en zijn geïnstalleerd in de tweede omgeving. Conformiteitstests zijn uitgevoerd met een afgeschermd motorkabel van 150 m (492 ft).

Categorie (EN 61800-3)	Definitie	Emissie door geleiding (EN 55011)
C1	Eerste omgeving (woonhuizen en kantoren) met een voedingsspanning van minder dan 1000 V.	Klasse B
C2	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 door een vakman geïnstalleerd en in bedrijf gesteld te worden.	Klasse A groep 1
C3	Tweede omgeving (industriële) met een voedingsspanning van minder dan 1000 V.	Klasse A groep 2
C4	Tweede omgeving met de volgende kenmerken: • Voedingsspanning van 1000 V of hoger • Nominale stroom van 400 A of hoger • Bedoeld voor gebruik in complexe systemen	Geen emissielimiet. Er moet een EMC-plan worden opgesteld.

Tabel 10.40 Emissie-eisen

Bij toepassing van de algemene emissienormen moeten frequentieregelaars voldoen aan *Tabel 10.41*.

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 10.41 Limieten algemene emissienormen

10.15.3 Immuniteitseisen

De immuniteitseisen voor frequentieregelaars hangen af van de omgeving waarin ze geïnstalleerd zijn. De eisen voor industriële omgevingen zijn zwaarder dan de eisen voor woon- en kantooromgevingen. Alle frequentieregelaars van Danfoss voldoen aan de eisen voor zowel industriële omgevingen als woon-/kantooromgevingen.

Om de immuniteit voor snelle elektrische transiënten te documenteren, zijn de volgende immuniteitstests uitgevoerd op een frequentieregelaar (inclusief eventuele opties), een afgeschermd stuurkabel en een schakelkast met potentiometer, motorkabel en motor. De tests zijn uitgevoerd in overeenstemming met de volgende basisnormen. Zie *Tabel 10.42* voor meer informatie.

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

- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Stootspanningen. Simulatie van transiënten veroorzaakt door 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.

Basisnorm	Piek IEC 61000-4-4	Stootspanningen IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Uitgestraald elektromagnetische veld 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-/veldbusopties	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{rms}
LCP-kabel	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{rms}
Externe 24 V DC	2 V CM	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	–	–	10 V _{rms}
Behuizing	–	–	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	–

Tabel 10.42 EMC-immuniteitsschema, spanningsbereik: 380-480/500 V, 525-600 V, 525-690 V

1) Injectie op kabelafscherming.

AD: luchtontlading; CD: contactontlading; CM: common mode; DM: differentiële modus.

10.15.4 EMC-compatibiliteit

LET OP

VERANTWOORDELIJKHEID OPERATOR

Volgens de norm EN 61800-3 voor regelbare elektrische aandrijfsystemen is het de verantwoordelijkheid van de operator om ervoor te zorgen dat er aan de EMC-eisen wordt voldaan. Fabrikanten kunnen oplossingen aanbieden om een werking volgens de norm te waarborgen. Het is de verantwoordelijkheid van de operator om deze oplossingen toe te passen en de bijbehorende kosten voor zijn rekening te nemen.

Er zijn 2 opties om elektromagnetische compatibiliteit te waarborgen:

- De interferentie minimaliseren bij de bron van de gegenereerde interferentie.
- De immuniteit voor interferentie te verhogen in apparatuur die door de ontvangst ervan wordt beïnvloed.

RFI-filters

Het doel is om een systeem te creëren dat stabiel werkt zonder radiofrequente interferentie tussen componenten. Gebruik frequentieregelaars met hoogwaardige RFI-filters om een hoog immuniteitsniveau te realiseren.

LET OP

RADIOSTORING

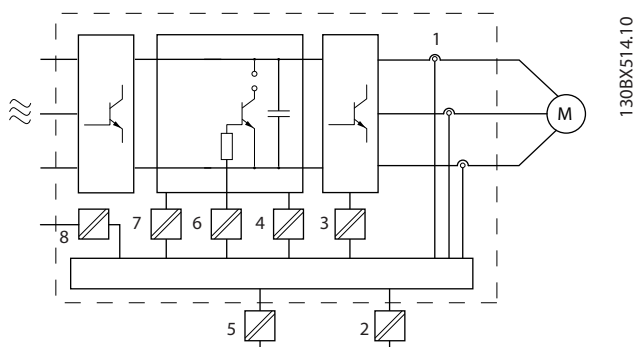
In een woonomgeving kan dit product radiostoring veroorzaken. In dat geval kan het nodig zijn om aanvullende corrigerende maatregelen te treffen.

Conformiteit met PELV en galvanische scheiding

Alle stuurklemmen en relaisklemmen van frequentieregelaar in behuizing E1h-E4h voldoen aan de PELV-eisen (met uitzondering van geaarde driehoekschakelingen (één zijde geaard) boven 400 V).

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

Elektrische scheiding wordt geboden zoals aangegeven (zie Afbeelding 10.27). De genoemde componenten voldoen aan de vereisten van zowel PELV als galvanische scheiding.



1	Stroomtransductoren
2	Galvanische scheiding voor de RS485-standaardbusinterface
3	Gatedriver voor de IGBT's
4	Voeding (SMP5) inclusief scheiding van het V DC-sigitaal, dat de tussenkringspanning aangeeft
5	Galvanische scheiding voor de 24 V-backupoptie
6	Optische koppeling, remmodule (optioneel)
7	Interne aanloopstroom-, RFI- en temperatuurmeetcircuits
8	Relais klant

Afbeelding 10.27 Galvanische scheiding

10.16 EMC-correcte installatie

Voor een EMC-correcte installatie moet u de instructies in de *bedieningshandleiding* opvolgen. Zie *Afbeelding 10.28* voor een voorbeeld van een correcte EMC-installatie.

LET OP

AFSCHERMING MET GEDRAAIDE UITEINDEN (PIGTAILS)

Gedraaide uiteinden van de afscherming verhogen de impedantie van de afscherming bij hogere frequenties, waardoor het afschermingseffect afneemt en de lekstroom toeneemt. Vermijd montage met een afscherming met gedraaide uiteinden (pigtails), door geïntegreerde afschermingsklemmen te gebruiken.

- Bij gebruik van afgeschermd kabels voor relais, stuurkabels, signaalinterface, veldbus of rem moet u de afscherming aan beide uiteinden op de behuizing aansluiten. Als het pad naar aarde een hoge impedantie heeft of stroomvoerend is, moet u de aansluiting van de afscherming aan 1 kant onderbreken om aardlussen te vermijden.
- Voer de stromen naar de eenheid terug met behulp van een metalen montageplaat. Zorg voor een goed elektrisch contact van de montageplaat, via de montagebouten, naar het chassis van de frequentieregelaar.
- Gebruik afgeschermd kabels voor motoruitgangskabels. Een andere mogelijkheid is het gebruik van niet-afgeschermd motorkabels in een kabelgoot.

LET OP

AFGESCHERMDE KABELS

Als er geen afgeschermd kabels of metalen kabelgoten worden gebruikt, voldoen de eenheid en de installatie niet aan de voorgeschreven limieten voor radiofrequente (RF) emissie.

- Zorg dat de motorkabels en remkabels zo kort mogelijk worden gehouden, om het interferentie-niveau van het totale systeem te beperken.
- Voorkom dat signaalgevoelige kabels naast motorkabels en remweerstandskabels worden geïnstalleerd.
- Volg de specifieke normen voor communicatie-protocollen op voor communicatie- en stuurlijnen. Zo moet u voor USB bijvoorbeeld afgeschermd kabels gebruiken, terwijl u voor RS485/Ethernet zowel afgeschermd als niet-afgeschermd UTP-kabels kunt gebruiken.
- Zorg dat alle stuurklemaansluitingen voldoen aan PELV.

LET OP

EMC-STORINGEN

Gebruik afgeschermd motorbedrading en stuurkabels. Zorg dat u de kabels voor netvoeding, motor en besturing van elkaar gescheiden houdt. Als deze kabels niet van elkaar worden gescheiden, kan dit resulteren in een onbedoelde werking of verminderde prestaties. De afstand tussen voedings-, motor- en stuurkabels moet minimaal 200 mm (7,9 in) bedragen.

LET OP

INSTALLATIE OP GROTE HOOGTE

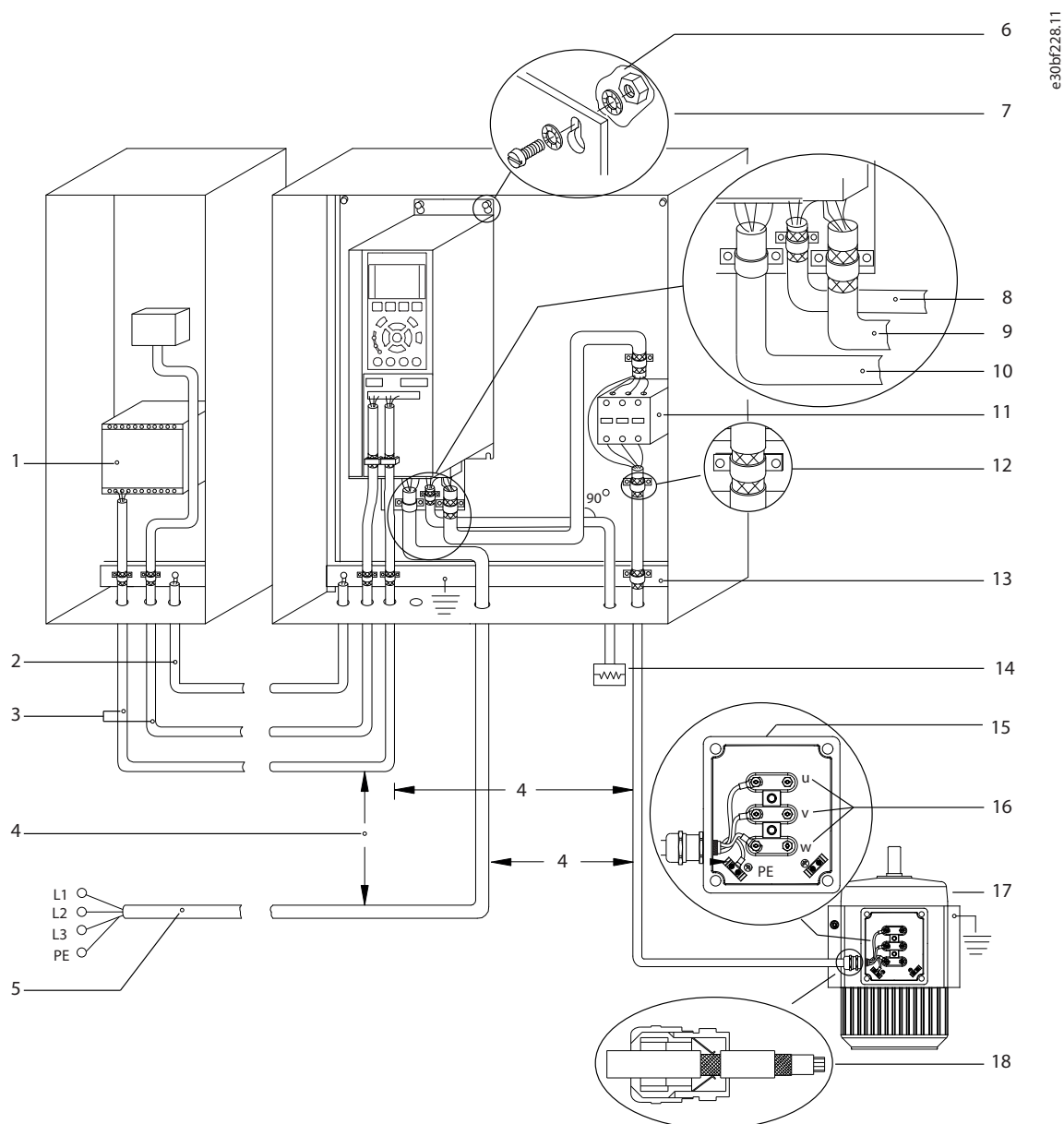
Er bestaat een kans op overspanning. De scheiding tussen componenten en kritische delen is mogelijk onvoldoende en voldoet mogelijk niet aan de PELV-vereisten. Beperk de kans op overspanning door gebruik te maken van externe beschermende apparatuur of galvanische scheiding.

Neem voor installaties op hoogtes boven 2000 m (6500 ft) contact op met Danfoss in verband met PELV-conformiteit.

LET OP

NALEVING PELV-EISEN

Voorkom elektrische schokken door gebruik te maken van een elektrische voeding van het type extra lage spanning (PELV – Protective Extra Low Voltage) en te voldoen aan lokale en nationale PELV-voorschriften.



e30bf228.11

10

1	PLC	10	Netkabel (niet-afgeschermd)
2	Vereffeningskabel van minimaal 16 mm ² (6 AWG)	11	Uitgangsschakelaar
3	Stuurkabels	12	Kabelisolatie gestript
4	Minimaal 200 mm (7,9 in) tussen stuurkabels, motorkabels en netkabels	13	Gemeenschappelijk aardingsrail. Volg de nationale en lokale voorschriften ten aanzien van kastaarding op.
5	Netvoeding	14	Remweerstand
6	Blank (ongelakt) oppervlak	15	Metalen aansluitdoos
7	Tandveerringen	16	Aansluiting naar motor
8	Remkabel (afgeschermd)	17	Motor
9	Motorkabel (afgeschermd)	18	EMC-kabelwartel

Afbeelding 10.28 Voorbeeld van correcte EMC-installatie

10.17 Overzicht harmonischen

Niet-lineaire belastingen die vaak voorkomen bij frequentieregelaars, trekken geen gelijkmatige stroom van de voedingslijn. Deze niet-sinusvormige stroom bevat componenten die een meervoud zijn van de frequentie van de grondstroom. Deze componenten worden harmonischen genoemd. Het is belangrijk om de totale harmonische vervorming op de netvoeding te beheersen. Hoewel de harmonische stromen niet rechtstreeks bijdragen aan de vermogensafname, genereren ze wel warmte in bedrading en transformatoren, waardoor ze andere apparaten op dezelfde voedingslijn kunnen beïnvloeden.

10.17.1 Harmonischenanalyse

Omdat harmonischen de warmteverliezen doen toenemen, is het belangrijk om bij het ontwerp van systemen rekening te houden met harmonischen, om overbelasting van de transformator, smoorspoelen en bedrading te voorkomen. Voer waar nodig een analyse van de systeemharmonischen uit om de effecten van de apparatuur te bepalen.

Een niet-sinusvormige stroom wordt door middel van een Fourier-analyse getransformeerd en opgesplitst in sinusgolfstromen met verschillende frequenties, d.w.z. verschillende harmonische stromen I_n met 50 Hz of 60 Hz als basisfrequentie.

Afkorting	Beschrijving
f_1	Basisfrequentie (50 Hz of 60 Hz)
I_1	Stroom bij de basisfrequentie
U_1	Spanning bij de basisfrequentie
I_n	Stroom bij de harmonische frequentie van de orde n
U_n	Spanning bij de harmonische frequentie van de orde n
n	Orde van een harmonische

Tabel 10.43 Afkortingen m.b.t. harmonischen

	Basis-stroom (I_1)	Harmonische stroom (I_n)			
Stroom	I_1	I_5	I_7	I_{11-49}	
Frequentie	50 Hz	250 Hz	350 Hz	550 Hz	

Tabel 10.44 Basisstromen en harmonische stromen

Stroom	Harmonische stroom				
	I_{RMS}	I_1	I_5	I_7	I_{11-49}
Ingangsstroom	1,0	0,9	0,5	0,2	< 0,1

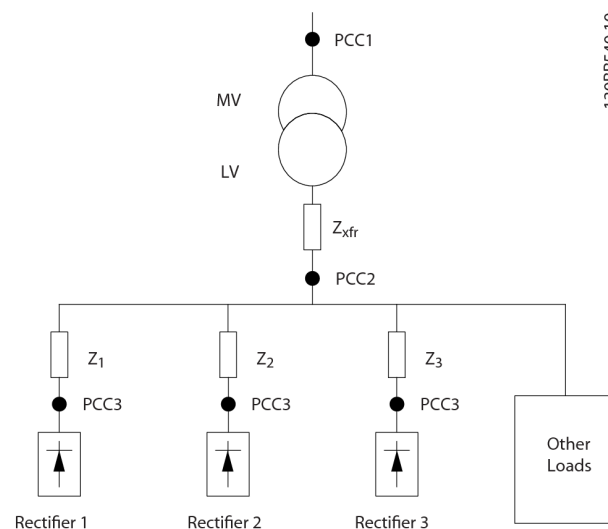
Tabel 10.45 Harmonische stromen vs. RMS-ingangsstroom

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

$$THDi = \frac{\sqrt{U_{25}^2 + U_{27}^2 + \dots + U_{2n}^2}}{U}$$

10.17.2 Effect van harmonischen in een vermogendistributiesysteem

In *Afbeelding 10.29* 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 divers belastingen te voeden. Het gemeenschappelijke koppelpunt waar alle belastingen zijn aangesloten, is PCC2. Elke belasting is aangesloten via kabels met een impedantie Z_1, Z_2, Z_3 .



PCC	Gemeenschappelijk koppelpunt
MV	Middelhoge spanning
LV	Lage spanning
Z_{xfr}	Impedantie transformator
$Z\#$	Modelweerstand en -inductantie in de bedrading

Afbeelding 10.29 Klein distributiesysteem

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

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

Een gangbare term voor het beschrijven van de impedantie van een net is de kortsluitverhouding R_{sce} ,

waarbij R_{sce} is 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}).

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

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

Negatieve effecten van harmonischen

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

10.17.3 IEC-harmonischennormen

In het grootste deel van Europa vormt de Richtlijn inzake de elektromagnetische compatibiliteit van apparatuur (EMC-richtlijn) de basis voor een objectieve beoordeling van de kwaliteit van het netvermogen. Naleving van deze voorschriften zorgt ervoor dat alle apparaten en netwerken die op elektrische distributiesystemen zijn aangesloten, voldoen aan hun beoogde doelen zonder problemen te veroorzaken.

Norm	Definitie
EN 61000-2-2, EN 61000-2-4, EN 50160	Definiëren de netvoedingslimieten die vereist zijn in openbare en industriële voedingsnetten.
EN 61000-3-2, 61000-3-12	Reguleren de interferentie via het net die door hierop aangesloten apparaten wordt gegenereerd.
EN 50178	Bewaakt elektronische apparatuur voor gebruik in vermogensinstallaties.

Tabel 10.46 EN-ontwerpnormen voor de kwaliteit van het netvermogen

Er zijn 2 Europese normen die betrekking hebben op harmonischen in het frequentiebereik van 0 Hz tot 9 kHz:

EN 61000-2-2 (Compatibiliteitsniveaus voor laagfrequente geleide storingen en signaaloverdracht in openbare laagspanningsnetten)

De norm EN 61000-2-2 definieert de vereisten voor compatibiliteitsniveaus voor PCC (point of common coupling – gemeenschappelijk koppelpunt) van AC-systemen met lage spanning op een openbaar laagspanningsnet. Er zijn alleen limieten gespecificeerd voor harmonische spanning en de totale harmonische vervorming van de spanning. EN 61000-2-2 definieert geen limieten voor harmonische stromen. In situaties waarbij de totale harmonische vervorming $THD(V) = 8\%$, zijn de PCC-limieten identiek aan de limieten die voor EN 61000-2-4 klasse 2 zijn gespecificeerd.

EN 61000-2-4 (Compatibiliteitsniveaus voor laagfrequente geleide storingen in industriële omgevingen)

De norm EN 61000-2-4 specificeert de vereisten voor compatibiliteitsniveaus in industriële en particuliere netwerken. De norm definieert de volgende 3 klassen van elektromagnetische omgevingen:

- Klasse 1 heeft betrekking op compatibiliteitsniveaus die lager liggen dan die van het openbare voedingsnet, die van invloed is op apparatuur die gevoelig is voor verstoringen (laboratoriumapparatuur, bepaalde automatiseringsapparatuur en bepaalde beveiligingsapparatuur).
- Klasse 2 heeft betrekking op compatibiliteitsniveaus die gelijk zijn aan die van het openbare voedingsnet. De klasse geldt voor PCC's op het openbare voedingsnet en voor IPC's (internal points of coupling – interne koppelpunten) op industriële of overige particuliere voedingsnetten. Elk type apparatuur dat bedoeld is voor gebruik op een openbaar voedingsnet, kan in deze klasse worden ondergebracht.
- Klasse 3 heeft betrekking op compatibiliteitsniveaus die hoger zijn dan die van het openbare voedingsnet. Deze klasse geldt uitsluitend voor IPC's in industriële omgevingen. Gebruik deze klasse voor de volgende apparatuur:
 - Grote frequentieregelaars
 - Lasmachines
 - Grote motoren die vaak starten
 - Snel veranderende belastingen

Gewoonlijk kan een klasse niet van tevoren worden bepaald zonder rekening te houden met de beoogde apparatuur en processen die in de omgeving zullen worden gebruikt. VLT® High Power Drives voldoen aan de limieten van klasse 3 in typische systeemcondities ($R_{SC} > 10$ of $V_{k \text{ Line}} < 10\%$).

Orde van harmonische (h)	Klasse 1 ($V_h\%$)	Klasse 2 ($V_h\%$)	Klasse 3 ($V_h\%$)
5	3	6	8
7	3	5	7
11	3	3,5	5
13	3	3	4,5
17	2	2	4
$17 < h \leq 49$	$2,27 \times (17/h) - 0,27$	$2,27 \times (17/h) - 0,27$	$4,5 \times (17/h) - 0,5$

Tabel 10.47 Compatibiliteitsniveaus voor harmonischen

	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
THDv	5%	8%	10%

Tabel 10.48 Compatibiliteitsniveaus voor de totale harmonische spanningsvervorming THDv

10.17.4 Harmonischenconformiteit

Frequentieregelaars van Danfoss voldoen aan de volgende normen:

- IEC61000-2-4
- IEC61000-3-4
- G5/4

10.17.5 Harmonischenreductie

In gevallen waarbij extra onderdrukking van harmonischen vereist is, biedt Danfoss de volgende apparatuur om de harmonischen te beperken:

- VLT® 12-Pulse Drives
- VLT® Low Harmonic Drives
- VLT® Advanced Harmonic Filters
- VLT® Advanced Active 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 (zoals IEEE 519, IEC en G5/4).
- Totale exploitatiekosten (initiële kosten, rendement en onderhoud).

10.17.6 Harmonischenberekening

Gebruik de gratis MCT 31-berekeningssoftware van Danfoss om de mate van spanningsvervuiling op het net en de benodigde voorzorgsmaatregelen te bepalen. De *VLT® Harmonic Calculation MCT 31* is verkrijgbaar via www.danfoss.com.

11 Elementaire werkingsprincipes van een frequentieregelaar

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de primaire componenten en circuits van een Danfoss frequentieregelaar. Het beschrijft de interne elektrische en signaalverwerkingsfuncties. Ook een beschrijving van de interne regelstructuur is opgenomen.

11.1 Beschrijving van de werking

Een frequentieregelaar is een elektronische regelaar die een 3-fasedraaistroommotor voorziet van een geregelde hoeveelheid netspanning. Door een variabele frequentie en spanning aan de motor te leveren, varieert de frequentieregelaar het motortoerental of handhaaft hij een constant toerental wanneer de belasting op de motor wijzigt. Daarnaast kan de frequentieregelaar de motor stoppen en starten zonder de mechanische spanningen waarmee een netstart vaak gepaard gaat.

In principe kan de frequentieregelaar worden opgedeeld in de volgende 4 hoofdgebieden:

Gelijkrichter

De gelijkrichter bestaat uit SCR's of diodes die de 3-fasenetspanning omzet in een pulserende gelijkspanning.

DC-tussenkring

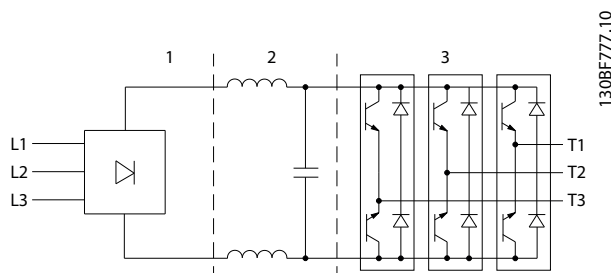
De DC-tussenkring bestaat uit smoorspoelen en condensatorbanken die de pulserende gelijkspanning stabiliseren.

Omvormer

De omvormer gebruikt IGBT's om de gelijkspanning om te zetten in een variabele wisselspanning met een variabele frequentie.

Regeling

Het regelgedeelte bestaat uit software die de hardware aanstuurt om de variabele spanning te produceren die de draaistroommotor regelt.



1	Gelijkrichter (SCR/diodes)
2	DC-tussenkring
3	Omvormer (IGBT's)

Afbeelding 11.1 Interne verwerking

11.2 Frequentieregelaarbesturingen

Voor het regelen van de motor worden de volgende processen gebruikt:

- Invoer gebruiker/referenties
- Gebruik van terugkoppelingen
- Door de gebruiker gedefinieerde regelstructuur
 - Regeling met/zonder terugkoppeling
 - Motorregeling (toerental, koppel of proces)
- Regelalgoritmen (VVC⁺, flux sensorvrij, flux met motortrugkoppeling, en interne stroomregeling VVC⁺)

11.2.1 Invoer gebruiker/referenties

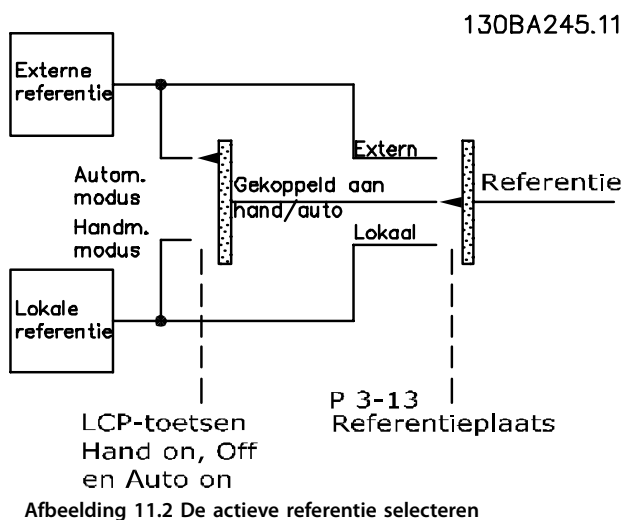
De frequentieregelaar gebruikt een invoerbron (ook wel referentie genoemd) om de motor te regelen. De frequentieregelaar kan deze invoer als volgt krijgen:

- handmatig via het LCP. Deze methode wordt lokale bediening (Hand On) genoemd.
- extern via analoge/digitale ingangen en diverse seriële interfaces (RS485, USB of een optionele veldbus). Deze methode wordt externe bediening (Auto On) genoemd en is de standaardinstelling.

Actieve referentie

De term actieve referentie verwijst naar de actieve invoerbron. De actieve referentie wordt geconfigureerd in *parameter 3-13 Reference Site*. Zie *Afbeelding 11.2* en *Tabel 11.1*.

Zie de *programmeerhandleiding* voor meer informatie.



LCP-toetsen	Parameter 3-13 Reference Site	Actieve Referentie
[Hand On]	Gekoppeld Hand/Auto	Lokaal
[Hand On] ⇒ (Uit)	Gekoppeld Hand/Auto	Lokaal
[Auto On]	Gekoppeld Hand/Auto	Extern
[Auto On] ⇒ (Uit)	Gekoppeld Hand/Auto	Extern
Alle toetsen	Lokaal	Lokaal
Alle toetsen	Extern	Extern

Tabel 11.1 Configuraties met lokale en externe referentie

11.2.2 Externe verwerking van referenties

Externe verwerking van referenties geldt bij zowel regelingen met terugkoppeling als regelingen zonder terugkoppeling. Zie *Afbeelding 11.3*.

In de frequentieregelaar kunnen maximaal 8 interne digitale referenties worden geprogrammeerd. De actieve interne digitale referentie kan extern worden geselecteerd via digitale sturingen of de seriële-communicatiebus.

Er kunnen ook externe referenties naar de frequentieregelaar worden gestuurd; dit gebeurt meestal via een analoge sturingang. Alle referentiebronnen en de busreferentie worden bij elkaar opgeteld om de totale externe referentie te bepalen.

De actieve referentie is te selecteren als:

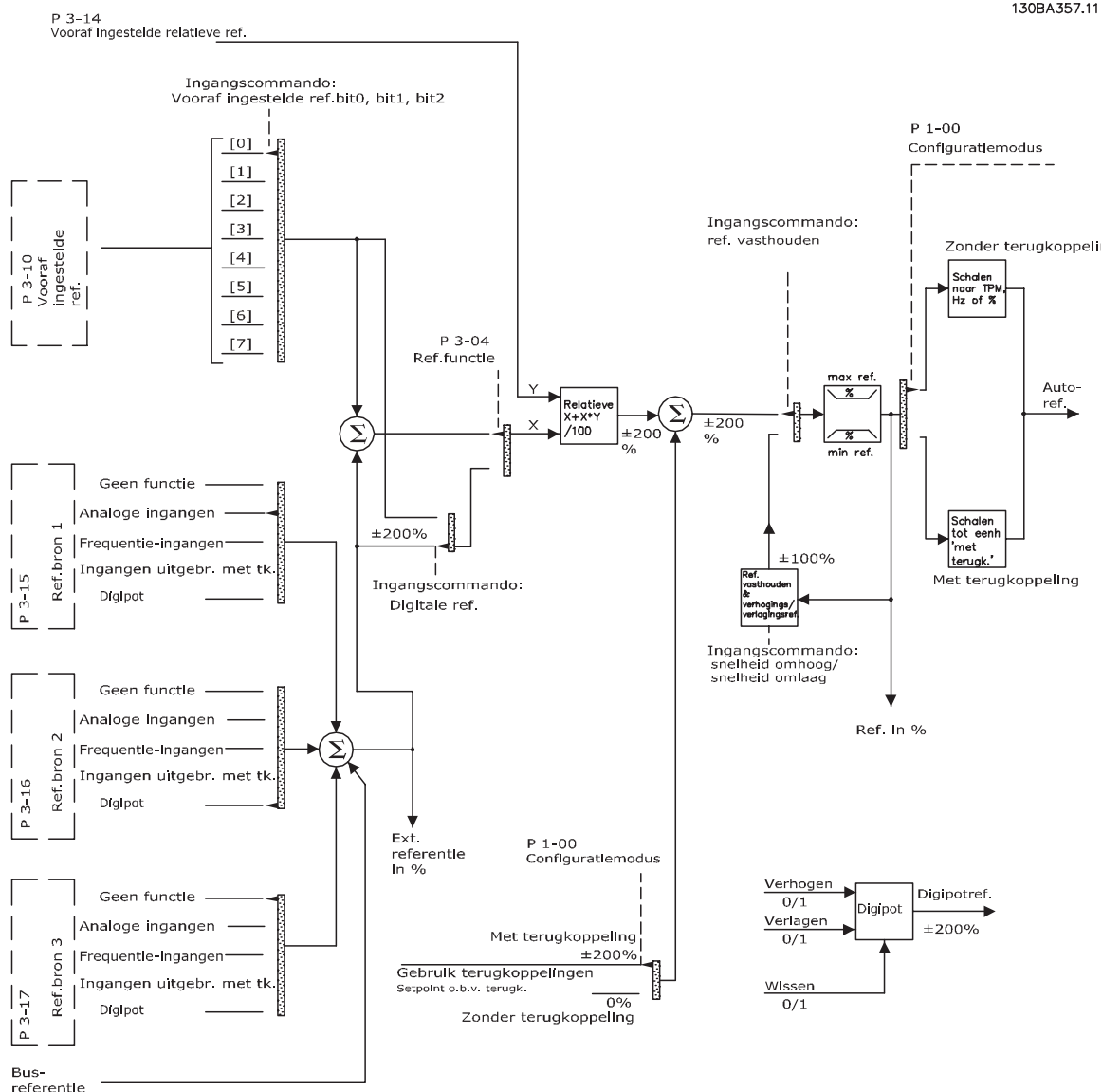
- Externe referentie
- Digitale referentie
- Setpoint
- Som van de externe referentie, digitale referentie en setpoint

De actieve referentie kan worden geschaald. De geschaalde referentie wordt als volgt berekend:

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

waarbij X de externe referentie, de digitale referentie of de som van deze referenties is en Y *parameter 3-14 Preset Relative Reference* in [%] is.

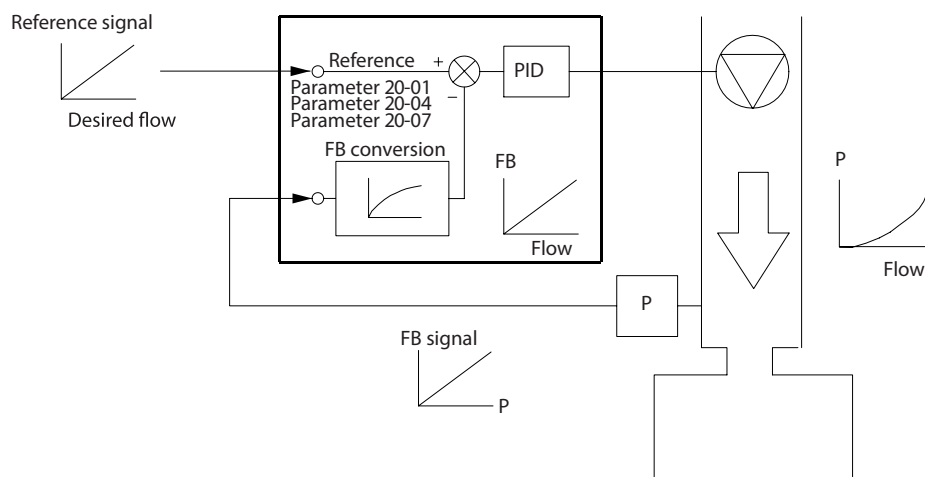
Als Y, *parameter 3-14 Preset Relative Reference*, is ingesteld op 0%, heeft de schaling geen invloed op de referentie.



Afbeelding 11.3 Externe verwerking van referenties

Terugkoppelingsconversie

In sommige toepassingen is het nuttig om het terugkoppelingssignaal te converteren. Een voorbeeld hiervan is het gebruik van een druksignaal om een terugkoppeling van de flow te leveren. Aangezien de vierkantswortel van druk evenredig is met de flow, levert de vierkantswortel van het druksignaal een waarde op die evenredig is met de flow; zie *Afbeelding 11.5*.



130BF834.10

Afbeelding 11.5 Terugkoppelingsconversie

11.2.4 Overzicht regelstructuur

De regelstructuur is een softwareproces dat de motor regelt op basis van door de gebruiker gedefinieerde referenties (bijvoorbeeld tpm) en het wel of niet gebruiken van terugkoppeling (regeling met of zonder terugkoppeling). De operator definieert de regeling in *parameter 1-00 Configuration Mode*.

De volgende regelstructuren zijn mogelijk:

Regelstructuur zonder terugkoppeling

- Toerental (tpm)
- Koppel (Nm)

Regelstructuur met terugkoppeling

- Toerental (tpm)
- Koppel (Nm)
- Proces (door de gebruiker gedefinieerde eenheden, bijvoorbeeld feet, lpm, psi, %, bar)

11.2.5 Regelstructuur zonder terugkoppeling

In een regeling zonder terugkoppeling gebruik de frequentieregelaar 1 of meer referenties (lokaal of extern) om het toerental of koppel van de motor te regelen. Er zijn 2 typen regeling zonder terugkoppeling:

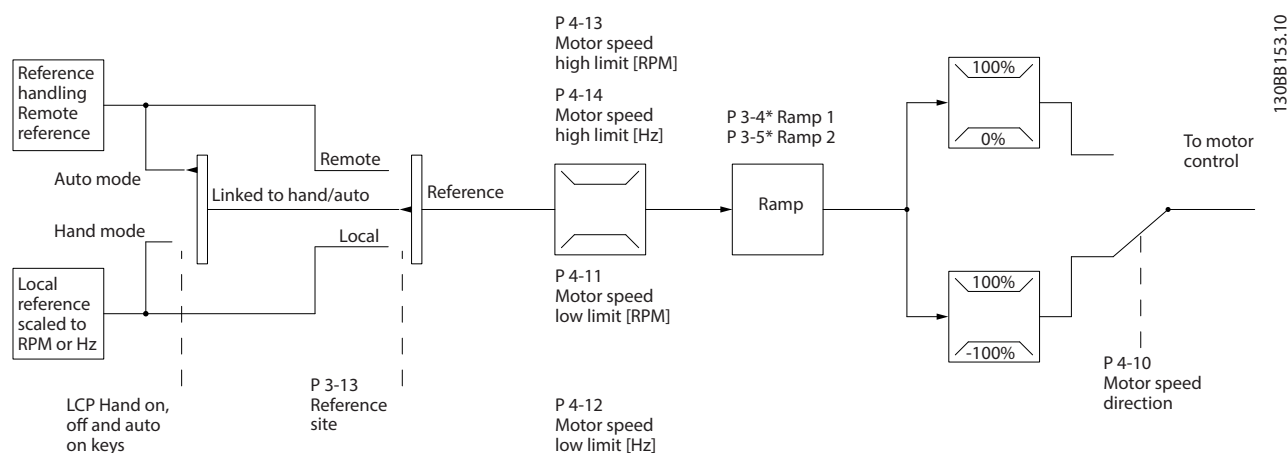
- Snelheidsregeling. Geen terugkoppeling van de motor.
- Koppelregeling. Wordt gebruikt in de modus VVC+. Deze functie wordt gebruikt bij mechanisch robuuste toepassingen, maar de nauwkeurigheid is beperkt. Een koppelregeling zonder terugkoppeling werkt slechts in 1 draairichting. Het koppel wordt berekend op basis van een stroommeting binnen in de frequentieregelaar. Zie hoofdstuk 12 Toepassingsvoorbeelden.

In de getoonde configuratie in *Afbeelding 11.6* werkt de frequentieregelaar op basis van een regeling zonder terugkoppeling. De frequentieregelaar ontvangtingangssignalen via het LCP (handmodus) of via een extern signaal (automodus).

Het signaal (de snelheidsreferentie) wordt na ontvangst onderworpen aan:

- de geprogrammeerde minimale en maximale begrenzings van het motortoerental (in tpm en Hz)
- de aan- en uitlooptijden
- de draairichting van de motor.

Vervolgens wordt de referentie doorgegeven aan de motor.



Afbeelding 11.6 Blokschema voor een regelstructuur zonder terugkoppeling

11.2.6 Regelstructuur met terugkoppeling

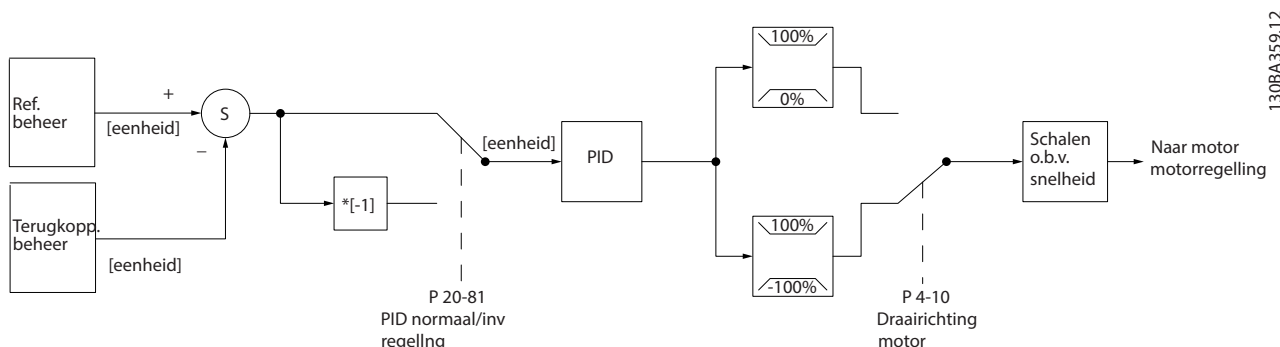
In een regeling met terugkoppeling gebruik de frequentieregelaar 1 of meer referenties (lokaal of extern) en terugkoppelingssensoren om de motor te regelen. De frequentieregelaar ontvangt een terugkoppelingssignaal van een sensor in het systeem. De frequentieregelaar vergelijkt deze terugkoppeling met een referentiewaarde van een setpoint en bepaalt in hoeverre deze 2 signalen van elkaar verschillen. Vervolgens wordt het motortoerental aangepast om dit verschil op te heffen.

Denk bijvoorbeeld aan een pomptoepassing waarbij het toerental van een pomp zo wordt geregeld dat de statische druk in een leiding constant blijft (zie *Afbeelding 11.7*). De frequentieregelaar ontvangt een terugkoppelingssignaal van een sensor in het systeem. De frequentieregelaar vergelijkt deze terugkoppeling met een referentiewaarde van een setpoint en bepaalt of en in hoeverre deze 2 signalen van elkaar verschillen. Vervolgens wordt het motortoerental aangepast om dit verschil te compenseren.

Het statische-druksetpoint is het referentiesignaal naar de frequentieregelaar. Een statische-druksensor meet de actuele statische druk in de leiding en levert die in de vorm van een terugkoppelingssignaal terug aan de frequentieregelaar. Als het terugkoppelingssignaal hoger is dan de setpointreferentie zal de frequentieregelaar het toerental verlagen om de druk te verlagen. Omgekeerd geldt dat wanneer de leidingdruk lager is dan de setpointreferentie, de frequentieregelaar het toerental zal verhogen om de pompdruk te verhogen.

Er zijn 3 typen regeling met terugkoppeling:

- Snelheidsregeling. Voor dit type regeling is een snelheids-PID-terugkoppeling naar een ingang vereist. Een correct geoptimaliseerde snelheidsregeling met terugkoppeling biedt een grotere nauwkeurigheid dan een snelheidsregeling zonder terugkoppeling. Snelheidsregeling wordt alleen gebruikt in de VLT® AutomationDrive FC 302.
- Koppelregeling. Wordt gebruikt in fluxmodus met encoderterugkoppeling en biedt superieure prestaties in alle 4 kwadranten en bij alle motortoerentallen. Koppelregeling wordt alleen gebruikt in de VLT® AutomationDrive FC 302.
De koppelregelingsfunctie wordt gebruikt bij toepassingen waar het koppel op de uitvoeras van de motor de toepassing regelt voor spankrachtregeling. Het koppel is in te stellen door middel van een analoge, digitale of busreferentie. Bij gebruik van een koppelregeling verdient het aanbeveling om een volledige AMA uit te voeren, aangezien correcte motorgegevens essentieel zijn voor optimale prestaties.
- Procesregeling. Wordt gebruikt voor het regelen van toepassingsparameters die worden gemeten door middel van diverse sensoren (druk, temperatuur en flow) en worden beïnvloed door de aangesloten motor via een pomp of ventilator.



Afbeelding 11.7 Blokschema voor een terugkoppelingsregelaar

Programmeerbare functies

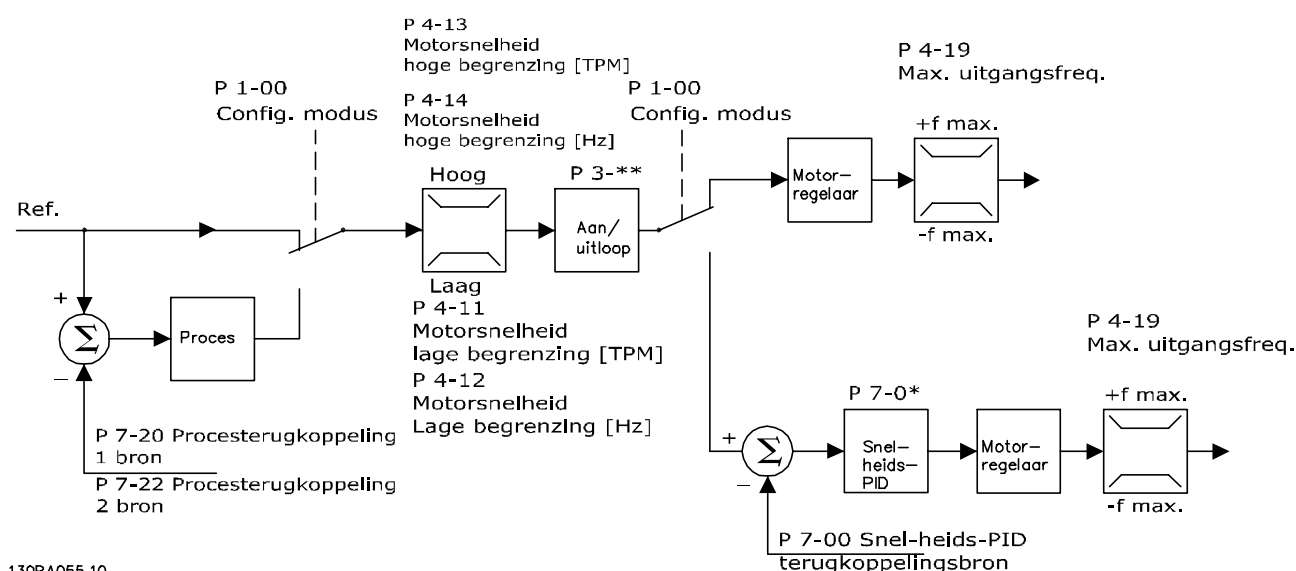
Hoewel de standaardwaarden voor de frequentieregelaar bij een regeling met terugkoppeling in veel gevallen aanvaardbare prestaties zal opleveren, kunt u de regeling van het systeem vaak optimaliseren door een aantal parameters van de terugkoppelingsregelaar nauwkeurig aan te passen. Voor deze optimalisatie is *Autotuning* beschikbaar.

- Omgekeerde regeling – het motortoerental neemt toe wanneer een terugkoppelingssignaal hoog is.
- Startfrequentie – zorgt dat het systeem snel een bedrijfsstatus bereikt voordat de PID-regelaar de besturing overneemt.
- Ingebouwd laagdoorlaatfilter – beperkt ruis in het terugkoppelingssignaal.

11.2.7 Regelprocessen

Zie *Actieve/inactieve parameters bij verschillende omvormerbesturingsmodi* in de programmeerhandleiding om te zien welke regelconfiguratie voor uw toepassing beschikbaar is op basis van het gekozen type motor (draaistroommotor of PM-motor met niet-uitspringende magneten).

11.2.7.1 Regelstructuur op basis van VVC⁺



130BA055.10

Afbeelding 11.8 Regelstructuur VVC⁺ in configuraties met en zonder terugkoppeling

11

In *Afbeelding 11.8* loopt de totale referentie van het referentie-afhandelingsysteem via de aan-/uitloopbegrenzing en snelheidsbegrenzing voordat die naar de motorregeling wordt gestuurd. De uitgang van de motorregeling wordt vervolgens begrensd door de maximumfrequentie.

Parameter 1-01 Motor Control Principle is ingesteld op [1] VVC⁺ en *parameter 1-00 Configuration Mode* is ingesteld op [0] Snelh. zndr terugk. Als *parameter 1-00 Configuration Mode* is ingesteld op [1] Snelh. met terugk., wordt de totale referentie van de aan-/uitloopbegrenzing en snelheidsbegrenzing doorgegeven naar een snelheids-PID-regeling. De parameters voor de snelheids-PID-regeling zijn te vinden in *parametergroep 7-0* Snelh.-PID-reg.* De totale referentie van de snelheids-PID-regeling wordt gestuurd naar de motorregeling die wordt begrensd door de frequentielimiet.

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

11.2.7.2 Interne stroomregeling in de modus VVC⁺

Wanneer het motorkoppel de ingestelde koppelbegrenzingen in *parameter 4-16 Torque Limit Motor Mode*, *parameter 4-17 Torque Limit Generator Mode* en *parameter 4-18 Current Limit* overschrijdt, wordt de ingebouwde stroombegrenzingsregeling geactiveerd.

Wanneer de frequentieregelaar de stroomgrens bereikt tijdens motorwerking of generatorwerking probeert hij zo snel mogelijk onder de vooraf ingestelde koppelbegrenzingen te komen, zonder de controle over de motor te verliezen.

12 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 *parameter 0-03 Regional Settings*).
- De parameters die betrekking hebben op de klemmen en bijbehorende instellingen, worden naast de tekeningen weergegeven.
- Waar nodig worden de schakelinstellingen voor de analoge klemmen A53 of A54 weergegeven.
- Voor STO kan een jumperkabel vereist zijn tussen klem 12 en klem 37 wanneer de standaard fabrieksinstellingen worden gebruikt.

12.1 Bedradingsconfiguraties voor Automatische aanpassing motorgegevens (AMA)

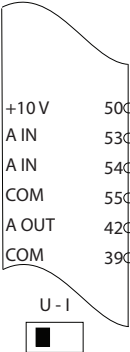
		Parameters	
FC		Functie	Instelling
+24 V	12	Parameter 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA)	[1] Volledige AMA insch.
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20		
D IN	27	Parameter 5-12 T erminal 27 Digital Input	[2]* Vrijloop geïnv.
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
		* = standaardwaarde	
		Opmerkingen: Stel <i>parame- tergroep 1-2*</i> Motordata in op basis van het motortypeplaatje.	
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabel 12.1 Bedradingsconfiguratie voor AMA als klem 27 is aangesloten

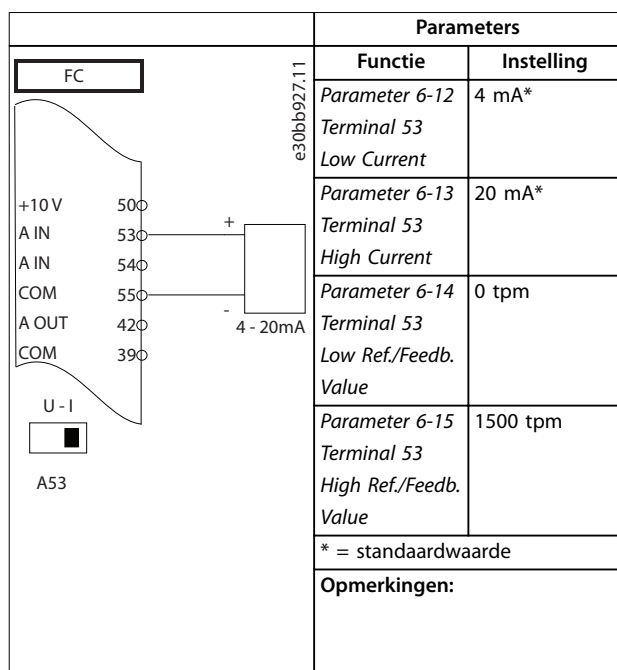
		Parameters	
FC		Functie	Instelling
+24 V	12	Parameter 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA)	[1] Volledige AMA insch.
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20		
D IN	27	Parameter 5-12 T erminal 27 Digital Input	[0] Geen functie
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
		* = standaardwaarde	
		Opmerkingen: Stel <i>parametergroep 1-2* Motordata</i> in op basis van het motortypeplaatje.	
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabel 12.2 Bedradingsconfiguratie voor AMA zonder dat klem 27 is aangesloten

12.2 Bedradingsconfiguraties voor een analoge snelheidsreferentie

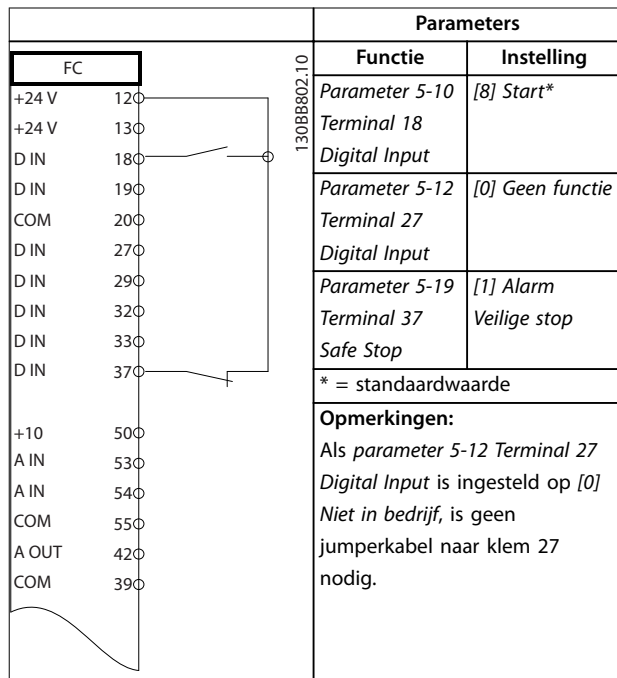
		Parameters		
FC		Functie	Instelling	
 +10 V A IN A IN COM A OUT COM U - I A53	e30bb926.11	Parameter 6-10 Terminal 53 Low Voltage	0,07 V*	
			Parameter 6-11 Terminal 53 High Voltage	10 V*
			Parameter 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 tpm
			Parameter 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1500 tpm
			* = standaardwaarde	
		Opmerkingen:		

Tabel 12.3 Bedradingsconfiguratie voor een analoge snelheidsreferentie (spanning)

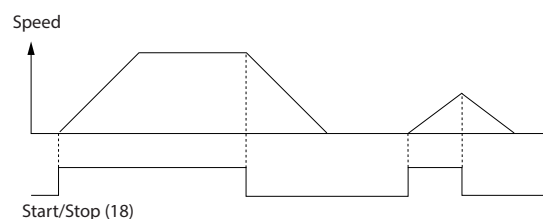


Tabel 12.4 Bedradingsconfiguratie voor een analoge snelheidsreferentie (stroom)

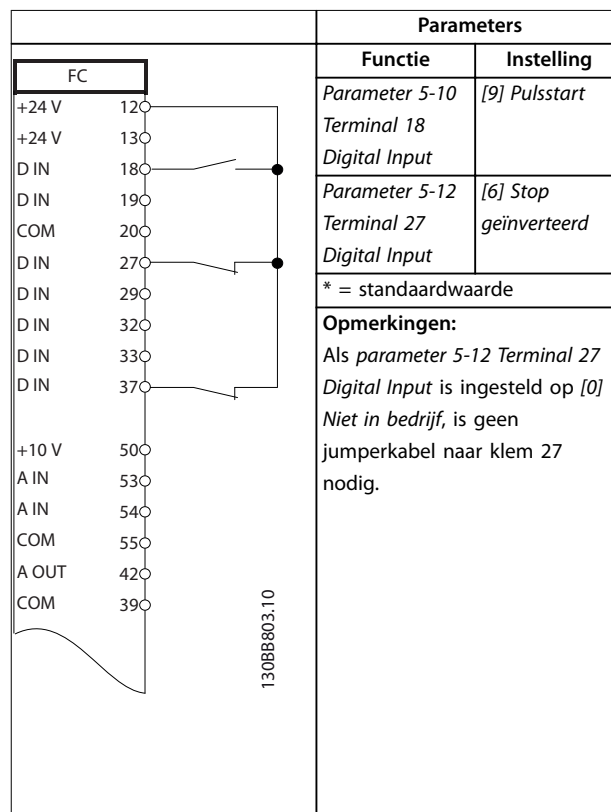
12.3 Bedradingsconfiguraties voor start/stop



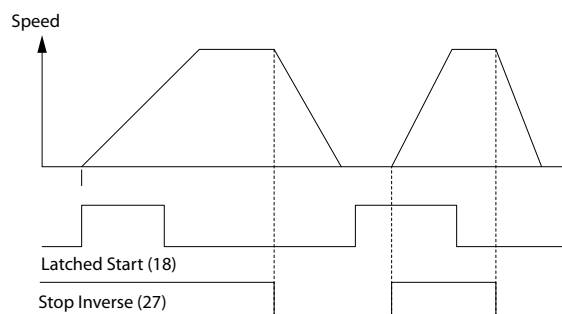
Tabel 12.5 Bedradingsconfiguratie voor start-/stopcommando met Safe Torque Off



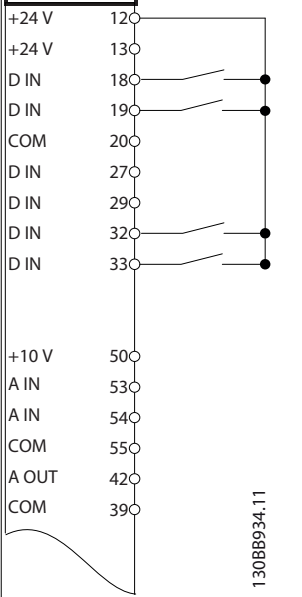
Afbeelding 12.1 Start/stop met STO-functie



Tabel 12.6 Bedradingsconfiguratie voor pulsstart/stop

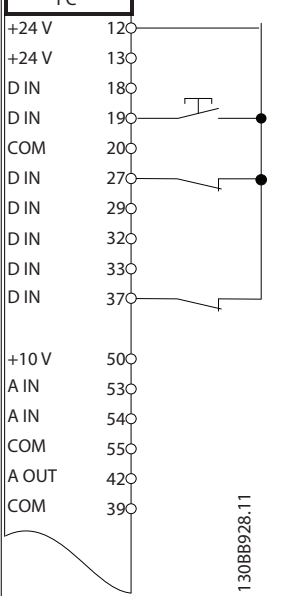


Afbeelding 12.2 Pulsstart/Stop geïnverteerd

		Parameters	
FC		Functie	Instelling
+24 V	12	Parameter 5-10	[8] Start
+24 V	13	Terminal 18	
D IN	18	Digital Input	
D IN	19	Parameter 5-11	[10] Omkeren*
COM	20	Terminal 19	
D IN	27	Digital Input	
D IN	29		
D IN	32	Parameter 5-12	[0] Geen functie
D IN	33	Terminal 27	
		Digital Input	
		Parameter 5-14	[16] Ingest. ref. bit 0
+10 V	50	Terminal 32	
A IN	53	Digital Input	
A IN	54	Parameter 5-15	[17] Ingest. ref. bit 1
COM	55	Terminal 33	
A OUT	42	Digital Input	
COM	39	Parameter 3-10	Preset Reference
		Ingest. ref. 0	25%
		Ingest. ref. 1	50%
		Ingest. ref. 2	75%
		Ingest. ref. 3	100%
		* = standaardwaarde	
		Opmerkingen:	

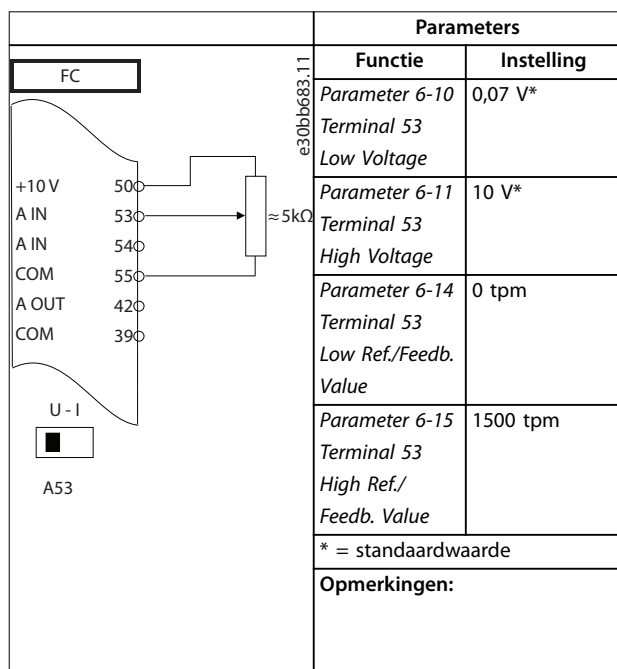
Tabel 12.7 Bedradingsconfiguratie voor Start/stop met omkeren en 4 vooraf ingestelde toerentallen

12.4 Bedradingsconfiguratie voor een externe reset na alarm

		Parameters	
FC		Functie	Instelling
+24 V	12	Parameter 5-11	[1] Reset
+24 V	13	Terminal 19	
D IN	18	Digital Input	
D IN	19		
COM	20		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
		* = standaardwaarde	
		Opmerkingen:	

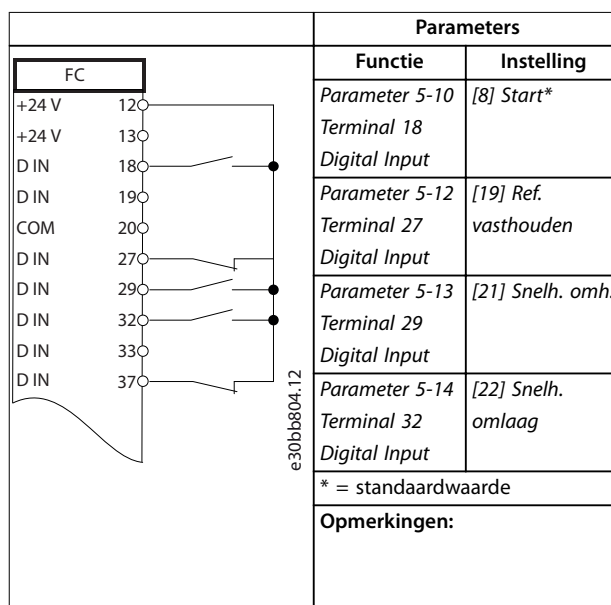
Tabel 12.8 Bedradingsconfiguratie voor een externe reset na alarm

12.5 Bedradingsconfiguratie voor een snelheidsreferentie via een handmatige potentiometer

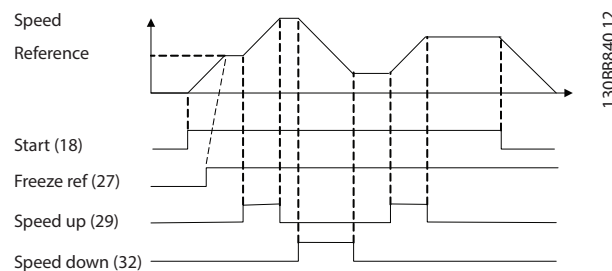


Tabel 12.9 Bedradingsconfiguratie voor een snelheidsreferentie (via een handmatige potentiometer)

12.6 Bedradingsconfiguratie voor snelheid omhoog/omlaag

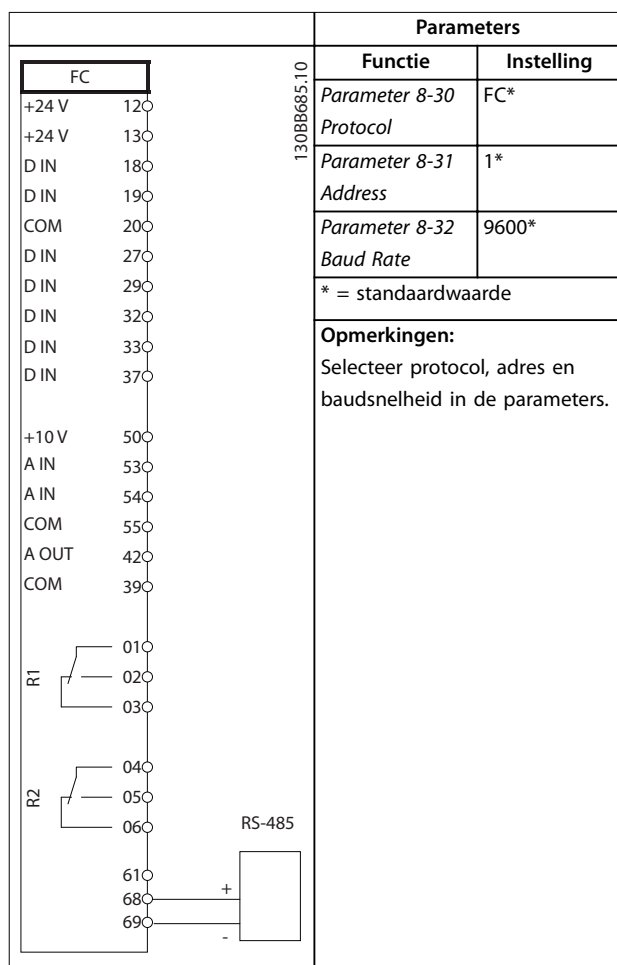


Tabel 12.10 Bedradingsconfiguratie voor snelheid omhoog/omlaag



Afbeelding 12.3 Snelheid omhoog/omlaag

12.7 Bedradingsconfiguratie voor RS485-netwerkaansluiting

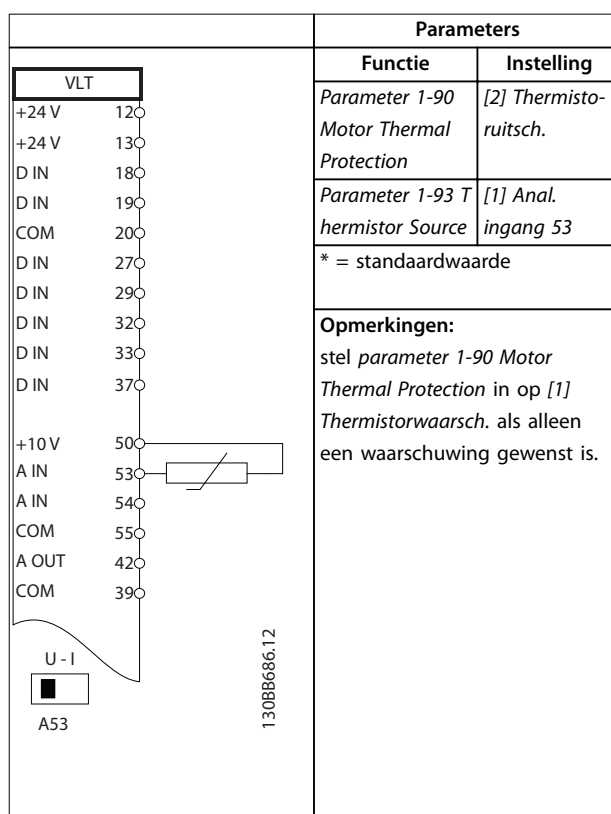


Tabel 12.11 Bedradingsconfiguratie voor RS485-netwerkaansluiting

12.8 Bedradingsconfiguratie voor een motorthermistor

LET OP

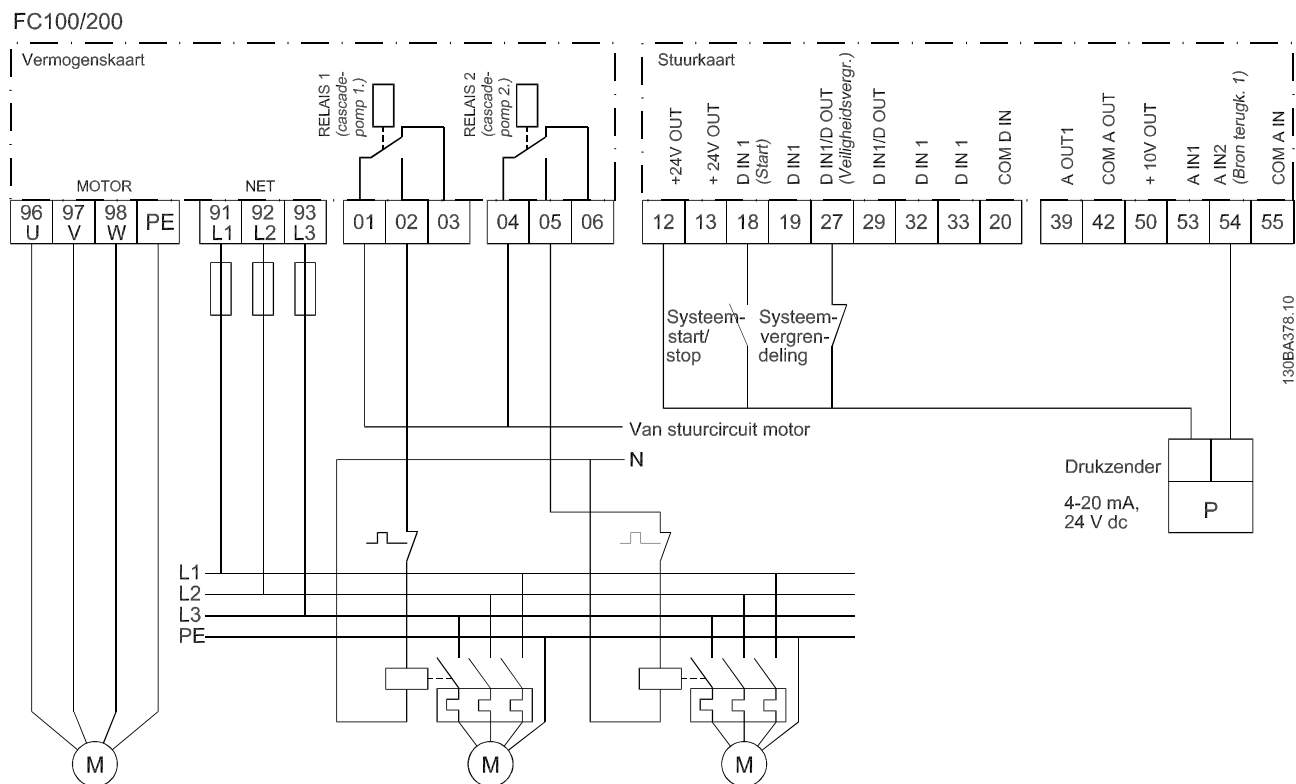
Thermistors moeten zijn voorzien van versterking of dubbele isolatie om te voldoen aan de PELV-isolatievereisten.



Tabel 12.12 Bedradingsconfiguratie voor een motorthermistor

12.9 Bedradingsconfiguratie voor cascaderelgaar

Afbeelding 12.4 toont een voorbeeld met de ingebouwde basiscascaderelgaar met 1 pomp met variabel toerental (hoofdpomp) en 2 pompen met vast toerental, een 4-20 mA-transmitter en een systeemveiligheidsvergrendeling.



Afbeelding 12.4 Bedradingsschema cascaderelgaar

12.10 Bedradingsconfiguratie voor een relaissetup met Smart Logic Control

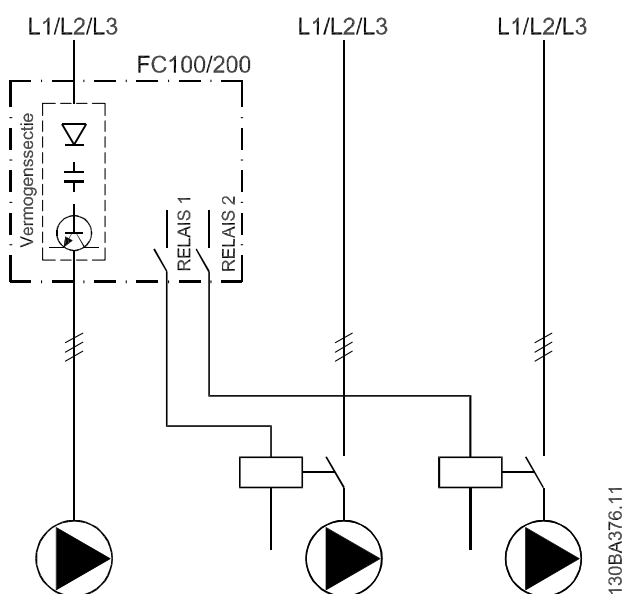
		Parameters	
FC		Functie	Instelling
+24 V	12	Parameter 4-30	[1]
+24 V	13	Motor Feedback	Waarschuwing
D IN	18	Loss Function	
D IN	19	Parameter 4-31	100 tpm
COM	20	Motor Feedback	
D IN	27	Speed Error	
D IN	29	Parameter 4-32	5 s
D IN	32	Motor Feedback	
D IN	33	Loss Timeout	
D IN	37	Parameter 7-00 S	[2] MCB 102
+10 V	50	peed PID	
A IN	53	Feedback Source	
A IN	54	Parameter 17-11	1024*
COM	55	Resolution (PPR)	
A OUT	42	Parameter 13-00	[1] Aan
COM	39	SL Controller	Mode
R1	01	Parameter 13-01	[19]
	02	Start Event	Waarschuwing
	03	Parameter 13-02	[44] Toets
R2	04	Stop Event	Reset
	05	Parameter 13-10	[21]
	06	Comparator	Waarsch.num
		Operand	mer
		Parameter 13-11	[1] ~ (gelijk)*
		Comparator	Operator
		Parameter 13-12	90
		Comparator	Value
		Parameter 13-51	[22]
		SL Controller	Comparator 0
		Event	
		Parameter 13-52	[32] Dig.
		SL Controller	uitgang A laag
		Action	
		Parameter 5-40 F	[80] SL dig.
		unction Relay	uitgang A
		* = standaardwaarde	

Opmerkingen:

Als de limiet van de terugkoppelingsbewaking wordt overschreden, wordt *waarschuwing 90, Terugk.bewak* gegenereerd. De SLC bewaakt *waarschuwing 90, Terugk.bewak* en spreekt relais 1 aan wanneer de waarschuwing TRUE wordt. Mogelijk heeft externe apparatuur onderhoud nodig. Als de terugkoppelingsfout binnen 5 s weer tot onder de limiet daalt, blijft de frequentieregelaar werken en verdwijnt de waarschuwing. Reset relais 1 door op [Reset] op het LCP te drukken.

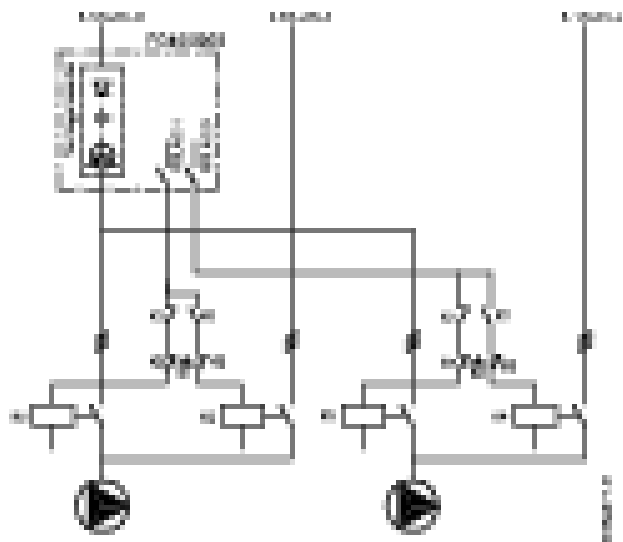
Tabel 12.13 Bedradingsconfiguratie voor een relaissetup met Smart Logic Control

12.11 Bedradingsconfiguratie voor een vaste pomp met variabel toerental



Afbeelding 12.5 Bedradingschema voor pomp met variabel toerental

12.12 Bedradingsconfiguratie voor wisselende hoofdpomp



Afbeelding 12.6 Wisselende hoofdpomp, bedradingschema

Elke pomp moet met behulp van een mechanische vergrendeling worden aangesloten op 2 contactors (K1/K2 en K3/K4). Thermische relais of andere motoroverbelasting-sbeveiligingen moeten worden toegepast volgens de lokale voorschriften en/of individuele eisen.

- Relais 1 (R1) en Relais 2 (R2) zijn de ingebouwde relais in de frequentieregelaar.
- Wanneer alle relais zijn afgevallen, zal het eerste ingebouwde relais dat wordt bekrachtigd, de contactor inschakelen voor de pomp die door het relais wordt bestuurd. Relais 1 schakelt bijvoorbeeld contactor K1 in, die vervolgens hoofdpomp wordt.
- K1 blokkeert K2 door middel van de mechanische vergrendeling, wat voorkomt dat het net kan worden aangesloten op de uitgang van de frequentieregelaar (via K1).
- Een hulpverbreekcontact op K1 voorkomt dat K3 inschakelt.
- Relais 2 bestuurt contactor K4 voor de aan/uit-regeling van de pomp met vast toerental.
- Bij een wisseling vallen beide relais af en wordt relais 2 bekrachtigd als eerste relais.

13 Een frequentieregelaar bestellen

13.1 Drive Configurator

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
F	C	-								T											X	X	S	X	X	X	X	A		B		C					D	

130BC530.10

Tabel 13.1 Typecodereeks

Productgroep	1-6	
Model	7-10	
Netspanning	11-12	
Behuizing	13-15	
Hardwareconfiguratie	16-23	
RFI-filter/Low Harmonic Drive/12-puls	16-17	
Rem	18	
Display (LCP)	19	
Coating printplaat	20	
Netvoedingsoptie	21	
Aanpassing A	22	
Aanpassing B	23	
Softwareversie	24-27	
Softwaretaal	28	
A-opties	29-30	
B-opties	31-32	
C0-opties, MCO	33-34	
C1-opties	35	
Software voor C-optie	36-37	
D-opties	38-39	

Tabel 13.2 Typecodevoorbeeld voor het bestellen van een frequentieregelaar

Configureer de juiste frequentieregelaar voor de juiste toepassing met behulp van de online Drive Configurator. De Drive Configurator is te vinden op de internationale website: www.danfoss.com/drives. De Configurator genereert een typecodereeks en een 8-cijferig bestelnummer, die naar het verkoopkantoor in uw regio kunnen worden verzonden. U kunt ook een projectlijst met verschillende producten samenstellen en die naar een verkoopmedewerker van Danfoss zenden.

Een voorbeeld van een typecodereeks is:

FC-102P450T5E54H4CGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

De betekenis van de tekens in de reeks is gedefinieerd in dit hoofdstuk. In het bovenstaande voorbeeld wordt een F3-frequentieregelaar geconfigureerd met de volgende opties:

- RFI-filter
- Safe Torque Off met Pilz-relais
- gecoate printplaat
- PROFIBUS DP-V1

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

Taalpakket 1

Engels, Duits, Frans, Deens, Nederlands, Spaans, Zweeds, Italiaans en Fins.

Taalpakket 2

Engels, Duits, Chinees, Koreaans, Japans, Thais, Traditioneel Chinees en Bahasa Indonesisch.

Taalpakket 3

Engels, Duits, Sloveens, Bulgaars, Servisch, Roemeens, Hongaars, Tsjechisch en Russisch.

Taalpakket 4

Engels, Duits, Spaans, Engels VS, Grieks, Braziliaans, Portugees, Turks en Pools.

Als u een frequentieregelaar met een ander taalpakket wilt bestellen, kunt u contact opnemen met het verkoopkantoor van Danfoss in uw regio.

13.1.1 Besteltypecode voor behuizing E1-E2

Beschrijving	Pos.	Mogelijke optie
Productgroep	1-6	FC-102
Model	8-10	P355-P630
Netspanning	11-12	T4: 380-480 V AC T7: 525-690 V AC
Behuizing	13-15	E00: IP 00 (chassis – voor installatie in een externe behuizing) C00: IP 00/Chassis met backchannel van roestvrij staal E21: IP 21 (NEMA 1) E54: IP 54 (NEMA 12) E2M: IP 21 (NEMA 1) met afscherming netvoeding E5M: IP 54 (NEMA 12) met afscherming netvoeding
RFI-filter	16-17	H2: RFI-filter, klasse A2 (standaard) H4: RFI-filter, klasse A1 ¹⁾ B2: 12-pulsfrequentieregelaar met RFI-filter, klasse A2 B4: 12-pulsfrequentieregelaar met RFI-filter, klasse A1 N2: LHD met RFI-filter, klasse A2 N4: LHD met RFI-filter, klasse A1
Rem	18	B: rem-IGBT gemonteerd X: geen rem-IGBT R: regeneratieklemmen S: rem + regeneratie
Display	19	G: grafisch lokaal bedieningspaneel LCP N: numeriek lokaal bedieningspaneel (LCP) X: geen lokaal bedieningspaneel
Coating printplaat	20	C: gecoate printplaat
Netvoedingsoptie	21	X: geen netvoedingsoptie 3: netschakelaar en zekering 5: netschakelaar, zekering en loadsharing 7: zekering A: zekering en loadsharing D: loadsharing
Aanpassing	22	X: standaard kabelinvoer
Aanpassing	23	X: geen aanpassing
Softwareversie	24-27	Actuele software
Softwaretaal	28	X: standaard taalpakket

Tabel 13.3 Besteltypecode voor behuizing E1-E2²⁾

1) Alleen leverbaar voor 380-480 V.

2) Neem contact op met de fabriek voor toepassingen waarvoor maritieme certificatie nodig is.

13.1.2 Besteltypecode voor behuizing F1-F4 en F8-F13

Beschrijving	Pos.	Mogelijke optie
Productgroep	1-6	FC-102
Model	8-10	P315-P1400 kW
Netspanning	11-12	T4: 380-480 V AC T7: 525-690 V AC
Behuizing	13-15	C21: IP 21/NEMA type 1 met backchannel van roestvrij staal C54: IP 54/Type 12 met backchannel van roestvrij staal E21: IP 21/NEMA type 1 E54: IP 54/NEMA type 12 L2X: IP 21/NEMA 1 met kastverlichting en IEC 230 V-stopcontact L5X: IP 54/NEMA 12 met kastverlichting en IEC 230 V-stopcontact L2A: IP 21/NEMA 1 met kastverlichting en NAM 115 V-stopcontact L5A: IP 54/NEMA 12 met kastverlichting en NAM 115 V-stopcontact H21: IP 21 met kastverwarming en thermostaat H54: IP 54 met kastverwarming en thermostaat R2X: IP 21/NEMA 1 met kastverwarming, thermostaat, verlichting en IEC 230 V-stopcontact R5X: IP 54/NEMA 12 met kastverwarming, thermostaat, verlichting en IEC 230 V-stopcontact R2A: IP 21/NEMA 1 met kastverwarming, thermostaat, verlichting en NAM 115 V-stopcontact R5A: IP 54/NEMA 12 met kastverwarming, thermostaat, verlichting en NAM 115 V-stopcontact
RFI-filter	16-17	H2: RFI-filter, klasse A2 (standaard) H4: RFI-filter, klasse A1 HE: RCD met RFI-filter, klasse A2 HF: RCD met RFI-filter, klasse A1 HG: IRM met RFI-filter, klasse A2 HH: IRM met RFI-filter, klasse A1 HJ: NAMUR-klemmen en RFI-filter, klasse A2 HK: NAMUR-klemmen met RFI-filter, klasse A1 HL: RCD met NAMUR-klemmen en RFI-filter, klasse A2 HM: RCD met NAMUR-klemmen en RFI-filter, klasse A1 HN: IRM met NAMUR-klemmen en RFI-filter, klasse A2 HP: IRM met NAMUR-klemmen en RFI-filter, klasse A1 N2: Low Harmonic Drive met RFI-filter, klasse A2 N4: Low Harmonic Drive met RFI-filter, klasse A1 B2: 12-pulsfrequentieregelaar met RFI-filter, klasse A2 B4: 12-pulsfrequentieregelaar met RFI-filter, klasse A1 BE: 12-puls + RCD voor TN/TT-net + RFI-filter, klasse A2 BF: 12-puls + RCD voor TN/TT-net + RFI-filter, klasse A1 BG: 12-puls + IRM voor IT-net + RFI-filter, klasse A2 BH: 12-puls + IRM voor IT-net + RFI-filter, klasse A1 BM: 12-puls + RCD voor TN/TT-net + NAMUR-klemmen + RFI-filter, klasse A1 ¹⁾
Rem	18	B: rem-IGBT gemonteerd X: geen rem-IGBT C: Safe Torque Off met Pilz-veiligheidsrelais D: Safe Torque Off met Pilz-veiligheidsrelais en rem-IGBT R: regeneratieklemmen M: IEC-noodknop (met Pilz-veiligheidsrelais) N: IEC-noodknop met rem-IGBT en remaansluitklemmen P: IEC-noodknop met regeneratieklemmen
Display	19	G: grafisch lokaal bedieningspaneel LCP
Coating printplaat	20	C: gecoate printplaat

Beschrijving	Pos.	Mogelijke optie
Netvoedingsoptie	21	X: geen netvoedingsoptie 3: netschakelaar en zekering 5: netschakelaar, zekering en loadsharing 7: Zekering A: zekering en loadsharing D: Loadsharing E: netschakelaar, contactor en zekeringen F: circuitbreaker, contactor en zekeringen G: netschakelaar, contactor, loadsharingklemmen en zekeringen H: circuitbreaker, contactor, loadsharingklemmen en zekeringen J: circuitbreaker en zekeringen K: circuitbreaker, loadsharingklemmen en zekeringen
voedingsklemmen & motorstarters	22	X: geen optie E: op 30 A afgezekerde voedingsklemmen F: op 30 A afgezekerde voedingsklemmen en 2,5-4 A handmatige motorstarter G: op 30 A afgezekerde voedingsklemmen en 4-6,3 A handmatige motorstarter H: op 30 A afgezekerde voedingsklemmen en 6,3-10 A handmatige motorstarter J: op 30 A afgezekerde voedingsklemmen en 10-16 A handmatige motorstarter K: twee 2,5-4 A handmatige motorstarters L: twee 4-6,3 A handmatige motorstarters M: twee 6,3-10 A handmatige motorstarters N: twee 10-16 A handmatige motorstarters
24 V-hulpvoeding & externe temperatuurbewaking	23	X: geen optie H: 5 A, 24 V-voeding (te gebruiken door klant) J: externe temperatuurbewaking G: 5 A, 24 V-voeding (te gebruiken door klant) en externe temperatuurbewaking
Softwareversie	24-27	Actuele software
Softwaretaal	28	X: standaard taalpakket

Tabel 13.4 Besteltypecode voor behuizing F1-F4 en F8-F13²⁾

1) Hiervoor is een VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 en een VLT® Extended Relay Card MCB 113 nodig.

13.1.3 Bestelopties voor alle VLT® HVAC Drive FC 102-behuizingen

Beschrijving	Pos.	Mogelijke optie
A-opties	29–30	AX: geen A-optie A0: VLT® PROFIBUS DP MCA 101 A4: VLT® DeviceNet MCA 104 AG: VLT® LonWorks MCA 108 AJ: VLT® BACnet MCA 109 AK: VLT® BACnet/IP MCA 125 AL: VLT® PROFINET MCA 120 AN: VLT® EtherNet/IP MCA 121 AQ: VLT® Powerlink MCA 123
B-opties	31–32	BX: geen optie B0: VLT® Analog I/O MCB 109 B2: VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 B4: VLT® Sensor Input MCB 114 BK: VLT® General Purpose I/O MCB 101 BP: VLT® Relay Card MCB 105
C0/E0-opties	33–34	CX: geen optie
C1-opties / A/B in C-optieadapter	35	X: geen optie R: VLT® Extended Relay Card MCB 113
Software voor C-optie/ E1-opties	36–37	XX: standaardregelaar
D-opties	38–39	DX: geen optie D0: VLT® 24 V External Supply MCB 107

Tabel 13.5 Besteltypecode voor FC 102-opties

13.2 Bestelnummers voor opties/sets

13.2.1 Bestelnummers voor D-optie: 24 V-backupvoeding

Beschrijving	Bestelnummer	
	Ongecoat	Gecoat
VLT® 24 V External Supply MCB 107	130B1108	130B1208

Tabel 13.6 Bestelnummers voor D-optie

13.2.2 Bestelnummers voor softwareopties

Beschrijving	Bestelnummer
VLT® MCT 10 setupsoftware – 1 gebruiker	130B1000
VLT® MCT 10 setupsoftware – 5 gebruikers	130B1001
VLT® MCT 10 setupsoftware – 10 gebruikers	130B1002
VLT® MCT 10 setupsoftware – 25 gebruikers	130B1003
VLT® MCT 10 setupsoftware – 50 gebruikers	130B1004
VLT® MCT 10 setupsoftware – 100 gebruikers	130B1005
VLT® MCT 10 setupsoftware – onbeperkt aantal gebruikers	130B1006

Tabel 13.7 Bestelnummers voor softwareopties

13.2.3 Bestelnummers voor sets

Type	Beschrijving	Bestelnummer
Overige hardware		
USB aansluiting in kastdeur, E1 en F1-F13	USB-aansluitset die het mogelijk maakt om via een laptop toegang te krijgen tot de besturing van de frequentieregelaar zonder de frequentieregelaar te openen.	E1-E2 – 130B1156 F1-F13 – 176F1784
Invoer bovenzijde – motorkabels, F1/F3	Maakt het mogelijk om motorkabels te installeren via de bovenzijde van de kast aan de motorzijde. Moet worden gebruikt in combinatie met de set voor gemeenschappelijke motorklemmen. Alleen voor behuizing F1/F3.	400 mm (15,7 in) kast – 176F1838 600 mm (23,6 in) kast – 176F1839
Invoer bovenzijde – motorkabels, F2/F4	Maakt het mogelijk om motorkabels te installeren via de bovenzijde van de kast aan de motorzijde. Moet worden gebruikt in combinatie met de set voor gemeenschappelijke motorklemmen. Alleen voor behuizing F2/F4.	400 mm (15,7 in) kast – 176F1840 600 mm (23,6 in) kast – 176F1841
Invoer bovenzijde – motorkabel, F8-F13	Maakt het mogelijk om motorkabels te installeren via de bovenzijde van de kast aan de motorzijde. Moet worden gebruikt in combinatie met de set voor gemeenschappelijke motorklemmen. Alleen voor behuizing F8/F13.	Neem contact op met de fabriek
Invoer bovenzijde – netkabels, F1-F2	Maakt het mogelijk om netkabels te installeren via de bovenzijde van de kast aan de netzijde. De set moet samen met de set voor gemeenschappelijke motorklemmen worden besteld. Alleen voor behuizing F1-F2.	400 mm (15,7 in) kast – 176F1832 600 mm (23,6 in) kast – 176F1833
Invoer bovenzijde – netkabels, F3-F4 met netschakelaar	Maakt het mogelijk om netkabels te installeren via de bovenzijde van de kast aan de netzijde. De set moet samen met de set voor gemeenschappelijke motorklemmen worden besteld. Alleen voor behuizing F3-F4 met netschakelaar.	400 mm (15,7 in) kast – 176F1834 600 mm (23,6 in) kast – 176F1835
Invoer bovenzijde – netkabels, F3-F4	Maakt het mogelijk om netkabels te installeren via de bovenzijde van de kast aan de netzijde. De set moet samen met de set voor gemeenschappelijke motorklemmen worden besteld. Alleen voor behuizing F3-F4.	400 mm (15,7 in) kast – 176F1836 600 mm (23,6 in) kast – 176F1837
Invoer bovenzijde – netkabels, F8-F13	Maakt het mogelijk om netkabels te installeren via de bovenzijde van de kast aan de netzijde. De set moet samen met de set voor gemeenschappelijke motorklemmen worden besteld. Alleen voor behuizing F8/F13.	Neem contact op met de fabriek
Invoer bovenzijde – veldbuskabels, E2	Maakt het mogelijk om veldbuskabels te installeren via de bovenzijde van de frequentieregelaar. De set is IP 20/Chassis bij installatie, maar het is mogelijk om een andere connector te gebruiken om de beschermingsklasse te verhogen. Alleen voor behuizing E2.	176F1742
Gemeenschappelijke motorklemmen, F1-F4	Omvat de spanningsrails en hardware die nodig zijn om de motorklemmen van parallelle omvormers aan te sluiten op één klem (per fase), om installatie van de set voor motorkabelinvoer aan de bovenzijde mogelijk te maken. Deze set is vergelijkbaar met de optie 'gemeenschappelijke motorklemmen' van een frequentieregelaar. Deze set is niet noodzakelijk voor de installatie van de optie 'motorkabelinvoer bovenzijde' als de frequentieregelaar is besteld met de optie 'gemeenschappelijke motorklemmen'. Deze set wordt ook aanbevolen wanneer de uitgang van een frequentieregelaar moet worden aangesloten op een uitgangsfILTER of uitgangsfILTER. Bij gebruik van de gezamenlijke motorklemmen hoeven tussen elke omvormer en het koppelpunt van het uitgangsfILTER (of de motor) niet per se kabels met dezelfde lengte te worden gebruikt.	400 mm (15,7 in) kast – 176F1845 600 mm (23,6 in) kast – 176F1846

Type	Beschrijving	Bestelnummer
NEMA 3R-behuizing, E2	Dient om IP 00/IP 20/Chassis-frequentieregelaars aan te passen naar beschermingsklasse NEMA 3R of NEMA 4. Deze behuizingen zijn bedoeld voor buitenopstelling en bieden bescherming tegen ongunstige weersinvloeden. Alleen voor behuizing E2.	Gelaste behuizing – 176F0298 Rittal-kast – 176F1852
Voet, E1-E2	De voetset omvat een voet van 400 mm (15,8 in) hoog, die vloermontage van de frequentieregelaar mogelijk maakt. De voorzijde van de voet is voorzien van openingen om de vermogenscomponenten te voorzien van koellucht. Alleen voor behuizing E1-E2.	176F6739
Ingangsoptieplaat, E1-E2	Voor montage van zekeringen, netschakelaar met zekeringen, RFI-filter, RFI-filter met zekeringen of RFI-filter met netschakelaar en zekeringen. Alleen voor behuizing E1-E2.	Neem contact op met de fabriek
IP 20-conversie, E2	Voorzien de frequentieregelaar van beschermingsklasse IP 20/ Beschermde chassis. Alleen voor behuizing E2.	176F1884
Backchannelkoelsets		
Achterzijde in/achterzijde uit, E1	Maakt het mogelijk om de koellucht via de achterzijde van de frequentieregelaar naar binnen en naar buiten te leiden. De set wordt geleverd inclusief boven- en onderafdekkingen voor een E1 met beschermingsklasse IP 21/54 (Type 1/12).	176F1946
Achterzijde in/achterzijde uit, E2	Maakt het mogelijk om de koellucht via de achterzijde van de frequentieregelaar naar binnen en naar buiten te leiden. De set wordt geleverd inclusief boven- en onderafdekkingen voor een E2 met beschermingsklasse IP 00 (Chassis).	Gelaste behuizing – 176F1861 Rittal-kast – 176F1783
Achterzijde in/achterzijde uit, F1-F13	Maakt het mogelijk om de koellucht via de achterzijde van de frequentieregelaar naar binnen en naar buiten te leiden. De platen zijn al bij de frequentieregelaar zelf geleverd. Neem contact op met de fabriek voor installatie-instructies.	Neem contact op met de fabriek
Onderzijde in/bovenzijde uit, E2	Maakt het mogelijk om de koellucht via de onderzijde van de frequentieregelaar naar binnen te leiden en via de bovenzijde van de frequentieregelaar naar buiten te leiden. Deze set is alleen te gebruiken voor behuizing E2.	2000 mm (78,7 in) kast – 176F1850 2200 mm (86,6 in) kast – 176F0299
Bovenzijde uit, E2	Maakt het mogelijk om de koellucht via de bovenzijde van de frequentieregelaar naar buiten te leiden. Deze set is alleen te gebruiken voor behuizing E2.	176F1776
LCP		
LCP 101	Numeriek lokaal bedieningspaneel (NLCP)	130B1124
LCP 102	Grafisch lokaal bedieningspaneel (GLCP)	130B1107
LCP-kabel	Losse LCP-kabel, 3 m (9 ft)	175Z0929
LCP-set, IP 21	Paneelmontageset inclusief grafisch LCP, bevestigingsmateriaal, 3 m (9 ft) kabel en pakking	130B1113
LCP-set, IP 21	Paneelmontageset inclusief numeriek LCP, bevestigingsmateriaal en pakking	130B1114
LCP-set, IP 21	Paneelmontageset voor alle LCP's inclusief bevestigingsmateriaal, 3 m (9 ft) kabel en pakking	130B1117

Tabel 13.8 Beschikbare sets voor behuizing E1-E2 en F1-F13

13.2.4 Bestelnummers voor A-opties: Veldbussen

Beschrijving	Bestelnummer	
	Ongecoat	Gecoat
VLT® PROFIBUS DP MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® LonWorks MCA 108	130B1106	130B1206
VLT® BACnet MCA 109	130B1144	130B1244
VLT® PROFINET MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® EtherNet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
VLT® Powerlink MCA 123	130B1489	130B1490
VLT® BACnet/IP MCA 125	–	130B1586

Tabel 13.9 Bestelnummers voor A-opties

Neem contact op met uw Danfoss-leverancier voor informatie over de compatibiliteit van veldbus- en toepassingsopties met oudere software-versies.

13.2.5 Bestelnummers voor B-opties: Functionele uitbreidingen

Beschrijving	Bestelnummer	
	Ongecoat	Gecoat
VLT® General Purpose I/O MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® Relay Card MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® Analog I/O MCB 109	130B1143	130B1243
VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	–	130B1137
VLT® Sensor Input MCB 114	130B1172	130B1272

Tabel 13.10 Bestelnummers voor B-opties

13.2.6 Bestelnummers voor C-opties: Motion Control en relaiskaart

Beschrijving	Bestelnummer	
	Ongecoat	Gecoat
VLT® Extended Relay Card MCB 113	130B1164	130B1264

Tabel 13.11 Bestelnummers voor C-opties

13.3 Bestelnummers voor filters en remweerstanden

Raadpleeg de volgende design guides voor dimensioneringsspecificaties en bestelnummers voor filters en remweerstanden:

- VLT® Brake Resistor MCE 101 Design Guide.
- VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010 Design Guide.
- Output Filters Design Guide.

13.4 Reserveonderdelen

Raadpleeg de VLT® Shop of de Drive Configurator (www.danfoss.com/drives) om te zien welke reserveonderdelen leverbaar zijn voor uw toepassing.

14 Bijlage

14.1 Afkortingen en symbolen

60° AVM	60° asynchrone vectormodulatie
A	Ampère
AC	Wisselstroom
AD	Luchtontlading
AEO	Automatische energieoptimalisatie
AI	Analoge ingang
AIC	Ampere interrupting current – onderbrekingsstroom
AMA	Automatische aanpassing motorgegevens
AWG	American Wire Gauge
°C	Graden Celsius
CB	Circuitbreaker
CD	Constante ontlading
CDM	Complete Drive Module: frequentieregelaar, voedende eenheid en ondersteunende apparatuur
CE	Europese conformiteit (Europese veiligheidsnormen)
CM	Common mode
CT	Constant koppel
DC	Gelijkstroom
DI	Digitale ingang
DM	Differentiële modus
D-TYPE	Afhankelijk van de frequentieregelaar
EMC	Elektromagnetische compatibiliteit
EMK	Elektromotorische kracht
ETR	Elektronisch thermisch relais
°F	Graden Fahrenheit
f _{JOG}	De motorfrequentie wanneer de jogfunctie is geactiveerd
f _M	Motorfrequentie
f _{MAX}	Maximale uitgangsfrequentie die de frequentieregelaar op zijn uitgang schakelt
f _{MIN}	Minimale motorfrequentie van de frequentieregelaar
f _{M,N}	Nominale motorfrequentie
FC	Frequentieregelaar (drive)
HIPERFACE®	HIPERFACE® is een gedeponeerd handelsmerk van Stegmann
HO	Hoge overbelasting
pk	Paardenkracht
HTL	HTL-encoder (10-30 V) pulsen – hoogspannings-transistorlogica
Hz	Hertz
I _{INV}	Nominale uitgangsstroom van de inverter
I _{LIM}	Stroomgrens
I _{M,N}	Nominale motorstroom
I _{VLT,MAX}	Maximale uitgangsstroom
I _{VLT,N}	De nominale uitgangsstroom die door de frequentieregelaar wordt geleverd

kHz	Kilohertz
LCP	Lokaal bedieningspaneel
lsb	Minst significante bit
m	Meter
mA	Milliampère
MCM	Mille Circular Mil
MCT	Motion Control Tool
mH	Inductantie in millihenry
mm	Millimeter
ms	Milliseconde
msb	Meest significante bit
η _{VLT}	Het rendement van de frequentieregelaar gedefinieerd als de verhouding tussen uitgangsvermogen en ingangsvermogen
nF	Capaciteit in nanofarad
NLCP	Numeriek lokaal bedieningspaneel
Nm	Newtonmeter
NO	Normale overbelasting
n _s	Synchroonmotortoerental
Online-/offlineparameters	Wijzigingen van onlineparameters worden meteen na het wijzigen van de gegevenswaarde geactiveerd
P _{br,cont.}	Nominaal vermogen van de remweerstand (gemiddeld vermogen tijdens continu remmen)
PCB	Printed Circuit Board – printkaart
PCD	Procesdata
PDS	Elektrische aandrijving: een CDM en een motor
PELV	Protective Extra Low Voltage
P _m	Het nominale uitgangsvermogen van de frequentieregelaar als hoge overbelasting (HO)
P _{M,N}	Nominaal motorvermogen
PM-motor	Permanentmagneetmotor
Proces-PID	PID-regelaar (proportioneel-integrerend-differentiërend) die het toerental, de druk, de temperatuur enzovoort handhaaft
R _{br,nom}	Nominale weerstandswaarde die zorgt voor een remvermogen op de motoras van 150/160% gedurende 1 minuut
RCD	Reststroomapparaat
Regeneratie	Regeneratieklemmen
R _{min}	Minimale door de frequentieregelaar toegestane waarde van de remweerstand
RMS	Root Mean Square
tpm	Toeren per minuut
R _{rec}	Aanbevolen weerstand van Danfoss-remweerstand
s	Seconde
SCCR	Nominale kortsluitstroom
SFAVM	Stator Flux Asynchrone Vectormodulatie
STW	Statuswoord
SMPS	Schakelende voeding

THD	Totale harmonische vervorming
T _{LIM}	Koppelbegrenzing
TTL	TTL-encoder (5 V) pulsen – transistor-transistor-logica
U _{M,N}	Nominale motorspanning
UL	Underwriters Laboratories (instantie voor veiligheids certificering in de VS)
V	Volt
VT	Variabel koppel
VVC ⁺	Voltage Vector Control plus

Tabel 14.1 Afkortingen en symbolen

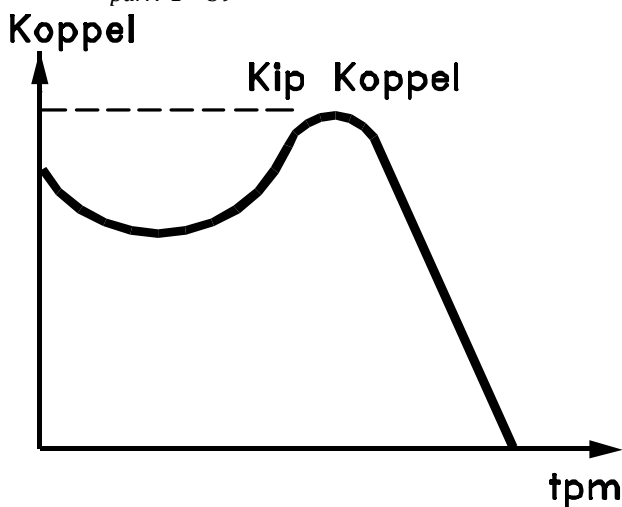
14.2 Definities

Remweerstand

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

Losbreekkoppel

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



175ZA078.10

Afbeelding 14.1 Grafiek losbreekkoppel

Vrijloop

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

CT-karakteristieken

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

Initialisatie

Bij initialisatie (parameter 14-22 Operation Mode) keert de frequentieregelaar terug naar de standaardinstelling.

Intermitterende belastingscyclus

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

Arbeidsfactor

De werkelijke arbeidsfactor (lambda) houdt rekening met alle harmonischen en is altijd lager dan de arbeidsfactor (cos phi), die alleen rekening houdt met de 1e harmonische van stroom en spanning.

$$\cos \phi = \frac{P \text{ (kW)}}{P \text{ (kVA)}} = \frac{U \lambda \times I \lambda \times \cos \phi}{U \lambda \times I \lambda}$$

Cos phi wordt ook wel verschuivingsfactor genoemd.

Zowel lambda als cos phi worden in

hoofdstuk 7.3 Netvoeding gespecificeerd voor Danfoss VLT® frequentieregelaars.

De arbeidsfactor geeft aan in hoeverre de frequentieregelaar de netvoeding belast.

Hoe lager de arbeidsfactor, hoe hoger de I_{RMS} voor dezelfde kW-prestatie.

Bovendien betekent een hoge arbeidsfactor dat de harmonische stromen laag zijn.

Alle Danfoss frequentieregelaars zijn uitgerust met ingebouwde DC-spoelen in de DC-tussenkring. Dat zorgt voor een hoge arbeidsfactor en beperkt de totale harmonische vervorming (THD) op de netvoeding.

Pulsingang/incrementele encoder

Een externe digitale sensor die wordt gebruikt voor terugkoppeling van informatie over het toerental en de draairichting van de motor. Encoders worden gebruikt voor een uiterst snelle en nauwkeurige terugkoppeling in zeer dynamische toepassingen.

Setup

U kunt parameterinstellingen opslaan in 4 setups. Het is mogelijk om tussen de 4 parametersetups te schakelen en 1 setup te bewerken terwijl een andere setup actief is.

Slipcompensatie

De frequentieregelaar compenseert het slippen van de motor door een aanvulling op de frequentie te geven op basis van de gemeten motorbelasting, waardoor het motortoerental vrijwel constant wordt gehouden.

Smart Logic Control (SLC)

De SLC is een reeks door de gebruiker gedefinieerde acties die wordt uitgevoerd wanneer de bijbehorende, door de gebruiker gedefinieerde gebeurtenissen door de SLC worden geëvalueerd als TRUE (parametergroep 13-** Smart Logic).

Standaard FC-bus

Omvat een RS485-bus met FC-protocol of MC-protocol. Zie parameter 8-30 Protocol.

Thermistor

Een van de temperatuur afhankelijke weerstand die geplaatst wordt op plekken waar de temperatuur moet worden bewaakt (frequentieregelaar of motor).

Uitschakeling (trip)

Een toestand die zich voordoet in foutsituaties, bijvoorbeeld als de frequentieregelaar wordt blootgesteld aan een overtemperatuur of wanneer de frequentieregelaar de motor, het proces of het mechanisme beschermt. Een herstart is niet mogelijk totdat de oorzaak van de fout is weggenomen en de uitschakelingsstatus is opgeheven.

Uitschakeling met blokkering

Een toestand die zich voordoet in foutsituaties waarbij de frequentieregelaar zichzelf beschermt en fysiek ingrijpen noodzakelijk is. Een uitschakeling met blokkering kan alleen worden opgeheven door de netvoeding te onderbreken, de oorzaak van de fout weg te nemen en de frequentieregelaar opnieuw aan te sluiten op het net. Een herstart is niet mogelijk totdat de uitschakelingsstatus is opgeheven door middel van een reset.

VT-karakteristieken

Variabel-koppelkarakteristieken voor pompen en ventilatoren.

14.3 Installatie en setup RS485

RS485 is een 2-draads businterface die compatibel is met multi-droptopologie. Busdeelnemers kunnen worden aangesloten als bus of via dropkabels vanaf een gemeenschappelijke hoofdlijn. Op 1 netwerksegment kunnen in totaal 32 busdeelnemers worden aangesloten. De netwerksegmenten worden onderling gekoppeld door middel van lijnversterkers. Elke lijnversterker fungeert als een busdeelnemer binnen het segment waarin hij geïnstalleerd is. Elke busdeelnemer in een bepaald netwerk moet een uniek nodeadres hebben binnen alle segmenten. Sluit elk segment aan beide uiteinden af met behulp van de eindschakelaar (S801) van de frequentieregelaar of een asymmetrisch afsluitweerstandsnetwork. Gebruik altijd afgeschermd kabel met gedraaide paren (STP – screened twisted pair) voor de busbekabeling en werk altijd volgens goede standaard installatiepraktijken.

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

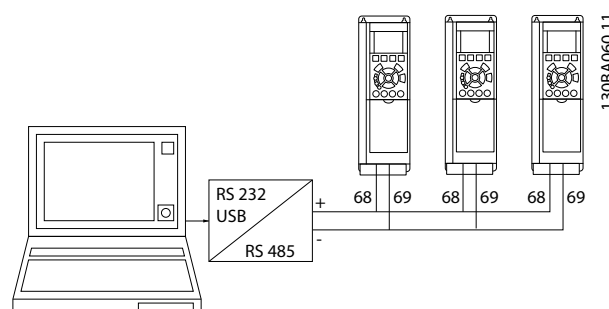
Gebruik altijd hetzelfde type kabel binnen het gehele netwerk om problemen met verschillende impedanties te voorkomen. Gebruik altijd een afgeschermd motorkabel om een motor aan te sluiten op de frequentieregelaar.

Kabel	Afgeschermd met gedraaide paren (STP)
Impedantie	120 Ω
Kabellengte	Maximaal 1200 m (3937 ft), inclusief dropkabels. Maximaal 500 m (1640,5 ft) station-tot-station.

Tabel 14.2 Motorkabel

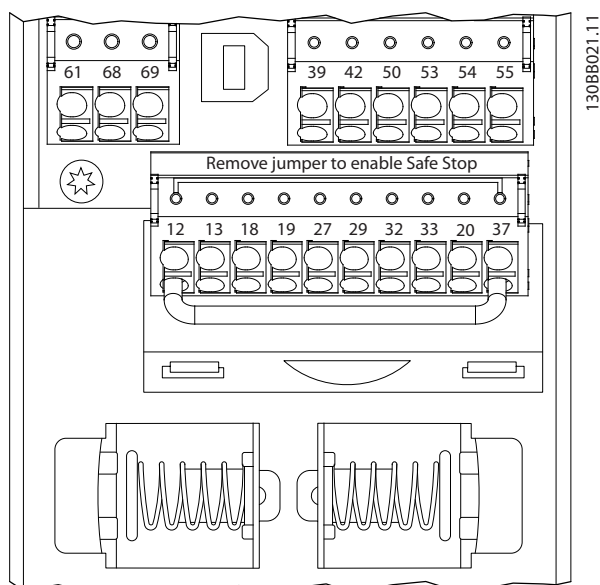
Op een regeling (of master) kunnen een of meer frequentieregelaars worden aangesloten via de standaard RS485-interface. Klem 68 wordt aangesloten op het P-sigitaal (TX +, RX+), terwijl klem 69 wordt aangesloten op het N-sigitaal (TX-, RX-). Zie de afbeeldingen in hoofdstuk 10.16 EMC-correcte installatie.

Gebruik parallelle aansluitingen om meerdere frequentieregelaars aan te sluiten op een master.



Afbeelding 14.2 Parallelle aansluitingen

Om mogelijke vereffeningstromen in de afscherming te vermijden, moet de kabelafscherming worden geaard via klem 61, die via een RC-koppeling met het frame is verbonden.



Afbeelding 14.3 Stuurkaartklemmen

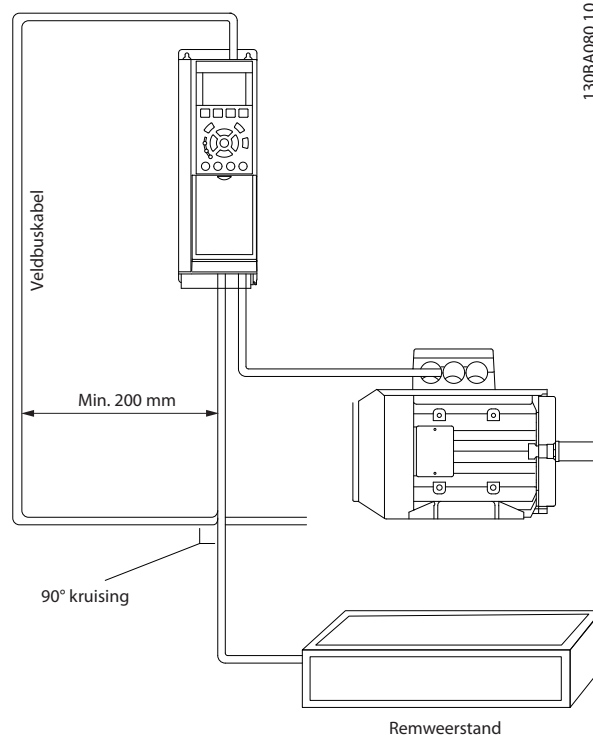
De RS485-bus moet aan beide uiteinden worden afgesloten met een weerstandsnetwerk. Zet hiervoor schakelaar S801 op de stuurkaart op 'ON' (aan). Zie hoofdstuk 10.2 Bedradingsschema voor meer informatie.

Het communicatieprotocol moet worden ingesteld op parameter 8-30 Protocol.

14.3.1 EMC-voorzorgsmaatregelen

De volgende EMC-voorzorgsmaatregelen worden aanbevolen om te zorgen voor een ruisvrije werking van het RS485-netwerk.

Relevante nationale en lokale voorschriften, bijvoorbeeld ten aanzien van aardverbindingen, moeten altijd worden nageleefd. De RS485-aansluitkabel moet uit de buurt worden gehouden van kabels voor motor en remweerstand, om koppeling van hoogfrequente ruis tussen kabels te vermijden. Gewoonlijk is een afstand van 200 mm (8 in) voldoende. Wanneer kabels echter over lange afstanden parallel lopen, wordt aanbevolen om een zo groot mogelijke afstand tussen de kabels aan te houden. Als kruisen onvermijdelijk is, moet de RS485-kabel de kabels voor motor en remweerstand kruisen onder een hoek van 90°.



Afbeelding 14.4 EMC-voorzorgsmaatregelen

14.4 RS485: Overzicht FC-protocol

14.4.1 Overzicht FC-protocol

Het FC-protocol, ook wel aangeduid als FC-bus of standaardbus, is de standaard veldbus van Danfoss. Het specificeert een toegangsmethode op basis van het master-slaveprincipe voor communicatie via een veldbus. Op de bus kunnen één master en maximaal 126 slaves worden aangesloten. De master selecteert de afzonderlijke slaves via een adresteken in het telegram. Een slave kan zelf nooit zenden zonder een verzoek hiertoe, en rechtstreeks berichtenverkeer tussen afzonderlijke slaves is dan ook niet mogelijk. Communicatie vindt plaats in de halfduplexmodus.

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

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

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

14.4.2 Setup frequentieregelaar

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

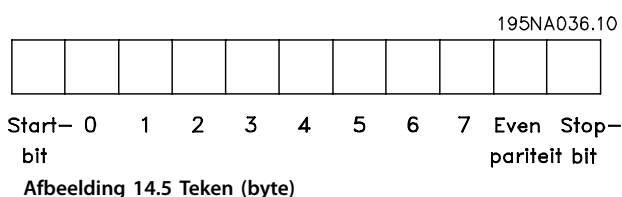
Parameternummer	Instelling
Parameter 8-30 Protocol	FC
Parameter 8-31 Address	1-126
Parameter 8-32 Baud Rate	2400-115200
Parameter 8-33 Parity / Stop Bits	Even pariteit, 1 stopbit (standaard)

Tabel 14.3 Parameters FC-protocol

14.5 RS485: Telegramstructuur FC-protocol

14.5.1 Inhoud van een teken (byte)

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



Afbeelding 14.5 Tekenen (byte)

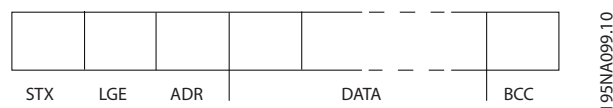
14.5.2 Telegramstructuur

Elk telegram heeft de volgende structuur:

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

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

Het telegram eindigt met een datastuurbyte (BCC).



Afbeelding 14.6 Telegramstructuur

14.5.3 Telegramlengte (LGE)

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

- Telegrammen met 4 databytes hebben een lengte van: $LGE = 4 + 1 + 1 = 6$ bytes.
- Telegrammen met 12 databytes hebben een lengte van: $LGE = 12 + 1 + 1 = 14$ bytes.
- Telegrammen die tekst bevatten, hebben een lengte van $10^{1)} + n$ bytes.

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

14.5.4 Adres frequentieregelaar (ADR)

Er kunnen twee verschillende adresindelingen worden gebruikt.

Het adresbereik van de frequentieregelaar is 1-31 of 1-126.

- Adresindeling 1-31
 - Bit 7 = 0 (adresindeling 1-31 actief).
 - Bit 6 wordt niet gebruikt.
 - Bit 5 = 1: broadcast, adresbits (0-4) worden niet gebruikt.
 - Bit 5 = 0: geen broadcast.
 - Bit 0-4 = adres frequentieregelaar 1-31.
- Adresindeling 1-126
 - Bit 7 = 1 (adresindeling 1-126 actief).
 - Bit 0-6 = adres frequentieregelaar 1-126.
 - Bit 0-6 = 0 broadcast.

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

14.5.5 Datastuurbyte (BCC)

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

14.5.6 Dataveld

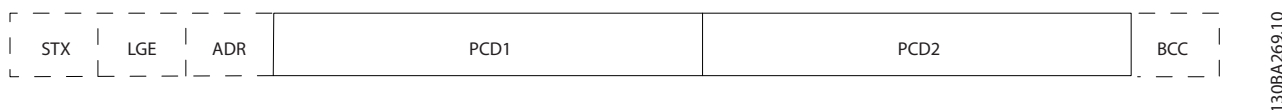
De structuur van datablokken hangt af van het type telegram. Er zijn 3 typen telegrammen; het type geldt voor zowel stuurtelegrammen (master $\Rightarrow$ slave) als antwoordtelegrammen (slave $\Rightarrow$ master).

De 3 telegramtypen zijn:

Procesblok (PCD)

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

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



Afbeelding 14.7 PCD

Parameterblok

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

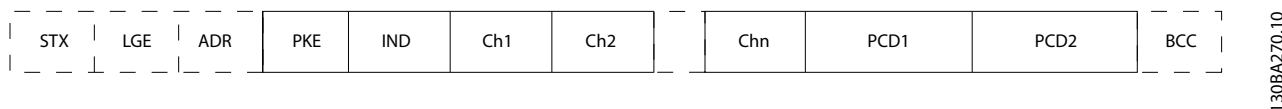
130BA271.10



Afbeelding 14.8 Parameterblok

Tekstblok

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

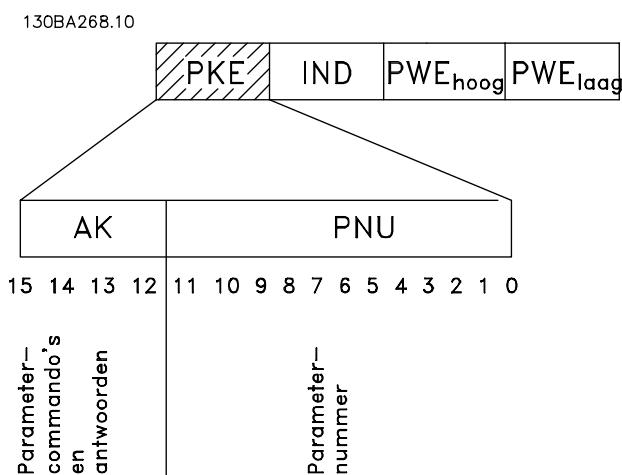


Afbeelding 14.9 Tekstblok

14.5.7 PKE-veld

Het PKE-veld bevat 2 subvelden:

- Parametercommando en antwoord AK.
- Parameternummer PNU.



Afbeelding 14.10 PKE-veld

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

Bitnummer				Parametercommando
15	14	13	12	
0	0	0	0	Geen commando
0	0	0	1	Lezen parameterwaarde
0	0	1	0	Schrijven parameterwaarde in RAM (woord)
0	0	1	1	Schrijven parameterwaarde in RAM (dubbel woord)
1	1	0	1	Schrijven parameterwaarde in RAM en EEPROM (dubbel woord)
1	1	1	0	Schrijven parameterwaarde in RAM en EEPROM (woord)
1	1	1	1	Lezen/schrijven tekst

Tabel 14.4 Parametercommando's master ⇒ slave

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

Tabel 14.5 Antwoord slave ⇒ master

Als het commando niet kan worden uitgevoerd, verzendt de slave het volgende antwoord:

0111 Commando kan niet worden uitgevoerd

– en wordt de volgende foutmelding in de parameterwaarde (PWE) gegeven:

PWE laag (hex)	Foutmelding
0	Het gebruikte parameternummer bestaat niet.
1	Er is geen schrijftoegang tot de gedefinieerde parameter.
2	De datawaarde overschrijdt de parameterbegrenzingen.
3	De gebruikte subindex bestaat niet.
4	De parameter is niet van het type array.
5	Het datatype komt niet overeen met de gedefinieerde parameter.
11	Het wijzigen van de gegevens in de gedefinieerde parameter is niet mogelijk in de huidige modus van de frequentieregelaar. Bepaalde parameters kunnen uitsluitend worden gewijzigd wanneer de motor is uitgeschakeld.
82	Er is geen bustoegang tot de gedefinieerde parameter.
83	Het wijzigen van de data is niet mogelijk omdat de fabriekssetup is geselecteerd.

Tabel 14.6 Foutmelding

14.5.8 Parameternummer (PNU)

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

14.5.9 Index (IND)

De index wordt samen met het parameternummer gebruikt voor lees-/schrijftoegang tot parameters met een index, bijvoorbeeld *parameter 15-30 Alarm Log: Error Code*. De index bestaat uit een lage byte en een hoge byte.

Alleen de lage byte wordt gebruikt als index.

14.5.10 Parameterwaarde (PWE)

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

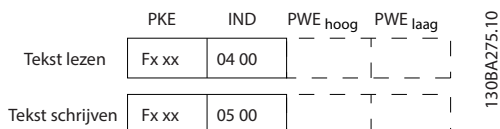
Als de slave antwoordt op een parameterverzoek (leescommando), wordt de actuele parameterwaarde naar het PWE-blok overgedragen en teruggezonden naar de master. Als een parameter geen numerieke waarde bevat maar verschillende dataopties, bijvoorbeeld *parameter 0-01 Language*, waarbij [0] staat voor *English* en [4] voor *Espanol*, selecteert u de gewenste datawaarde door de waarde in te voeren in het PWE-blok. Via seriële communicatie is het alleen mogelijk om parameters met datatype 9 (tekstreeks) te lezen.

Parameter 15-40 FC Type tot *parameter 15-53 Power Card Serial Number* bevatten datatype 9.

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

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

Sommige parameters bevatten een tekst die kan worden geschreven via de veldbus. Om een tekst via het PWE-blok te schrijven, stelt u het parametercommando (AK) in op F hex. De hoge byte van het indexteken moet 5 zijn.



Afbeelding 14.11 PWE

14.5.11 Ondersteunde datatypen

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

Datatypen	Beschrijving
3	Integer 16
4	Integer 32
5	Zonder teken 8
6	Zonder teken 16
7	Zonder teken 32
9	Tekstreeks
10	Bytereeks
13	Tijdverschil
33	Gereserveerd
35	Bitvolgorde

Tabel 14.7 Ondersteunde datatypen

14.5.12 Conversie

In de sectie Fabrieksinstellingen worden de diverse attributen van elke parameter weergegeven. Parameterwaarden worden enkel als gehele getallen overgedragen. Om decimalen over te dragen, worden conversiefactoren gebruikt.

Parameter 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz] heeft een conversiefactor van 0,1.

Om de minimumfrequentie op 10 Hz in te stellen, moet de waarde 100 worden overgedragen. Een conversiefactor van 0,1 betekent dat de overgebrachte waarde met 0,1 vermenigvuldigd zal worden. Een waarde van 100 wordt dus geïnterpreteerd als 10,0.

Voorbeelden:

0 s $\Rightarrow$ conversie-index 0

0,00 s $\Rightarrow$ conversie-index -2

0 ms $\Rightarrow$ conversie-index -3

0,00 ms $\Rightarrow$ conversie-index -5

Conversie-index	Conversiefactor
100	
75	
74	
67	
6	1000000
5	100000
4	10000
3	1000
2	100
1	10
0	1
-1	0,1
-2	0,01
-3	0,001
-4	0,0001
-5	0,00001
-6	0,000001
-7	0,0000001

Tabel 14.8 Conversietabel

14.5.13 Proceswoorden (PCD)

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

PCD 1	PCD 2
Stuurtelegram (master $\Rightarrow$ slave) stuurwoord	Referentiewaarde
Stuurtelegram (slave $\Rightarrow$ master) statuswoord	Actuele uitgangsfrequentie

Tabel 14.9 PCD-volgorde

14.6 RS485: Parametervoorbeelden FC-protocol

14.6.1 Een parameterwaarde schrijven

Stel *parameter 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]* in op 100 Hz.

Schrijf de gegevens in EEPROM.

PKE = E19E hex – schrijf één woord in *parameter 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]*.

IND = 0000 hex

PWE_{high} = 0000 hex

PWE_{low} = 03E8 hex – datawaarde 1000, wat overeenkomt met 100 Hz; zie *hoofdstuk 14.5.12 Conversie*.

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

Afbeelding 14.12 Telegram

130BA092.10

LET OP

Parameter 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] is één woord en het parametercommando voor het schrijven naar EEPROM is E. Parameternummer *parameter 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]* komt overeen met 19E hex.

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

Afbeelding 14.13 Antwoord van master naar slave

130BA093.10

14.6.2 Een parameterwaarde lezen

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

PKE = 1155 hex – lees parameterwaarde in *parameter 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time*

IND = 0000 hex

PWE_{high} = 0000 hex

PWE_{low} = 0000 hex

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

Afbeelding 14.14 Parameterwaarde

130BA094.10

Als de waarde in *parameter 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* 10 s is, is het antwoord van de slave aan de master:

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

Afbeelding 14.15 Antwoord van slave naar master

130BA267.10

3E8 hex komt overeen met 1000 decimaal. De conversie-index voor *parameter 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* is -2. *Parameter 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* is van het type *Zonder teken 32*.

14.7 RS485: Overzicht Modbus RTU

14.7.1 Aannames

Danfoss gaat ervan uit dat de geïnstalleerde regelaar de interfaces in deze handleiding ondersteunt en dat strikt wordt voldaan aan de vereisten voor de regelaar én de frequentieregelaar, inclusief de relevante beperkingen.

14.7.2 Vereiste kennis

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

14.7.3 Overzicht Modbus RTU

Het Modbus RTU-overzicht beschrijft het proces dat een regelaar gebruikt om toegang te vragen tot een ander apparaat. Dit proces is hetzelfde voor alle typen fysieke communicatienetwerken. Dit proces bepaalt bijvoorbeeld hoe de Modbus RTU reageert op verzoeken van een ander apparaat en de wijze waarop fouten worden gedetecteerd en gerapporteerd. Het zorgt tevens voor een standaard formaat voor de indeling en inhoud van berichtvelden.

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

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

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

Regelaars communiceren via een master-slavemethode waarbij slechts 1 apparaat (de master) transacties (zogenaamde query's) kan initiëren. De andere apparaten (slaves) reageren door de gevraagde data aan de master te leveren of door te reageren op de query.

De master kan afzonderlijke slaves aanspreken of een broadcastbericht naar alle slaves sturen. Wanneer een slave een query ontvangt die speciaal aan hem is geadresseerd, zendt hij een bericht (antwoord) terug. Na een broadcastquery van de master wordt geen antwoord teruggezonden. Het Modbus RTU-protocol bepaalt de indeling voor de query van de master door die in het adres van het apparaat (of broadcastadres) te plaatsen, samen met een functiecode die de gewenste actie aangeeft, eventuele te verzenden data, en een controleveld. Ook het antwoordbericht van de slave wordt gedefinieerd op basis van het Modbus-protocol. Het bevat velden voor het bevestigen van de uitgevoerde actie, eventuele terug te zenden data, en een controleveld. Als bij de ontvangst van het bericht een fout optreedt, of als de slave niet in staat is om de gevraagde actie uit te voeren, zal de slave een foutmelding genereren en die als antwoord terugzenden; het is ook mogelijk dat er een time-out plaatsvindt.

14.7.4 Frequentieregelaar met Modbus RTU

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

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

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

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

14.7.5 Frequentieregelaar met Modbus RTU

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

Parameter	Instelling
Parameter 8-30 Protocol	Modbus RTU
Parameter 8-31 Address	1-247
Parameter 8-32 Baud Rate	2400-115200
Parameter 8-33 Parity / Stop Bits	Even pariteit, 1 stopbit (standaard)

14.7.6 Frequentieregelaar met Modbus RTU

De regelaars zijn ingesteld voor communicatie op het Modbus-netwerk via de RTU (Remote Terminal Unit) modus, waarbij elke byte in een bericht twee 4-bits hexadecimale tekens bevat. De gegevensindeling voor elke byte wordt aangegeven in *Tabel 14.10*.

Start bit	Databyte								Stop/pariteit	Stop

Tabel 14.10 Indelingsvoorbeeld

Coderingssysteem	8-bits binair, hexadecimaal 0-9, A-F. 2 hexadecimale tekens in elk 8-bits veld van het bericht.
Bits per byte	1 startbit. 8 databits, de minst significante bit wordt het eerst verzonden. 1 bit voor even/oneven pariteit; geen bit voor geen pariteit. 1 stopbit bij gebruik pariteit; 2 bits bij geen pariteit.
Foutcontroleveld	CRC (cyclical redundancy check)

Tabel 14.11 Bitdetail

14.8 RS485: Telegramstructuur Modbus RTU

14.8.1 Telegramstructuur Modbus RTU

Het zendende apparaat plaatst een Modbus RTU-bericht in een frame met een bekend start- en eindpunt. Ontvangende apparaten kunnen aan het begin van het bericht beginnen, het adresgedeelte lezen, bepalen aan welk apparaat (of alle apparaten bij een broadcastbericht) het geadresseerd is en herkennen wanneer het bericht volledig is. Onvolledige berichten worden gedetecteerd en fouten worden als resultaat gezonden. Tekens voor verzending moeten voor elk veld in hexadecimale notatie 00-FF zijn gesteld. De frequentieregelaar bewaakt de netwerkbus continu, ook tijdens stille intervallen. Wanneer het eerste veld (het adresveld) wordt ontvangen, wordt het door elke frequentieregelaar of elk apparaat gedecodeerd om te bepalen welk apparaat wordt geadresseerd. Modbus RTU-berichten die aan 0 zijn geadresseerd, zijn broadcast-berichten. Voor broadcastberichten is geen antwoord toegestaan. In *Tabel 14.12* wordt een typisch berichtenframe weergegeven.

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

Tabel 14.12 Typische telegramstructuur Modbus RTU

14.8.2 Start-/stopveld

Berichten starten met een stille periode met een tijdsduur van minstens 3,5 tekens, geïmplementeerd als een meervoud van tekenintervallen bij de geselecteerde baudsnelheid van het netwerk (aangegeven als start T1-T2-T3-T4). Het eerste veld dat wordt verzonden, is het apparaatadres. Na het laatste verzonden teken volgt een vergelijkbare periode met een tijdsduur van minstens 3,5 tekens om het einde van het bericht aan te geven. Na deze periode kan een nieuw bericht beginnen. Het volledige berichtenframe moet als een continue stroom worden verzonden. Als voor voltooiing van het frame een stilte valt met een interval van meer dan 1,5 tekens, gooit het ontvangende apparaat het onvolledige bericht weg en gaat het ervan uit dat de volgende byte het adresveld van een nieuw bericht zal bevatten. Ook als een nieuw bericht begint binnen een interval van 3,5 tekens na een voorgaand bericht, gaat het ontvangende apparaat ervan uit dat dit bericht een vervolg is op het eerdere bericht. Dat veroorzaakt een time-out (geen antwoord van de slave), omdat de waarde in het laatste CRC (cyclical redundancy check)-veld niet geldig is voor de gecombineerde berichten.

14.8.3 Adresveld

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

14.8.4 Functieveld

Het functieveld van een berichtenframe bevat 8 bits. Geldige codes liggen in het bereik van 1-FF. Functievelden worden gebruikt om berichten te verzenden tussen master en slave. Wanneer een bericht van een master naar een slaveapparaat wordt verzonden, vertelt het functieveld de slave welke actie hij moet uitvoeren. Wanneer de slave antwoordt aan de master gebruikt hij het functieveld om een normaal (foutvrij) antwoord te geven dan wel aan te geven dat er een fout is opgetreden (uitzonderingsantwoord genoemd). Voor een normaal antwoord zendt de slave simpelweg de originele functiecode terug. Voor een uitzonderingsantwoord zendt de slave een code terug die overeenkomt met de originele functiecode, maar waarbij de meest significante bit op logische 1 is ingesteld. Bovendien plaatst de slave een unieke code in het dataveld van het antwoordbericht. Deze code vertelt de master welke fout is opgetreden of de reden voor de uitzondering. Zie *hoofdstuk 14.9.1 Door Modbus RTU ondersteunde functiecodes*.

14.8.5 Dataveld

Het dataveld wordt opgebouwd met behulp van 2 hexadecimale getallen, in het bereik van 00-FF hex. Deze reeksen bestaan uit 1 RTU-teken. Het dataveld van berichten die van een master naar een slaveapparaat worden gezonden, bevat meer informatie die de slave moet gebruiken om de in de functiecode gedefinieerde actie uit te voeren. Deze informatie kan bijvoorbeeld een spoel- of registeradres zijn, het aantal items, en het aantal actuele databytes in het veld.

14.8.6 CRC-controleveld

Berichten bevatten onder meer een controleveld dat werkt op basis van de CRC (cyclical redundancy check)-methode. Het CRC-veld controleert de inhoud van het volledige bericht. Deze controle wordt ook toegepast als voor afzonderlijke tekens van het bericht al een pariteitscontrole methode wordt uitgevoerd. De CRC-waarde wordt berekend door het zendende apparaat, dat vervolgens de CRC achter het laatste veld in het bericht plakt. Het ontvangende apparaat berekent opnieuw een CRC tijdens de ontvangst van het bericht en vergelijkt de berekende waarde met de actuele waarde die werd ontvangen in het CRC-veld. Als de 2 waarden niet gelijk zijn, volgt een bustime-out. Het controleveld bevat een 16-bits binaire waarde die wordt geïmplementeerd als twee 8-bits bytes. Na de foutcontrole wordt eerst de lage byte van het veld aangeplakt, gevolgd door de hoge byte. De hoge byte van de CRC is de laatste byte die in het bericht wordt verzonden.

14.8.7 Adressering spoelregister

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

Spoelnummer	Beschrijving	Signaalrichting
1–16	Stuurwoord frequentieregelaar (zie Tabel 14.14).	Master naar slave
17–32	Bereik toerental of setpointreferentie frequentieregelaar 0x0-0xFFFF (-200% ... ~200%).	Master naar slave
33–48	Stuurwoord frequentieregelaar (zie Tabel 14.14).	Master naar slave
49–64	Modus zonder terugkoppeling: uitgangsfrequentie frequentieregelaar. Modus met terugkoppeling: terugkoppelingssignaal frequentieregelaar.	Slave naar master
65	Besturing voor schrijven parameter (master naar slave). 0 = wijzigingen van parameterwaarden worden geschreven naar het RAM-geheugen van de frequentieregelaar. 1 = wijzigingen van parameterwaarden worden geschreven naar het RAM-geheugen en het EEPROM-geheugen van de frequentieregelaar.	Master naar slave
66–65536	Gereserveerd.	

Tabel 14.13 Spoelen en registers

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

Tabel 14.14 Stuurwoord frequentieregelaar (FC-profiel)

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

Tabel 14.15 Statuswoord frequentieregelaar (FC-profiel)

Register-nummer	Beschrijving
00001–00006	Gereserveerd.
00007	Laatste foutcode van een FC-dataobjectinterface.
00008	Gereserveerd.
00009	Parameterindex ¹⁾ .
00010–00990	Parametergroep 000 (parameter 001-099).
01000–01990	Parametergroep 100 (parameter 100-199).
02000–02990	Parametergroep 200 (parameter 200-299).
03000–03990	Parametergroep 300 (parameter 300-399).
04000–04990	Parametergroep 400 (parameter 400-499).
...	...
49000–49990	Parametergroep 4900 (parameter 4900-4999).
50000	Ingangsgegevens: stuurwoordregister frequentieregelaar (CTW).
50010	Ingangsgegevens: busreferentieregister (REF).
...	...
50200	Uitgangsgegevens: statuswoordregister frequentieregelaar (STW).
50210	Uitgangsgegevens: Hoofdregister actuele waarde frequentieregelaar (MAV).

Tabel 14.16 Registers

1) Wordt gebruikt om aan te geven welk indexnummer wordt gebruikt om toegang te krijgen tot een geïndexeerde parameter.

14.9 RS485: Berichtfunctiecodes Modbus RTU

14.9.1 Door Modbus RTU ondersteunde functiecodes

Modbus RTU ondersteunt het gebruik van de functiecodes in *Tabel 14.17* in het functieveld van een bericht.

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

Tabel 14.17 Functiecodes

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

Tabel 14.18 Functiecodes

14.9.2 Uitzonderingscodes Modbus

Zie *hoofdstuk 14.8 RS485: Telegramstructuur Modbus RTU* voor een volledige beschrijving van de opbouw van een uitzonderingscode.

Code	Naam	Betekenis
1	Ongeldige functie	De functiecode die in de query is ontvangen, is geen geldige actie voor de server (of slave). Deze code kan optreden omdat de functiecode alleen van toepassing is op nieuwere apparatuur en niet geïmplementeerd is in de geselecteerde eenheid. De code kan ook aangeven dat de server (of slave) niet in de juiste toestand verkeert om een verzoek van dit type te verwerken, bijvoorbeeld omdat hij niet geconfigureerd is en een verzoek krijgt om registerwaarden terug te zenden.
2	Ongeldig data-adres	Het data-adres dat in de query is ontvangen, is geen geldig adres voor de server (of slave). Beter gezegd: de combinatie van referentienummer en overdrachtslengte is ongeldig. Voor een regelaar met 100 registers zou een verzoek met offset 96 en lengte 4 succesvol zijn; een verzoek met offset 96 en lengte 5 resulteert in uitzondering 02.
3	Ongeldige datawaarde	Een waarde in het queryveld is geen geldige waarde voor de server (of slave). Deze code geeft een fout aan in de opbouw van het resterende deel van een complex verzoek, zodat de geïmpliceerde lengte onjuist is. Het betekent beslist NIET dat een gegevenselement dat voor opslag in een register wordt aangeleverd, een waarde heeft die buiten de verwachting van het toepassingsprogramma ligt, omdat het Modbus-protocol zich niet bewust is van de betekenis van specifieke waarden in een bepaald register.
4	Fout volgerapparaat	Er is een onherstelbare fout opgetreden terwijl de server (of slave) probeerde om de gevraagde actie uit te voeren.

Tabel 14.19 Uitzonderingscodes Modbus

14.10 RS485: Parameters Modbus RTU

14.10.1 Parameterafhandeling

Het PNU (parameternummer) wordt vertaald vanuit het registeradres dat is opgenomen in het Modbus schrijf- of leesbericht. Het parameternummer wordt naar Modbus vertaald als (10 x parameternummer) DECIMAAL.

14.10.2 Dataopslag

Spoel 65 decimaal bepaalt of data die naar de frequentie-regelaar weggeschreven wordt, wordt opgeslagen in EEPROM en RAM (spoel 65 = 1) of enkel in RAM (spoel 65 = 0).

14.10.3 IND

De arrayindex wordt ingesteld in register 9 en wordt gebruikt om toegang te krijgen tot arrayparameters.

14.10.4 Tekstblokken

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

14.10.5 Conversiefactor

Omdat een parameterwaarde alleen als een geheel getal kan worden overgebracht, moet er een conversiefactor worden gebruikt om decimalen over te brengen. Zie hoofdstuk 14.6 RS485: Parametervoorbeelden FC-protocol.

14.10.6 Parameterwaarden

Standaard datatypen

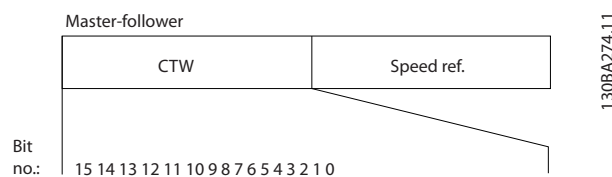
Standaard datatypen zijn int16, int32, uint8, uint16 en uint32. Deze worden opgeslagen als 4x-registers (40001-4FFFF). De parameters worden gelezen met behulp van de functie 03 hex Registers lezen. Parameters worden geschreven met behulp van de functie 6 hex Eén register schrijven voor 1 register (16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

Niet-standaard datatypen

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

14.11 RS485: FC-stuurprofiel

14.11.1 Stuurwoord volgens het FC-profiel



Afbeelding 14.16 CW master naar slave

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

Beschrijving van de stuurbits

Bit 00/01

Bit 00 en 01 worden gebruikt om een keuze te maken tussen de 4 referentiewaarden die zijn voorgeprogrammeerd in *parameter 3-10 Preset Reference* volgens Tabel 14.20.

Geprogrammeerde referentiewaarde	Parameter	Bit 01	Bit 00
1	[0] <i>parameter 3-10 Preset Reference</i>	0	0
2	[1] <i>parameter 3-10 Preset Reference</i>	0	1
3	[2] <i>parameter 3-10 Preset Reference</i>	1	0
4	[3] <i>parameter 3-10 Preset Reference</i>	1	1

Tabel 14.20 Stuurbits

LET OP

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

Bit 02, DC-rem

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

Bit 02 = 1 leidt tot uitloop.

Bit 03, Vrijloop

Bit 03 = 0: de frequentieregelaar schakelt de uitgangstransistoren onmiddellijk uit, waarna de motor vrijloopt tot stilstand.

Bit 03 = 1: de frequentieregelaar start de motor als aan de andere startvoorwaarden wordt voldaan.

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

Bit 04, Snelle stop

Bit 04 = 0: laat het toerental van de motor uitlopen tot stop (ingesteld in *parameter 3-81 Quick Stop Ramp Time*).

Bit 05, Uitgangsfrequentie vasthouden

Bit 05 = 0: de huidige uitgangsfrequentie (in Hz) wordt vastgehouden. Wijzig de vastgehouden uitgangsfrequentie alleen via de digitale ingangen in *parameter 5-10 Terminal 18 Digital Input* tot *parameter 5-15 Terminal 33 Digital Input*.

LET OP

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

- Bit 03 Vrijloop na stop.
- Bit 02 DC-rem.
- Digitale ingang (*parameter 5-10 Terminal 18 Digital Input* – *parameter 5-15 Terminal 33 Digital Input*) ingesteld op DC-rem, Vrijloop na stop of Reset en vrijloop na stop.

Bit 06, Uitloop stop/start

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

Bit 06 = 1: de frequentieregelaar start de motor als aan de andere startvoorwaarden wordt voldaan.

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

Bit 07, Reset

Bit 07 = 0: niet resetten.

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

Bit 08, Jog

Bit 08 = 1: de uitgangsfrequentie wordt bepaald door *parameter 3-19 Jog Speed [RPM]*.

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

Bit 09 = 0: Ramp 1 is actief (*parameter 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* tot *parameter 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time*).

Bit 09 = 1: Ramp 2 (*parameter 3-51 Ramp 2 Ramp Up Time* tot *parameter 3-52 Ramp 2 Ramp Down Time*) is actief.

Bit 10, Data niet geldig/data geldig

Geef aan of de frequentieregelaar het stuurwoord moet gebruiken of negeren. Bit 10 = 0: het stuurwoord wordt genegeerd.

Bit 10 = 1: het stuurwoord wordt gebruikt. Deze functie is van belang omdat het telegram altijd een stuurwoord bevat, ongeacht het telegramtype. U kunt het stuurwoord dus uitschakelen als u het niet wilt gebruiken bij het bijwerken of lezen van parameters.

Bit 11, Relais 01

Bit 11 = 0: relais niet geactiveerd.

Bit 11 = 1: relais 01 is geactiveerd als [36] Stuurwoord bit 11 is geselecteerd in *parameter 5-40 Function Relay*.

Bit 12, Relais 04

Bit 12 = 0: relais 04 is niet geactiveerd.

Bit 12 = 1: Relais 04 is geactiveerd als [37] Stuurwoord bit 12 is geselecteerd in *parameter 5-40 Function Relay*.

Bit 13/14, Setupselectie

Gebruik bit 13 en 14 om een van de 4 menusetups te selecteren aan de hand van Tabel 14.21.

Setup	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

Tabel 14.21 Setupselectie

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

Selecteer een optie in *parameter 8-55 Set-up Select* om in te stellen hoe bit 13/14 wordt gecombineerd (gated) met de corresponderende functie op de digitale ingangen.

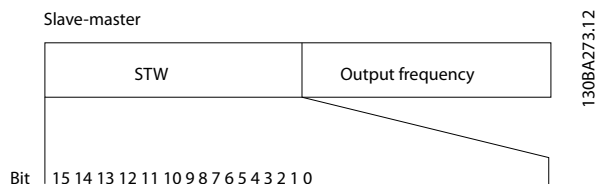
Bit 15 Omkeren

Bit 15 = 0: niet omkeren.

Bit 15 = 1: omkeren. Bij de standaardinstelling is omkeren ingesteld op [0] *Dig. ingang* in *parameter 8-54 Reversing Select*. Bit 15 leidt alleen tot omkeren wanneer de volgende waarden zijn geselecteerd:

- Seriële communicatie
- Logisch OR
- Logisch AND

14.11.2 Statuswoord volgens het FC-profiel



Afbeelding 14.17 STW slave naar master

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

Bit 00, Besturing niet gereed/gereed

Bit 00 = 0: de frequentieregelaar wordt uitgeschakeld.

Bit 00 = 1: de besturingen van de frequentieregelaar zijn gereed, maar het vermogensdeel hoeft niet per se zijn aangesloten op een voedingsbron als de besturingen worden gevoed via een externe 24 V-voeding.

Bit 01, Frequentieregelaar gereed

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

Bit 02, Vrijloop na stop

Bit 02 = 0: de frequentieregelaar laat de motor vrijlopen.

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

Bit 03, Geen fout/uitschakeling

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

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

Bit 04, Geen fout/fout (geen uitschakeling)

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

Bit 04 = 1: de frequentieregelaar geeft een fout aan maar schakelt niet uit.

Bit 05, Niet gebruikt

Bit 05 wordt niet gebruikt in het statuswoord.

Bit 06, Geen fout/uitschakeling met blokkering

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

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

Bit 07, Geen waarschuwing/waarschuwing

Bit 07 = 0: Er zijn geen waarschuwingen.

Bit 07 = 1: er is een waarschuwing.

Bit 08, Snelheid $\neq$ referentie/snelheid = referentie

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

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

Bit 09, Lokale bediening/busbesturing

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

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

Bit 10, Buiten frequentiebegrenzing

Bit 10 = 0: de uitgangsfrequentie heeft de ingestelde waarde in *parameter 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]* of *parameter 4-13 Motor Speed High Limit [RPM]* bereikt.

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

Bit 11, Niet in bedrijf/in bedrijf

Bit 11 = 0: de motor loopt niet.

Bit 11 = 1: de frequentieregelaar heeft een startsignaal gekregen of de uitgangsfrequentie is hoger dan 0 Hz.

Bit 12, Frequentieregelaar OK/gestopt, autostart

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

Bit 12 = 1: de omvormer stopt vanwege een overtemperatuur, maar de eenheid is niet uitgeschakeld en zal doorgaan wanneer de overtemperatuur verdwijnt.

Bit 13, Spanning OK/begrenzing overschreden

Bit 13 = 0: er zijn geen spanningswaarschuwingen.

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

Bit 14, Koppel OK/begrenzing overschreden

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

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

Bit 15, Timer OK/begrenzing overschreden

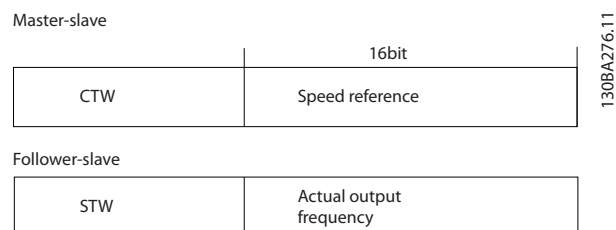
Bit 15 = 0: de timers voor thermische motorbeveiliging en thermische beveiliging hebben de 100% niet overschreden.

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

Alle bits in het stuurwoord worden ingesteld op 0 als de verbinding tussen de Interbus-optie en de frequentieregelaar wordt verbroken of er een intern communicatieprobleem optreedt.

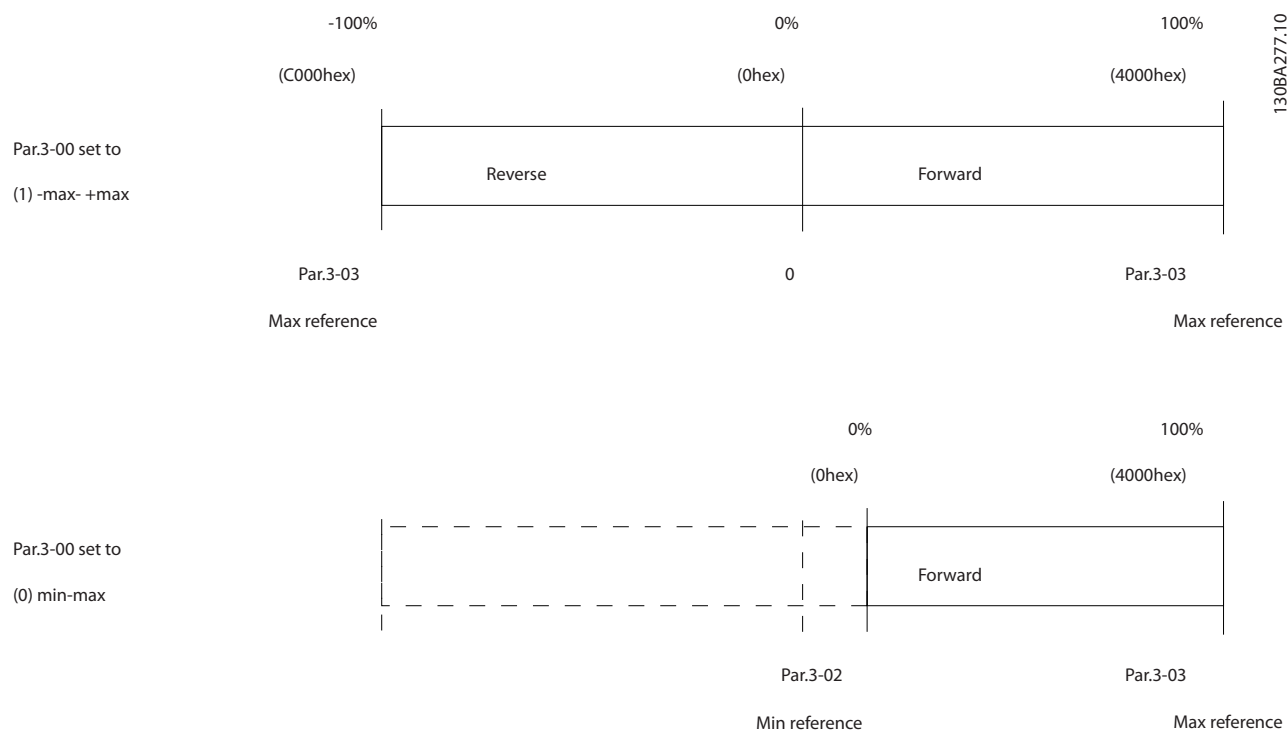
14.11.3 Referentiewaarde bussnelheid

De snelheidsreferentiewaarde wordt naar de frequentieregelaar verzonden als een relatieve waarde in %. De waarde wordt verzonden in de vorm van een 16-bits woord, als een geheel getal (0-32767). De waarde 16384 (4000 hex) komt overeen met 100%. Negatieve getallen worden berekend volgens het 2-complement. De actuele uitgangsfrequentie (MAV) wordt op dezelfde wijze geschaald als de busreferentie.



Afbeelding 14.18 Referentiewaarde bussnelheid

De referentie en MAV worden geschaald zoals aangegeven in Afbeelding 14.19.



Afbeelding 14.19 Referentie en MAV

14.11.4 Stuurwoord volgens het PROFIdrive-profiel (CTW)

Het stuurwoord wordt gebruikt om commando's te versturen van een master naar een slave.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Uit 1	Aan 1
01	Uit 2	Aan 2
02	Uit 3	Aan 3
03	Vrijloop	Geen vrijloop
04	Snelle stop	Ramp
05	Frequentie-uitgang vasthouden	Aan-/uitloop gebruiken
06	Rampstop	Start
07	Geen functie	Reset
08	Jog 1 uit	Jog 1 aan
09	Jog 2 uit	Jog 2 aan
10	Data ongeldig	Data geldig
11	Geen functie	Vertragen
12	Geen functie	Versnellen
13	Parametersetup	Selectie lsb
14	Parametersetup	Selectie msb
15	Geen functie	Omkeren

Tabel 14.22 Bitwaarden voor stuurwoord, PROFIdrive-profiel

Beschrijving van de stuurbits

Bit 00, Uit 1/Aan 1

Normale uitloopstop waarbij gebruik wordt gemaakt van de aan-/uitlooptijden van de huidige geselecteerde aan-/uitloop.

Bit 00 = 0 leidt tot stop en activeert uitgangsrelais 1 of 2 als de uitgangsfrequentie 0 Hz is en [31] Relais 123 is geselecteerd in *parameter 5-40 Function Relay*.

Bit 00 = 1 betekent dat de frequentieregelaar zich in Status 1 bevindt: Inschakeling geblokkeerd.

Bit 01, Uit 2/Aan 2

Vrijloop na stop

Bit 01 = 0 leidt tot vrijloop na stop en activeert uitgangsrelais 1 of 2 als de uitgangsfrequentie 0 Hz is en [31] Relais 123 is geselecteerd in *parameter 5-40 Function Relay*.

Bit 01 = 1 betekent dat de frequentieregelaar zich in Status 1 bevindt: Inschakeling geblokkeerd. Zie Tabel 14.23, aan het eind van deze sectie.

Bit 02, Uit 3/Aan 3

Snelle stop op basis van de uitlooptijd van *parameter 3-81 Quick Stop Ramp Time*.

Bit 02 = 0 leidt tot een snelle stop en activeert uitgangsrelais 1 of 2 als de uitgangsfrequentie 0 Hz is en [31] Relais 123 is geselecteerd in *parameter 5-40 Function Relay*.

Bit 02 = 1 betekent dat de frequentieregelaar zich in Status 1 bevindt: Inschakeling geblokkeerd.

Bit 03, Vrijloop/Geen vrijloop

Vrijloopstopbit 03 = 0 leidt tot stop.

Bit 03 = 1 betekent dat de frequentieregelaar kan starten als aan de andere startvoorwaarden wordt voldaan.

LET OP

De selectie in *parameter 8-50 Coasting Select* bepaalt hoe bit 03 is gekoppeld aan de corresponderende functie van de digitale ingangen.

Bit 04, Snelle stop/uitloop

Snelle stop op basis van de uitlooptijd van *parameter 3-81 Quick Stop Ramp Time*.

Bit 04 = 0 leidt tot een snelle stop.

Bit 04 = 1 betekent dat de frequentieregelaar kan starten als aan de andere startvoorwaarden wordt voldaan.

LET OP

De selectie in *parameter 8-51 Quick Stop Select* bepaalt hoe bit 04 is gekoppeld aan de corresponderende functie van de digitale ingangen.

Bit 05, Frequentie-uitgang vasthouden/Ramp gebruiken

Bit 05 = 0 betekent dat de huidige uitgangsfrequentie wordt gehandhaafd, ook als de referentiewaarde wordt gewijzigd.

Bit 05 = 1 betekent dat de frequentieregelaar de regelende functie weer kan uitvoeren; activering vindt plaats op basis van de relevante referentiewaarde.

Bit 06, Uitloopstop/start

Normale uitloopstop waarbij gebruik wordt gemaakt van de ramp-tijden van de huidige geselecteerde ramp.

Daarnaast wordt uitgangsrelais 01 of 04 geactiveerd als de uitgangsfrequentie 0 Hz is en [31] Relais 123 is geselecteerd in *parameter 5-40 Function Relay*.

Bit 06 = 0 leidt tot een stop.

Bit 06 = 1 betekent dat de frequentieregelaar kan starten als aan de andere startvoorwaarden wordt voldaan.

LET OP

De selectie in *parameter 8-53 Start Select* bepaalt hoe bit 06 is gekoppeld aan de corresponderende functie van de digitale ingangen.

Bit 07, Geen functie/reset

Reset na uitschakeling.

Bevestigt gebeurtenis in foutbuffer.

Bit 07 = 0 betekent dat er geen reset plaatsvindt.

Een reset na uitschakeling vindt plaats wanneer de helling van bit 07 wijzigt naar 1.

Bit 08, Jog 1 Uit/Aan

Activeert het ingestelde toerental in *parameter 8-90 Bus Jog 1 Speed*. JOG 1 is alleen mogelijk als bit 04 = 0 en bit 00-03 = 1.

Bit 09, Jog 2 Uit/Aan

Activeert het ingestelde toerental in *parameter 8-91 Bus Jog 2 Speed*. JOG 2 is alleen mogelijk als bit 04 = 0 en bit 00-03 = 1.

Bit 10, Data ongeldig/geldig

Laat de frequentieregelaar weten of het stuurwoord moet worden gebruikt of genegeerd.

Bit 10 = 0 zorgt ervoor dat het stuurwoord wordt genegeerd.

Bit 10 = 1 zorgt ervoor dat het stuurwoord wordt gebruikt. Deze functie is van belang omdat het telegram altijd een stuurwoord bevat, ongeacht het gebruikte type telegram. U kunt het stuurwoord bijvoorbeeld uitschakelen als u het niet wilt gebruiken bij het bijwerken of lezen van parameters.

Bit 11, Geen functie/vertragen

Verlaagt de snelheidsreferentiewaarde met de waarde die is ingesteld in *parameter 3-12 Catch up/slow Down Value*. Wanneer bit 11 = 0 wordt de referentiewaarde niet aangepast. Wanneer bit 11 = 1 wordt de referentiewaarde verlaagd.

Bit 12, Geen functie/versnellen

Verhoogt de snelheidsreferentiewaarde met de waarde die is ingesteld in *parameter 3-12 Catch up/slow Down Value*. Wanneer bit 12 = 0 wordt de referentiewaarde niet aangepast.

Wanneer bit 12 = 1 wordt de referentie verhoogd.

Als zowel vertragen als versnellen is geactiveerd (bit 11 en 12 = 1), heeft het vertragen de hoogste prioriteit, dat wil zeggen dat de snelheidsreferentiewaarde wordt verlaagd.

Bit 13/14, Setupselectie

Selecteert een van de 4 parametersetups aan de hand van *Tabel 14.23*.

De functie is alleen beschikbaar als [9] *Multi setup* is geselecteerd in *parameter 0-10 Active Set-up*. De selectie in *parameter 8-55 Set-up Select* bepaalt hoe bit 13 en 14 zijn gekoppeld aan de corresponderende functie van de digitale ingangen. Het wijzigen van een setup tijdens bedrijf is alleen mogelijk als de setups zijn gekoppeld in *parameter 0-12 This Set-up Linked to*.

Setup	Bit 13	Bit 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

Tabel 14.23 Bit 13/14, Setupselectie

Bit 15, Geen functie/omkeren

Bit 15 = 0 leidt niet tot omkeren.

Bit 15 = 1 leidt tot omkeren.

Let op: bij de standaardinstelling is omkeren ingesteld op [0] *Dig. ingang* in *parameter 8-54 Reversing Select*.

LET OP

Bit 15 leidt alleen tot omkeren wanneer de volgende waarden zijn geselecteerd:

- Seriële communicatie
- Logisch OR
- Logisch AND

14.11.5 Statuswoord volgens het PROFIdrive-profiel (STW)

Het statuswoord informeert een master over de status van een slave.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Besturing niet gereed	Besturing gereed
01	Frequentieregelaar niet gereed	Frequentieregelaar gereed
02	Vrijloop	Ingeschakeld
03	Geen fout	Uitschakeling (trip)
04	Uit 2	Aan 2
05	Uit 3	Aan 3
06	Start mogelijk	Start niet mogelijk
07	Geen waarschuwing	Waarschuwing
08	Snelheid ≠ referentie	Snelheid = referentie
09	Lokale bediening	Busbesturing
10	Buiten frequentiebegrenzing	Frequentiebegrenzing OK
11	Geen functie	In bedrijf
12	Omvormer OK	Gestopt, autostart
13	Spanning OK	Spanning overschreden
14	Koppel OK	Koppel overschreden
15	Timer OK	Timer overschreden

Tabel 14.24 Bitwaarden voor statuswoord, PROFIdrive-profiel

Beschrijving van de statusbits

Bit 00, Besturing niet gereed/gereed

Wanneer bit 00 = 0, is bit 00, 01 of 02 van het stuurwoord 0 (Uit 1, Uit 2 of Uit 3) – anders wordt de frequentieregelaar uitgeschakeld (trip).

Wanneer bit 00 = 1, is de besturing van de frequentieregelaar gereed, maar hoeft de eenheid niet per se zijn aangesloten op een voedingsbron (als het besturings-systeem wordt gevoed via een externe 24 V-voeding).

Bit 01, VLT niet gereed/gereed

Vergelijkbaar met bit 00 maar met voeding via de voedingseenheid. De frequentieregelaar is gereed als die de vereiste startsignalen ontvangt.

Bit 02, Vrijloop/inschakelen

Wanneer bit 02 = 0, is bit 00, 01 of 02 van het stuurwoord 0 (Uit 1, Uit 2, Uit 3 of Vrijloop) – anders wordt de frequentieregelaar uitgeschakeld (trip).

Wanneer bit 02 = 1, is bit 00, 01 of 02 van het stuurwoord 1 – de frequentieregelaar is niet uitgeschakeld.

Bit 03, Geen fout/uitschakeling

Wanneer bit 03 = 0, is er geen fout opgetreden in de frequentieregelaar.

Wanneer bit 03 = 1, is de frequentieregelaar uitgeschakeld en is er een resetsignaal nodig voordat hij weer kan starten.

Bit 04, Aan 2/Uit 2

Bit 04 = 0 wanneer bit 01 van het stuurwoord 0 is.

Bit 04 = 1 wanneer bit 01 van het stuurwoord 1 is.

Bit 05, Aan 3/Uit 3

Bit 05 = 0 wanneer bit 02 van het stuurwoord 0 is.

Bit 05 = 1 wanneer bit 02 van het stuurwoord 1 is.

Bit 06, Start mogelijk/start niet mogelijk

Als [1] *PROFdrive-profiel* is geselecteerd in *parameter 8-10 Control Profile*, zal bit 06 1 zijn na een kennisgeving na uitschakeling, na activering van Uit 2 of Uit 3 en na inschakeling van de netspanning. Start niet mogelijk wordt gereset door bit 00 van het stuurwoord in te stellen op 0 en bit 01, 02 en 10 in te stellen op 1.

Bit 07, Geen waarschuwing/waarschuwing

Bit 07 = 0 betekent dat er geen waarschuwingen zijn.

Bit 07 = 1 betekent dat er een waarschuwing is gegenereerd.

Bit 08, Snelheid ≠ referentie/snelheid = referentie

Wanneer bit 08 = 0, wijkt het huidige motortoerental af van de ingestelde snelheidsreferentie. Deze situatie kan zich bijvoorbeeld voordoen wanneer het toerental via een aanloop/uitloop wordt gewijzigd tijdens het starten/stoppen.

Wanneer bit 08 = 1, komt het huidige motortoerental overeen met de ingestelde snelheidsreferentie.

Bit 09, Lokale bediening/busbesturing

Bit 09 = 0 geeft aan dat de frequentieregelaar is gestopt via de [Stop]-toets op het LCP of dat optie [0] *Gekoppeld Hand/Auto* of [2] *Lokaal* is geselecteerd in *parameter 3-13 Reference Site*.

Wanneer bit 09 = 1, kan de frequentieregelaar worden bestuurd via de seriële interface.

Bit 10, Buiten frequentiebegrenzing/frequentiebegrenzing OK

Wanneer bit 10 = 0, ligt de uitgangsfrequentie buiten de begrenzingen die zijn ingesteld in *parameter 4-52 Warning Speed Low* en *parameter 4-53 Warning Speed High*.

Wanneer bit 10 = 1, bevindt de uitgangsfrequentie zich binnen de ingestelde begrenzingen.

Bit 11, Niet in bedrijf/in bedrijf

Wanneer bit 11 = 0, draait de motor niet.

Wanneer bit 11 = 1, ontvangt de frequentieregelaar een startsignaal of is de uitgangsfrequentie hoger dan 0 Hz.

Bit 12, Frequentieregelaar OK/gestopt, autostart

Wanneer bit 12 = 0, is er geen sprake van een tijdelijke overbelasting van de omvormer.

Wanneer bit 12 = 1, is de omvormer gestopt wegens overbelasting. De frequentieregelaar is echter niet uitgeschakeld (trip) en zal opnieuw starten als de overbelasting is opgeheven.

Bit 13, Spanning OK/spanning overschreden

Wanneer bit 13 = 0, worden de spanningslimieten van de frequentieregelaar niet overschreden.

Wanneer bit 13 = 1, is de DC-spanning in de tussenkring van de frequentieregelaar te laag of te hoog.

Bit 14, Koppel OK/koppel overschreden

Wanneer bit 14 = 0, is het motorkoppel lager dan de in *parameter 4-16 Torque Limit Motor Mode* en *parameter 4-17 Torque Limit Generator Mode* ingestelde waarde.

Wanneer bit 14 = 1, wordt de in *parameter 4-16 Torque Limit Motor Mode* of *parameter 4-17 Torque Limit Generator Mode* ingestelde koppelbegrenzing overschreden.

Bit 15, Timer OK/timer overschreden

Wanneer bit 15 = 0, hebben de timers voor de thermische motorbeveiliging en de thermische beveiliging van de frequentieregelaar de 100% niet overschreden.

Wanneer bit 15 = 1, heeft 1 van de timers de 100% overschreden.

Bedradingschema	
voor pomp met vast toerental.....	219
Cascaderegelaar.....	218
Frequentieregelaar.....	169
Typische toepassingsvoorbeelden.....	213
Voedingsaansluitingen.....	170
Wisseling hoofdpomp.....	219
Bedrijf bij lage toerentalen.....	166
Beheer bandbreedte.....	41
Behuizing E1	
Buitenafmetingen.....	70
Klemafmetingen.....	72
Wartelplaat.....	71
Behuizing E2	
Buitenafmetingen.....	78
Klemafmetingen.....	79
Wartelplaat.....	79
Behuizing F1	
Buitenafmetingen.....	86
Klemafmetingen.....	88
Wartelplaat.....	87
Behuizing F10	
Buitenafmetingen.....	133
Klemafmetingen.....	135
Wartelplaat.....	134
Behuizing F11	
Buitenafmetingen.....	139
Klemafmetingen.....	141
Wartelplaat.....	140
Behuizing F12	
Buitenafmetingen.....	147
Klemafmetingen.....	149
Wartelplaat.....	148
Behuizing F13	
Buitenafmetingen.....	153
Klemafmetingen.....	155
Wartelplaat.....	154
Behuizing F2	
Buitenafmetingen.....	93
Klemafmetingen.....	95
Wartelplaat.....	94
Behuizing F3	
Buitenafmetingen.....	100
Klemafmetingen.....	102
Wartelplaat.....	101
Behuizing F4	
Buitenafmetingen.....	112
Klemafmetingen.....	114
Wartelplaat.....	113
Behuizing F8	
Buitenafmetingen.....	123
Klemafmetingen.....	125
Wartelplaat.....	124
Behuizing F9	
Buitenafmetingen.....	127
Klemafmetingen.....	129
Wartelplaat.....	128

Belastingscyclus	
Berekening.....	189
Definitie.....	230
Berekeningen	
Belastingscyclus weerstand.....	189
Berekening weerstand.....	190
Geschaalde referentie.....	206
Harmonischensoftware.....	204
Kortsluitverhouding.....	202
Remkoppel.....	190
THDi.....	201
Beschermingsklasse behuizing.....	10
Beschermingsklasse NEMA.....	10
Bestelformulier typecode.....	221
Beveiliging	
Behuizingsklasse.....	13, 14
Klasse.....	10
Kortsluiting.....	20
Motor thermisch.....	23
Onbalans voedingsspanning.....	21
Overbelasting.....	21
Overspanning.....	20
Overstroom.....	168
Remfunctie.....	20
Buitenafmetingen (afbeeldingen).....	70
C	
Cascaderegelaar	
Bedradingsschema.....	218
CAV-systeem.....	34
CE-markering.....	8
Centrale VAV-systemen.....	33
Circuitbreaker.....	180, 184, 192
CO ₂ -sensor.....	34
Commerciële omgeving.....	197
Common-modefilter.....	48
Condensaatpompen.....	37
Condensatie.....	162
Conformiteit	
EU-richtlijnen.....	8
Met ADN.....	7
Constant luchtvolume.....	34
Conventies.....	5
Cos ϕ -compensatie.....	30
CSA/cUL-goedkeuring.....	9
D	
DC-bus	
Beschrijving van de werking.....	205
Klemmen.....	172
DC-rem.....	42, 245
DeviceNet.....	45, 228

Digitaal	
Beschrijvingen en standaardinstellingen voor in-/uitgan- gen.....	177
Specificaties ingangen.....	64
Specificaties uitgangen.....	65
Draden.....	168
zie ook <i>Kabels</i>	
Driehoek.....	30
DU/dt.....	194
E	
EAC-markering.....	9
Elektrische installatie.....	178
Elektromagnetische interferentie.....	23
Elektronisch thermisch relais (ETR).....	168
EMC	
Algemene aspecten.....	195
Compatibiliteit.....	198
Installatie.....	200
Interferentie.....	199
Richtlijn.....	8
Testresultaten.....	196
Voorzorgsmaatregelen RS485-installatie.....	232
Emissie via geleiding.....	196
Emissie via straling.....	196
Emissie-eisen.....	197
Encoder	
Definitie.....	230
Energiekosten	
Besparingen.....	27, 28, 29
Rendementsklasse.....	63
ErP-richtlijn.....	9
EtherNet/IP.....	46
Explosiegevaarlijke omgeving.....	163
Externe referentie.....	206
Externe reset na alarm, bedradingconfiguratie.....	215
F	
FC-profiel.....	244
Filters	
Bestellen.....	228
Common-modefilter.....	48
DU/dt-filter.....	48
Harmonischenfilter.....	48
RFI-filter.....	198
Sinusfilter.....	47, 172
Formule	
Nominaal vermogen van de remweerstand.....	229
Rendement frequentieregelaar.....	229
Stroomgrens.....	229
Uitgangsstroom.....	229
Fourier-analyse.....	201
Frequentiebypass.....	26

Frequentieregelaar	
Bestellen.....	221
Configurator.....	221
Overzicht.....	13, 14
Vereiste vrije ruimte.....	164
Vermogensklassen.....	13, 14

G

Galvanische scheiding.....	23, 65, 198
Gassen.....	162
Gebouwbeheersysteem (GBS).....	29
Gekwalificeerd personeel.....	6
Gelijkrichter.....	205
Gemeenschappelijk koppelpunt.....	201
Geschaalde referentie.....	206

H

Hand On.....	205
Harmonischen	
Definitie arbeidsfactor.....	230
EN-normen.....	202
Filter.....	48
IEC-normen.....	202
Overzicht.....	201
Reductie.....	204
Herstarten.....	25
Hijsen.....	161
Hoogte.....	166

I

Immunititeitseisen.....	197
Inlaatschoepen.....	33
Installatie	
Elektrisch.....	168
Gekwalificeerd personeel.....	6
Vereisten.....	164
Installatie op grote hoogte.....	199
Invoer gebruiker.....	205
IP-klasse.....	10
Isolatie.....	189
IT-net.....	193

K

Kabelklem.....	174
----------------	-----

Kabels

Afscherming.....	172, 199
Maximaal aantal per fase en grootte.....	51, 57
Motorkabels.....	186
Openen.....	70
Regeling.....	174
Rem.....	173
Route.....	175
Specificaties.....	51, 57, 64
Type en specificaties.....	168
Vereffening.....	174
Voedingsaansluitingen.....	170

Kanaalkoeling.....	164
--------------------	-----

Kinetische backup.....	25
------------------------	----

Klemmen

Afmetingen voor behuizing E1.....	72
Afmetingen voor behuizing E2.....	79
Afmetingen voor behuizing F1.....	88
Afmetingen voor behuizing F10.....	135
Afmetingen voor behuizing F11.....	141
Afmetingen voor behuizing F12.....	149
Afmetingen voor behuizing F13.....	155
Afmetingen voor behuizing F2.....	95
Afmetingen voor behuizing F3.....	102
Afmetingen voor behuizing F4.....	114
Afmetingen voor behuizing F8.....	125
Afmetingen voor behuizing F9.....	129
Analoge ingang/uitgang.....	178
Beschrijvingen en standaardinstellingen voor besturing.....	176
Digitale ingang/uitgang.....	177
Klem 37.....	177
Loadsharing.....	173
Relaisklemmen.....	178
Remweerstand.....	173
RS485.....	177
Seriële communicatie.....	177

Koeling

Nominale luchtstroom behuizingen.....	164, 165
Overzicht backchannelkoeling.....	164
Torenventilator.....	35
Vereisten.....	164
Waarschuwing voor stof.....	163

Koellichaam

Punt van uitschakeling wegens overtemperatuur.....	51, 57
Reiniging.....	163
Vereiste luchtstroom.....	164, 165

Koppel

Karakteristiek.....	63
Regeling.....	211

Kortsluiting

Berekening verhouding.....	202
Beveiliging.....	20, 180
Definitie.....	231
Remmen.....	43, 190
SCCR-waarde.....	181

L

Lage spanning

Richtlijn.....	8
----------------	---

Lekstroom.....	6, 191
Loadsharing	
Bedradingsschema.....	169
Klemmen.....	44, 173
Kortsluitbeveiliging.....	20
Overzicht.....	43
Waarschuwing.....	6
Lokale bepaling toerental.....	38
Losbreekkoppel.....	230
Luchtregelkleppen.....	33
Luchtstroom	
Backchannel.....	68, 69
Behuizing.....	68, 69
Externe luchtkanalen.....	165
Vereist.....	164, 165
M	
Machinerichtlijn.....	8
Maritieme certificering.....	9
Met terugkoppeling.....	209, 210
Modbus	
Berichtenstructuur.....	240
Berichtfunctiecodes RTU.....	243
Optie.....	46
Overzicht RTU.....	238
Modulatie.....	22, 229
Montageconfiguraties.....	164
Motor	
Bedradingsschema.....	169
Beschermingsklasse.....	163
Detectie ontbrekende fase.....	21
Draairichting.....	186
Ex-d.....	47
Ex-e.....	24
Isolatie.....	189
Kabels.....	172, 186, 191
Lagerstromen beperken.....	189
Lekstroom.....	191
Losbreekkoppel.....	230
Parallele aansluiting.....	187
Specificaties uitgangen.....	63
Thermische beveiliging.....	23, 186
Thermistor, bedravingsconfiguratie.....	217
Typeplaatje.....	25
Volledig koppel.....	26
N	
Net	
Afscherming.....	7
Contactor.....	185
Netschakelaar.....	184
Netstoring.....	25
Schommelingen.....	22
Specificaties.....	63
Netwerkaansluiting.....	231

O

Omgeving.....	63, 162
Omgevingscondities	
Overzicht.....	162
Specificaties.....	63
Omvormer.....	205
Onbalans spanning.....	21
Onderhoud.....	163
Ontladingstijd.....	6
Opslag.....	161
Opslag condensator.....	161
Opties	
Beschikbaarheid behuizing.....	13, 14
Bestellen.....	48, 225, 228
Functionele uitbreidingen.....	46
Motion Control.....	47
Relaiskaarten.....	47
Veldbus.....	45
Zekeringen.....	180
Overbelasting	
Begrenzings.....	21
Probleem met harmonischen.....	201
Thermo-elektronische overbelastingsbeveiliging.....	23
Overspanning	
Alternatieve remfunctie.....	191
Beveiliging.....	20
Remmen.....	47
Overstroombeveiliging.....	168
Overtemperatuur.....	231
Overzicht protocol.....	233
P	
Pc.....	174
PELV.....	23, 65, 198
Periodiek formeren.....	161
PID	
PID-regelaar met 3 setpoints.....	34
Regelaar.....	23, 208, 211
Regeling.....	30
Pigtails.....	199
PLC.....	174
Pomp	
Condensor.....	37
Primair.....	38
Rendement.....	41
Secundair.....	40
Staging.....	42
Potentiometer.....	177, 216
Primaire pompen.....	38
Procesregeling.....	211
PROFIBUS.....	45, 228

PROFINET.....	45	Rendement	
Programmeerhandleiding.....	5	AMA gebruiken.....	23
Proportionaliteitswetten.....	28	Berekening.....	193
PTC-thermistorkaart.....	47	Formule voor rendement frequentieregelaar.....	229
Puls		Specificaties.....	51, 57
Bedradingsconfiguratie voor start/stop.....	214	Reserveonderdelen.....	228
Specificaties ingangen.....	65	Reset na alarm.....	215
R		Resonantiedemping.....	22
Radiofrequente interferentie.....	23	Reststroomapparaat.....	191, 192
RCM-markering.....	9	RFI	
Reductie		Filter.....	198
Automatische functie.....	21	Schakelaar met IT-net gebruiken.....	193
Bedrijf bij lage toerentallen.....	166	Rotor.....	21
Externe luchtkanalen.....	165	RS485	
Hoge schakelfrequentie.....	22	Bedradingsconfiguratie.....	217
Hoogte.....	166	Bedradingsschema.....	169
Overzicht en oorzaken.....	165	Installatie.....	231
Specificaties.....	64, 164	Klemmen.....	177
Tabellen.....	167	Overzicht.....	231
Referentie		Parameterwaarden.....	244
Actieve referentie.....	206	S	
Externe referentie.....	206	Safe Torque Off	
Externe verwerking van.....	206	Bedieningshandleiding.....	5
Invoer toerental.....	213, 214	Bedradingsconfiguratie.....	214
Regeling		Bedradingsschema.....	169
Beschrijving van de werking.....	205	Conformiteit met machinerichtlijn.....	8
Kenmerken.....	66	Klempositie.....	177
Structuren.....	209	Overzicht.....	27
Typen.....	211	Schakelaar	
Regeneratie		A53 en A54.....	64, 178
Beschikbaarheid.....	13, 14	Netschakelaar.....	49
Klemmen.....	92, 99, 111, 122, 222	Schakelfrequentie	
Overzicht.....	44	Gebruik met RCD's.....	192
Relais		Reductie.....	22
ADN-conforme installatie.....	7	Sinusfilter.....	47, 172
Kaart.....	47	Voedingsaansluitingen.....	172
Klemmen.....	178	Secundaire pompen.....	40
Optie.....	47	Sensoringangoptie.....	47
Specificaties.....	66	Seriële communicatie.....	177
Uitgebreide-relaiskaartoptie.....	47	Sets	
Remmen		Beschikbaarheid behuizing.....	19
Begrenzings.....	190	Beschrijvingen.....	227
Dynamisch remmen.....	42	Bestelnummers.....	227
Gebruik van een alternatieve remfunctie.....	191	Sinusfilter.....	47, 172
Regeling met remfunctie.....	191	Slipcompensatie.....	230
Remweerstand		Smart Logic Control	
Bedradingsschema.....	169	Bedradingsconfiguratie.....	219
Bestellen.....	228	Overzicht.....	26
Definitie.....	230	Softstarter.....	30
Design guide.....	5	Softwareversies.....	228
Formule voor nominaal vermogen.....	229	Specificaties ingangen.....	64
Keuze van.....	189	Start/stop, bedradingsconfiguratie.....	214, 215
Klemmen.....	173	Stijgtijd.....	194
Overzicht.....	47		
Veiligheid.....	7, 191		

STO.....	5
zie ook <i>Safe Torque Off</i>	
Stroom	
Basisstroom.....	201
Formule voor stroomgrens.....	229
Harmonische stroom.....	201
Interne stroomregeling.....	212
Kortstondige aard-.....	192
Lekstroom.....	191, 192
Motor beperken.....	189
Nominale uitgangsstroom.....	229
Vervorming.....	202
Stuurkaart	
Punt van uitschakeling wegens overtemperatuur.....	51, 57
Specificaties.....	67
Specificaties RS485.....	65
Stuurkabels.....	174, 178
Stuurklemmen.....	176
T	
Taalpakketten.....	221
Telegramlengte (LGE).....	233
Temperatuur.....	162
Terugkoppeling	
Conversie.....	209
Signaal.....	210
Verwerking.....	208
Thermistor	
Bedradingsconfiguratie.....	217
Bekabeling.....	175
Definitie.....	230
Klempositie.....	177
Thermo-elektronische overbelastingsbeveiliging.....	23
Toerental	
Bedradingsconfiguratie voor snelheid omhoog/omlaag.....	216
Bedradingsconfiguratie voor snelheidsreferentie.....	216
PID-terugkoppeling.....	211
Regeling.....	211
Tpm.....	28
Transductor.....	177
Transformator	
Aansluiting.....	173
Effecten van harmonischen.....	201
TÜV-certificaat.....	9
Typecode.....	221

U

Uitgang	
Contactor.....	193, 200
Schakelaar.....	21
Specificaties.....	65
Uitgebreide relaiskaart.....	47

Uitschakeling (trip)	
Definitie.....	231
Punten voor 380-480 V-frequentieregelaars.....	51
Punten voor 525-690 V-frequentieregelaars.....	57
Uitvoerbependingen.....	9
UKrSEPRO-certificaat.....	9
UL	
Beschermingsklasse behuizing.....	10
Markering vermelding.....	9
USB-specificaties.....	67

V

Variabel luchtvolume.....	33
VAV.....	33
Veiligheid	
Bedieningsinstructies.....	6, 168
Veldbus.....	45, 175
Ventilatoren	
Externe voeding.....	173
Temperatuurgeregelde ventilatoren.....	22
Vereiste luchtstroom.....	164, 165
Vermogen	
Aansluitingen.....	170
Nominale waardes.....	12, 51, 57
Verliezen.....	51, 57
Verwarming	
Bedradingsschema.....	169
Gebruik.....	162
Vliegende start.....	25
Vochtigheid.....	162
Voorverwarming.....	26
Vrije ruimte bij deur.....	70
Vrijloop.....	245
VVC+.....	212

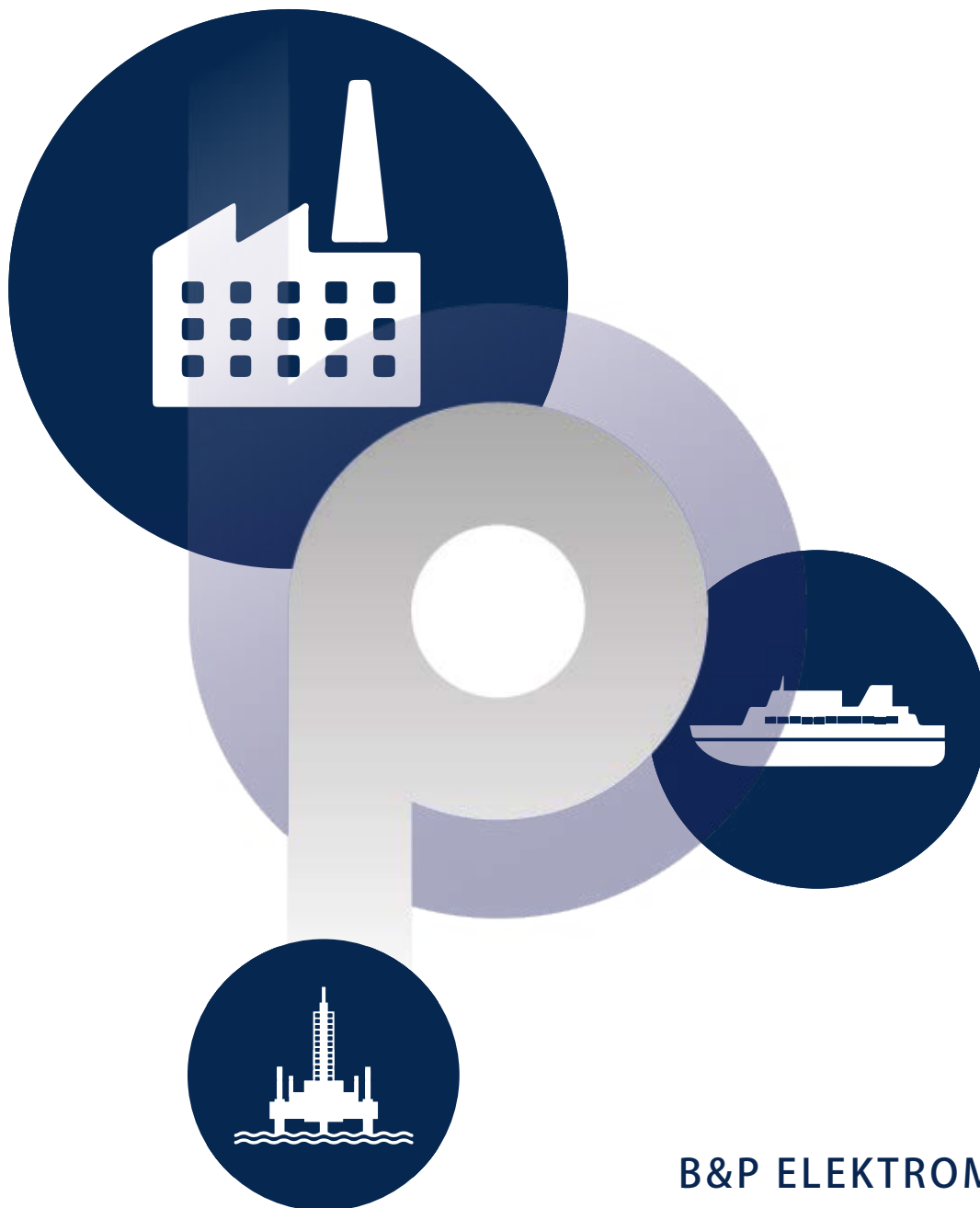
W

Waarschuwing voor hoge spanning.....	6
Waarschuwingen.....	6, 168
Wartelplaat.....	70
Weerstandsrem.....	43
Woonomgeving.....	197

Z

Zekeringen

Conformiteit.....	180
Extra.....	182
Handmatige motorregelaar.....	182
Ingangscontactor.....	185
Net.....	183
Netschakelaar.....	184
Op 30 A afgezeerde klemmen.....	183
Opties.....	180
Pilz-relais.....	183
Specificaties voor 380-480 V.....	51
Specificaties voor 525-690 V.....	57
Stuurtransformator.....	183
Ventilator.....	182
Voeding/halfgeleider.....	180
Voor gebruik met voedingsaansluitingen.....	170
Waarschuwing overstroombeveiliging.....	168
Zonder terugkoppeling.....	209, 210



B&P ELEKTROMOTOREN BV

Ampèrestraat 8F
4004 KB Tiel

info@bnpelektromotoren.nl

+31 (0)344 616 267

BTW nr. NL819113918B01

KvK nr. 30237800

ING Bank NL60 INGB 0675 304 792



www.bnpelektromotoren.nl