



Projektierungshandbuch VLT[®] Parallel Drive Modules

250–1200 kW



Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	5
1.1 Zweck des Projektierungshandbuchs	5
1.2 Dokument- und Softwareversion	5
1.3 Zusätzliche Materialien	5
2 Sicherheit	6
2.1 Sicherheitssymbole	6
2.2 Qualifiziertes Personal	6
2.3 Sicherheitsmaßnahmen	6
3 Zulassungen und Zertifizierungen	8
3.1 CE-Zeichen	8
3.2 Niederspannungsrichtlinie	8
3.3 EMV-Richtlinie	8
3.4 Maschinenrichtlinie	8
3.5 UL-Konformität	9
3.6 Zeichen für RCM-Konformität	9
3.7 Exportkontrollvorschriften	9
4 Produktübersicht	10
4.1 Datenblatt für Frequenzumrichtermodul	10
4.2 Datenblatt für System mit 2 Frequenzumrichtermodulen	11
4.3 Datenblatt für System mit 4 Frequenzumrichtermodulen	12
4.4 Aufbau des Frequenzumrichtersystems	12
4.5 Rückseitiger Kühlkanal – Beispiele	15
5 Produktfunktionen	17
5.1 Automatisierte Funktionen	17
5.2 Programmierbare Funktionen	19
5.3 Safe Torque Off (STO)	21
5.4 Systemüberwachung	22
6 Spezifikationen	25
6.1 Umrichtermodulabmessungen	25
6.2 Abmessungen des Steuerfachs	28
6.3 Abmessungen eines Systems mit 2 Frequenzumrichtermodulen	29
6.4 Abmessungen eines Systems mit 4 Frequenzumrichtermodulen	33
6.5 Leistungsabhängige Spezifikationen	41
6.5.1 VLT® HVAC Drive FC 102	41
6.5.2 VLT® AQUA Drive FC 202	45
6.5.3 VLT® AutomationDrive FC 302	50

6.6 Netzversorgung zum Frequenzumrichtermodul	55
6.7 Motorausgang und Motordaten	55
6.8 Transformatorspezifikationen zu 12 Puls	55
6.9 Umgebungsbedingungen Drive Modules	55
6.10 Kabelspezifikationen	56
6.11 Steuereingang/-ausgang und Steuerdaten	56
6.12 Leistungsreduzierungsspezifikationen	60
7 Bestellinformationen	63
7.1 Bestellformular	63
7.2 Antriebskonfigurator	63
7.3 Optionen und Zubehör	69
7.3.1 General Purpose Input Output Module MCB 101	70
7.3.2 Galvanische Trennung im VLT® General Purpose I/O MCB 101	70
7.3.3 Digitaleingänge – Klemme X30/1–4	71
7.3.4 Analogeingänge – Klemme X30/11, 12	71
7.3.5 Digitalausgänge – Klemme X30/6, 7	71
7.3.6 Analogausgang – Klemme X30/8	71
7.3.7 VLT® Encoder Input MCB 102	72
7.3.8 VLT® Resolver Input MCB 103	73
7.3.9 VLT®- Relay Card MCB 105	75
7.3.10 VLT® 24-V-DC-Supply MCB 107	77
7.3.11 VLT® PTC- Thermistor Card MCB 112	78
7.3.12 VLT® Extended Relay Card MCB 113	79
7.3.13 Bremswiderstände	80
7.3.14 Sinusfilter	80
7.3.15 du/dt-Filter	81
7.3.16 Fern-Einbausatz für das LCP	81
7.4 Checkliste zur Auslegung der Anlage	82
8 Erwägungen bei der Installation	84
8.1 Betriebsumgebung	84
8.2 Minimale Systemanforderungen	85
8.3 Elektrische Anforderungen für Zertifizierungen und Zulassungen	87
8.4 Sicherungen und Trennschalter	88
9 EMV und Oberschwingungen	90
9.1 Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen	90
9.2 EMV-Prüfergebnisse	91
9.3 Emissionsanforderungen	95
9.4 Störfestigkeitsanforderungen	96

9.5 EMV-Empfehlungen	97
9.6 Allgemeine Aspekte zur Oberschwingungen	100
9.7 Oberschwingungsanalyse	100
9.8 Einfluss von Oberschwingungen in einer Energieverteilungsanlage	101
9.9 Normen und Anforderungen zur Oberschwingungsbegrenzung	102
9.10 VLT® Parallel Drive Modules-Oberschwingungskonformität	102
9.11 Galvanische Trennung	102
10 Motor	104
10.1 Motorkabel	104
10.2 Motordrosselisolation	104
10.3 Motorlagerströme	104
10.4 Thermischer Motorschutz	105
10.5 Motorklemmenverbindungen	107
10.6 Extreme Betriebszustände	113
10.7 dU/dt-Bedingungen	114
10.8 Parallelschaltung von Motoren	115
11 Netz	117
11.1 Netzkonfigurationen	117
11.2 Klemmenverbindungen des Versorgungsnetzes	117
11.3 Konfiguration des 12-Puls-Trennschalters	117
12 Steuerkabel	120
12.1 Führung von Steuerleitungen	120
12.2 Steuerklemmen	121
12.3 Relaisausgang	123
13 Bremsung	125
13.1 Verschiedene Bremsarten	125
13.2 Bremswiderstand	125
14 PI-Regler	130
14.1 Übersicht über Drehzahl- und Drehmomentregelung	130
14.2 Steuerverfahren	130
14.3 Regelungsstruktur bei VVC ⁺ Advanced Vector Control	133
14.4 Regelungsstruktur bei Fluxvektor ohne Geber	134
14.5 Regelungsstruktur bei Fluxvektor mit Geber	134
14.6 Interner Stromgrenzenregler in Betriebsart VVC ⁺	135
14.7 Hand- und Fern-Betrieb	135
14.8 Smart Logic Controller	136

15 Sollwertverarbeitung	139
15.1 Sollwertgrenzen	140
15.2 Skalierung von Festsollwerten	141
15.3 Skalierung von Analog- und Pulssollwerten und Istwert	141
15.4 Totzone um Null	142
16 PID-Regler	146
16.1 PID-Drehzahlregler	146
16.2 PID-Prozessregler	149
16.3 Optimierung von PID-Reglern	153
17 Anwendungsbeispiele	155
17.1 Automatische Motoranpassung (AMA)	155
17.2 Analoger Drehzahlsollwert	155
17.3 Start/Stopp	156
17.4 Externe Alarmquittierung	157
17.5 Drehzahlsollwert mit manuellem Potenziometer	157
17.6 Drehzahl auf/Drehzahl ab	158
17.7 RS485-Netzwerkverbindung	158
17.8 Motorthermistor	159
17.9 Relaiskonfiguration mit Smart Logic Control	159
17.10 Mechanische Bremssteuerung	160
17.11 Drehgeberverbindung	160
17.12 Drehgeberrichtung	161
17.13 Frequenzumrichtersystem mit Rückführung	161
17.14 Programmierung von Momentengrenze und Stopp	161
18 Anhang	163
18.1 Haftungsausschluss	163
18.2 Konventionen	163
18.3 Glossar	163
Index	167

1 Einführung

1.1 Zweck des Projektierungshandbuchs

Dieses Projektierungshandbuch ist für Projektingenieure und Anlagenbauer, Planungsberater sowie Anwendungs- und Produktspezialisten bestimmt. Es enthält technische Informationen zu den Möglichkeiten und Funktionen des Frequenzumrichters zur Integration in Steuerungs- und Überwachungssysteme für Motoren. Detaillierte Informationen bezüglich Betrieb, Anforderungen und Empfehlungen für die Systemintegration sind ebenfalls enthalten. Zudem enthält das Handbuch Informationen zur Eingangsleistung, dem Ausgang für die Motorsteuerung und Umgebungsbedingungen zum Betrieb des Frequenzumrichters.

Ebenfalls enthalten sind Informationen zu Sicherheitsfunktionen, Fehlerbedingungsüberwachung, Berichtsfunktionen zur Betriebsbereitschaft, seriellen Kommunikationsfunktionen und programmierbaren Optionen.

Projektierungsdetails wie Standortanforderungen, Kabel, Sicherungen, Steuerkabel, Größe und Gewicht von Geräten und weitere kritische Informationen, die zur Planung der Systemintegration erforderlich sind, können Sie dem Handbuch ebenfalls entnehmen.

Die Verfügbarkeit aller detaillierten Produktinformationen in der Projektierungsphase ist für die Entwicklung einer ausgereiften Anlage mit optimaler Funktionalität und Effizienz sehr hilfreich.

VLT® ist eine eingetragene Marke.

1.2 Dokument- und Softwareversion

Dieses Handbuch wird regelmäßig geprüft und aktualisiert. Alle Verbesserungsvorschläge sind willkommen. *Tabelle 1.1* zeigt die Dokumentenversion und die entsprechende Softwareversion an.

Ausgabe	Anmerkungen	Softwareversion
MG37N2xx	Aktualisierte Spezifikationen	7.5x

Tabelle 1.1 Dokument- und Softwareversion

1.3 Zusätzliche Materialien

Es stehen zusätzliche Handbücher zur Verfügung, die Ihnen helfen, erweiterte Funktionen und die Programmierung von Frequenzumrichtern zu verstehen:

- Das VLT® Parallel Drive Modules 250–1200 kW *Installationshandbuch* beschreibt die mechanische

und elektrische Installation dieser Frequenzumrichtermodule.

- Das VLT® Parallel Drive Modules 250–1200 kW *Benutzerhandbuch* beschreibt ausführlich die Verfahren für die Inbetriebnahme, eine grundlegende Programmierung für den Betrieb sowie Funktionsprüfungen. Zudem enthält es eine Beschreibung der Benutzerschnittstelle, Anwendungsbeispiele, Informationen zu Fehlersuche- und -behebung sowie Spezifikationen.
- Ziehen Sie das relevante VLT® HVAC Drive FC102, VLT® AQUA Drive FC202 oder VLT® AutomationDrive FC302-Programmierhandbuch der entsprechenden Serie der VLT® Parallel Drive Modules zu Rate, die zum Einrichten des Frequenzumrichtersystems verwendet werden. Das Programmierhandbuch enthält umfassendere Informationen über das Arbeiten mit Parametern und bietet Anwendungsbeispiele.
- Das *Wartungshandbuch VLT® FC Series, Baugröße D* enthält detaillierte Wartungsinformationen, einschließlich Informationen bezüglich den VLT® Parallel Drive Modules.
- Die *Bedienungsanleitung VLT® Frequency Converters – Safe Torque Off* enthält Sicherheitsrichtlinien und beschreibt den Betrieb sowie Spezifikationen der Safe Torque Off-Funktion.
- Das *Projektierungshandbuch VLT® Brake Resistor MCE 101* beschreibt, wie Sie einen geeigneten Bremswiderstand für die jeweilige Anwendung auswählen.
- Das *Projektierungshandbuch VLT® FC-Serie Ausgangsfilter* beschreibt, wie Sie einen geeigneten Ausgangsfilter für die jeweilige Anwendung auswählen.
- Die *VLT® Parallel Drive Modules Stromschienensatz-Installationsanweisungen* enthalten detaillierte Informationen zur Installation des Stromschienensatzes.
- Die *VLT® Parallel Drive Modules-Kühlkanaleinbausatz-Installationsanweisungen* enthalten detaillierte Informationen zur Installation des Kühlkanals.

Zusätzliche Veröffentlichungen und Handbücher sind verfügbar auf Danfoss. Eine Liste finden Sie unter drives.danfoss.com/knowledge-center/technical-documentation/ für Auflistungen.

2

2 Sicherheit

2.1 Sicherheitssymbole

In diesem Handbuch werden folgende Symbole verwendet:

⚠️ WARNUNG

Weist auf eine potenziell gefährliche Situation hin, die zu schweren Verletzungen oder sogar zum Tod führen kann!

⚠️ VORSICHT

Weist auf eine potenziell gefährliche Situation hin, die zu leichten oder mittelschweren Verletzungen führen kann. Die Kennzeichnung kann ebenfalls als Warnung vor unsicheren Verfahren dienen.

HINWEIS

Weist auf eine wichtige Information hin, z. B. eine Situation, die zu Geräte- oder sonstigen Sachschäden führen kann.

2.2 Qualifiziertes Personal

Der einwandfreie und sichere Betrieb der VLT® Parallel Drive Modules setzt fachgerechten und zuverlässigen Transport voraus. Lagerung und Installation müssen diese Anforderungen ebenfalls erfüllen. Nur qualifiziertes Fachpersonal darf dieses Gerät installieren.

Qualifiziertes Fachpersonal sind per Definition geschulte Mitarbeiter, die gemäß den einschlägigen Gesetzen und Vorschriften zur Installation von Betriebsmitteln, Systemen und Schaltungen berechtigt sind. Außerdem muss das Personal mit allen Anweisungen und Sicherheitsmaßnahmen gemäß dieser Anleitung vertraut sein.

2.3 Sicherheitsmaßnahmen

⚠️ WARNUNG

HOCHSPANNUNG

Bei Anschluss an ein Versorgungsnetz führt das Frequenzumrichtersystem Hochspannung. Erfolgt die Installation des Frequenzumrichtersystems nicht durch qualifiziertes Personal, kann dies zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen!

- Nur qualifiziertes Personal darf das Frequenzumrichtersystem installieren.

⚠️ WARNUNG

ENTLADEZEIT

Das Frequenzumrichtermodul enthält Zwischenkreiskonkondensatoren. Sobald der Netzstrom an den Frequenzumrichter angelegt wird, können diese Kondensatoren geladen bleiben, auch wenn die Stromversorgung getrennt wird. Auch wenn die Warn-LED nicht leuchtet, kann Hochspannung vorliegen. Das Nichteinhalten der Wartezeit von 20 Minuten nach dem Trennen der Stromversorgung vor Wartungs- oder Reparaturarbeiten kann zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen!

1. Stoppen Sie den Motor.
2. Trennen Sie die Netzversorgung und alle externen DC-Zwischenkreisversorgungen, einschließlich externer Batterie-, USV- und DC-Zwischenkreisverbindungen mit anderen Frequenzumrichtern.
3. Trennen oder verriegeln Sie den PM-Motor.
4. Warten Sie mindestens 20 Minuten lang die vollständige Entladung der Kondensatoren ab, bevor Sie Wartungs- oder Reparaturarbeiten durchführen.

⚠️ WARNUNG**GEFAHR DURCH ERDABLEITSTROM (>3,5 mA)**

Die Erdableitströme überschreiten 3,5 mA. Eine nicht vorschriftsgemäße Erdung des Frequenzumrichtersystems kann zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen! Befolgen Sie im Hinblick auf die Schutzerdung von Geräten mit einem Erdableitstrom von mehr als 3,5 mA alle nationalen und lokalen Vorschriften. Die Frequenzumrichtertechnik nutzt hohe Schaltfrequenzen bei gleichzeitig hoher Leistung. Das Schalten erzeugt einen Ableitstrom in der Erdverbindung. Ein Fehlerstrom im Frequenzumrichtersystem an den Ausgangsleistungsklemmen kann eine Gleichstromkomponente enthalten, die die Filterkondensatoren laden und einen transienten Erdstrom verursachen kann. Der Erdableitstrom hängt von verschiedenen Faktoren bei der Systemkonfiguration ab, wie EMV-Filter, abgeschirmte Motorkabel und Leistung des Frequenzumrichtersystems. EN/IEC 61800-5-1 (Produktnorm für elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl) stellt besondere Anforderungen, wenn der Erdableitstrom 3,5 mA übersteigt.

Verstärken Sie die Erdung auf eine der folgenden Arten:

- Lassen Sie die ordnungsgemäße Erdung der Geräte durch einen zertifizierten Elektroinstallateur überprüfen.
- Das Erdungskabel muss einen Querschnitt von mindestens 10 mm² (6 AWG) aufweisen.
- Zwei getrennt verlegte Erdungskabel, die die vorgeschriebenen Maße einhalten.

Weitere Informationen finden Sie in der Norm EN 60364-5-54 § 543.7.

3 Zulassungen und Zertifizierungen

Frequenzumrichter werden in Übereinstimmung mit den in diesem Abschnitt beschriebenen Richtlinien konstruiert.



Tabelle 3.1 Zulassungen

3.1 CE-Zeichen

Das CE-Zeichen (Communauté Européenne) zeigt an, dass der Hersteller des Produkts alle einschlägigen EU-Richtlinien einhält. Die EU-Richtlinien, die für Auslegung und Konstruktion von Frequenzumrichtern sind die Niederspannungsrichtlinie, die EMV-Richtlinie und die Maschinenrichtlinie (für Geräte mit integrierter Sicherheitsfunktion).

Die CE-Kennzeichnung soll für einen freien Handel zwischen der EG und Mitgliedsstaaten der EFTA (Europäische Freihandelsassoziation) innerhalb der EWE technische Barrieren beseitigen. Über die Qualität eines Produkts sagt die CE-Kennzeichnung nichts aus. Auch gibt sie keinen Aufschluss zu technischen Spezifikationen.

3.2 Niederspannungsrichtlinie

Frequenzumrichter werden als elektronische Komponenten klassifiziert und müssen in Übereinstimmung mit der Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU die CE-Kennzeichnung tragen. Die Richtlinie gilt für alle elektrischen Geräte in den Spannungsbereichen 50–1000 V AC und 75–1500 V DC.

Die Richtlinie schreibt vor, dass aufgrund der Konstruktion der Betriebsmittel gewährleistet ist, dass diese bei einer ordnungsgemäßen Installation und Wartung sowie einer bestimmungsgemäßen Verwendung die Sicherheit von Menschen und Nutztieren sowie die Erhaltung von Sachwerten nicht gefährden. Danfoss CE-Kennzeichnungen sind mit der Niederspannungsrichtlinie konform und liefern auf Wunsch eine Konformitätserklärung.

3.3 EMV-Richtlinie

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) bedeutet, dass elektromagnetische Störungen zwischen Geräten deren Leistung nicht beeinträchtigt. Die grundlegende Schutzanforderung der EMV-Richtlinie 2014/30/EU gibt vor, dass Betriebsmittel, die elektromagnetische Störungen verursachen oder deren Betrieb durch diese Störungen

beeinträchtigt werden kann, bei einer ordnungsgemäßen Installation und Wartung sowie einer bestimmungsgemäßen Verwendung so ausgelegt sein müssen, dass ihre erreichten elektromagnetischen Störungen begrenzt sind und die Betriebsmittel eine bestimmte Störfestigkeit aufweisen.

Ein Frequenzumrichter kann als Stand-alone-Gerät oder als Teil einer komplexeren Anlage eingesetzt werden. Als Stand-alone-Einheiten oder als Teil einer Anlage verwendete Geräte müssen CE-Kennzeichnungen verwenden. Anlagen müssen nicht über eine CE-Kennzeichnung verfügen, jedoch den grundlegenden Schutzanforderungen der EMV-Richtlinie entsprechen.

3.4 Maschinenrichtlinie

Frequenzumrichter werden gemäß der Niederspannungsrichtlinie als elektronische Komponenten eingestuft, jedoch müssen Frequenzumrichter mit integrierter Sicherheitsfunktion mit der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG konform sein. Frequenzumrichter ohne Sicherheitsfunktion fallen nicht unter die Maschinenrichtlinie. Wird ein Frequenzumrichter jedoch in ein Maschinensystem integriert, so stellt Danfoss Informationen zu Sicherheitsaspekten des Motors zur Verfügung.

Die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG bezieht sich auf Maschinen, die aus einem Aggregat mehrerer zusammenwirkender Komponenten oder Betriebsmittel bestehen, von denen mindestens eine(s) mechanisch beweglich ist. Die Richtlinie schreibt vor, dass aufgrund der Konstruktion der Betriebsmittel gewährleistet ist, dass diese bei einer ordnungsgemäßen Installation und Wartung sowie einer bestimmungsgemäßen Verwendung die Sicherheit von Menschen und Nutztieren sowie die Erhaltung von Sachwerten nicht gefährden.

Kommen Frequenzumrichter in Maschinen mit mindestens einem beweglichen Teil zum Einsatz, muss der Maschinenhersteller eine Erklärung zur Verfügung stellen, die die Übereinstimmung mit allen einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen und Sicherheitsrichtlinien bestätigt. Danfoss Die CE-Kennzeichnungen sind mit der Maschinenrichtlinie für Frequenzumrichter mit integrierter Sicherheitsfunktion konform und liefern auf Wunsch eine Konformitätserklärung.

3.5 UL-Konformität

Siehe *Kapitel 8.3 Elektrische Anforderungen für Zertifizierungen und Zulassungen*, um sicherzustellen, dass der Frequenzumrichter die UL-Sicherheitsanforderungen erfüllt.

3.6 Zeichen für RCM-Konformität

Die RCM-Kennzeichnung zeigt eine Übereinstimmung mit den einschlägigen technischen Standards zur elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) an. Eine RCM-Konformität ist für die Markteinführung elektrischer und elektronischer Geräte auf dem Markt in Australien und Neuseeland erforderlich. Die RCM-Richtlinien befassen sich mit leitungsgeführter und abgestrahlter Störaussendung. Wenden Sie für Frequenzumrichter die in EN/IEC 61800-3 angegebenen Störaussendungsbeschränkungen an. Eine Konformitätserklärung ist auf Anfrage erhältlich.

3.7 Exportkontrollvorschriften

Frequenzumrichter können regionalen und/oder nationalen Exportkontrollvorschriften unterliegen.

Frequenzumrichter, die Exportkontrollvorschriften unterliegen, sind mit einer ECCN-Nummer gekennzeichnet.

Die ECCN-Nummer finden Sie in den Dokumenten, die Sie mit dem Frequenzumrichter erhalten.

Im Falle einer Wiederausfuhr ist der Exporteur dafür verantwortlich, die Einhaltung aller geltenden Exportkontrollvorschriften sicherzustellen.

4 Produktübersicht

4.1 Datenblatt für Frequenzumrichtermodul

- Nennleistung bei 380-500 V
 - HO: 160–250 kW (250–350 HP).
- Nennleistung bei 525-690 V
 - HO: 160–315 kW (200–450 HP).
- Gewicht
 - 125 kg.
- Schutzart
 - IP 00.
 - NEMA-Typ 00.

4

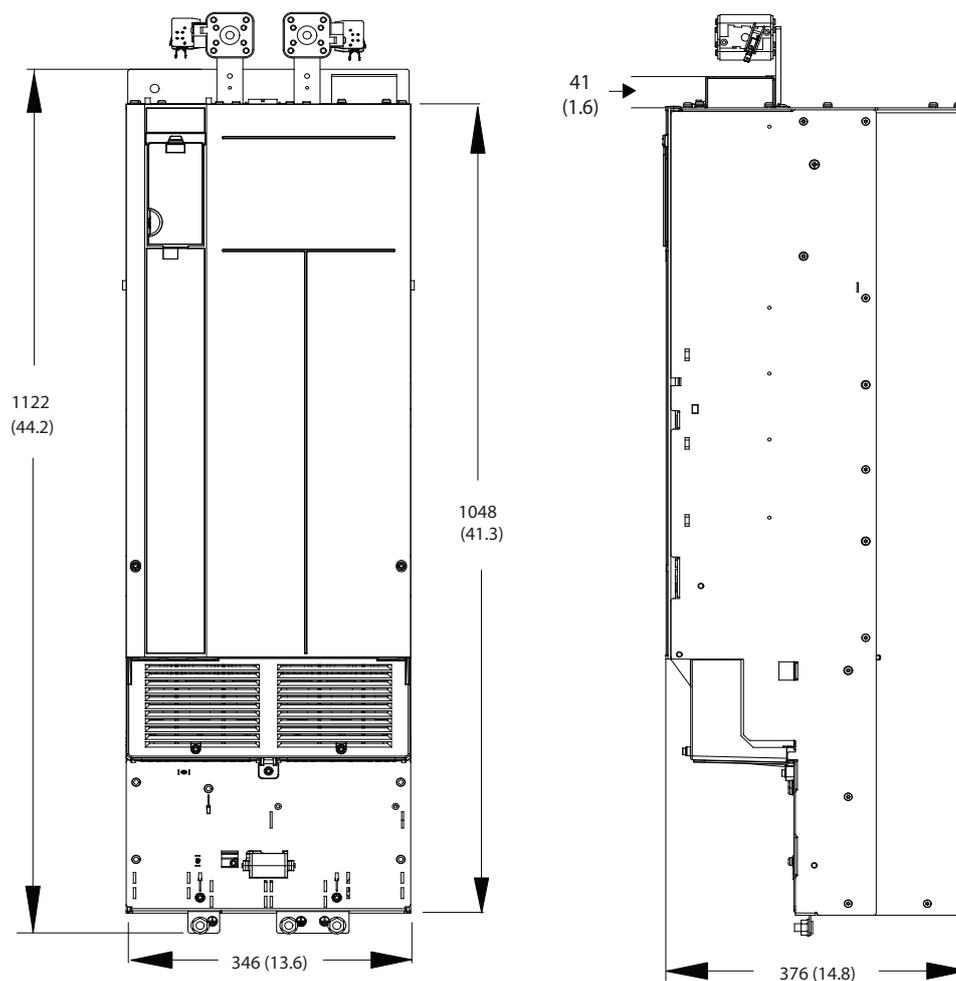


Abbildung 4.1 Umrichtermodulabmessungen

Verfügbare Danfoss-Optionen:

- System mit 2 Frequenzumrichtermodulen
- System mit 4 Frequenzumrichtermodulen

4.2 Datenblatt für System mit 2 Frequenzumrichtermodulen

- Nennleistung bei 380-500 V
 - HO: 250–450 kW (350–600 HP).
 - NO: 315–500 kW (450–600 HP).
- Nennleistung bei 525-690 V
 - HO: 250–560 kW (300–600 HP).
 - NO: 315–630 kW (350–650 HP).
- Gewicht
 - 450 kg.
- Schutzart
 - IP54 (gezeigt). IP-Schutzart festgelegt durch Kundenanforderung.
 - NEMA-Typ 12 (gezeigt).

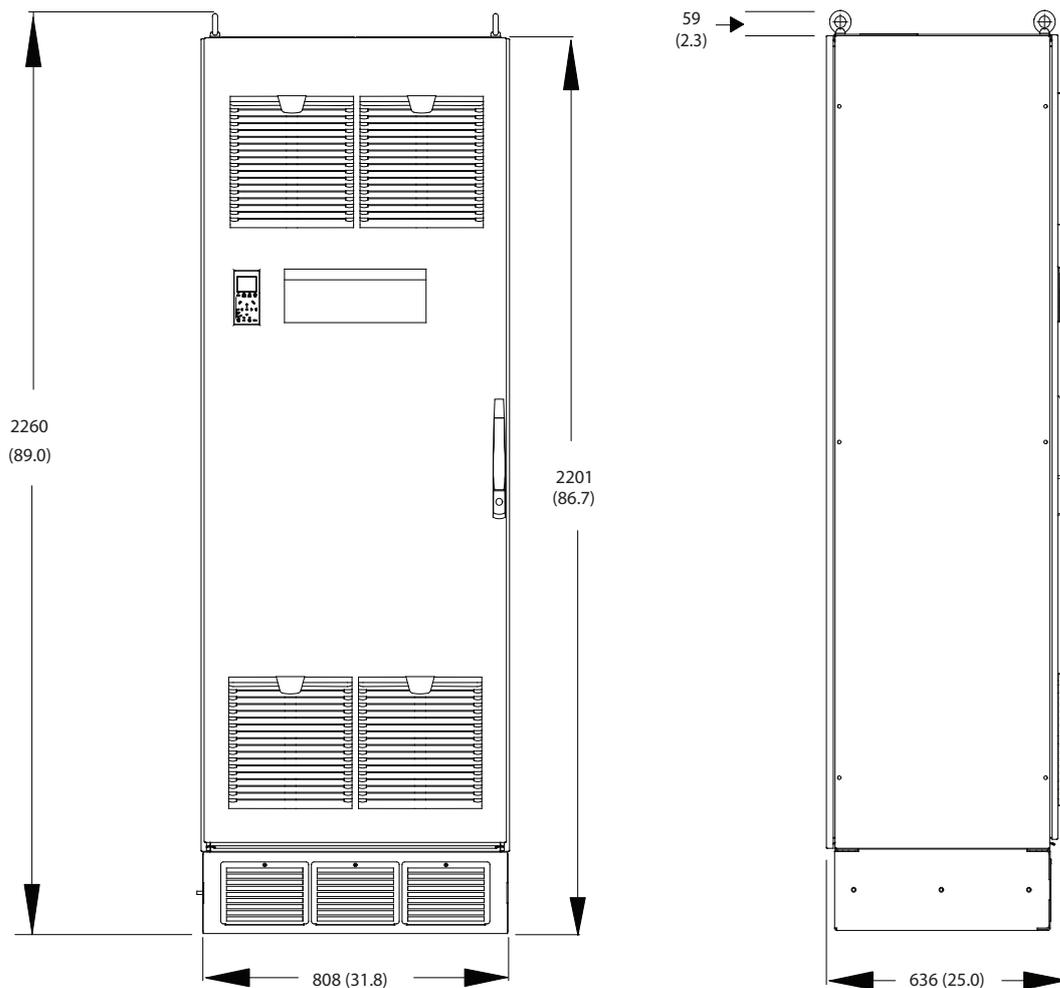


Abbildung 4.2 System mit 2 Frequenzumrichtermodulen mit minimalen Schaltschrankabmessungen

Verfügbare Danfoss-Optionen:

- 6-Puls-Sammelschienenensatz
- 12-Puls-Sammelschienenensatz
- Bausatz für rückseitigen Kühlkanal – Einlass Rücks./Auslass Rücks.
- Bausatz für rückseitigen Kühlkanal – Einlass Rücks./Auslass Obers.
- Bausatz für rückseitigen Kühlkanal – Einlass Unters./Auslass Rücks.
- Bausatz für rückseitigen Kühlkanal – Einlass Unters./Auslass Obers.

4.3 Datenblatt für System mit 4 Frequenzumrichtermodulen

- Nennleistung bei 380-500 V
 - HO: 500–800 kW (650–1200 HP).
 - NO: 560–1000 kW (750–1350 HP).
- Nennleistung bei 525-690 V
 - HO: 630–1000 kW (650–1150 HP).
 - NO: 710–1200 kW (750–1350 HP).
- Gewicht
 - 910 kg.
- Schutzart
 - IP54 (gezeigt). IP-Schutzart festgelegt durch Kundenanforderung.
 - NEMA-Typ 12 (gezeigt).

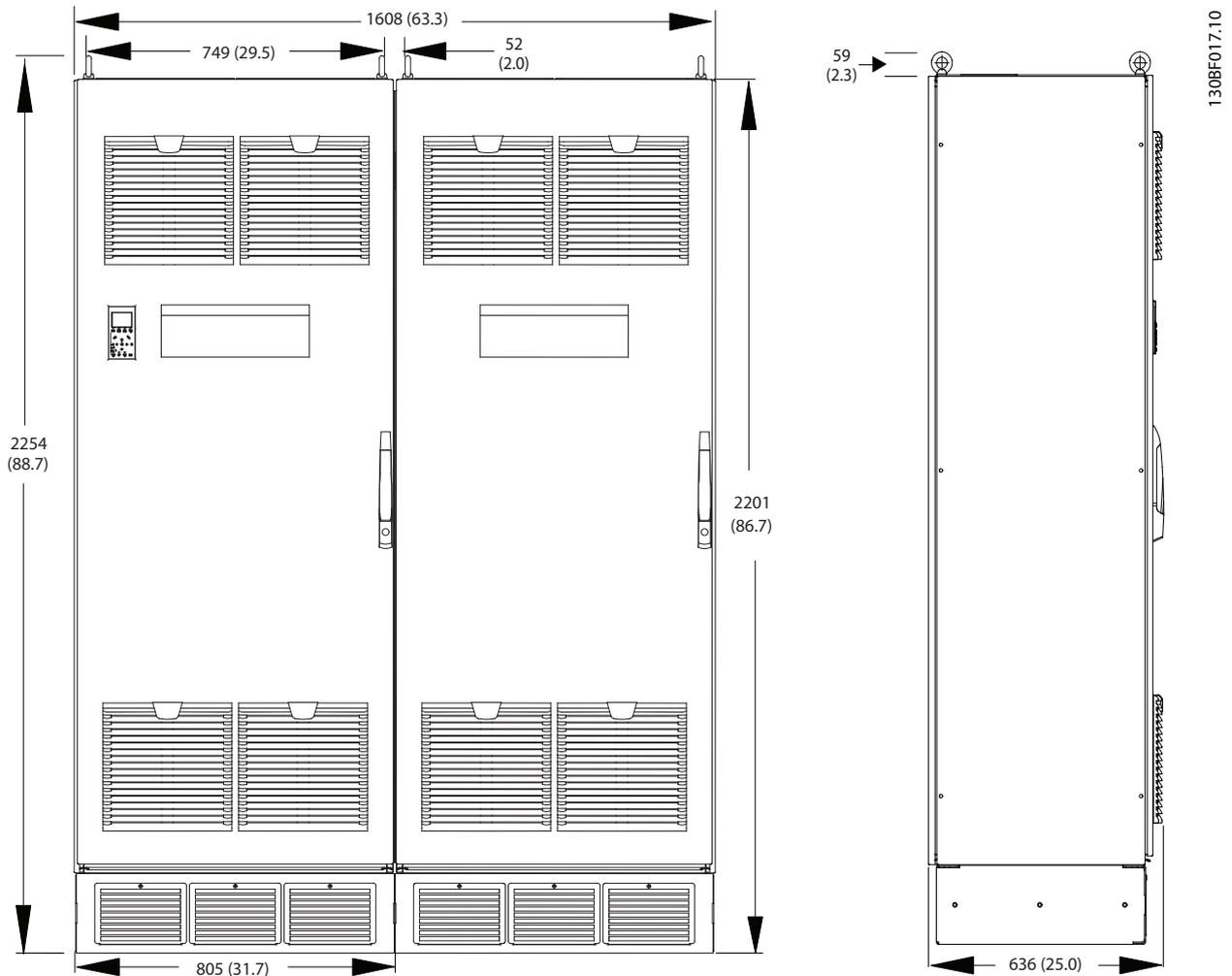


Abbildung 4.3 System mit 4 Frequenzumrichtermodulen mit minimalen Schaltschrankabmessungen

Verfügbare Danfoss-Optionen:

- 6-Puls-Sammelschienenensatz
- 12-Puls-Sammelschienenensatz
- Bausatz für rückseitigen Kühlkanal – Einlass Rücks./Auslass Rücks.
- Bausatz für rückseitigen Kühlkanal – Einlass Rücks./Auslass Obers.
- Bausatz für rückseitigen Kühlkanal – Einlass Unters./Auslass Rücks.
- Bausatz für rückseitigen Kühlkanal – Einlass Unters./Auslass Obers.

4.4 Aufbau des Frequenzumrichtersystems

Das Frequenzumrichtersystem wird vom Installateur unter Verwendung des VLT® Parallel Drive Modules Basis-Bausatzes und sämtlicher ausgewählter Optionensätze konstruiert, um die angegebenen Leistungsanforderungen zu erfüllen. Der Basis-Bausatz besteht aus den Verbindungsteilen und 2 bzw. 4 Frequenzumrichtermodulen, die parallel geschaltet sind.

Der Basis-Bausatz enthält die folgenden Komponenten:

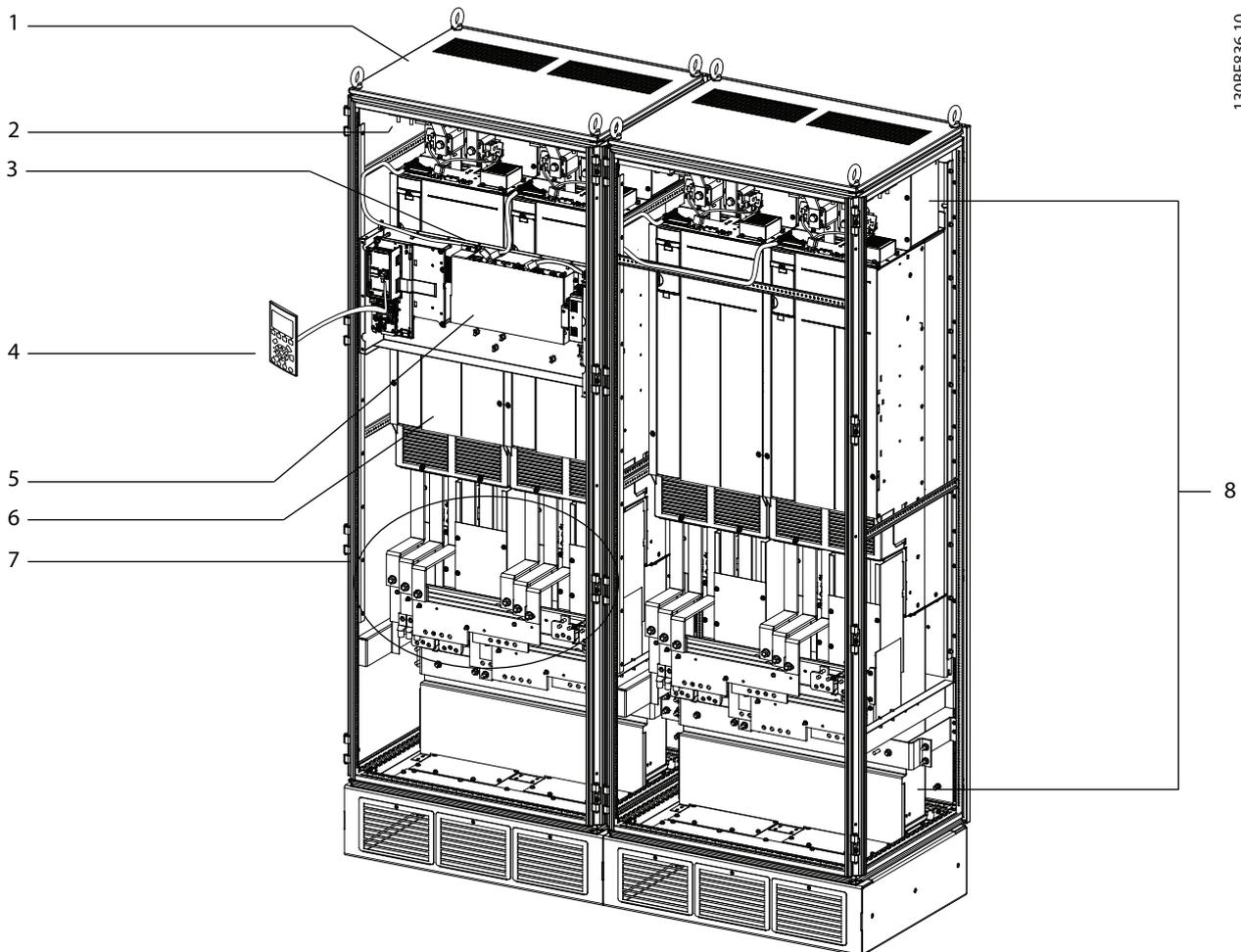
- Frequenzumrichtermodule
- Steuerfach
- Kabelbäume
 - Eine Flachbandleitung mit 44-poligem Stecker (an beiden Enden des Kabels).
 - Ein Relaiskabel mit 16-poligem Stecker (an 1 Ende des Kabels).
 - DC-Sicherungs-Mikroschalterkabel mit 2-poligen Steckern (an einem Ende des Kabels).
- DC-Sicherungen
- Mikroschalter

Weitere Komponenten wie Stromschienensätze und Einbausätze für rückseitige Kühlkanäle sind zur Anpassung des Frequenzumrichtersystems erhältlich.

Abbildung 4.4 zeigt ein aus 4 Frequenzumrichtermodulen bestehendes System. Ein System, in dem 2 Frequenzumrichtermodule eingesetzt werden, ist abgesehen von den Verbindungsteilen identisch. Das abgebildete Frequenzumrichtersystem zeigt den Bausatz für den Kühlkanal und den Stromschienen-Optionssatz. Der Installateur kann jedoch andere Verbindungsmethoden verwenden, einschließlich Stromschienen und Stromkabel aus spezieller Fertigung.

HINWEIS

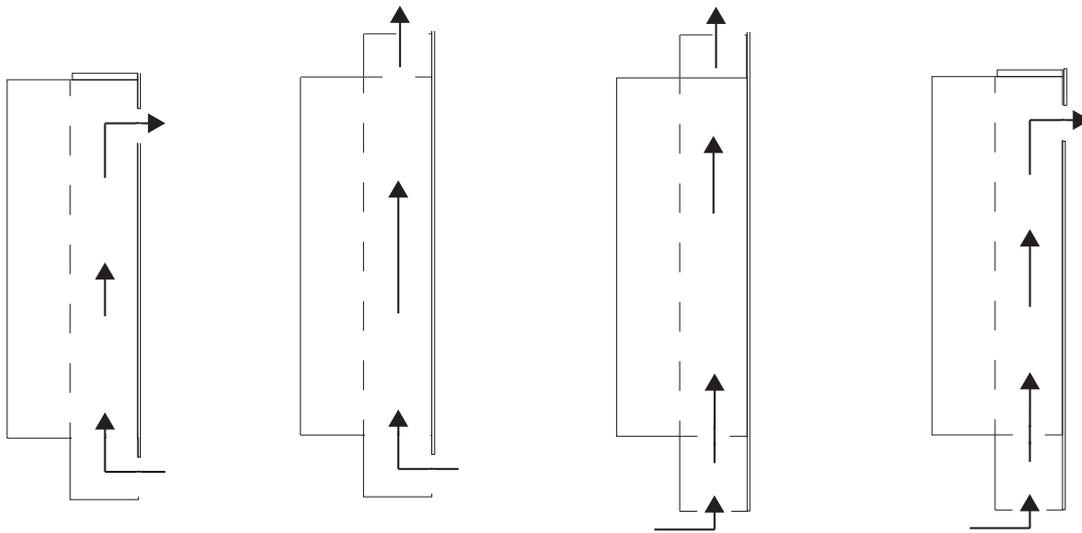
Der Installateur ist verantwortlich für alle Details der Frequenzumrichtersystemkonstruktion, einschließlich Anschlüssen. Sollte der Installateur darüber hinaus nicht die von Danfoss empfohlene Konstruktion verwenden, muss er separate Zulassungen beschaffen.



Nu mm er	Bezeichnung	Funktionen
1	Schaltschrank (vom Instal- lateur bereitgestellt)	Zur Unterbringung der Frequenzumrichtermodule und anderer Komponenten des Frequenzumrichtersystems.
2	DC- Stromschienen (Teil der Stromschie- nensatz- Option)	Zur Parallelschaltung der DC-Klemmen der Frequenzumrichtermodule. Der Satz kann bei Danfoss bestellt oder vom Schaltschrankkonstrukteur zusammengestellt werden.
3	Kabelbaum	Zum Verbinden verschiedener Komponenten mit dem Steuerfach.
4	LCP	Die Bedieneinheit, in der Schaltschranktür montiert abgebildet. Ermöglicht dem Bediener die Überwachung und Regelung von System und Motor.
5	Steuerfach	Besteht aus einer MDCIC (Multi-Drive Control Interface Card), einer Steuerkarte, einem LCP, einem Sicherheitsrelais und einem Schaltnetzteil. Die MDCIC dient als Schnittstelle zwischen LCP und Steuerkarte mit Leistungskarten in den einzelnen Frequenzumrichtermodulen.
6	Frequenzum- richtermodule	Sie können 2 oder 4 Frequenzumrichtermodule parallel schalten, um ein Frequenzumrichtersystem zu bilden.
7	Stromschie- nensatz (optional)	Zur Parallelschaltung von Motor-, Netz- und Erdungsklemmen der Frequenzumrichtermodule. Der Satz kann bei Danfoss bestellt oder vom Schaltschrankkonstrukteur zusammengestellt werden.
8	Rückseitiger Kühlkanal – Einlass Unters./Auslass Rücks. (optional)	Zum Einleiten von Luft von der Gehäuseunterseite durch den Rückkanal des Frequenzumrichtermoduls und Heraus- leiten an der Gehäuseoberseite. Reduziert die Wärme im Gehäuse um 85 %. Der Satz kann bei Danfoss optional bestellt werden. Siehe <i>Kapitel 4.5.1 Rückseitiger Kühlkanal – Beispiele</i> .

Abbildung 4.4 Übersicht über ein System mit 4 Frequenzumrichtermodulen ohne EMV-Abschirmungen

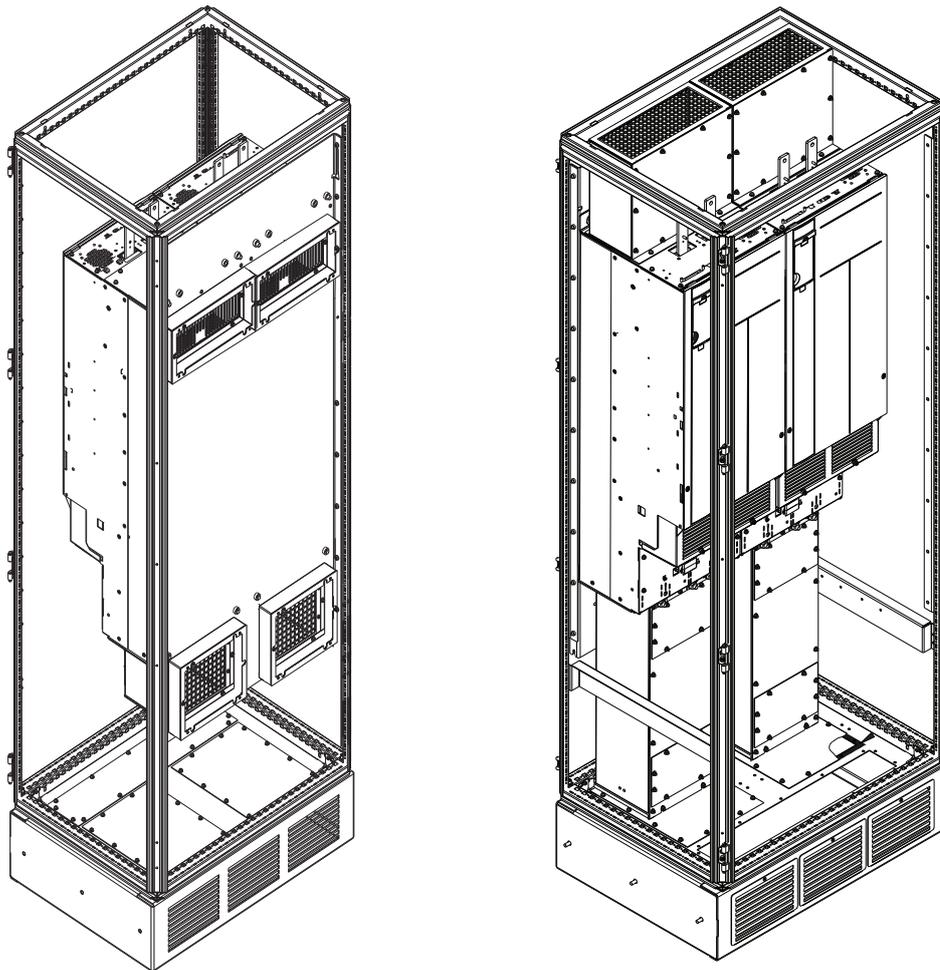
4.5 Rückseitiger Kühlkanal – Beispiele



130BF018.10

Abbildung 4.5 Luftstrom im rückseitigen Kühlkanal (von links nach rechts), Einlass Rück./Auslass Rück., Einlass Rück./Auslass Obers., Einlass Unters./Auslass Obers., Einlass Unters./Auslass Rück.

4



130BF019.11

Abbildung 4.6 Schaltschrank mit 2 Frequenzumrichtermodulen mit Bausatz für rückseitigen Kühlkanal – Einlass Rück./Auslass Rück. (links) und Bausatz für rückseitigen Kühlkanal – Einlass Unters./Auslass Obers. (rechts)

5 Produktfunktionen

5.1 Automatisierte Funktionen

Diese automatisierten Funktionen fallen in 3 Kategorien:

- Werkseitig aktiviert, kann jedoch per Programmierung deaktiviert werden.
- Werkseitig deaktiviert, kann jedoch per Programmierung aktiviert werden.
- Immer aktiviert.

5.1.1 Automatische Energieoptimierung

Die automatische Energieoptimierung (AEO) wird in HLK-Anwendungen verwendet. Die Funktion gibt dem Frequenzumrichter vor, die Motorlast kontinuierlich zu überwachen und die Ausgangsspannung für eine maximale Effizienz anzupassen. Bei geringer Last wird die Spannung reduziert, und der Motorstrom wird minimiert. Dies bietet die Vorteile einer erhöhten Effizienz, einer geringeren Erwärmung und eines ruhigeren Betriebs des Motors. Sie müssen keine V/Hz-Kurve wählen, da der Frequenzumrichter die Motorspannung automatisch anpasst.

5.1.2 Automatische Taktfrequenzmodulation

Der Frequenzumrichter erzeugt kurze elektrische Impulse zur Bildung einer AC-Sinuskurve. Die Trägerfrequenz ist die Rate dieser Impulse. Eine niedrige Trägerfrequenz

(langsame Pulsrate) führt zu Störgeräuschen im Motor, weshalb Sie vorzugsweise eine höhere Trägerfrequenz verwenden sollten. Eine hohe Trägerfrequenz erzeugt jedoch wiederum Wärme im Frequenzumrichter, wodurch die verfügbare Strommenge zum Motor begrenzt werden kann. Durch die Verwendung von Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode (Insulated Gate Bi-polar Transistors, IGBT) wird ein schnelles Schalten ermöglicht.

Die automatische Schaltfrequenzmodulation regelt diese Zustände automatisch, damit ohne Überhitzen des Frequenzumrichters die höchste Trägerfrequenz zur Verfügung steht. Durch die Lieferung einer geregelten hohen Trägerfrequenz werden die Betriebsgeräusche des Motors bei niedrigen Drehzahlen leiser, wenn eine Geräuschregelung wichtig ist, und eine volle Ausgangsleistung des Motors ist bei Bedarf möglich.

5.1.3 Automatische Leistungsreduzierung bei hoher Trägerfrequenz

Der Frequenzumrichter ist für den Dauerbetrieb und Vollastbetrieb bei Trägerfrequenzen zwischen den in *Tabelle 5.1* aufgeführten Mindest- und Höchstwerten ausgelegt. Wenn die Trägerfrequenz höher als die maximale Frequenz ist, wird der Ausgangsstrom des Frequenzumrichters automatisch reduziert.

Leistung kW (HP)	Taktfrequenz Hz	Minimum Hz	Maximum Hz	Werkseinstellung Hz
250 (350)	3000	2000	8000	3000
315 (450)	2000	1500	6000	2000
355 (500)	2000	1500	6000	2000
400 (550)	2000	1500	6000	2000
450 (600)	2000	1500	6000	2000
500 (650)	2000	1500	6000	2000
560 (750)	2000	1500	6000	2000
630 (900)	2000	1500	6000	2000
710 (1000)	2000	1500	6000	2000
800 (1200)	2000	1500	6000	2000

Tabelle 5.1 Trägerfrequenz-Betriebsbereiche für 380–500 V

Leistung kW (HP)	Taktfrequenz Hz	Minimum Hz	Maximum Hz	Werkseinstellung Hz
250 (300)	3000	2000	8000	3000
315 (350)	2000	1500	6000	2000
355 (400)	2000	1500	6000	2000
400 (400)	2000	1500	6000	2000
500 (500)	2000	1500	6000	2000
560 (600)	2000	1500	6000	2000
630 (650)	2000	1500	6000	2000
710 (750)	2000	1500	6000	2000
800 (950)	2000	1500	6000	2000
900 (1050)	2000	1500	6000	2000
1000 (1150)	2000	1500	6000	2000

Tabelle 5.2 Trägerfrequenz-Betriebsbereiche für 525–690 V

5.1.4 Automatische Leistungsreduzierung bei Übertemperatur

Mit der automatischen Leistungsreduzierung bei Übertemperatur wird verhindert, dass der Frequenzumrichter bei hoher Temperatur abschaltet. Die internen Temperatursensoren messen die Betriebsbedingungen, um die Leistungskomponenten vor Überhitzen zu schützen. Der Frequenzumrichter kann seine Trägerfrequenz automatisch reduzieren, um die Betriebstemperatur innerhalb ihrer sicheren Grenzwerte zu halten. Nach der Reduzierung der Trägerfrequenz kann der Frequenzumrichter auch Ausgangsfrequenz und -strom um bis zu 30 % reduzieren, um eine Übertemperatur-Abschaltung zu verhindern.

5.1.5 Auto-Rampen

Ein Motor, der versucht, eine Last zu schnell für den verfügbaren Strom zu beschleunigen, kann eine Abschaltung des Frequenzumrichters verursachen. Das Gleiche gilt für eine zu schnelle Verzögerung. Die Funktion Auto-Rampe bietet einen Schutz vor solchen Situationen, indem die Motorrampenrate (Beschleunigung und Verzögerung) erweitert wird, damit sie dem verfügbaren Strom entspricht.

5.1.6 Stromgrenzenregler

Wenn die Last die Leistungsfähigkeit des Frequenzumrichters im Normalbetrieb überschreitet (aufgrund eines zu kleinen Frequenzumrichters oder Motors), reduziert die Stromgrenze die Ausgangsfrequenz, um den Motor zu verlangsamen und die Last zu reduzieren. Ein einstellbarer Timer steht zur Verfügung, um den Betrieb bei dieser Bedingung für maximal 60 s zu begrenzen. Die werkseitig eingestellte Grenze ist 110 % des Motornennstroms zur Minimierung von Überstrombelastungen.

5.1.7 Kurzschlusschutz

Der Frequenzumrichter bietet integrierten Kurzschlusschutz mit einer schnell wirkenden Fehlerabschaltungsschaltung. Der Strom wird an jeder einzelnen der 3 Ausgangsphasen gemessen. Wenn der Strom nach 5–10 ms den zulässigen Wert überschreitet, schalten alle Transistoren im Wechselrichter ab. Diese Schaltung ermöglicht die schnellste Strommessung und den größten Schutz vor störungsbedingten Abschaltungen. Ein Kurzschluss zwischen zwei Ausgangsphasen kann eine Abschaltung aufgrund von Überstrom bewirken.

5.1.8 Erdschlusschutz

Nach dem Erhalt von Istwerten von den Stromwandlern summiert die Steuerschaltung die 3-Phasen-Ströme der einzelnen Frequenzumrichtermodule. Wenn die Summe aus allen 3 Ausgangsphasenströmen nicht 0 beträgt, ist dies ein Hinweis auf einen Ableitstrom. Wenn die Abweichung von 0 einen vordefinierten Pegel überschreitet, gibt der Frequenzumrichter einen Erdschlussalarm aus.

5.1.9 Ausgleich der Leistungsschwankung

Der Frequenzumrichter hält den folgenden Netzschwankungen stand:

- Transienten
- Vorübergehende Ausfälle.
- Kurzen Spannungsabfällen
- Überspannungen

Der Frequenzumrichter kompensiert Schwankungen in der Eingangsspannung von $\pm 10\%$ der Nennspannung automatisch, um die volle Motornennspannung und den vollen Drehmoment bereitzustellen zu können. Wenn Sie den automatischen Wiederanlauf ausgewählt haben, läuft der Frequenzumrichter nach einer Überspannungsabschaltung automatisch wieder an. Bei aktivierter Motorfangschaltung

synchronisiert der Frequenzumrichter vor dem Start die Motordrehung.

5.1.10 Softstart des Motors

Der Frequenzumrichter liefert die richtige Strommenge an den Motor, um Lastträgheit zu überwinden und den Motor auf die gewünschte Drehzahl zu bringen. Hierdurch wird vermieden, dass die volle Netzspannung an einem stehenden oder langsam drehenden Motor angelegt wird, wodurch ein hoher Strom erzeugt wird und eine starke Wärmeentwicklung die Folge ist. Diese vorhandene Softstart-Funktion reduziert die thermische und mechanische Belastung, führt zu einer längeren Motorlebensdauer und ermöglicht einen geräuschärmeren Anlagenbetrieb.

5.1.11 Resonanzdämpfung

Sie können hochfrequente Motorresonanzgeräusche durch die Nutzung der Resonanzdämpfung unterbinden. Hierbei steht Ihnen die automatische oder manuelle Frequenzdämpfung zur Auswahl.

5.1.12 Temperaturgeregelter Lüfter

Die internen Kühllüfter werden durch Sensoren im Frequenzumrichter temperaturgeregelt. Der Kühllüfter läuft im Betrieb bei niedriger Last, im Energiesparmodus oder Standby häufig nicht. Dadurch wird der Geräuschpegel gesenkt, die Effizienz erhöht und die Nutzungsdauer des Lüfters verlängert.

5.1.13 EMV-Konformität

Elektromagnetische Störungen (EMI) oder Funkfrequenzstörungen (EMV) sind Interferenzen, die einen Stromkreis durch elektromagnetische Induktion oder Strahlung von einer externen Quelle beeinträchtigen. Der Frequenzumrichter ist so konzipiert, dass er die Anforderungen der EMV-Produktnorm IEC/EN 61800-3 erfüllt. Weitere Informationen zur EMV-Leistung finden Sie unter *Kapitel 9.2 EMV-Prüfergebnisse*.

5.2 Programmierbare Funktionen

Bei den folgenden Funktionen handelt es sich um die gängigsten Funktionen, die Sie zur Verbesserung der Systemleistung in den Frequenzumrichter einprogrammieren können. Sie erfordern einen minimalen Programmierungs- oder Einrichtungsaufwand. Diese Funktionen können die Systemauslegung optimieren und möglicherweise die Integration von redundanten Bauteilen oder Funktionen vermeiden. Anweisungen zur Aktivierung dieser Funktionen finden Sie im produktspezifischen *Programmierhandbuch*.

5.2.1 Automatische Motoranpassung

Die automatische Motoranpassung (AMA) ist ein automatisierter Testalgorithmus zur Messung der elektrischen Motorparameter. Die AMA stellt ein genaues elektronisches Modell des Motors bereit. Mit dieser Funktion kann der Frequenzumrichter die Abstimmung mit dem Motor für optimale Leistung und Effizienz berechnen. Indem Sie das AMA-Verfahren durchführen, wird außerdem die Energieoptimierungsfunktion des Frequenzumrichters verbessert. Die AMA wird bei Motorstillstand und ohne Abkoppeln der Last vom Motor durchgeführt.

5.2.2 Thermischer Motorschutz

Für die Bereitstellung des thermischen Motorschutzes gibt es zwei Möglichkeiten.

Bei einem Verfahren wird ein Motorthermistor eingesetzt. Der Frequenzumrichter überwacht die Motortemperatur bei variierender Drehzahl und Last, um Überhitzungsbedingungen festzustellen.

Beim anderen Verfahren wird die Motortemperatur durch Messung von Strom, Frequenz und Betriebszeit berechnet. Der Frequenzumrichter zeigt die thermische Belastung am Motor in Prozent an und kann bei einem programmierbaren Überlast-Sollwert eine Warnung ausgeben. Durch die programmierbaren Optionen bei einer Überlast kann der Frequenzumrichter den Motor stoppen, die Ausgangsleistung reduzieren oder den Zustand ignorieren. Sogar bei niedrigen Drehzahlen erfüllt der Frequenzumrichter die Normen der I²t Klasse 20 für elektronische Motorüberlastung.

5.2.3 Integrierter PID-Regler

Ihnen steht der integrierte, proportionale, differentiale PID-Regler zur Verfügung, sodass die Notwendigkeit zusätzlicher Steuergeräte entfällt. Der PID-Regler sorgt für eine konstante Steuerung von Systemen mit Rückführung, bei denen eine Regelung von Druck, Durchfluss, Temperatur oder einer anderen Systemanforderung aufrecht erhalten werden muss. Der Frequenzumrichter stellt eine eigenständige Steuerung der Motordrehzahl als Reaktion auf die Istwertsignale von Fernsensoren bereit.

Der Frequenzumrichter kann zwei Istwertsignale von zwei verschiedenen Geräten verarbeiten. Mit dieser Funktion können Sie ein System mit unterschiedlichen Istwert-Anforderungen steuern. Der Frequenzumrichter ergreift Steuerungsmaßnahmen, indem er die beiden Signale zur Optimierung der Systemleistung vergleicht.

5.2.4 Automatischer Wiederanlauf

Sie können den Frequenzumrichter so programmieren, dass er den Motor nach einer Abschaltung aufgrund eines leichten Fehlers, wie einer vorübergehenden Verlustleistung oder einer Schwankung, automatisch neu startet. Durch diese Funktion entfällt die Notwendigkeit eines manuellen Resets und der automatisierte Betrieb für ferngesteuerte Systeme wird verbessert. Die Anzahl der Neustartversuche und die Dauer zwischen den Versuchen kann begrenzt sein.

5.2.5 Motorfangschaltung

Die Motorfangschaltung ermöglicht dem Frequenzumrichter die Synchronisierung mit einem drehenden Motor bis zur vollen Drehzahl. Die Synchronisierung ist unabhängig von der Laufrichtung des Motors möglich. Durch diese Funktion können Sie Abschaltungen aufgrund einer Überstromaufnahme verhindern. Mechanische Belastungen der Anlage werden minimiert, da beim Start des Frequenzumrichters keine abrupte Änderung der Motordrehzahl erfolgt.

5.2.6 Energiesparmodus

Der Energiesparmodus stoppt automatisch den Motor, wenn der Bedarf für eine festgelegte Zeitspanne niedrig ist. Wenn sich der Bedarf in der Anlage erhöht, startet der Frequenzumrichter den Motor neu. Der Energiesparmodus ermöglicht Energieeinsparungen und reduziert den Motorverschleiß. Im Gegensatz zu einer fest programmierten Zeitschaltung ist der Frequenzumrichter immer betriebsbereit und startet, wenn er den gewünschten Grenzwert für den Aktivierungsbefehl erreicht.

5.2.7 Startfreigabe

Der Frequenzumrichter kann vor dem Starten auf ein „System bereit“-Fernsignal warten. Ist diese Funktion aktiviert, bleibt der Frequenzumrichter gestoppt, bis er eine Startfreigabe erhält. Die Startfreigabe gewährleistet, dass sich Anlage oder Hilfsgeräte in einem einwandfreien Zustand befinden, bevor der Frequenzumrichter den Motor starten kann.

5.2.8 Volles Drehmoment bei gesenkter Drehzahl

Der Frequenzumrichter folgt einer variablen V/Hz-Kurve, damit das volle Motordrehmoment sogar bei gesenkten Drehzahlen vorhanden ist. Das volle Ausgangsmoment kann mit der maximalen ausgelegten Betriebsdrehzahl des Motors übereinstimmen. Diese variable Drehmomentkennlinie ist bei Umrichtern mit variablem Drehmoment nicht vorhanden, die bei niedriger Drehzahl ein reduziertes

Motordrehmoment liefern. Auch unterscheidet sich dies von Umrichtern mit konstantem Drehmoment, die unterhalb der vollen Drehzahl übermäßige Spannung, Wärme und Motorgeräusche verursachen.

5.2.9 Frequenzausblendung

In bestimmten Anwendungen kann die Anlage Betriebsdrehzahlen aufweisen, die eine mechanische Resonanz erzeugen. Diese mechanische Resonanz kann zu übermäßiger Geräuschentwicklung führen und mechanische Komponenten in der Anlage beschädigen. Der Frequenzumrichter verfügt über 4 programmierbare Ausblendfrequenzbandbreiten. Anhand dieser Bandbreiten kann der Motor Drehzahlen überspringen, die Resonanzen in der Anlage verursachen.

5.2.10 Motor-Vorheizung

Zum Vorheizen eines Motors in kalten oder feuchten Umgebungen kann ein kleiner, kontinuierlicher Gleichstrom am Motor angelegt werden, um diesen vor Kondensation und einem Kaltstart zu schützen. Diese Funktion macht den Einsatz eines Heizgeräts überflüssig.

5.2.11 4 programmierbare Parametersätze

Der Frequenzumrichter verfügt über 4 voneinander unabhängig programmierbare Parametersätze. Über Externe Anwahl können Sie über Digitaleingänge oder die serielle Kommunikation zwischen mehreren unabhängig programmierten Funktionen umschalten. Es werden unabhängige Konfigurationen verwendet, zum Beispiel zur Änderung von Sollwerten, für einen Tages-/Nachtbetrieb bzw. einen Sommer-/Winterbetrieb oder zur Steuerung mehrerer Motoren. Der aktive Parametersatz wird am LCP angezeigt.

Sie können Konfigurationsdaten zwischen Frequenzumrichtern kopieren, indem Sie die Informationen vom abnehmbaren LCP herunterladen.

5.2.12 DC-Bremse

In einigen Anwendungen ist ggf. ein Verzögern des Motors auf eine niedrige Drehzahl oder das Anhalten des Motors erforderlich. Durch das Anwenden der DC-Bremse auf den Motor wird dieser verzögert, sodass keine separate Motorbremse erforderlich ist. Sie können DC-Bremmung zur Aktivierung bei einer voreingestellten Frequenz oder beim Empfang eines Signals einstellen. Sie können die Bremsrate ebenfalls programmieren.

5.2.13 Hohes Losbrechmoment

Bei hohen Trägheitsmomenten oder hohen Reibungslasten ist zum Starten ein zusätzliches Drehmoment verfügbar. Sie können den Losbrechstrom von 110 % oder 160 % des Maximalwerts für begrenzte Zeit einstellen.

5.2.14 Bypass

Ein automatischer oder manueller Bypass ist eine verfügbare Option. Der Bypass ermöglicht dem Motor den Betrieb bei voller Drehzahl, wenn der Frequenzumrichter nicht in Betrieb ist und routinemäßige Wartung oder Not-Bypass ermöglicht.

5.2.15 Verlustleistungsüberbrückung

Bei einer Verlustleistung dreht der Frequenzumrichter weiterhin den Motor, bis die Zwischenkreisspannung unter den minimalen Betriebspegel fällt, die 15 % unter der niedrigsten Frequenzumrichter-Nennspannung liegt. Frequenzumrichter sind für einen Betrieb bei 380–460 V, 550–600 V und manchen bei 690 V ausgelegt. Die Dauer der Verlustleistungsüberbrückung hängt, neben der Last, vom Frequenzumrichter und der Netzspannung zum Zeitpunkt der Verlustleistung ab.

5.2.16 Überlast

Wenn das Drehmoment, das zum Beibehalten oder Beschleunigen einer festgelegten Frequenz erforderlich ist, die Stromgrenze überschreitet, versucht der Frequenzumrichter, den Betrieb fortzusetzen. Er reduziert automatisch die Beschleunigungsrate oder reduziert die Ausgangsfrequenz. Wenn der Überstrombedarf nicht ausreichend reduziert wird, schaltet der Frequenzumrichter ab und zeigt innerhalb von 1,5 s einen Fehler an. Der Stromgrenzenpegel ist programmierbar. Die Überstrom-Abschaltverzögerung wird zum Festlegen der Dauer verwendet, über die der Frequenzumrichter in der Stromgrenze arbeitet, bevor er abschaltet. Sie können den Grenzenpegel je nach Frequenzumrichter und thermischem Motorschutz im Bereich 0–60 s oder für unbegrenzten Betrieb einstellen.

5.3 Safe Torque Off (STO)

Der VLT[®] AutomationDrive FC302 ist standardmäßig mit der Funktion Safe Torque Off über Steuerklemme 37 verfügbar. Die STO-Funktion ist auch für VLT[®] HVAC Drive FC102 und VLT[®] AQUA Drive FC202 verfügbar.

STO schaltet die Steuerspannung der Leistungshalbleiter in der Ausgangsstufe des Frequenzumrichters ab. Dies verhindert die Erzeugung der Spannung, die der Motor zum Drehen benötigt. Ist Safe Torque Off (Klemme 37)

aktiviert, gibt der Frequenzumrichter einen Alarm aus, schaltet ab und lässt den Motor im Freilauf zum Stillstand kommen. Zum Wiederanlauf müssen Sie den Frequenzumrichter manuell neu starten. Die Funktion Safe Torque Off dient zum Stoppen des Frequenzumrichters im Notfall. Verwenden Sie in der normalen Betriebsart, bei der Sie kein Safe Torque Off benötigen, stattdessen die normale Stoppfunktion. Wenn der automatische Wiederanlauf zum Einsatz kommt, muss die Anlage die Anforderungen nach ISO 12100-2 Absatz 5.3.2.5 erfüllen.

Sie können die Funktion Safe Torque Off mit VLT[®] AutomationDrive FC302 für asynchrone und synchrone Motoren sowie Permanentmagnetmotoren verwenden. Es können 2 Fehler in den Leistungshalbleitern auftreten. Wenn bei der Verwendung von Synchron- oder Permanentmagnetmotoren 2 Fehler im Leistungshalbleiter auftreten, kann dies zu einer Restdrehung des Motors führen. Die Drehung ergibt sich mit Winkel = 360/(Polzahl). Bei Anwendungen, in denen Synchron- oder Permanentmagnetmotoren eingesetzt werden, müssen Sie dies berücksichtigen; Sie müssen gewährleisten, dass hieraus keine kritischen Sicherheitsprobleme entstehen. Dies trifft nicht auf Asynchronmotoren zu.

5.3.1 Haftungsbedingungen

Der Benutzer muss sicherstellen, dass das Personal über Installation und Betrieb der Funktion Safe Torque Off informiert ist, insbesondere durch:

- Sorgfältiges Lesen der Sicherheitsvorschriften im Hinblick auf Arbeitsschutz und Unfallverhütung
- Verstehen der allgemeinen und Sicherheitsrichtlinien in dieser Beschreibung und der erweiterten Beschreibung in der Bedienungsanleitung VLT[®] Frequency Converters – Safe Torque Off.
- Gute Kenntnisse über die allgemeinen und Sicherheitsnormen der jeweiligen Anwendung.

Der Benutzer ist dabei definiert als Integrator, Bediener sowie Service- und Wartungspersonal.

5.3.2 Weitere Informationen

Weitere Informationen zur Funktion Safe Torque Off einschließlich Installation und Inbetriebnahme finden Sie in der VLT[®] Frequency Converters – Safe Torque Off Operating Guide.

5.3.3 Installation einer externen Sicherheitsvorrichtung in Kombination mit der VLT® PTC-Thermistor Card MCB 112.

Wenn das Ex-zertifizierte Thermistormodul MCB 112, das Klemme 37 als sicherheitsbezogenen Abschaltkanal verwendet, angeschlossen ist, muss eine UND-Verknüpfung des Ausgangs X44/12 von MCB 112 mit dem sicherheitsbezogenen Sensor (wie eine Not-Aus-Taste, Schalter einer Schutzeinrichtung usw.), der Safe Torque Off aktiviert, erfolgen. Der Ausgang zu Safe Torque Off-Klemme 37 wird nur dann als hoch (24 V) gewertet, wenn sowohl das Signal von MCB 112-Ausgang X44/12 und das Signal des sicherheitsbezogenen Sensors hoch sind. Wenn mindestens eines der beiden Signale aus ist, muss auch die Ausgabe an Klemme 37 aus sein. Die Sicherheitsvorrichtung mit dieser UND-Logik muss selbst IEC 61508, SIL 2, erfüllen. Die Verbindung vom Ausgang der Sicherheitsvorrichtung mit der sicheren UND-Logik zur Safe Torque Off-Klemme 37 muss gegen Kurzschluss geschützt sein. *Abbildung 5.1* zeigt eine Neustart-Eingabe für die externe Sicherheitsvorrichtung. Bei dieser Installation können Sie zum Beispiel [7] PTC 1 & Relay W oder [8] PTC 1 & Relay A/W in *Parameter 5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp* einstellen. Weitere Informationen entnehmen Sie dem *Produkthandbuch VLT® PTC-Thermistor Card MCB 112*.

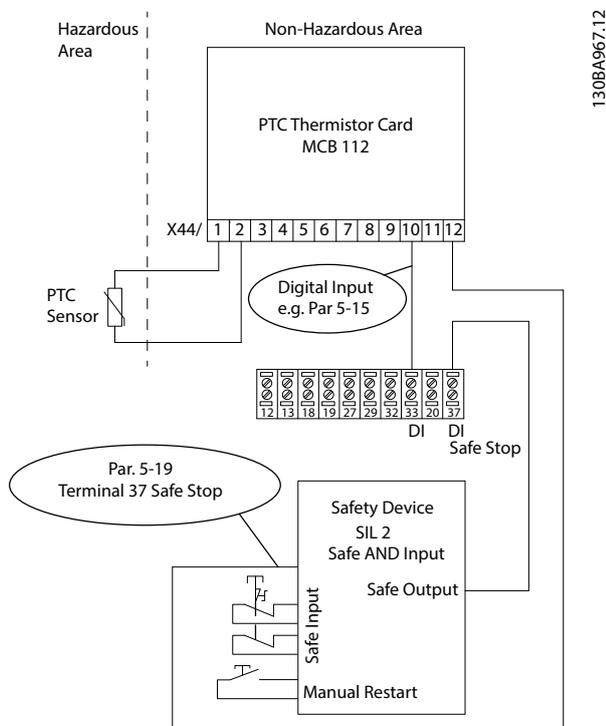


Abbildung 5.1 Abbildung der wesentlichen Aspekte bei der Installation einer Kombination aus Safe Torque Off-Anwendung und MCB 112-Anwendung

Parametereinstellungen für externe Sicherheitsvorrichtung mit MCB 112

Falls MCB 112 angeschlossen ist, stehen die Optionen [4] bis [9] für *Parameter 5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp* (Klemme 37 Safe Torque Off) zur Verfügung. Die Optionen [1]* *S.Stopp/Alarm* und [3] *S.Stopp/Warnung* in *Parameter 5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp* stehen Ihnen weiterhin zur Verfügung, sind aber für Installationen ohne MCB 112 oder externe Sicherheitsvorrichtungen vorgesehen. Falls Sie die Optionen [1]* *S.Stopp/Alarm* oder [3] *S.Stopp/Warnung* in *Parameter 5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp* versehentlich ausgewählt haben und die MCB 112 auslöst, gibt der Frequenzumrichter den *Alarm 72, Gefährlicher Fehler* aus und wechselt ohne automatischen Wiederanlauf sicher in den Freilauf. Die Optionen [4] *PTC 1 Alarm* und [5] *PTC 1 Warnung* in *Parameter 5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp* werden nur gewählt, wenn für MCB 112 die Funktion Safe Torque Off aktiviert ist. Falls die Optionen [4] oder [5] in *Parameter 5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp* versehentlich gewählt wurden und die externe Sicherheitsvorrichtung die Funktion Safe Torque Off auslöst, gibt der Frequenzumrichter *Alarm 72 Gefährlicher Fehler* aus und wechselt ohne automatischen Wiederanlauf sicher in den Freilauf. Sie müssen die Optionen [6]–[9] in *Parameter 5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp* für die Kombination aus externer Sicherheitsvorrichtung und MCB 112 wählen.

HINWEIS

[7] *PTC 1 & Relais W* und [8] *PTC 1 & Relais A/W* in *Parameter 5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp* öffnen sich für automatischen Wiederanlauf, wenn die externe Sicherheitsvorrichtung wieder deaktiviert wird.

Der automatische Wiederanlauf ist nur in den folgenden Fällen zulässig:

- Der Schutz vor unerwartetem Wiederanlauf wird über andere Teile der Installation mit Safe Torque Off realisiert.
- Ein Aufenthalt in der Gefahrenzone kann mechanisch ausgeschlossen werden, wenn die Funktion Safe Torque Off nicht aktiviert ist. Insbesondere müssen Sie Absatz 5.3.2.5 von ISO 12100-2 2003 beachten.

Siehe *Kapitel 7.3.11 VLT® PTC-Thermistor Card MCB 112* und die *Bedienungsanleitung VLT® PTC-Thermistor Card MCB 112* für weitere Informationen zum MCB 112.

5.4 Systemüberwachung

Der Frequenzumrichter überwacht zahlreiche Aspekte des Anlagenbetriebs, einschließlich:

- Netzbedingungen.
- Motorlast und -leistung.
- Zustand des Frequenzumrichters.

Ein Alarm oder eine Warnung deutet nicht notwendigerweise auf ein Problem innerhalb des Frequenzumrichters hin. Es kann sich um eine Bedingung außerhalb des Frequenzumrichters handeln, die zur Bestimmung von Leistungsgrenzen überwacht wird. Der Frequenzumrichter verfügt über verschiedene vorprogrammierte Fehler-, Warn- und Alarmreaktionen. Zusätzliche Alarm- und Warnfunktionen können Sie zum Erweitern oder Ändern der Systemleistung auswählen.

In diesem Abschnitt werden die gängigen Alarm- und Warnfunktionen beschrieben. Diese Funktionen können die Systemauslegung optimieren und möglicherweise die Integration von redundanten Bauteilen oder Funktionen vermeiden.

5.4.1 Betrieb bei Übertemperatur

Werkseitig gibt der Frequenzumrichter einen Alarm aus und schaltet bei Übertemperatur ab. Wenn Sie *Automatische Reduzierung und Warnung* auswählen, warnt der Frequenzumrichter vor dem Zustand, setzt seinen Betrieb jedoch fort und versucht zunächst, durch eine Reduzierung der Taktfrequenz abzukühlen. Falls erforderlich, reduziert er dann noch die Ausgangsfrequenz.

5.4.2 Warnung Sollwert hoch und niedrig

Bei Regelung ohne Rückführung bestimmt das Sollwertsignal direkt die Drehzahl des Frequenzumrichters. Auf dem Display wird eine blinkende Warnung „Sollwert zu hoch/zu niedrig“ angezeigt, wenn der programmierte Höchst- oder Mindestwert erreicht wird.

5.4.3 Warnung Istwert hoch und niedrig

Bei Regelung mit Rückführung werden die ausgewählten hohen und niedrigen Istwerte vom Frequenzumrichter überwacht. Das Display zeigt ggf. eine blinkende Warnung „hoch/niedrig“ an. Der Frequenzumrichter kann die Istwertsignale auch bei Regelung ohne Rückführung überwachen. Die Signale beeinträchtigen nicht den Betrieb des Frequenzumrichters bei Regelung ohne Rückführung, jedoch können sie bei der Zustandsanzeige der Anlage (lokal oder per serieller Schnittstelle) hilfreich sein. Der Frequenzumrichter arbeitet mit 39 verschiedenen Maßeinheiten.

5.4.4 Versorgungsspannungsasymmetrie oder Phasenfehler

Ein zu hoher Rippel-Strom im DC-Bus ist ein Hinweis darauf, dass eine Versorgungsspannungsasymmetrie oder ein Phasenfehler vorhanden ist. Wenn eine Phase zum Frequenzumrichter fehlt, ist die standardmäßige Aktion die Anzeige eines Alarms und die Abschaltung des Geräts zum

Schutz der Zwischenkreiskondensatoren. Weitere Optionen sind die Anzeige einer Warnung und die Reduzierung des Ausgangsstroms auf 30 % des Gesamtstroms oder die Anzeige einer Warnung und die Fortsetzung des Normalbetriebs. Der Betrieb eines an eine asymmetrische Leitung angeschlossenen Geräts kann u. U. von Vorteil sein, bis die Asymmetrie korrigiert wird.

5.4.5 Warnung Frequenz hoch

Hilfreich beim Zuschalten zusätzlicher Betriebsmittel wie Pumpen oder Kühllüftern; der Frequenzumrichter kann bei hoher Motordrehzahl aufwärmen. Sie können eine spezifische hohe Frequenzeinstellung im Frequenzumrichter programmieren. Wenn der Ausgang des Geräts die vorgegebene Warnfrequenz überschreitet, zeigt das Gerät eine Warnung vor zu hoher Frequenz an. Ein Digitalausgang vom Frequenzumrichter kann das Zuschalten externer Geräte anzeigen.

5.4.6 Warnung Frequenz niedrig

Beim Abschalten von Betriebsmitteln kann der Frequenzumrichter vor niedriger Motordrehzahl warnen. Sie können für Warnungen und zum Abschalten externer Betriebsmittel eine spezifische niedrige Frequenzeinstellung wählen. Das Gerät zeigt weder bei einem Stopp noch bei einem Start eine Warnung „niedrige Frequenz“ an, bevor es die Betriebsfrequenz erreicht hat.

5.4.7 Warnung Strom hoch

Diese Funktion ähnelt der Warnung Frequenz hoch (siehe *Kapitel 5.4.5 Warnung Frequenz hoch*), mit der Ausnahme, dass eine hohe Stromeinstellung zur Anzeige einer Warnung und zum Zuschalten zusätzlicher Betriebsmittel verwendet wird. Die Funktion ist bei einem Stopp oder Start nicht aktiv, bis der Frequenzumrichter den eingestellten Betriebsstrom erreicht hat.

5.4.8 Warnung Strom niedrig

Diese Funktion ähnelt der Warnung Frequenz niedrig (siehe *Kapitel 5.4.6 Warnung Frequenz niedrig*), mit der Ausnahme, dass eine hohe Stromeinstellung zur Anzeige einer Warnung und zum Zuschalten zusätzlicher Betriebsmittel verwendet wird. Die Funktion ist bei einem Stopp oder Start nicht aktiv, bis der Frequenzumrichter den eingestellten Betriebsstrom erreicht hat.

5.4.9 Warnung Keine Last/Riemenbruch

Diese Funktion kann zur Überwachung eines Keilriemens verwendet werden. Nachdem Sie für den Fall eines Lastverlusts eine Grenze für „niedriger Strom“ im Frequenzumrichter gespeichert haben, können Sie den Frequenzumrichter für die Anzeige eines Alarms und einer Abschaltung oder für die Fortsetzung des Betriebs mit Anzeige einer Warnung programmieren.

5.4.10 Verlust der seriellen Schnittstelle

Der Frequenzumrichter kann einen Verlust der seriellen Kommunikation erkennen. Sie können eine Zeitverzögerung von bis zu 18000 s wählen, um eine Antwort aufgrund von Unterbrechungen am seriellen Kommunikationsbus zu vermeiden. Wird die Verzögerung überschritten, stehen die folgenden Optionen zur Verfügung:

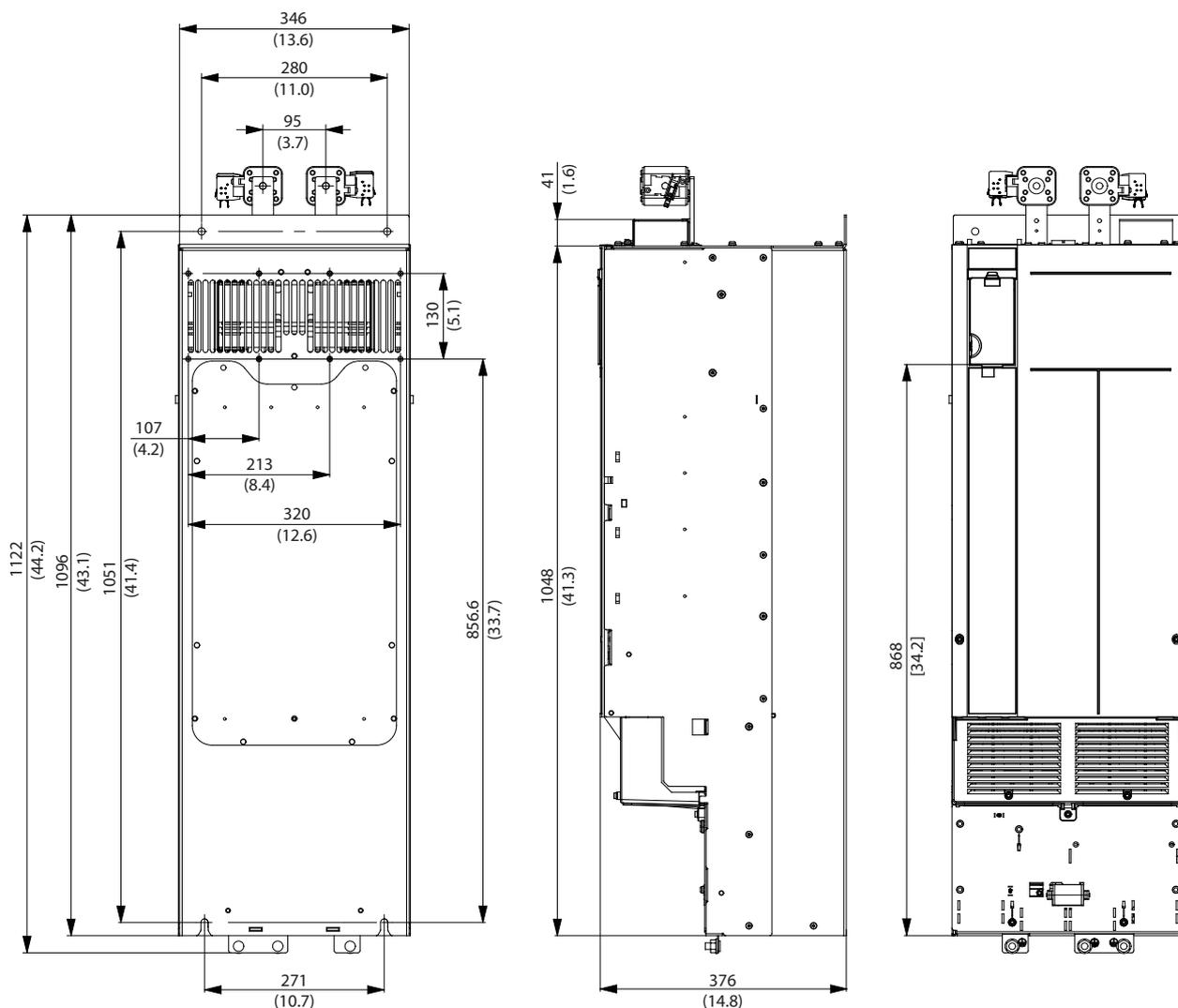
- Beibehaltung der letzten Drehzahl.
- Wechseln zur Maximaldrehzahl.
- Wechseln zu einer voreingestellten Drehzahl.
- Stoppen und Anzeigen einer Warnung.

6 Spezifikationen

6.1 Umrichtermodulabmessungen

6.1.1 Außenabmessungen

Abbildung 6.1 enthält die installationsbezogenen Abmessungen des Frequenzumrichtermoduls.



130BE654.11

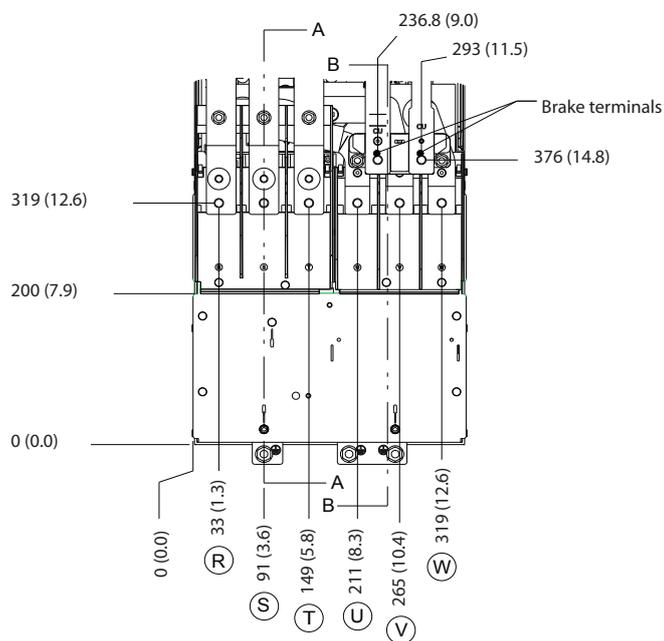
6

Abbildung 6.1 VLT® Parallel Drive Modules Installationsabmessungen

Beschreibung	Modulgewicht [kg (lb)]	Länge x Breite x Tiefe [mm (in)]
Frequenzumrichtermodul	125 (275)	1121,7 x 346,2 x 375 (44,2 x 13,6 x 14,8)

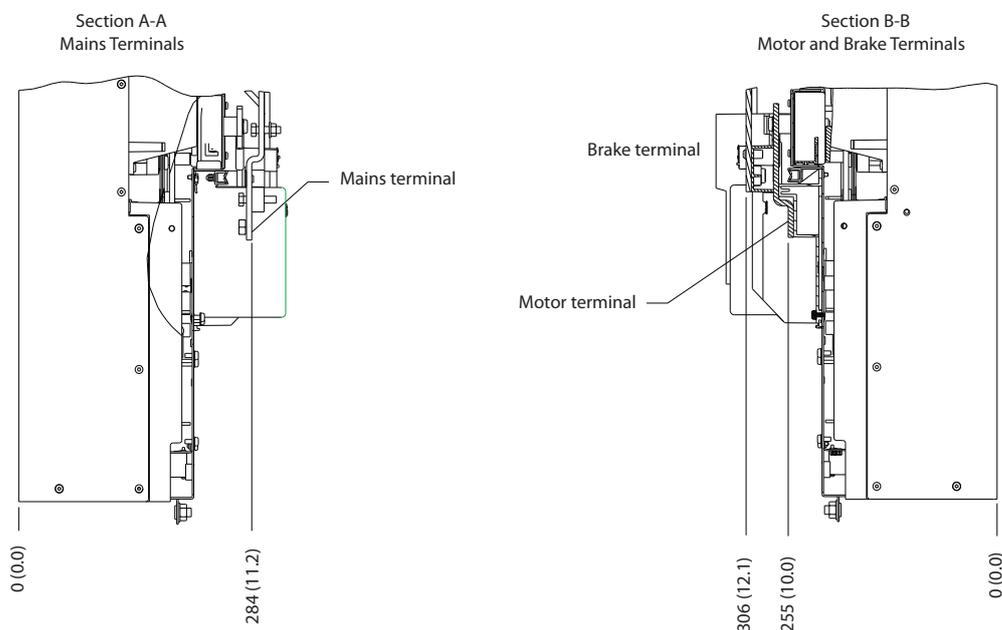
Tabelle 6.1 Gewicht und Abmessungen des Frequenzumrichtermoduls

6.1.2 Klemmenabmessungen



130BE748.10

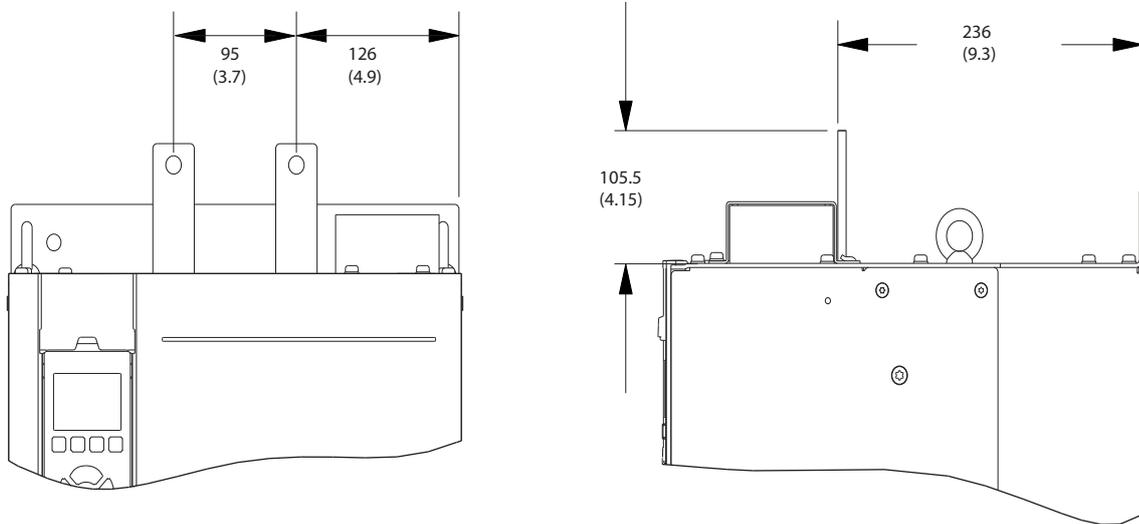
Abbildung 6.2 Klemmenabmessungen der Antriebsmodule (Frontansicht)



130BE749.10

Abbildung 6.3 Klemmenabmessungen der Antriebsmodule (Seitenansichten)

6.1.3 Abmessungen des Gleichspannungszwischenkreises



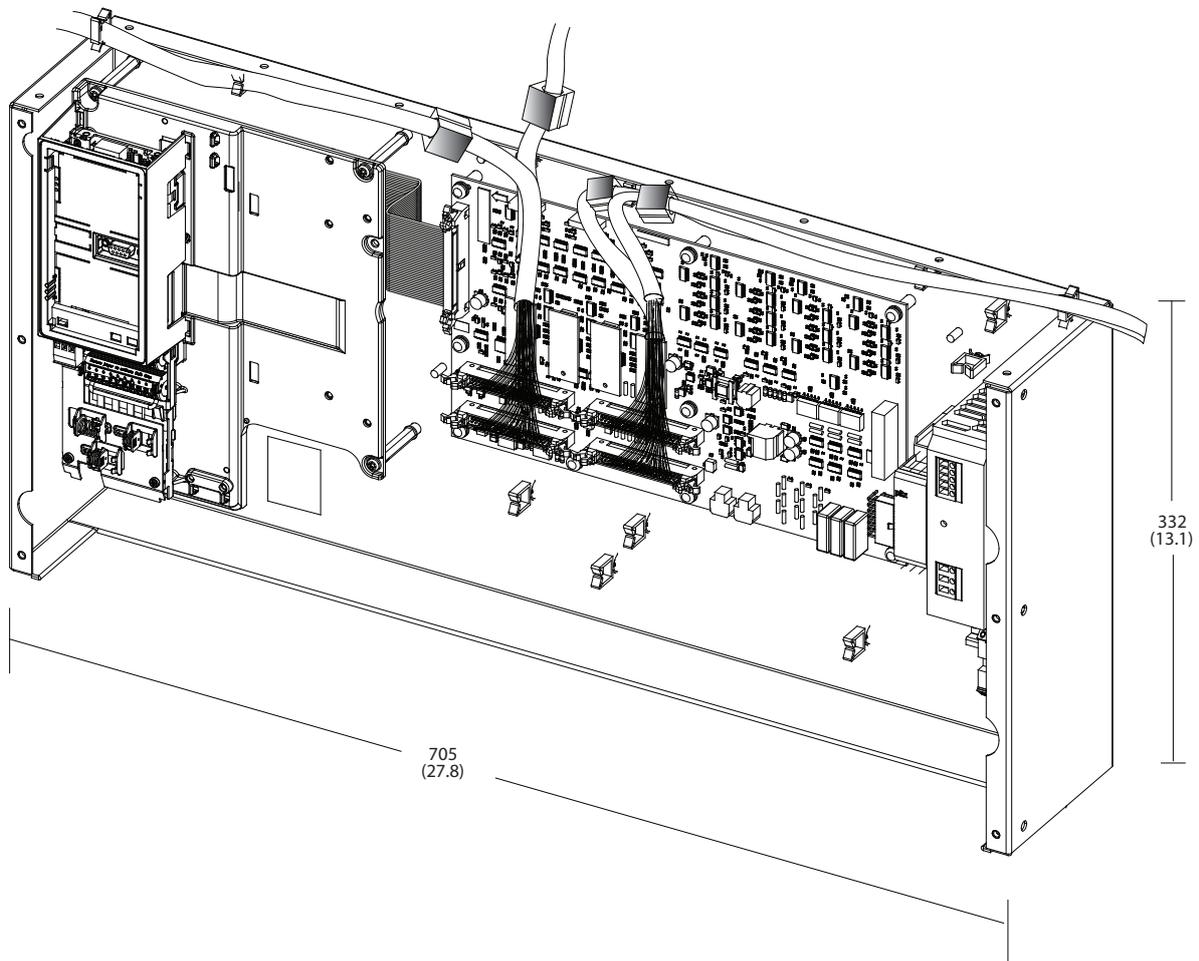
130BE751.10

6

Abbildung 6.4 Abmessungen des Gleichspannungszwischenkreises (Front- und Seitenansichten)

6.2 Abmessungen des Steuerfachs

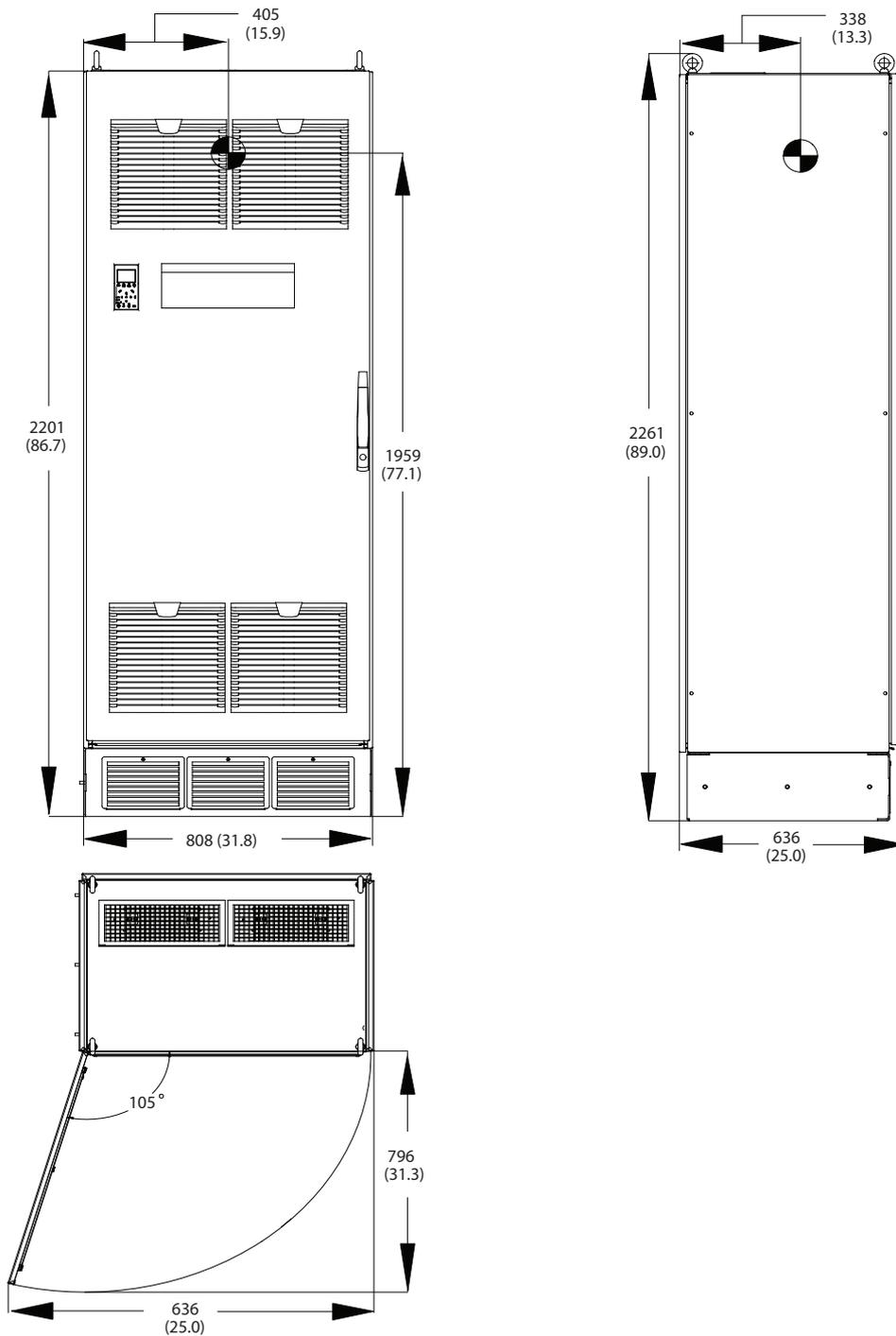
6



1308F029.10

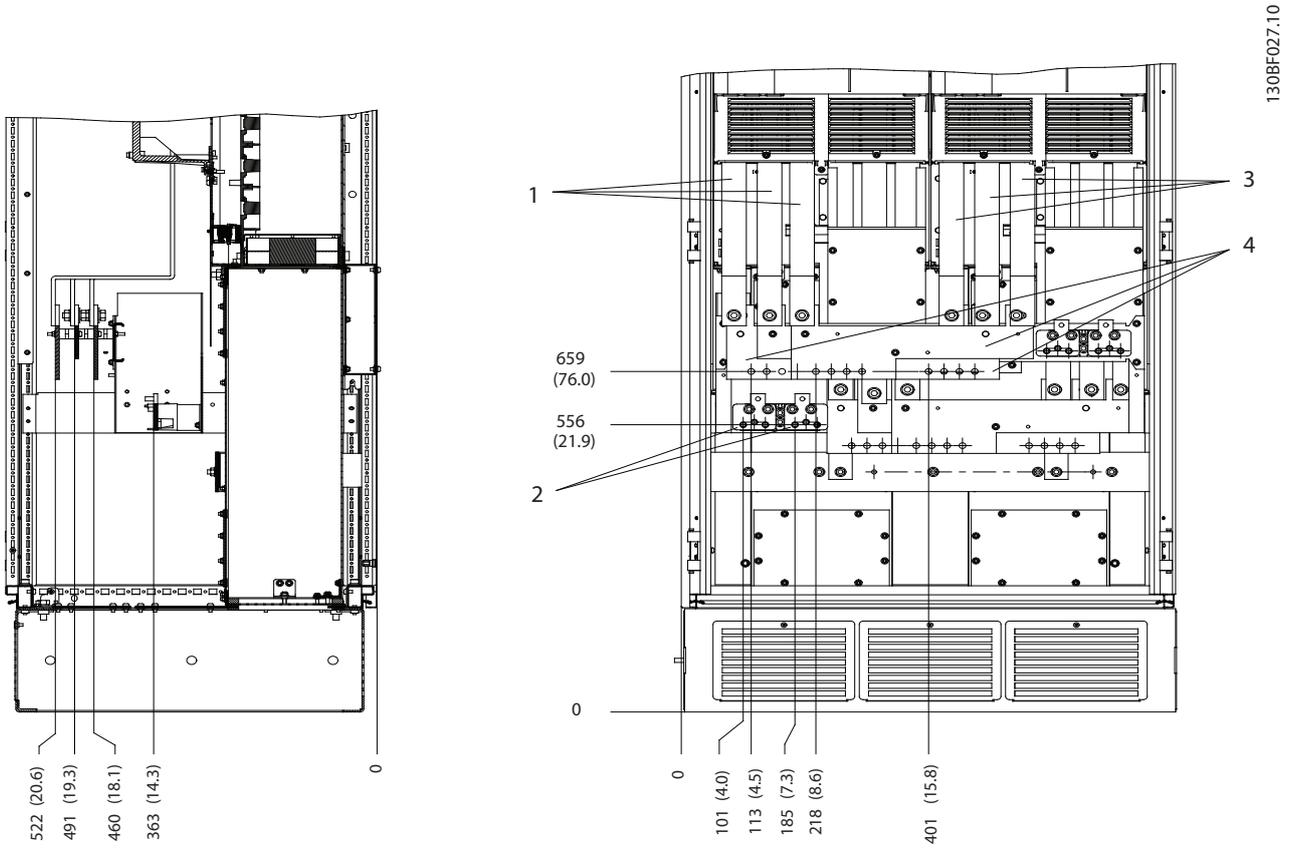
Abbildung 6.5 Abmessungen des Steuerfachs

6.3 Abmessungen eines Systems mit 2 Frequenzumrichtermodulen



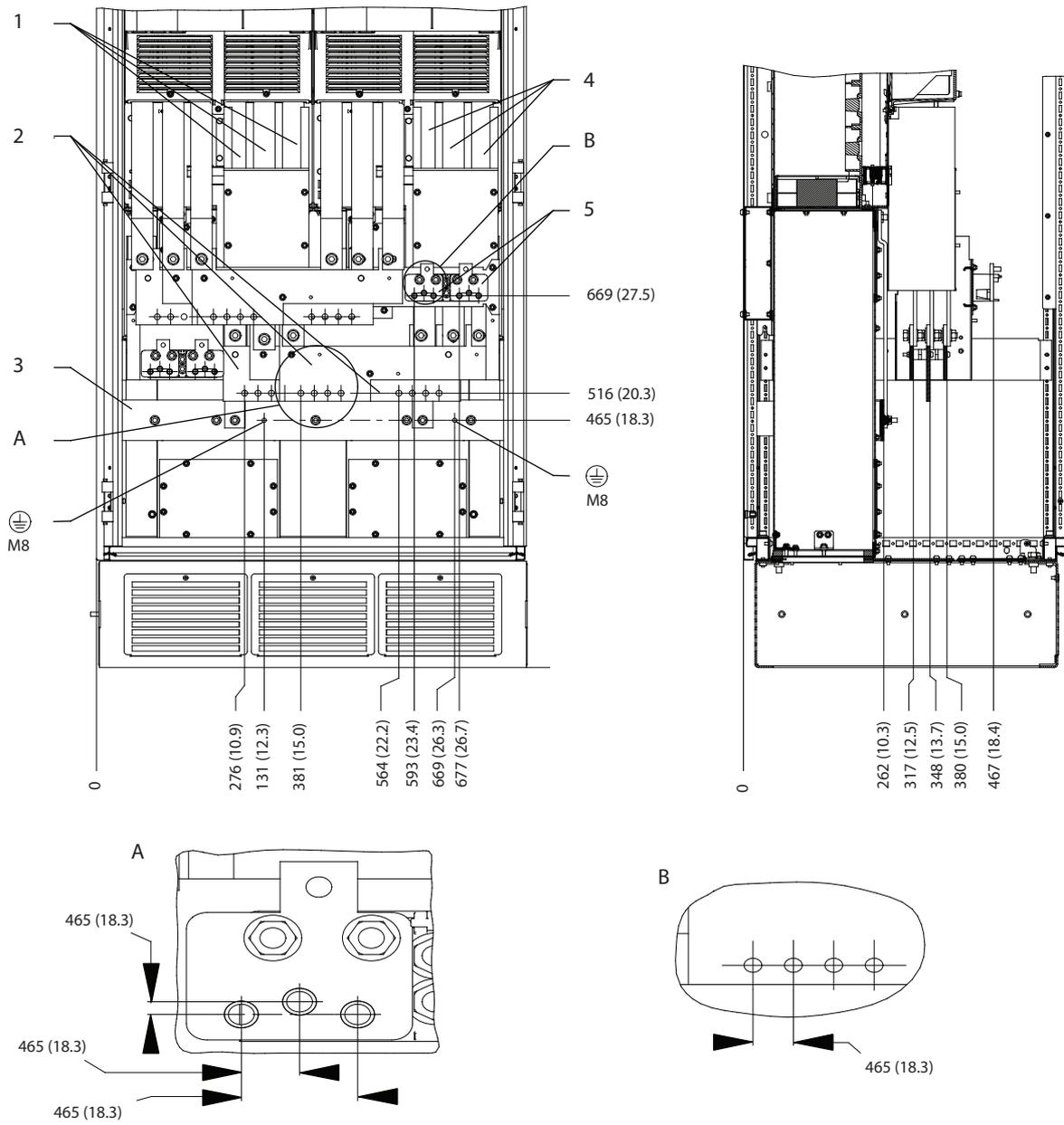
6

Abbildung 6.6 Außenabmessungen eines Systems mit 2 Frequenzumrichtermodulen (Front- und Seitenansichten sowie Ansicht bei geöffneter Tür)



1	Netzbrücken-Sammelschienen (Modul 1)	3	Netzbrücken-Sammelschienen (Modul 2)
2	Bremsklemmen	4	Netzklemmen

Abbildung 6.7 Netzklemmen bei Systemen mit 2 Frequenzrichtermodulen (Seiten- und Frontansichten)



1	Motorbrücken-Sammelschienen (Modul 1)	4	Motorbrücken-Sammelschienen (Modul 2)
2	Motorklemmen	5	Bremsklemmen
3	Erdungsklemmen	-	-

Abbildung 6.8 Motor- und Erdungsklemmen eines Systems mit 2 Frequenzrichtermodulen (Front- und Seitenansichten)

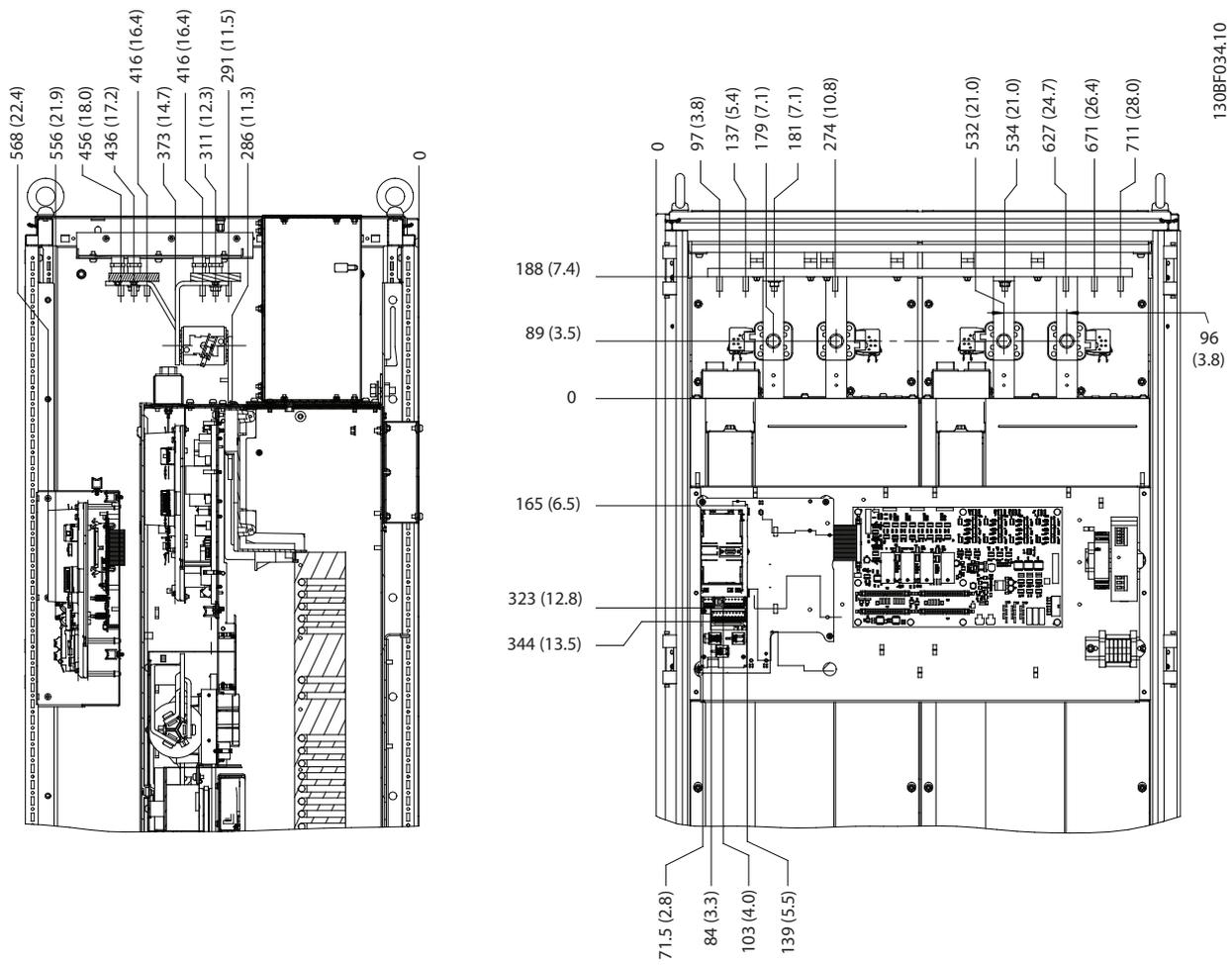
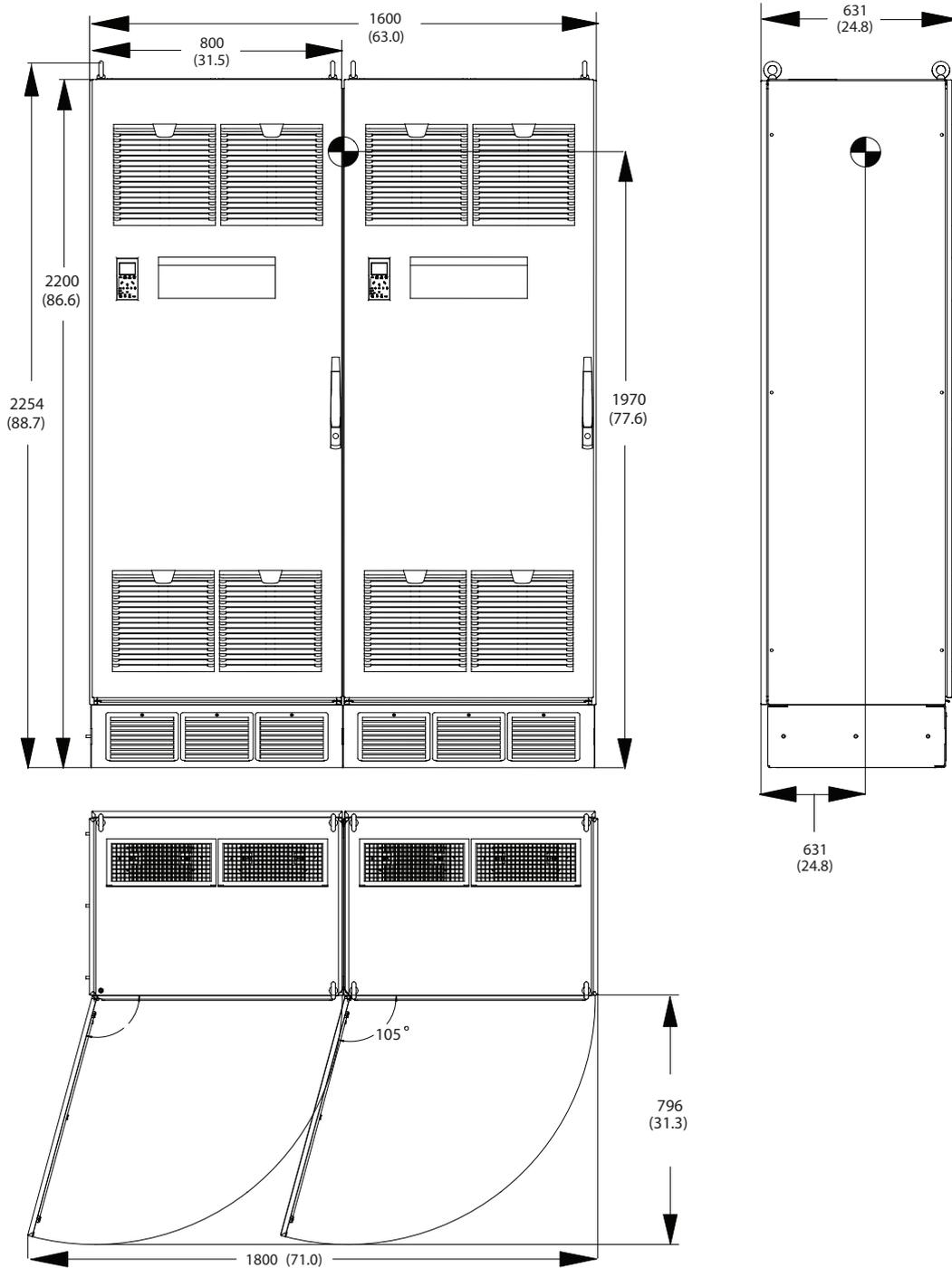


Abbildung 6.9 DC-Bus und Relais – System mit 2 Frequenzrichtermodulen (Seiten- und Frontansichten)

6.4 Abmessungen eines Systems mit 4 Frequenzumrichtermodulen

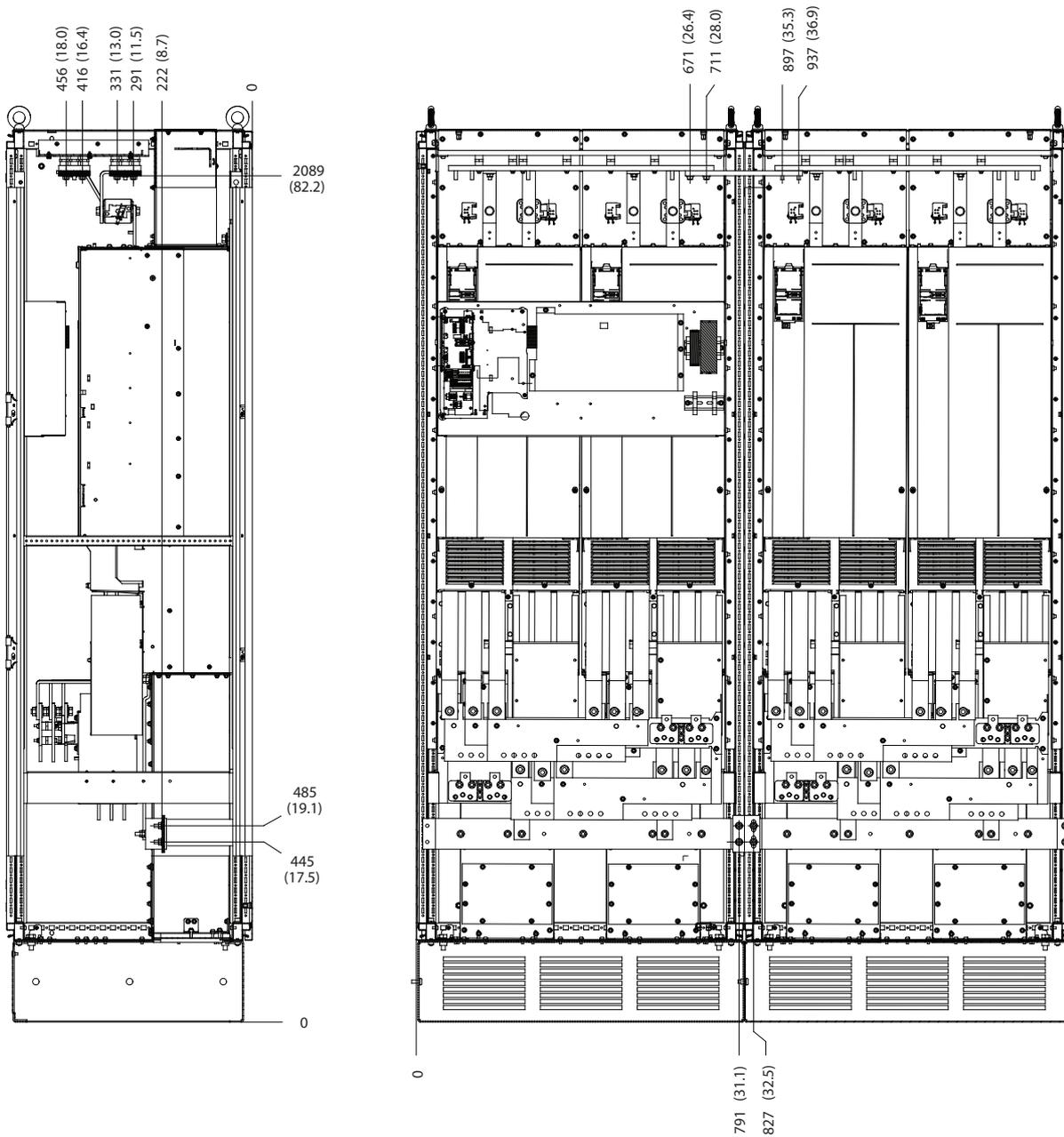


130BF033.10

6

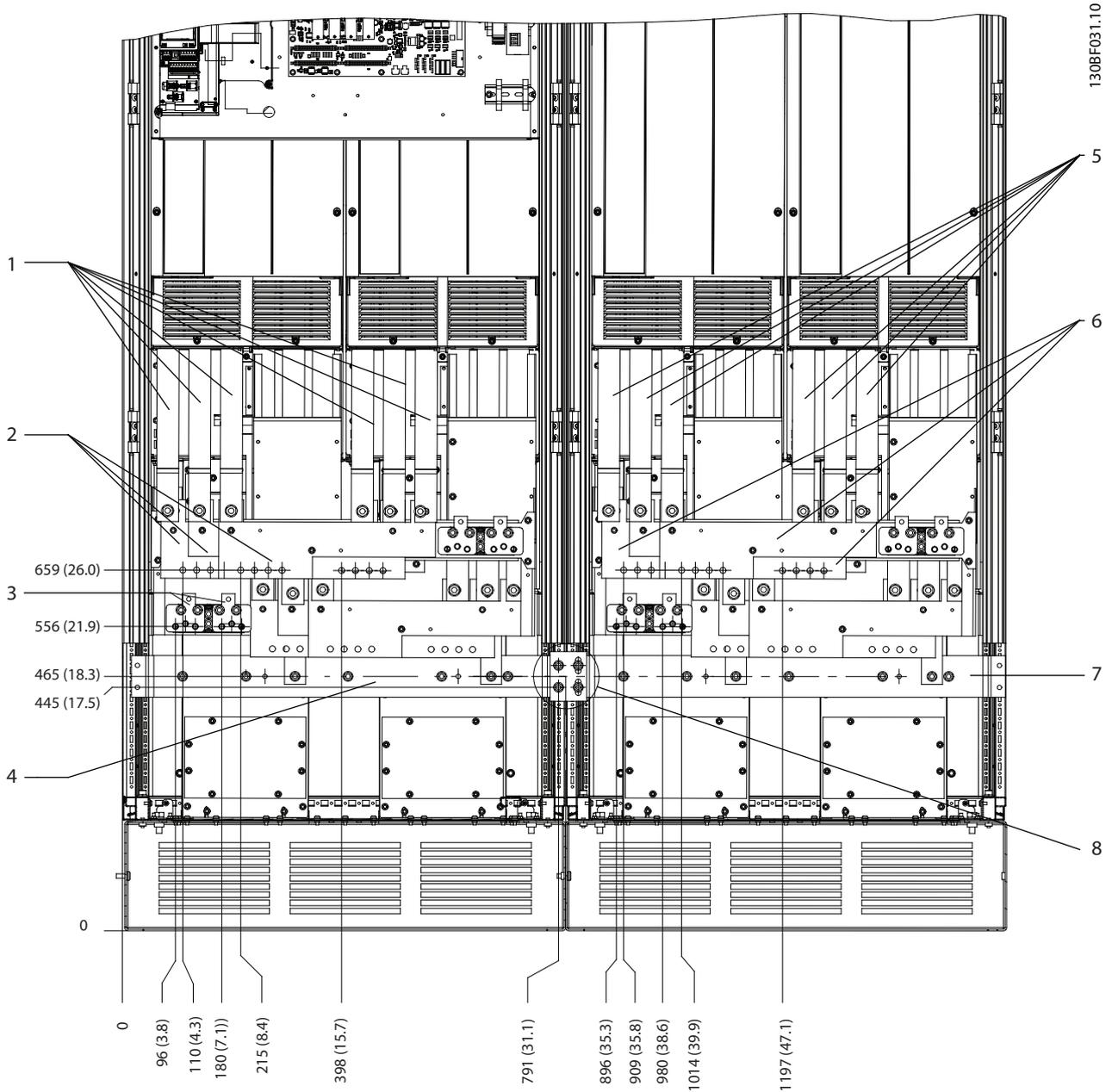
Abbildung 6.10 Außenabmessungen eines Systems mit 4 Frequenzumrichtermodulen (Front- und Seitenansichten sowie Ansicht bei geöffneter Tür)

6



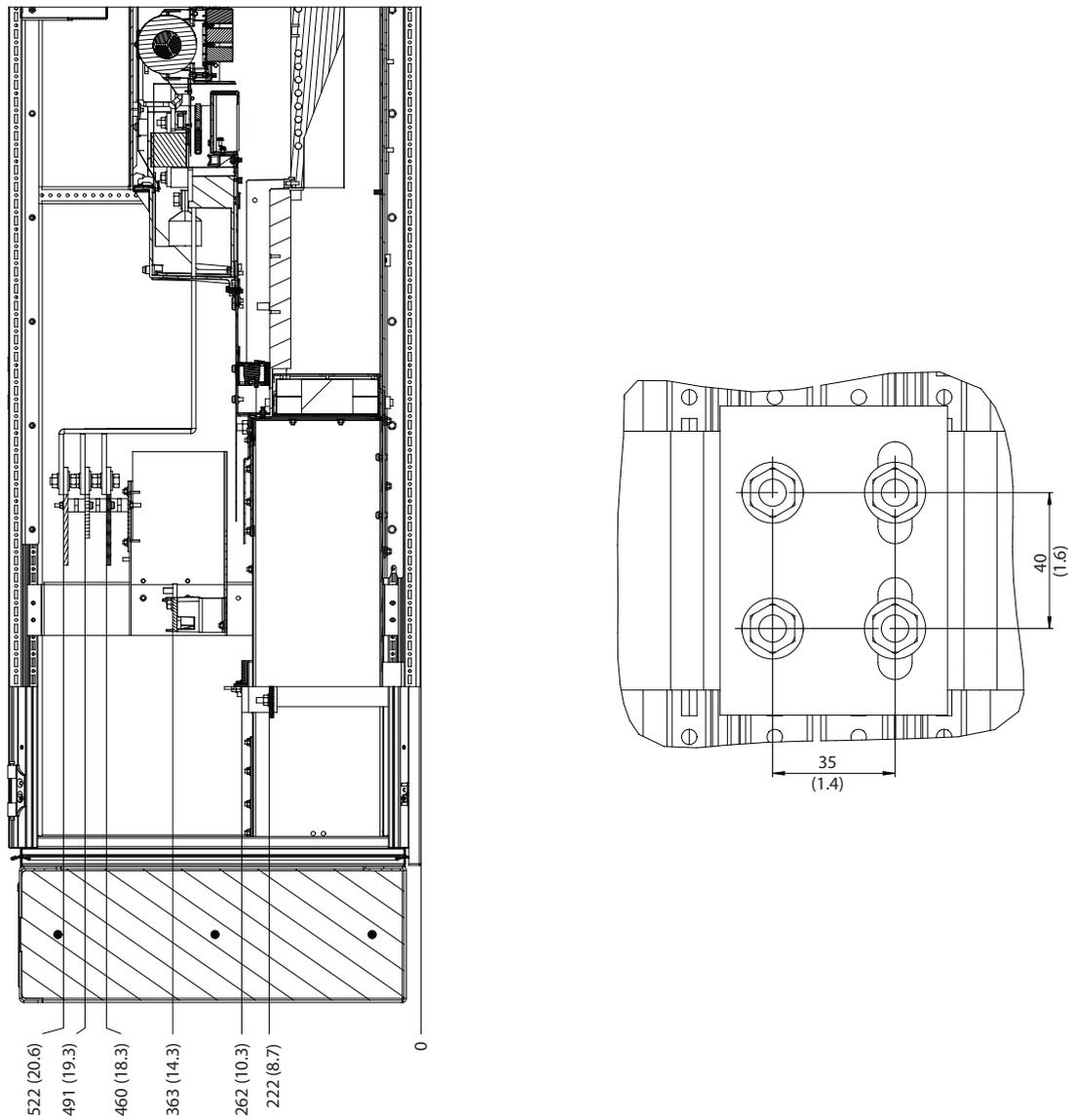
1308F030.10

Abbildung 6.11 Brückenanschlüsse – System mit 4 Frequenzrichtermodulen (Seiten- und Frontansichten)



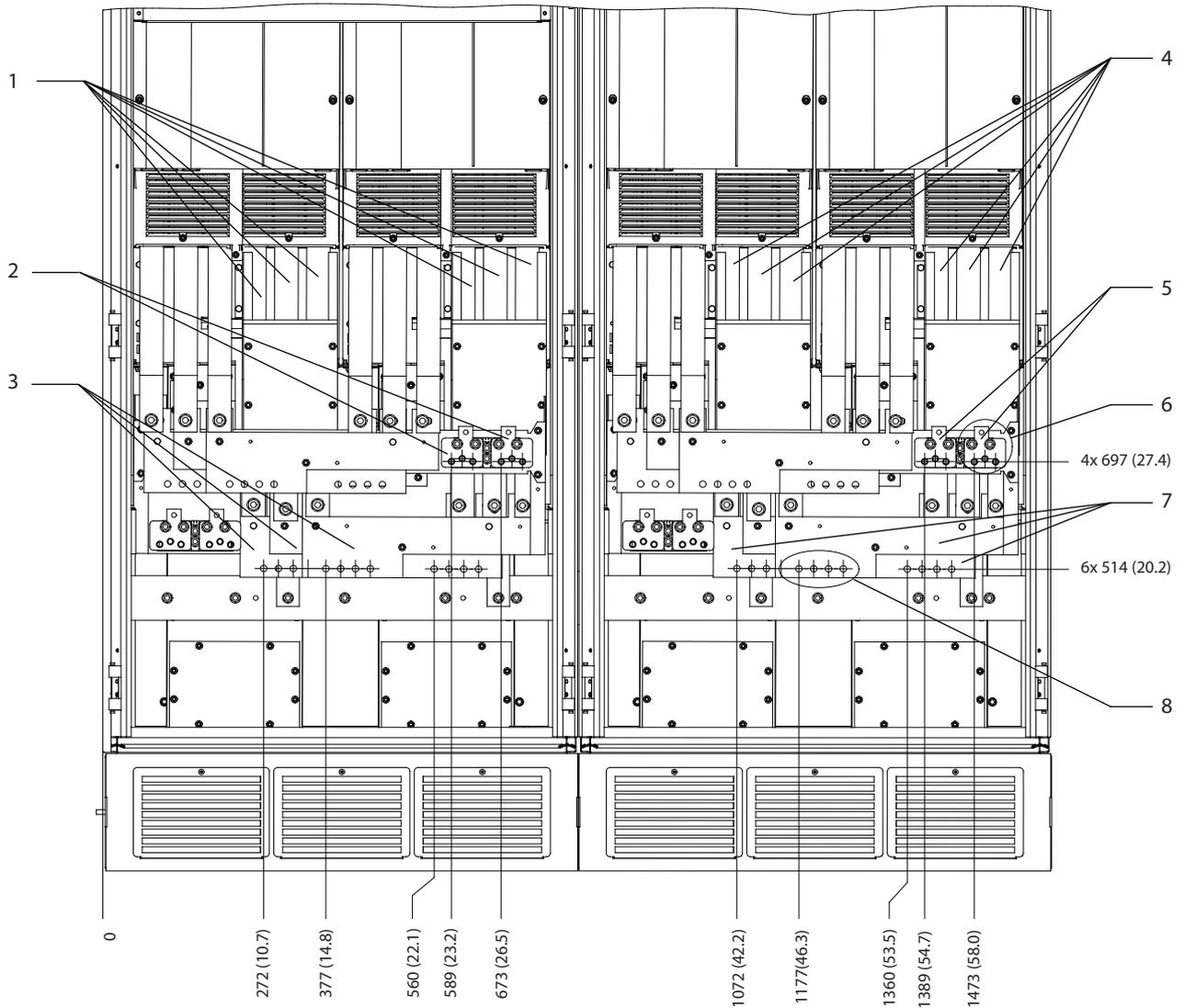
1	Netzbrücken-Sammelschienen (Module 1 und 2)	5	Netzbrücken-Sammelschienen (Module 3 und 4)
2	Netzklemmen (Module 1 und 2)	6	Netzklemmen (Module 3 und 4)
3	Bremsklemmen (Module 1 und 2)	7	Erdungsklemmen (Module 3 und 4)
4	Erdungsklemmen (Module 1 und 2)	8	Anschließen der Erdungsklemme (siehe Abbildung 6.13)

Abbildung 6.12 Netz- und Erdungsklemmen bei Systemen mit 4 Frequenzrichtermodulen (Frontansicht)



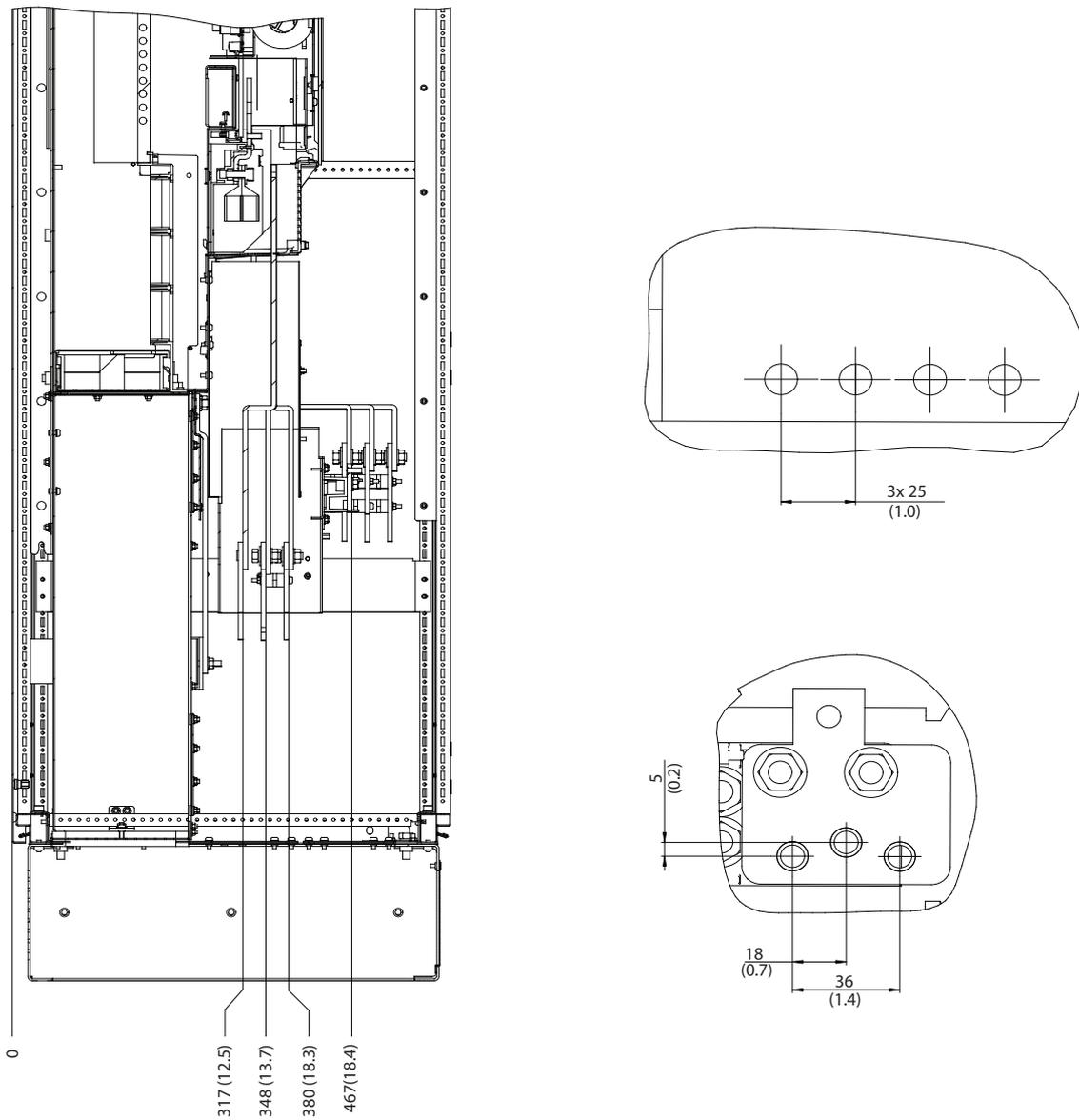
130BF067.10

Abbildung 6.13 Netz- und Erdungsklemmen bei Systemen mit 4 Frequenzrichtermodulen (Seitenansicht, links und Ansicht zum Anschließen der Erdungsklemme, rechts)



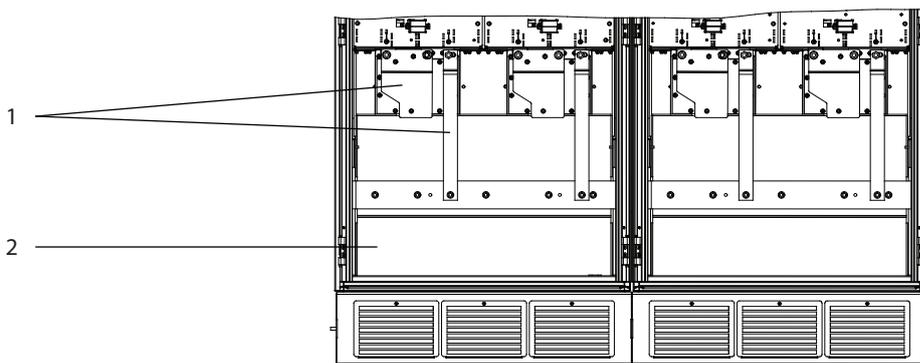
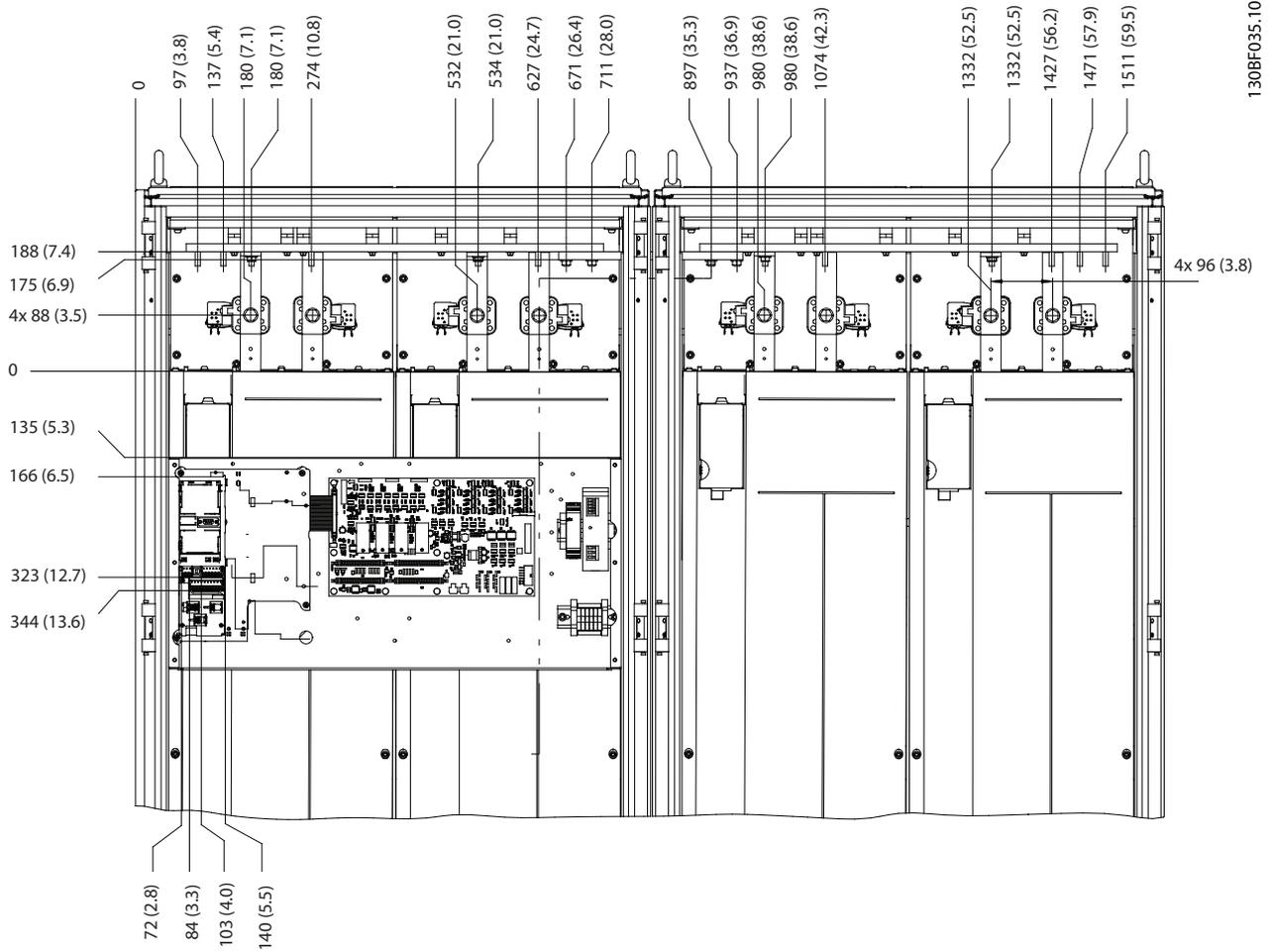
1	Motorbrücken-Sammelschienen (Module 1 und 2)	5	Bremsklemmen (Module 3 und 4)
2	Bremsklemmen (Module 1 und 2)	6	Bremsklemmendetail (siehe <i>Abbildung 6.15</i>)
3	Motorklemmen (Module 1 und 2)	7	Motorklemmen (Module 3 und 4)
4	Motorbrücken-Sammelschienen (Module 3 und 4)	8	Motorklemmendetail (siehe <i>Abbildung 6.15</i>)

Abbildung 6.14 Motor- und Bremsklemmen bei Systemen mit 4 Frequenzrichtermodulen (Frontansicht)



130BF068.10

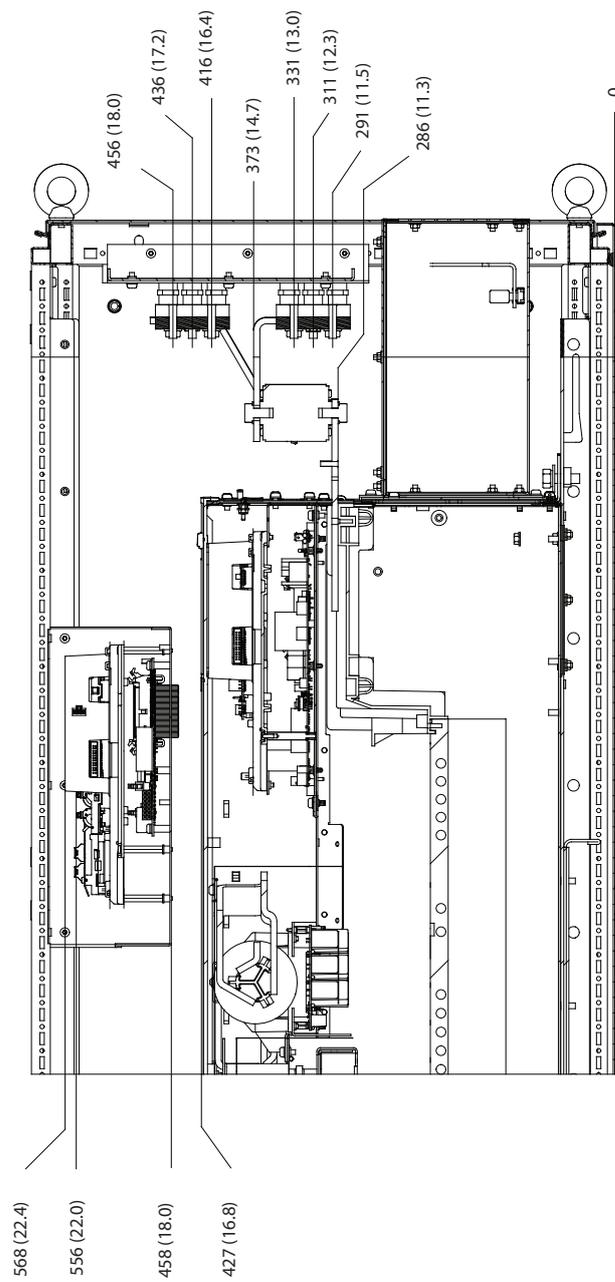
Abbildung 6.15 Motor- und Bremsklemmen bei Systemen mit 4 Frequenzrichtermodulen (Seitenansicht, links, Motorklemmen, oben rechts und Bremsklemmen, unten rechts)



1	Erdbrücken-Sammelschienen (Modul 1)	2	Erdungsabschirmung (Modul 1)
---	-------------------------------------	---	------------------------------

Abbildung 6.16 DC-Bus/Relais – System mit 4 Frequenzumrichtermodulen (Frontansicht)

6



1308F069.10

Abbildung 6.17 DC-Bus und Relais – System mit 4 Frequenzumrichtermodulen (Seitenansicht)

6.5 Leistungsabhängige Spezifikationen

6.5.1 VLT[®] HVAC Drive FC 102

Leistungsbereich	N315	N355	N400	N450	N500
Frequenzumrichtermodule	2	2	2	2	2
Gleichrichterkonfiguration	12-puls				6-Puls/12-Puls
Hohe/normale Last	NO	NO	NO	NO	NO
Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]	315	355	400	450	500
Typische Wellenleistung bei 460 V [HP] (nur Nordamerika)	450	500	600	600	700/650
Schutzart	IP00				
Wirkungsgrad	0,98				
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–590				
Kühlkörper Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	110 (230)				
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt. [°C (°F)]	80 (176)				
Ausgangsstrom [A]					
Dauerbetrieb (bei 380–440 V)	588	658	745	800	880
Überlast (60 s) bei 400 V	647	724	820	880	968
Dauerbetrieb (bei 460/500 V)	535	590	678	730	780
Überlast (60 s) bei 460/500 V	588	649	746	803	858
Dauerbetrieb (bei 400 V) [kVA]	407	456	516	554	610
Dauerbetrieb (bei 460 V) [kVA]	426	470	540	582	621
Dauerbetrieb (bei 500 V) [kVA]	463	511	587	632	675
Eingangsstrom [A]					
Dauerbetrieb (bei 400 V)	567	647	733	787	875
Dauerbetrieb (bei 460/500 V)	516	580	667	718	759
Verlustleistungen [W]					
Frequenzumrichtermodule bei 400 V	5825	6110	7069	7538	8468
Frequenzumrichtermodule bei 460 V	4998	5964	6175	6609	7140
AC-Stromschienen bei 400 V	550	555	561	565	575
AC-Stromschienen bei 460 V	548	551	556	560	563
DC-Stromschienen bei der Rückspeisung	93	95	98	101	105
Maximaler Kabelquerschnitt [mm² (mcm)]					
Netz ¹⁾	4x120 (250)				4x150 (300)
Motor	4x120 (250)				4x150 (300)
Bremse	4x70 (2/0)			4x95 (3/0)	
Anschlussklemmen der Rückspeiseeinheit	4x120 (250)		4x150 (300)	6x120 (250)	
Maximalwerte externe Netzsicherungen					
6-Puls-Konfiguration	–	–	–	–	600 V, 1600 A
12-Puls-Konfiguration	700 A, 600 V				–

Tabelle 6.2 FC102, 380–480 V AC Netzversorgung (System mit 2 Antrieben)

1) Bei 12-Puls-Einheiten müssen die Kabel zwischen Stern- und Dreieck-Anschlüssen in gleicher Anzahl und Länge vorhanden sein.

Leistungsbereich	N560	N630	N710	N800	N1M0
Frequenzumrichtermodule	4	4	4	4	4
Gleichrichterkonfiguration	6-Puls/12-Puls				
Hohe/normale Last	NO	NO	NO	NO	NO
Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]	560	630	710	800	1000
Typische Wellenleistung bei 460 V [HP] (nur Nordamerika)	750	900	1000	1200	1350
Schutzart	IP00				
Wirkungsgrad	0,98				
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–590				
Kühlkörper Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	110 (230)				
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt. [°C (°F)]	80 (176)				
Ausgangsstrom [A]					
Dauerbetrieb (bei 380–440 V)	990	1120	1260	1460	1720
Überlast (60 s) bei 400 V	1089	1232	1386	1606	1892
Dauerbetrieb (bei 460/500 V)	890	1050	1160	1380	1530
Überlast (60 s) bei 460/500 V	979	1155	1276	1518	1683
Dauerbetrieb (bei 400 V) [kVA]	686	776	873	1012	1192
Dauerbetrieb (bei 460 V) [kVA]	709	837	924	1100	1219
Dauerbetrieb (bei 500 V) [kVA]	771	909	1005	1195	1325
Eingangsstrom [A]					
Dauerbetrieb (bei 400 V)	964	1090	1227	1422	1675
Dauerbetrieb (bei 460/500 V)	867	1022	1129	1344	1490
Verlustleistungen [W]					
Frequenzumrichtermodule bei 400 V	8810	10199	11632	13253	16463
Frequenzumrichtermodule bei 460 V	7628	9324	10375	12391	13958
AC-Stromschienen bei 400 V	665	680	695	722	762
AC-Stromschienen bei 460 V	656	671	683	710	732
DC-Stromschienen bei der Rückspeisung	218	232	250	276	318
Maximaler Kabelquerschnitt [mm² (mcm)]					
Netz ¹⁾	4x185 (350)	8x120 (250)			
Motor	4x185 (350)	8x120 (250)			
Bremse	8x70 (2/0)			8x95 (3/0)	
Anschlussklemmen der Rückspeiseeinheit	6x120 (250)	8x120 (250)		8x150 (300)	10x150 (300)
Maximalwerte externe Netzsicherungen					
6-Puls-Konfiguration	600 V, 1600 A	600 V, 2000 A		600 V, 2500 A	
12-Puls-Konfiguration	600 V, 700 A	600 V, 900 A			600 V, 1500 A

Tabelle 6.3 FC102, 380–480 V AC Netzversorgung (System mit 4 Antrieben)

1) Bei 12-Puls-Einheiten müssen die Kabel zwischen Stern- und Dreieck-Anschlüssen in gleicher Anzahl und Länge vorhanden sein.

Leistungsbereich	N315	N400	N450	N500	N560	N630
Frequenzumrichtermodule	2	2	2	2	2	2
Gleichrichterkonfiguration	12-puls					
Hohe/normale Last	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Typische Wellenleistung bei 525–550 V [kW]	250	315	355	400	450	500
Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	350	400	450	500	600	650
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	315	400	450	500	560	630
Schutzart	IP00					
Wirkungsgrad	0,98					
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–590					
Kühlkörper Übertemperatur Abschl. [°C (°F)]	110 (230)					
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschl. [°C (°F)]	80 (176)					
Ausgangsstrom [A]						
Dauerbetrieb (bei 550 V)	360	418	470	523	596	630
Überlast (60 s) bei 550 V	396	360	517	575	656	693
Dauerbetrieb (bei 575/690 V)	344	400	450	500	570	630
Überlast (60 s) bei 575/690 V	378	440	495	550	627	693
Dauerbetrieb (bei 550 V) kVA	343	398	448	498	568	600
Dauerbetrieb (bei 575 V) kVA	343	398	448	498	568	627
Dauerbetrieb (bei 690 V) kVA	411	478	538	598	681	753
Eingangsstrom [A]						
Dauerbetrieb (bei 550 V)	355	408	453	504	574	607
Dauerbetrieb (bei 575 V)	339	490	434	482	549	607
Dauerbetrieb (bei 690 V)	352	400	434	482	549	607
Verlustleistungen [W]						
Frequenzumrichtermodule bei 575 V	4401	4789	5457	6076	6995	7431
Frequenzumrichtermodule bei 690 V	4352	4709	5354	5951	6831	7638
AC-Stromschienen bei 575 V	540	541	544	546	550	553
DC-Stromschienen bei der Rückspeisung	88	88.5	90	91	186	191
Maximaler Kabelquerschnitt [mm² (mcm)]						
Netz ¹⁾	2x120 (250)	4x120 (250)				
Motor	2x120 (250)	4x120 (250)				
Bremse	4x70 (2/0)				4x95 (3/0)	
Anschlussklemmen der Rückspeiseeinheit	4x120 (250)					
Maximalwerte externe Netzsicherungen	700 V, 550 A			700 V, 630 A		

Tabelle 6.4 FC102, 525–690 V AC Netzversorgung (System mit 2 Antrieben)

1) Bei 12-Puls-Einheiten müssen die Kabel zwischen Stern- und Dreieck-Anschlüssen in gleicher Anzahl und Länge vorhanden sein.

Leistungsbereich	N710	N800	N900	N1M0	N1M2
Frequenzumrichtermodule	4	4		4	4
Gleichrichterkonfiguration	6-Puls/12-Puls				
Hohe/normale Last	NO	NO	NO	NO	NO
Typische Wellenleistung bei 525–550 V [kW]	560	670	750	850	1000
Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	750	950	1050	1150	1350
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	710	800	900	1000	1200
Schutzart	IP00				
Wirkungsgrad	0,98				
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–590				
Kühlkörper Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	110 (230)				
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt. [°C (°F)]	80 (176)				
Ausgangsstrom [A]					
Dauerbetrieb (bei 550 V)	763	889	988	1108	1317
Überlast (60 s) bei 550 V	839	978	1087	1219	1449
Dauerbetrieb (bei 575/690 V)	730	850	945	1060	1260
Überlast (60 s) bei 575/690 V	803	935	1040	1166	1590
Dauerbetrieb (bei 550 V)	727	847	941	1056	1056
Dauerbetrieb (bei 575 V)	727	847	941	1056	1056
Dauerbetrieb (bei 690 V)	872	1016	1129	1267	1506
Eingangsstrom [A]					
Dauerbetrieb (bei 550 V)	743	866	962	1079	1282
Dauerbetrieb (bei 575 V)	711	828	920	1032	1227
Dauerbetrieb (bei 690 V)	711	828	920	1032	1227
Verlustleistungen [W]					
Frequenzumrichtermodule bei 575 V	8683	10166	11406	12852	15762
Frequenzumrichtermodule bei 690 V	8559	9996	11188	12580	15358
AC-Stromschienen bei 575 V	644	653	661	672	695
DC-Stromschienen bei der Rückspeisung	198	208	218	231	256
Maximaler Kabelquerschnitt [mm² (mcm)]					
Netz ¹⁾	4x120 (250)	6x120 (250)			8x120 (250)
Motor	4x120 (250)	6x120 (250)			8x120 (250)
Bremse	8x70 (2/0)			8x95 (3/0)	
Anschlussklemmen der Rückspeiseeinheit	4x150 (300)	6x120 (250)		6x150 (300)	8x120 (250)
Maximalwerte externe Netzsicherungen					
6-Puls-Konfiguration	700 V, 1600 A				700 V, 2000 A
12-Puls-Konfiguration	700 V, 900 A			700 V, 1500 A	

Tabelle 6.5 FC102, 525–690 V AC Netzversorgung (System mit 4 Antrieben)

1) Bei 12-Puls-Einheiten müssen die Kabel zwischen Stern- und Dreieck-Anschlüssen in gleicher Anzahl und Länge vorhanden sein.

6.5.2 VLT® AQUA Drive FC 202

Leistungsbereich	N315		N355		N400		N450		N500		
Frequenzumrichtermodule	2		2		2		2		2		
Gleichrichterkonfiguration	12-puls								6-Puls/12-Puls		
Hohe/normale Last	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	
Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]	250	315	315	355	355	400	400	450	450	500	
Typische Wellenleistung bei 460 V [HP] (nur Nordamerika)	350	450	450	500	500	600	550	600	600	650	
Schutzart	IP00										
Wirkungsgrad	0,98										
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–590										
Kühlkörper Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	110 (230)										
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt. [°C (°F)]	80 (176)										
Ausgangsstrom [A]											
Dauerbetrieb (bei 400 V)	480	588	600	658	658	745	695	800	810	880	
Überlast (60 s) bei 400 V	720	647	900	724	987	820	1043	880	1215	968	
Dauerbetrieb (bei 460/500 V)	443	535	540	590	590	678	678	730	730	780	
Überlast (60 s) bei 460/500 V	665	588	810	649	885	746	1017	803	1095	858	
Dauerbetrieb (bei 400 V) [kVA]	333	407	416	456	456	516	482	554	554	610	
Dauerbetrieb (bei 460 V) [kVA]	353	426	430	470	470	540	540	582	582	621	
Dauerbetrieb (bei 500 V) [kVA]	384	463	468	511	511	587	587	632	632	675	
Eingangsstrom [A]											
Dauerbetrieb (bei 400 V)	463	567	590	647	647	733	684	787	779	857	
Dauerbetrieb (bei 460/500 V)	427	516	531	580	580	667	667	718	711	759	
Verlustleistungen [W]											
Frequenzumrichtermodule bei 400 V	4505	5825	5502	6110	6110	7069	6375	7538	7526	8468	
Frequenzumrichtermodule bei 460 V	4063	4998	5384	5964	5271	6175	6070	6609	6604	7140	
AC-Stromschienen bei 400 V	545	550	551	555	555	561	557	565	566	575	
AC-Stromschienen bei 460 V	543	548	548	551	551	556	556	560	560	563	
DC-Stromschienen bei der Rückspeisung	93	93	95	95	98	98	101	101	105	105	
Maximaler Kabelquerschnitt [mm² (mcm)]											
Netz ¹⁾	4x120 (250)								4x150 (300)		
Motor	4x120 (250)								4x150 (300)		
Bremse	4x70 (2/0)						4x95 (3/0)				
Anschlussklemmen der Rückspeiseeinheit	4x120 (250)				6x120 (250)			6x120 (250)			
Maximalwerte externe Netzsicherungen											
6-Puls-Konfiguration	–		–		–		–		600 V, 1600 A		
12-Puls-Konfiguration	600 V, 700 A								600 V, 900 A		

Tabelle 6.6 FC202, 380–480 V AC Netzversorgung (System mit 2 Antrieben)

1) Bei 12-Puls-Einheiten müssen die Kabel zwischen Stern- und Dreieck-Anschlüssen in gleicher Anzahl und Länge vorhanden sein.

Leistungsbereich	N560		N630		N710		N800		N1M0		
Frequenzumrichtermodule	4		4		4		4		4		
Gleichrichterkonfiguration	6-Puls/12-Puls										
Hohe/normale Last	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	
Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]	500	560	560	630	630	710	710	800	800	1000	
Typische Wellenleistung bei 460 V [HP] (nur Nordamerika)	650	750	750	900	900	1000	1000	1200	1200	1350	
Schutzart	IP00										
Wirkungsgrad	0,98										
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–590										
Kühlkörper Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	110 (230)										
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt. [°C (°F)]	80 (176)										
Ausgangsstrom [A]											
Dauerbetrieb (bei 400 V)	880	990	990	1120	1120	1260	1260	1460	1460	1720	
Überlast (60 s) bei 400 V	1320	1089	1485	1232	1680	1386	1890	1606	2190	1892	
Dauerbetrieb (bei 460/500 V)	780	890	890	1050	1050	1160	1160	1380	1380	1530	
Überlast (60 s) bei 460/500 V	1170	979	1335	1155	1575	1276	1740	1518	2070	1683	
Dauerbetrieb (bei 400 V) [kVA]	610	686	686	776	776	873	873	1012	1012	1192	
Dauerbetrieb (bei 460 V) [kVA]	621	709	709	837	837	924	924	1100	1100	1219	
Dauerbetrieb (bei 500 V) [kVA]	675	771	771	909	909	1005	1005	1195	1195	1325	
Eingangsstrom [A]											
Dauerbetrieb (bei 400 V)	857	964	964	1090	1090	1227	1127	1422	1422	1675	
Dauerbetrieb (bei 460 V)	759	867	867	1022	1022	1129	1129	1344	1344	1490	
Verlustleistungen [W]											
Frequenzumrichtermodule bei 400 V	7713	8810	8918	10199	10181	11632	11390	13253	13479	16463	
Frequenzumrichtermodule bei 460 V	6641	7628	7855	9324	9316	10375	12391	12391	12376	13958	
AC-Stromschienen bei 400 V	655	665	665	680	680	695	695	722	722	762	
AC-Stromschienen bei 460 V	647	656	656	671	671	683	683	710	710	732	
DC-Stromschienen bei der Rückspeisung	218	218	232	232	250	250	276	276	318	318	
Maximaler Kabelquerschnitt [mm² (mcm)]											
Netz ¹⁾	4x185 (350)			8x125 (250)							
Motor	4x185 (350)			8x125 (250)							
Bremse	8x70 (2/0)						8x95 (3/0)				
Anschlussklemmen der Rückspeiseeinheit	6x125 (250)			8x125 (250)				8x150 (300)		10x150 (300)	
Maximalwerte externe Netzsicherungen											
6-Puls-Konfiguration	600 V, 1600 A			600 V, 2000 A				600 V, 2500 A			
12-Puls-Konfiguration	600 V, 900 A					600 V, 1500 A					

Tabelle 6.7 FC202, 380–480 V AC Netzversorgung (System mit 4 Antrieben)
1) Bei 12-Puls-Einheiten müssen die Kabel zwischen Stern- und Dreieck-Anschlüssen in gleicher Anzahl und Länge vorhanden sein.

Leistungsbereich	N315		N400		N450	
Frequenzumrichtermodule	2		2		2	
Gleichrichterkonfiguration	12-puls					
Hohe/normale Last	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung bei 525–550 V [kW]	200	250	250	315	315	355
Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	300	350	350	400	400	450
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	250	315	315	400	355	450
Schutzart	IP00					
Wirkungsgrad	0,98					
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–590					
Kühlkörper Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	110 (230)					
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt. [°C (°F)]	80 (176)					
Ausgangsstrom [A]						
Dauerbetrieb (bei 550 V)	303	360	360	418	395	470
Überlast (60 s) bei 550 V	455	396	560	460	593	517
Dauerbetrieb (bei 575/690 V)	290	344	344	400	380	450
Überlast (60 s) bei 575/690 V	435	378	516	440	570	495
Dauerbetrieb (bei 550 V)	289	343	343	398	376	448
Dauerbetrieb (bei 575 V)	289	343	343	398	378	448
Dauerbetrieb (bei 690 V)	347	411	411	478	454	538
Eingangsstrom [A]						
Dauerbetrieb (bei 550 V)	299	355	355	408	381	453
Dauerbetrieb (bei 575 V)	286	339	339	490	366	434
Dauerbetrieb (bei 690 V)	296	352	352	400	366	434
Verlustleistungen [W]						
Frequenzumrichtermodule bei 575 V	3688	4401	4081	4789	4502	5457
Frequenzumrichtermodule bei 690 V	3669	4352	4020	4709	4447	5354
AC-Stromschienen bei 575 V	538	540	540	541	540	544
DC-Stromschienen bei der Rückspeisung	88	88	89	89	90	90
Maximaler Kabelquerschnitt [mm² (mcm)]						
Netz ¹⁾	2x120 (250)		4x120 (250)			
Motor	2x120 (250)		4x120 (250)			
Bremse	4x70 (2/0)					
Anschlussklemmen der Rückspeiseeinheit	4x120 (250)					
Maximalwerte externe Netzsicherungen	700 V, 550 A					

Tabelle 6.8 FC202, 525–690 V AC Netzversorgung (System mit 2 Antrieben)

1) Bei 12-Puls-Einheiten müssen die Kabel zwischen Stern- und Dreieck-Anschlüssen in gleicher Anzahl und Länge vorhanden sein.

Leistungsbereich	N500		N560		N630	
Frequenzumrichtermodule	2		2		2	
Gleichrichterkonfiguration	12-puls					
Hohe/normale Last	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung bei 525–550 V [kW]	315	400	400	450	450	500
Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	400	500	500	600	600	650
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	400	500	500	560	560	630
Schutzart	IP00					
Wirkungsgrad	0,98					
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–590					
Kühlkörper Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	110 (230)					
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt. [°C (°F)]	80 (176)					
Ausgangsstrom [A]						
Dauerbetrieb (bei 550 V)	429	523	523	596	596	630
Überlast (60 s) bei 550 V	644	575	785	656	894	693
Dauerbetrieb (bei 575/690 V)	410	500	500	570	570	630
Überlast (60 s) bei 575/690 V	615	550	750	627	627	693
Dauerbetrieb (bei 550 V) [kVA]	409	498	498	568	568	600
Dauerbetrieb (bei 575 V) [kVA]	408	498	598	568	568	627
Dauerbetrieb (bei 690 V) [kVA]	490	598	598	681	681	753
Eingangsstrom [A]						
Dauerbetrieb (bei 550 V)	413	504	504	574	574	607
Dauerbetrieb (bei 575 V)	395	482	482	549	549	607
Dauerbetrieb (bei 690 V)	395	482	482	549	549	607
Verlustleistungen [W]						
Frequenzumrichtermodule bei 575 V	4892	6076	6016	6995	6941	7431
Frequenzumrichtermodule bei 690 V	4797	5951	5886	6831	6766	7638
AC-Stromschienen bei 575 V	542	546	546	550	550	553
DC-Stromschienen bei der Rückspeisung	91	91	186	186	191	191
Maximaler Kabelquerschnitt [mm² (mcm)]						
Netz ¹⁾	4x120 (250)					
Motor	4x120 (250)					
Bremse	4x70 (2/0)		4x95 (3/0)			
Anschlussklemmen der Rückspeiseeinheit	4x120 (250)					
Maximalwerte externe Netzsicherungen	700 V, 630 A					

Tabelle 6.9 FC202, 525–690 V AC Netzversorgung (System mit 2 Antrieben)

1) Bei 12-Puls-Einheiten müssen die Kabel zwischen Stern- und Dreieck-Anschlüssen in gleicher Anzahl und Länge vorhanden sein.

Leistungsbereich	N710		N800		N900		N1M0		N1M2	
Frequenzumrichtermodule	4		4		4		4		4	
Gleichrichterkonfiguration	6-Puls/12-Puls									
Hohe/normale Last	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung bei 525–550 V [kW]	500	560	560	670	670	750	750	850	850	1000
Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	650	750	750	950	950	1050	1050	1150	1150	1350
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	630	710	710	800	800	900	900	1000	1000	1200
Schutzart	IP00									
Wirkungsgrad	0,98									
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–590									
Kühlkörper Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	110 (230)									
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt. [°C (°F)]	80 (176)									
Ausgangsstrom [A]										
Dauerbetrieb (bei 550 V)	659	763	763	889	889	988	988	1108	1108	1317
Überlast (60 s) bei 550 V	989	839	1145	978	1334	1087	1482	1219	1662	1449
Dauerbetrieb (bei 575/690 V)	630	730	730	850	850	945	945	1060	1060	1260
Überlast (60 s) bei 575/690 V	945	803	1095	935	1275	1040	1418	1166	1590	1590
Dauerbetrieb (bei 550 V) [kVA]	628	727	727	847	847	941	941	1056	1056	1255
Dauerbetrieb (bei 575 V) [kVA]	627	727	727	847	847	941	941	1056	1056	1255
Dauerbetrieb (bei 690 V) [kVA]	753	872	872	1016	1016	1129	1129	1267	1267	1506
Eingangsstrom [A]										
Dauerbetrieb (bei 550 V)	642	743	743	866	866	962	1079	1079	1079	1282
Dauerbetrieb (bei 575 V)	613	711	711	828	828	920	1032	1032	1032	1227
Dauerbetrieb (bei 690 V)	613	711	711	828	828	920	1032	1032	1032	1227
Verlustleistungen [W]										
Frequenzumrichtermodule bei 575 V	7469	8683	8668	10166	10163	11406	11292	12852	12835	15762
Frequenzumrichtermodule bei 690 V	7381	8559	8555	9996	9987	11188	11077	12580	12551	15358
AC-Stromschienen bei 575 V	637	644	644	653	653	661	661	672	672	695
DC-Stromschienen bei der Rückspeisung	198	198	208	208	218	218	231	231	256	256
Maximaler Kabelquerschnitt [mm² (mcm)]										
Netz ¹⁾	4x120 (250)		6x120 (250)				8x120 (250)			
Motor	4x120 (250)		6x120 (250)				8x120 (250)			
Bremse	8x70 (2/0)						8x95 (3/0)			
Anschlussklemmen der Rückspeiseeinheit	4x150 (300)		6x120 (250)				6x150 (300)		8x120 (250)	
Maximalwerte externe Netzsicherungen										
6-Puls-Konfiguration	700 V, 1600 A								700 V, 2000 A	
12-Puls-Konfiguration	700 V, 900 A						700 V, 1500 A			

Tabelle 6.10 FC202, 525–690 V AC Netzversorgung (System mit 4 Antrieben)

1) Bei 12-Puls-Einheiten müssen die Kabel zwischen Stern- und Dreieck-Anschlüssen in gleicher Anzahl und Länge vorhanden sein.

6.5.3 VLT® AutomationDrive FC 302

Leistungsbereich	N250		N315		N355		N400		N450		
Frequenzumrichtermodule	2		2		2		2		2		
Gleichrichterkonfiguration	12-puls								6-Puls/12-Puls		
Hohe/normale Last	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	
Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]	250	315	315	355	355	400	400	450	450	500	
Typische Wellenleistung bei 460 V [HP] (nur Nordamerika)	350	450	450	500	500	600	550	600	600	650	
Typische Wellenleistung bei 500 V [kW]	315	355	355	400	400	500	500	530	530	560	
Schutzart	IP00										
Wirkungsgrad	0,98										
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–590										
Kühlkörper Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	110 (230)										
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt. [°C (°F)]	80 (176)										
Ausgangsstrom [A]											
Dauerbetrieb (bei 380–440 V)	480	588	600	658	658	745	695	800	810	880	
Überlast (60 s) bei 400 V	720	647	900	724	987	820	1043	880	1215	968	
Dauerbetrieb (bei 460/500 V)	443	535	540	590	590	678	678	730	730	780	
Überlast (60 s) bei 460/500 V	665	588	810	649	885	746	1017	803	1095	858	
Dauerbetrieb (bei 400 V) [kVA]	333	407	416	456	456	516	482	554	554	610	
Dauerbetrieb (bei 460 V) [kVA]	353	426	430	470	470	540	540	582	582	621	
Dauerbetrieb (bei 500 V) [kVA]	384	463	468	511	511	587	587	632	632	675	
Eingangsstrom [A]											
Dauerbetrieb (bei 400 V)	463	567	590	647	647	733	684	787	779	857	
Dauerbetrieb (bei 460/500 V)	427	516	531	580	580	667	667	718	711	759	
Verlustleistungen [W]											
Frequenzumrichtermodule bei 400 V	4505	5825	5502	6110	6110	7069	6375	7538	7526	8468	
Frequenzumrichtermodule bei 460 V	4063	4998	5384	5964	5721	6175	6070	6609	6604	7140	
AC-Stromschienen bei 400 V	545	550	551	555	555	561	557	565	566	575	
AC-Stromschienen bei 460 V	543	548	548	551	556	556	556	560	560	563	
Maximaler Kabelquerschnitt [mm² (mcm)]											
Netz ¹⁾	4x120 (250)								4x150 (300)		
Motor	4x120 (250)								4x150 (300)		
Bremse	4x70 (2/0)								4x95 (3/0)		
Anschlussklemmen der Rückspeiseeinheit	4x120 (250)				4x150 (300)			6x120 (250)			
Maximalwerte externe Netzsicherungen											
6-Puls-Konfiguration	–		–		–		–		600 V, 1600 A		
12-Puls-Konfiguration	600 V, 700 A								600 V, 900 A		

Tabelle 6.11 FC302, 380–500 V AC Netzversorgung (System mit 2 Antrieben)

1) Bei 12-Puls-Einheiten müssen die Kabel zwischen Stern- und Dreieck-Anschlüssen in gleicher Anzahl und Länge vorhanden sein.

Leistungsbereich	N500		N560		N630		N710		N800	
Frequenzumrichtermodule	4		4		4		4		4	
Gleichrichterkonfiguration	6-Puls/12-Puls									
Hohe/normale Last	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]	500	560	560	630	630	710	710	800	800	1000
Typische Wellenleistung bei 460 V [HP] (nur Nordamerika)	650	750	750	900	900	1000	1000	1200	1200	1350
Typische Wellenleistung bei 500 V [kW]	560	630	630	710	710	800	800	1000	1000	1100
Schutzart	IP00									
Wirkungsgrad	0,98									
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–590									
Kühlkörper Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	110 (230)									
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt. [°C (°F)]	80 (176)									
Ausgangsstrom [A]										
Dauerbetrieb (bei 380–440 V)	880	990	990	1120	1120	1260	1260	1460	1460	1720
Überlast (60 s) bei 400 V	1320	1089	1485	1232	1680	1386	1890	1606	2190	1892
Dauerbetrieb (bei 460/500 V)	780	890	890	1050	1050	1160	1160	1380	1380	1530
Überlast (60 s) bei 460/500 V	1170	979	1335	1155	1575	1276	1740	1518	2070	1683
Dauerbetrieb (bei 400 V) [kVA]	610	686	686	776	776	873	873	1012	1012	1192
Dauerbetrieb (bei 460 V) [kVA]	621	709	709	837	837	924	924	1100	1100	1219
Dauerbetrieb (bei 500 V) [kVA]	675	771	771	909	909	1005	1005	1195	1195	1325
Eingangsstrom [A]										
Dauerbetrieb (bei 400 V)	857	964	964	1090	1090	1227	1227	1422	1422	1675
Dauerbetrieb (bei 460/500 V)	759	867	867	1022	1022	1129	1129	1344	1344	1490
Verlustleistungen [W]										
Frequenzumrichtermodule bei 400 V	7713	8810	8918	10199	10181	11632	11390	13253	13479	16463
Frequenzumrichtermodule bei 460 V	6641	7628	7855	9324	9316	10375	12391	12391	12376	13958
AC-Stromschienen bei 400 V	655	665	665	680	680	695	695	722	722	762
AC-Stromschienen bei 460 V	647	656	656	671	671	683	683	710	710	732
DC-Stromschienen bei der Rückspeisung	218	218	232	232	250	276	276	276	318	318
Maximaler Kabelquerschnitt [mm² (mcm)]										
Netz ¹⁾	4x185 (350)			8x120 (250)						
Motor	4x185 (350)			8x120 (250)						
Bremse	8x70 (2/0)						8x95 (3/0)			
Anschlussklemmen der Rückspeiseeinheit	6x125 (250)			8x125 (250)			8x150 (300)		10x150 (300)	
Maximalwerte externe Netzsicherungen										
6-Puls-Konfiguration	600 V, 1600 A			600 V, 2000 A			600 V, 2500 A			
12-Puls-Konfiguration	600 V, 900 A				600 V, 1500 A					

Tabelle 6.12 FC302, 380–500 V AC Netzversorgung (System mit 4 Antrieben)

1) Bei 12-Puls-Einheiten müssen die Kabel zwischen Stern- und Dreieck-Anschlüssen in gleicher Anzahl und Länge vorhanden sein.

Leistungsbereich	N250		N315		N355		N400	
Frequenzumrichtermodule	2		2		2		2	
Gleichrichterkonfiguration	12-puls							
Hohe/normale Last	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung bei 525–550 V [kW]	200	250	250	315	315	355	315	400
Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	300	350	350	400	400	450	400	500
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	250	315	315	400	355	450	400	500
Schutzart	IP00							
Wirkungsgrad	0,98							
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–590							
Kühlkörper Übertemperatur Abschl. [°C (°F)]	110 (230)							
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschl. [°C (°F)]	80 (176)							
Ausgangsstrom [A]								
Dauerbetrieb (bei 550 V)	303	360	360	418	395	470	429	523
Überlast (60 s) bei 550 V	455	396	560	360	593	517	644	575
Dauerbetrieb (bei 575/690 V)	290	344	344	400	380	450	410	500
Überlast (60 s) bei 575/690 V	435	378	516	440	570	495	615	550
Dauerbetrieb (bei 550 V) [kVA]	289	343	343	398	376	448	409	498
Dauerbetrieb (bei 575 V) [kVA]	289	343	343	398	378	448	408	498
Dauerbetrieb (bei 690 V) [kVA]	347	411	411	478	454	538	490	598
Eingangsstrom [A]								
Dauerbetrieb (bei 550 V)	299	355	355	408	381	453	413	504
Dauerbetrieb (bei 575 V)	286	339	339	490	366	434	395	482
Dauerbetrieb (bei 690 V)	296	352	352	400	366	434	395	482
Verlustleistungen [W]								
Frequenzumrichtermodule bei 600 V	3688	4401	4081	4789	4502	5457	4892	6076
Frequenzumrichtermodule bei 690 V	3669	4352	4020	4709	4447	5354	4797	5951
AC-Stromschienen bei 575 V	538	540	540	541	540	544	542	546
DC-Stromschienen bei der Rückspeisung	88	88	89	89	90	90	91	91
Maximaler Kabelquerschnitt [mm² (mcm)]								
Netz ¹⁾	2x120 (250)			4x120 (250)				
Motor	2x120 (250)			4x120 (250)				
Bremse	4x70 (2/0)							
Anschlussklemmen der Rückspeiseeinheit	4x120 (250)							
Maximalwerte externe Netzsicherungen	700 V, 550 A							

Tabelle 6.13 FC302, 525–690 V AC Netzversorgung (System mit 2 Antrieben)

1) Bei 12-Puls-Einheiten müssen die Kabel zwischen Stern- und Dreieck-Anschlüssen in gleicher Anzahl und Länge vorhanden sein.

Leistungsbereich	N500		N560	
Frequenzumrichtermodule	2		2	
Gleichrichterkonfiguration	12-puls			
Hohe/normale Last	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung bei 525–550 V [kW]	400	450	450	500
Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	500	600	600	650
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	500	560	560	630
Schutzart	IP00			
Wirkungsgrad	0,98			
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–590			
Kühlkörper Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	110 (230)			
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt. [°C (°F)]	80 (176)			
Ausgangsstrom [A]				
Dauerbetrieb (bei 550 V)	523	596	596	630
Überlast (60 s) bei 550 V	785	656	894	693
Dauerbetrieb (bei 575/690 V)	500	570	570	630
Überlast (60 s) bei 575/690 V	750	627	627	693
Dauerbetrieb (bei 550 V) [kVA]	498	568	568	600
Dauerbetrieb (bei 575 V) [kVA]	498	568	568	627
Dauerbetrieb (bei 690 V) [kVA]	598	681	681	753
Eingangsstrom [A]				
Dauerbetrieb (bei 550 V)	504	574	574	607
Dauerbetrieb (bei 575 V)	482	549	549	607
Dauerbetrieb (bei 690 V)	482	549	549	607
Verlustleistungen [W]				
Frequenzumrichtermodule bei 600 V	6016	6995	6941	7431
Frequenzumrichtermodule bei 690 V	5886	6831	6766	7638
AC-Stromschienen bei 575 V	546	550	550	553
DC-Stromschienen bei der Rückspeisung	186	186	191	191
Maximaler Kabelquerschnitt [mm² (mcm)]				
Netz ¹⁾	4x120 (250)			
Motor	4x120 (250)			
Bremse	4x95 (3/0)			
Anschlussklemmen der Rückspeiseeinheit	4x120 (250)			
Maximalwerte externe Netzsicherungen	700 V, 630 A			

Tabelle 6.14 FC302, 525–690 V AC Netzversorgung (System mit 2 Antrieben)

1) Bei 12-Puls-Einheiten müssen die Kabel zwischen Stern- und Dreieck-Anschlüssen in gleicher Anzahl und Länge vorhanden sein.

Leistungsbereich	N630		N710		N800		N900		N1M0	
Frequenzumrichtermodule	4		4		4		4		4	
Gleichrichterkonfiguration	6-Puls/12-Puls									
Hohe/normale Last	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung bei 525–550 V [kW]	500	560	560	670	670	750	750	850	850	1000
Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	650	750	750	950	950	1050	1050	1150	1150	1350
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	630	710	710	800	800	900	900	1000	1000	1200
Schutzart	IP00									
Wirkungsgrad	0,98									
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–590									
Kühlkörper Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	110 (230)									
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt. [°C (°F)]	80 (176)									
Ausgangsstrom [A]										
Dauerbetrieb (bei 550 V)	659	763	763	889	889	988	988	1108	1108	1317
Überlast (60 s) bei 550 V	989	839	1145	978	1334	1087	1482	1219	1662	1449
Dauerbetrieb (bei 575/690 V)	630	730	730	850	850	945	945	1060	1060	1260
Überlast (60 s) bei 575/690 V	945	803	1095	935	1275	1040	1418	1166	1590	1590
Dauerbetrieb (bei 550 V) [kVA]	628	727	727	847	847	941	941	1056	1056	1255
Dauerbetrieb (bei 575 V) [kVA]	627	727	727	847	847	941	941	1056	1056	1255
Dauerbetrieb (bei 690 V) [kVA]	753	872	872	1016	1016	1129	1129	1267	1267	1506
Eingangsstrom [A]										
Dauerbetrieb (bei 550 V)	642	743	743	866	866	962	1079	1079	1079	1282
Dauerbetrieb (bei 575 V)	613	711	711	828	828	920	1032	1032	1032	1227
Dauerbetrieb (bei 690 V)	613	711	711	828	828	920	1032	1032	1032	1227
Verlustleistungen [W]										
Frequenzumrichtermodule bei 600 V	7469	8683	8668	10166	10163	11406	11292	12852	12835	15762
Frequenzumrichtermodule bei 690 V	7381	8559	8555	9996	9987	11188	11077	12580	12551	15358
AC-Stromschienen bei 575 V	637	644	644	653	653	661	661	672	672	695
DC-Stromschienen bei der Rückspeisung	198	198	208	208	218	218	231	231	256	256
Maximaler Kabelquerschnitt [mm² (mcm)]										
Netz ¹⁾	4x120 (250)		6x120 (250)				8x120 (250)			
Motor	4x120 (250)		6x120 (250)				8x120 (250)			
Bremse	8x70 (2/0)						8x95 (3/0)			
Anschlussklemmen der Rückspeiseeinheit	4x150 (300)		6x120 (250)				6x150 (300)		8x120 (250)	
Maximalwerte externe Netzsicherungen										
6-Puls-Konfiguration	700 V, 1600 A								700 V, 2000 A	
12-Puls-Konfiguration	700 V, 900 A						700 V, 1500 A			

Tabelle 6.15 FC302, 525–690 V AC Netzversorgung (System mit 4 Antrieben)

1) Bei 12-Puls-Einheiten müssen die Kabel zwischen Stern- und Dreieck-Anschlüssen in gleicher Anzahl und Länge vorhanden sein.

6.6 Netzversorgung zum Frequenzumrichtermodul

Netzversorgung ¹⁾	
Versorgungsklemmen	R/91, S/92, T/93
Versorgungsspannung ²⁾	380–480, 500 V 690 V, $\pm 10\%$, 525–690 V $\pm 10\%$
Netzfrequenz	50/60 Hz $\pm 5\%$
Maximale kurzzeitige Asymmetrie zwischen Netzphasen	3,0 % der Versorgungsnennspannung
Wirkleistungsfaktor (λ)	$\geq 0,98$ bei Nennlast
Verschiebungs-Leistungsfaktor ($\cos \Phi$)	(ca. 1)
Schalten am Netzeingang L1, L2, L3	Max. 1 Mal alle 2 Minuten
Umgebung nach EN 60664-1	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

1) Das Gerät eignet sich für Netzversorgungen, die maximal 85.000 A_{eff} (symmetrisch) bei maximal je 480/600 V liefern können.

2) Niedrige Netzspannung/Netzausfall:

Während einer niedrigen Netzspannung arbeitet das Antriebsmodul weiter, bis die Zwischenkreisspannung unter den minimalen Stopppegel abfällt, der 15 % unter der niedrigsten Versorgungsnennspannung liegt. Netz-Ein und volles Drehmoment ist bei einer Netzspannung unter 10 % der niedrigsten Versorgungsnennspannung nicht möglich. Das Frequenzumrichtermodul schaltet bei einem erkannten Netzausfall ab.

6.7 Motorausgang und Motordaten

Motorausgang	
Motorklemmen	U/96, V/97, W/98
Ausgangsspannung	0–100 % der Versorgungsspannung
Ausgangsfrequenz	0–590 Hz
Schalten am Ausgang	Unbegrenzt
Rampenzeiten	1–3600 s
Drehmomentkennlinie	
Überlastmoment (konstantes Drehmoment)	Maximal 150 %/60 s ¹⁾
Startmoment	Maximal 180 % bis zu 0,5 s ¹⁾
Überlastmoment (variables Drehmoment)	Maximal 110 %/s ¹⁾
Startmoment (variables Drehmoment)	Maximal 135 %/s

1) Prozentwert bezieht sich auf das Nenndrehmoment.

Wirkungsgrad

Wirkungsgrad	98% ¹⁾
--------------	-------------------

1) Bei Nennstrom gemessener Wirkungsgrad. Informationen zur Energieeffizienzklasse finden Sie in Kapitel 6.9 Umgebungsbedingungen Drive Modules. Informationen zu Teillastverlusten siehe www.danfoss.com/vltenergyefficiency.

6.8 Transformatorspezifikationen zu 12 Puls

Anschluss	Dy11 d0 oder Dyn 11d0
Phasenverschiebung zwischen Sekundärwicklungen	30°
Spannungsdifferenz zwischen Sekundärwicklungen	<0,5 %
Kurzschluss-Impedanz von Sekundärwicklungen	>5%
Unterschied der Kurzschluss-Impedanz zwischen Sekundärwicklungen	< 5 % der Kurzschluss-Impedanz
Andere	Keine Erdung von Sekundärwicklungen gestattet. Statische Abschirmung empfohlen

6.9 Umgebungsbedingungen Drive Modules

Umgebung	
IP-Schutzart	IP00
Störgeräusche	84 dB (Betrieb unter Volllast)
Vibrationstest	1,0 g
Vibrationen und Erschütterungen (IEC 60721-33-3)	Klasse 3M3

Maximale relative Feuchtigkeit	5–95 % (IEC 721–3–3; Klasse 3K3 (nicht kondensierend) bei Betrieb
Aggressive Umgebungsbedingungen (IEC 60068-2-43) H ₂ S-Test	Klasse kD
Aggressive Gase (IEC 60721-3-3)	Klasse 3C3
Umgebungstemperatur ¹⁾	Maximal 45 °C (113 °F) (durchschnittliches Maximum 24 Stunden 40 °C (104 °F))
Min. Umgebungstemperatur bei Volllast	0 °C (32 °F)
Min. Umgebungstemperatur bei reduzierter Leistung	-10 °C (14 °F)
Temperatur bei Lagerung/Transport	-25 bis +65 °C (-13 bis 149 °F)
Max. Höhe über dem Meeresspiegel ohne Leistungsreduzierung ¹⁾	1000 m (3281 ft)
EMV-Normen, Störaussendung	EN 61800-3
EMV-Normen, Störfestigkeit	EN 61800-4-2, EN 61800-4-3, EN 61800-4-4, EN 61800-4-5 und EN 61800-4-6
Energieeffizienzklasse ²⁾	IE2

1) Informationen zur Leistungsreduzierung bei hoher Umgebungstemperatur sowie zur Leistungsreduzierung in großen Höhenlagen finden Sie in Kapitel 6.12 Leistungsreduzierungsspezifikationen.

2) Bestimmt gemäß EN 50598-2 bei:

- Nennlast
- 90 % der Nennfrequenz
- Taktfrequenz-Werkseinstellung.
- Schaltmodus-Werkseinstellung

6

6.10 Kabelspezifikationen

Kabellängen und -querschnitte für Steuerleitungen¹⁾

Maximale Motorkabellänge, mit Abschirmung	150 m (492 ft)
Maximale Motorkabellänge, ohne Abschirmung	300 m (984 ft)
Maximaler Querschnitt zu Steuerklemmen, flexibler oder starrer Draht ohne Aderendhülsen	1,5 mm ² /16 AWG
Maximaler Querschnitt für Steuerklemmen, flexibles Kabel mit Aderendhülsen	1 mm ² /18 AWG
Maximaler Querschnitt für Steuerklemmen, flexibles Kabel mit Aderendhülsen mit Bund	0,5 mm ² /20 AWG
Mindestquerschnitt für Steuerklemmen	0,25 mm ² /24 AWG
Maximaler Querschnitt an 230-V-Klemmen	2,5 mm ² /14 AWG
Minimaler Querschnitt an 230-V-Klemmen	0,25 mm ² /24 AWG

1) Leistungskabel, siehe elektrische Datentabellen in Kapitel 6.5 Leistungsabhängige Spezifikationen.

6.11 Steuereingang/-ausgang und Steuerdaten

Digitaleingänge

Programmierbare Digitaleingänge	4 (6) ¹⁾
Klemme Nr.	18, 19, 27 ¹⁾ , 29 ¹⁾ , 32, 33
Logik	PNP oder NPN
Spannungsniveau	0–24 V DC
Spannungsniveau, logisch 0 PNP	<5 V DC
Spannungsniveau, logisch 1 PNP	>10 V DC
Spannungsniveau, logisch 0 NPN ²⁾	>19 V DC
Spannungsniveau, logisch 1 NPN ²⁾	<14 V DC
Maximale Spannung am Eingang	28 V DC
Pulsfrequenzbereich	0–110 kHz
(Arbeitszyklus) minimale Pulsbreite	4,5 ms
Eingangswiderstand, R _i	Ca. 4 kΩ

Alle Digitaleingänge sind von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen galvanisch getrennt.

1) Sie können die Klemmen 27 und 29 auch als Ausgang programmieren.

2) Safe Torque Off, Eingangsklemme 37.

Safe Torque Off (STO) Klemme 37^{1), 2)} (Klemme 37 hat festgelegte PNP-Logik)

Spannungsniveau	0–24 V DC
Spannungsniveau, logisch 0 PNP	< 4 V DC
Spannungsniveau, logisch 1 PNP	> 20 V DC
Maximale Spannung am Eingang	28 V DC
Typischer Eingangsstrom bei 24 V	50 mA _{eff}
Typischer Eingangsstrom bei 20 V	60 mA _{eff}
Eingangskapazität	400 nF

Alle Digitaleingänge sind von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen galvanisch getrennt.

1) Siehe VLT[®] Frequency Converters - Safe Torque Off-Bedienungsanleitung für weitere Informationen zu Klemme 37 und Safe Torque Off.

2) Wenn Sie ein Schütz mit integrierter DC-Spule in Kombination mit STO verwenden, ist es wichtig, beim Abschalten für den Strom eine Rückleitung von der Spule zu legen. Dies können Sie durch eine Freilaufdiode an der Drossel umsetzen. Verwenden Sie alternativ einen 30-V- oder 50-V-Metalloxidvaristor für eine schnellere Antwortzeit. Sie können typische Schütze zusammen mit dieser Diode erwerben.

Analogeingänge

Anzahl der Analogeingänge	2
Klemme Nr.	53, 54
Betriebsarten	Spannung oder Strom
Betriebsartwahl	Schalter S201 und Schalter S202
Einstellung Spannung	Schalter S201/Schalter S202 = AUS (U)
Spannungsniveau	-10 V bis +10 V (skalierbar)
Eingangswiderstand, Ri	Ca. 10 k Ω
Höchstspannung	\pm 20 V
Strom	Schalter S201/Schalter S202 = EIN (I)
Strombereich	0/4–20 mA (skalierbar)
Eingangswiderstand, Ri	ca. 200 Ω
Maximaler Strom	30 mA
Auflösung der Analogeingänge	10 Bit (+ Vorzeichen)
Genauigkeit der Analogeingänge	Maximale Abweichung 0,5 % der Gesamtskala
Bandbreite	20 Hz/100 Hz

Die Analogeingänge sind galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV = Protective extra low voltage/Schutzkleinspannung) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.

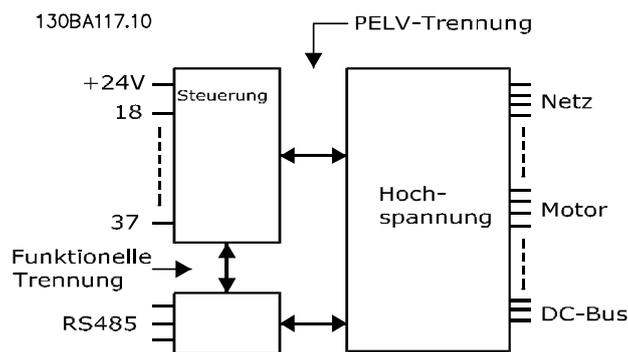


Abbildung 6.18 PELV-Isolierung

Pulseingang

Programmierbare Pulseingänge	2/1
Klemmennummer Puls	29 ¹⁾ , 32/33
Maximale Frequenz an Klemme 29, 33	110 kHz (Gegentakt)
Maximale Frequenz an Klemme 29, 33	5 kHz (offener Kollektor)
Minimale Frequenz an Klemme 29, 33	4 Hz
Spannungsniveau	0–24 V DC
Maximale Spannung am Eingang	28 V DC

Eingangswiderstand, Ri	Ca. 4 kΩ
Pulseingangsgenauigkeit (0,1-1 kHz)	Maximale Abweichung: 0,1 % der Gesamtskala
Genauigkeit des Drehgebereingangs (1-11 kHz)	Maximale Abweichung: 0,05 % der Gesamtskala

Die Puls- und Drehgebereingänge (Klemmen 29, 32, 33) sind galvanisch von der Versorgungsspannung PELV (Schutzkleinspannung – Protective extra low voltage) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.

1) Pulseingänge sind 29 und 33.

Analogausgang

Anzahl programmierbarer Analogausgänge	1
Klemme Nr.	42
Strombereich am Analogausgang	0/4–20 mA
Maximale Last GND – Analogausgang	500 Ω
Genauigkeit am Analogausgang	Maximale Abweichung: 0,5 % der Gesamtskala
Auflösung am Analogausgang	12 Bit

Der Analogausgang ist galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV – Schutzkleinspannung, Protective extra low voltage) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.

Steuerkarte, RS485 serielle Schnittstelle

Klemme Nr.	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
Klemme Nr. 61	Masse für Klemmen 68 und 69

Die serielle RS485-Kommunikationsschnittstelle ist von anderen zentralen Stromkreisen funktional und von der Versorgungsspannung (PELV) galvanisch getrennt.

Digitalausgang

Programmierbare Digital-/Pulsausgänge	2
Klemme Nr.	27, 29 ¹⁾
Spannungsniveau am Digital-/Pulsausgang	0–24 V
Maximaler Ausgangsstrom (Körper oder Quelle)	40 mA
Maximale Last am Pulsausgang	1 kΩ
Maximale kapazitive Last am Pulsausgang	10 nF
Min. Ausgangsfrequenz am Pulsausgang	0 Hz
Max. Ausgangsfrequenz am Pulsausgang	32 kHz
Genauigkeit am Pulsausgang	Maximale Abweichung: 0,1 % der Gesamtskala
Auflösung der Pulsausgänge	12 Bit

1) Sie können die Klemmen 27 und 29 auch als Eingang programmieren.

Der Digitalausgang ist von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen galvanisch getrennt.

Steuerkarte, 24 V DC-Ausgang

Klemme Nr.	12, 13
Ausgangsspannung	24 V +1, -3 V
Maximale Last	200 mA

Die 24-V-DC-Versorgung ist galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) getrennt, hat jedoch das gleiche Potenzial wie die analogen und digitalen Ein- und Ausgänge.

Relaisausgang

Programmierbare Relaisausgänge	2
Klemmennummer Relais 01	1-3 (öffnen), 1-2 (schließen)
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-1) ¹⁾ auf 1-3 (NC/Öffner), 1-2 (NO/Schließer) (ohmsche Last)	240 V AC, 2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-15) ¹⁾ (induktive Last bei cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-1) ¹⁾ auf 1-2 (NO/Schließer), 1-3 (NC/Öffner) (ohmsche Last)	60 V DC, 1 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-13) ¹⁾ (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Klemmennummer Relais 02 (nur VLT® AutomationDrive FC302)	4-6 (öffnen), 4-5 (schließen)
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-1) ¹⁾ an 4-5 (NO/Schließer) (ohmsche Last) ²⁾³⁾ Überspannungs-Kat.	
II	400 V AC, 2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-15) ¹⁾ auf 4-5 (NO/Schließer) (induktive Last bei cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-1) ¹⁾ auf 4-5 (NO/Schließer) (ohmsche Last)	80 V DC, 2 A

Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-13) ¹⁾ auf 4-5 (NO/Schließer) (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-1) ¹⁾ auf 4-6 (NC/Öffner) (ohmsche Last)	240 V AC, 2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-15) ¹⁾ auf 4-5 (NO/Schließer) (induktive Last bei $\cos\phi$ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-1) ¹⁾ auf 4-6 (NC/Öffner) (ohmsche Last)	50 V DC, 2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-13) ¹⁾ an 4-6 (NC/Öffner) (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Minimaler Belastungsstrom der Klemme an 1-3 (NC/Öffner), 1-2 (NO/Schließer), 4-6 (NC/Öffner), 4-5 (NO/Schließer)	24 V DC 10 mA, 24 V AC 20 mA
Umgebung nach EN 60664-1	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

1) IEC 60947 Teile 4 und 5

Die Relaiskontakte sind durch verstärkte Isolierung (PELV – Protective extra low voltage/Schutzkleinspannung) vom Rest der Schaltung galvanisch getrennt.

2) Überspannungskategorie II

3) UL-Anwendungen 300 V AC 2 A.

Steuerkarte, 10 V DC Ausgang

Klemme Nr.	50
Ausgangsspannung	10,5 V \pm 0,5 V
Maximale Last	25 mA

Die 10 V DC-Versorgung ist von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen galvanisch getrennt.

Steuerungseigenschaften

Auflösung der Ausgangsfrequenz bei 0-590 Hz	\pm 0,003 Hz
Wiederholgenauigkeit für Präz. Start/Stopp (Klemmen 18, 19)	\leq ±0,1 ms
System-Reaktionszeit (Klemmen 18, 19, 27, 29, 32, 33)	\leq 10 ms
Drehzahlregelbereich (ohne Rückführung)	1:100 der Synchrondrehzahl
Drehzahlregelbereich (mit Rückführung)	1:1000 der Synchrondrehzahl
Drehzahlgenauigkeit (ohne Rückführung)	30–4000 UPM: Abweichung \pm 8 UPM
Drehzahlgenauigkeit (mit Rückführung), je nach Auflösung des Istwertgebers	0–6000 U/min: Abweichung \pm 0,15 UPM

Alle Angaben zu Steuerungseigenschaften basieren auf einem 4-poligen Asynchronmotor

Steuerkartenleistung

Abtastintervall (VLT [®] HVAC Drive FC102, VLT [®] Refrigeration Drive FC103, VLT [®] AQUA Drive FC202)	5 ms (VLT [®] AutomationDrive FC302)
Abtastintervall (FC302)	1 ms

Steuerkarte, serielle USB-Schnittstelle

USB-Standard	1.1 (Full Speed)
USB-Buchse	USB-Stecker Typ B

Der Anschluss an einen PC erfolgt über ein standardmäßiges USB-Kabel.

Die USB-Verbindung ist galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV, Schutzkleinspannung) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.

Der USB-Erdanschluss ist nicht galvanisch vom Schutzleiter getrennt. Benutzen Sie nur einen isolierten Laptop als PC-Verbindung zum USB-Anschluss am Frequenzumrichter.

6.12 Leistungsreduzierungspezifikationen

Ziehen Sie eine Leistungsreduzierung in Betracht, wenn eine der folgenden Bedingungen vorhanden ist:

- Niedriger Luftdruck bei Betrieb über 1000 m.
- Hohe Umgebungstemperatur
- Hohe Taktfrequenz.
- Betrieb mit niedriger Drehzahl
- Lange Motorkabel
- Kabel mit großem Querschnitt

Wenn diese Bedingungen vorherrschen, empfiehlt Danfoss die Verwendung einer größeren Leistungsgröße.

6

6.12.1 Leistungsreduzierung aufgrund von niedrigem Luftdruck und erhöhter Umgebungstemperatur

Bei niedrigerem Luftdruck nimmt die Kühlfähigkeit der Luft ab.

Bei oder unterhalb einer Höhe von 1000 m ist keine Leistungsreduzierung erforderlich.

Oberhalb von 1000 m muss die Umgebungstemperatur (T_{AMB}) oder der max. Ausgangsstrom (I_{MAX}) reduziert werden. Siehe *Abbildung 6.19*.

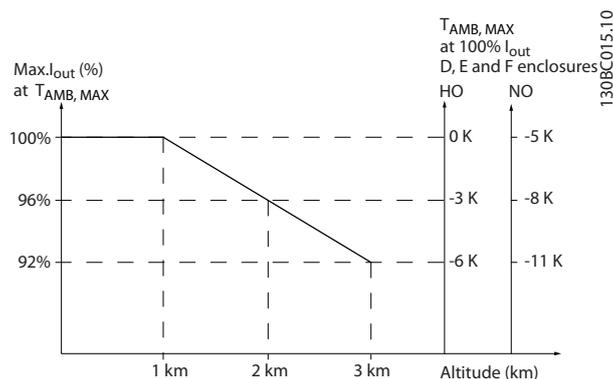


Abbildung 6.19 Höhenabhängige Ausgangsstromreduzierung bei $T_{AMB, MAX}$

Abbildung 6.19 zeigt, dass bei 41,7 °C (107 °F) 100 % des Ausgangsnennstroms verfügbar sind. Bei 45 °C (113 °F) ($T_{AMB, MAX}$ - 3 K) sind 91 % des Ausgangsnennstroms verfügbar.

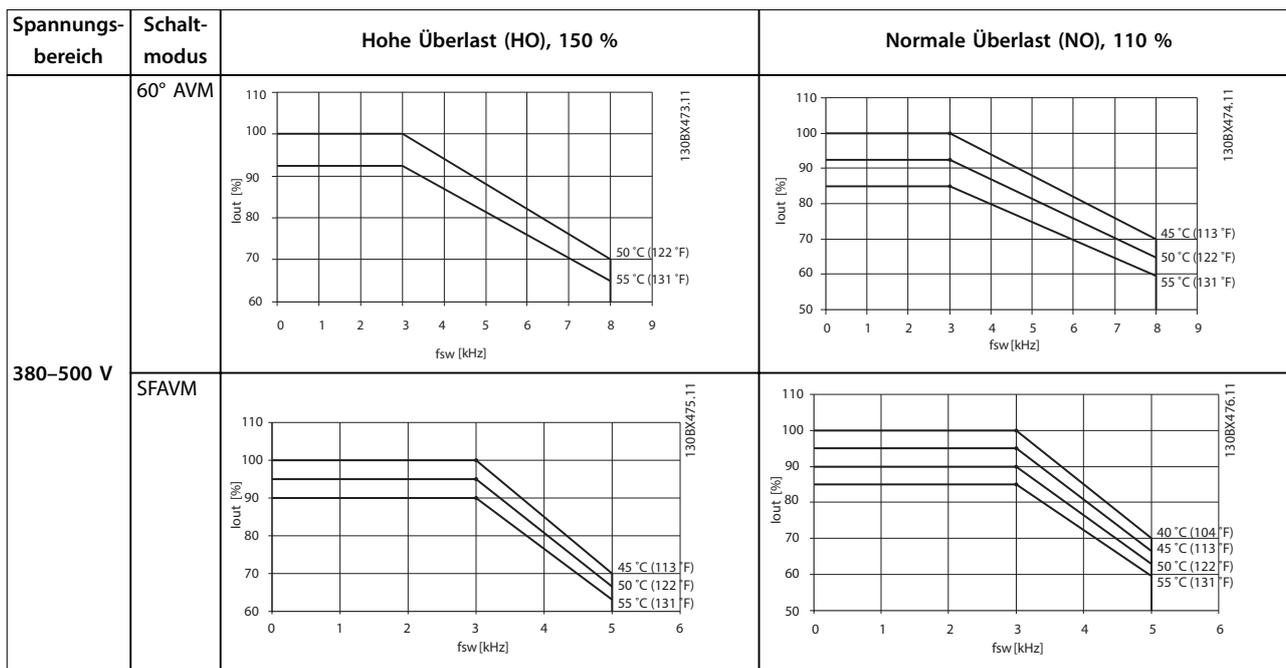
6.12.2 Leistungsreduzierung für Taktfrequenz und Umgebungstemperatur

HINWEIS

WERKSEITIGE LEISTUNGSREDUZIERUNG

Die VLT® Parallel Drive Modules sind bereits für die Betriebstemperatur (55 °C (131 °F) $T_{AMB, MAX}$ und 50 °C (122 °F) $T_{AMB, AVG}$) reduziert.

Die folgenden Diagramme zeigen an, ob der Ausgangsstrom basierend auf der Taktfrequenz und Umgebungstemperatur reduziert werden muss. In den Diagrammen gibt I_{out} den Prozentwert des Ausgangsnennstroms an, und f_{sw} gibt die Taktfrequenz an.



6

Tabelle 6.16 Leistungsreduzierung für Taktfrequenz, 250 kW bei 400 V AC (350 HP bei 460 V AC)

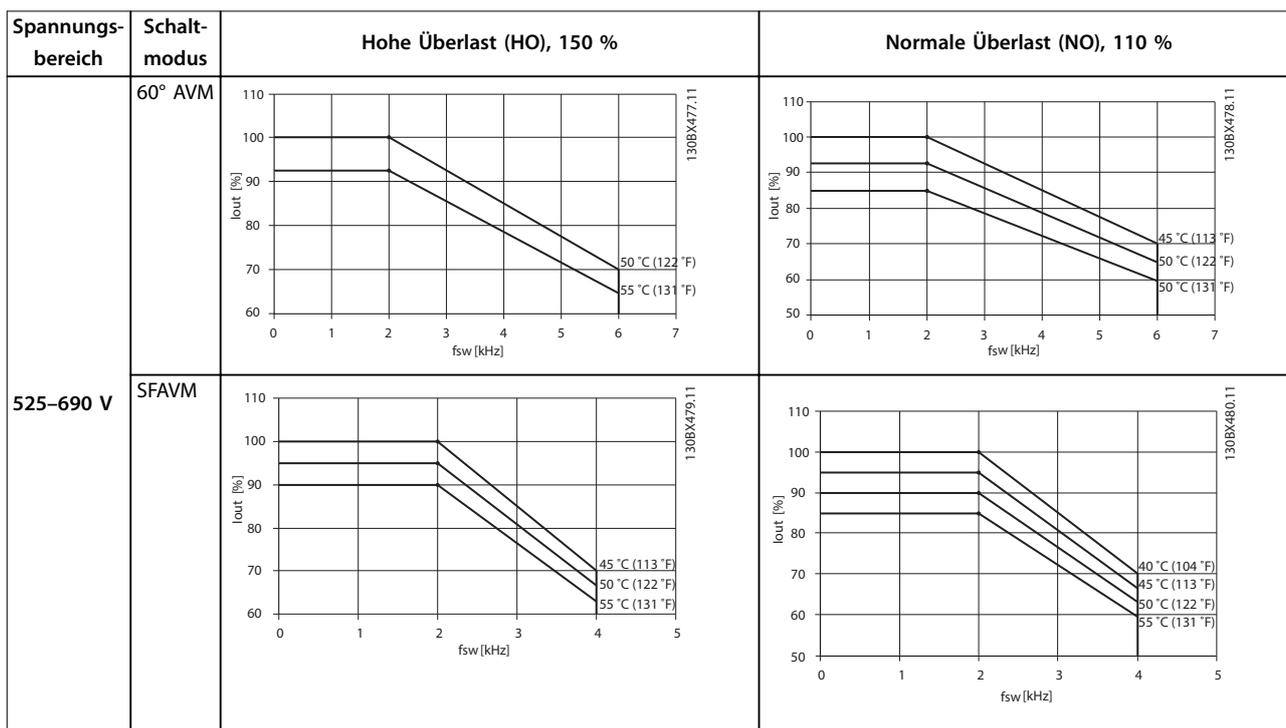


Tabelle 6.17 Leistungsreduzierung für Taktfrequenz, 250 kW bei 690 V AC (300 HP bei 575 V AC)

Spannungsbereich	Schaltmodus	Hohe Überlast (HO), 150 %	Normale Überlast (NO), 110 %
380-500 V	60° AVM		
	SFAVM		

Tabelle 6.18 Leistungsreduzierung für Taktfrequenz, 315-800 kW bei 400 V AC (450-1200 HP bei 460 V AC)

Spannungsbereich	Schaltmodus	Hohe Überlast (HO), 150 %	Normale Überlast (NO), 110 %
525-690 V	60° AVM		
	SFAVM		

Tabelle 6.19 Leistungsreduzierung für Taktfrequenz, 315-1000 kW bei 400 V AC (350-1150 HP bei 575 V AC)

7 Bestellinformationen

7.1 Bestellformular

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

Tabelle 7.1 Typencode

Produktgruppen	<input type="text" value="1-3"/>	
Frequenzrichter-Serie	<input type="text" value="4-6"/>	
Erzeugungscodes	<input type="text" value="7"/>	
Nennleistung	<input type="text" value="8-10"/>	
Phasen	<input type="text" value="11"/>	
Netzspannung	<input type="text" value="12"/>	
Gehäuse Baugröße Schutzart Steuerversorgungsspannung	<input type="text" value="13-15"/>	
Hardwarekonfiguration	<input type="text" value="16-23"/>	
EMV-Filter/Low Harmonic Drive/12 Pulse	<input type="text" value="16-17"/>	
Bremse	<input type="text" value="18"/>	
Display (LCP)	<input type="text" value="19"/>	
Beschichtung der Platine	<input type="text" value="20"/>	
Netzoption	<input type="text" value="21"/>	
Anpassung A	<input type="text" value="22"/>	
Anpassung B	<input type="text" value="23"/>	
Softwareversion	<input type="text" value="24-27"/>	
Software-Sprache	<input type="text" value="28"/>	
A-Optionen	<input type="text" value="29-30"/>	
B-Optionen	<input type="text" value="31-32"/>	
C0-Optionen, MCO	<input type="text" value="33-34"/>	
C1 Optionen	<input type="text" value="35"/>	
Software für die C-Option	<input type="text" value="36-37"/>	
D-Optionen	<input type="text" value="38-39"/>	

Tabelle 7.2 Typencodebeispiel für die Bestellung eines Frequenzrichters

Nicht alle Optionen sind für jede Varianten erhältlich. Um zu bestätigen, ob die richtige Version erhältlich ist, gehen Sie bitte zum Antriebskonfigurator im Internet.

7.2 Antriebskonfigurator

Sie können einen Frequenzrichter entsprechend den Anwendungsanforderungen konfigurieren, indem Sie das in *Tabelle 7.1* und *Tabelle 7.2* abgebildete Bestellnummersystem verwenden.

Bestellen Sie Standard-Frequenzrichter und Frequenzrichter mit eingebauten Optionen, indem Sie den Typencode, der das Produkt beschreibt, an die Danfoss-Vertretung senden, beispielsweise:

FC-302N800T5E00P2BGC7XXSXXXAXBXXXXX

Die Bedeutung der Zeichen in dieser Zeichenfolge sind in *Tabelle 7.3* und *Tabelle 7.4* definiert.

Passen Sie den entsprechenden Frequenzrichter für die ordnungsgemäße Anwendung mit dem Antriebskonfigurator an. Der Antriebskonfigurator erzeugt automatisch eine 8-stellige Bestellnummer, mit der Sie den Frequenzrichter über eine Vertriebsniederlassung vor Ort bestellen können. Außerdem können Sie eine Projektliste mit mehreren Produkten aufstellen und an ihren Danfoss-Außendienstmitarbeiter senden.

Der Antriebskonfigurator ist auf der globalen Internetseite zu finden: www.danfoss.com/drives.

Frequenzrichter werden automatisch mit einem Sprachpaket geliefert, das für die Region, in der sie bestellt werden, relevant ist. Vier regionale Sprachpakete decken die folgenden Sprachen ab:

Sprachpaket 1

Englisch, Deutsch, Französisch, Niederländisch, Spanisch, Schwedisch, Italienisch und Finnisch.

Sprachpaket 2

Englisch, Deutsch, Chinesisch, Koreanisch, Japanisch, Thai, Traditionell-Chinesisch und Bahasa (Indonesisch).



Sprachpaket 3

Englisch, Deutsch, Slowenisch, Bulgarisch, Serbisch, Rumänisch, Ungarisch, Tschechisch und Russisch.

Wenn Sie Frequenzumrichter mit einem anderen Sprachpaket bestellen möchten, wenden Sie sich an Ihren örtlichen Danfoss-Händler.

Sprachpaket 4

Englisch, Deutsch, Spanisch, Englisch (US), Griechisch, brasilianisches Portugiesisch, Türkisch und Polnisch.

Beschreibung	Pos.	Mögliche Option
Produktgruppe	1–6	102: FC102 202: FC202 302: FC302
Erzeugungscode	7	N
Nennleistung	8–10	250 kW 315 kW 355 kW 400 kW 450 kW 500 kW 560 kW 630 kW 710 kW 800 kW 900 kW 1M0 kW 1M2 kW
Phasen	11	3-Phasen (T)
Netzspannung	11–12	T 4: 380–480 V AC T 5: 380–500 V AC T 7: 525–690 V AC
Gehäuse	13–15	E00: IP00 C00: IP00 + Edelstahl-Kühlkanal
EMV-Filter, Hardware	16–17	P2: Parallelantrieb + EMV-Filter, Klasse A2 (6-Puls) P4: Parallelantrieb + EMV-Filter, Klasse A1 (6-Puls) P6: Parallelantrieb + EMV-Filter, Klasse A2 (12-Puls) P8: Parallelantrieb + EMV-Filter, Klasse A1 (12-Puls)
Bremse	18	X: Keine Brems-IGBT B: Montierte Brems-IGBT R: Anschlussklemmen der Rückspeiseeinheit S: Bremse + Anschlüsse für Rückspeiseeinheit T: Safe Torque Off (STO) U: Safe Torque Off + Bremse
Display	19	G: Grafisches LCP-Bedienteil
Beschichtung der Platine	20	C: Beschichtete Platine
Netzoption	21	J: Trennschalter + Sicherungen
Anpassung	22	X: Standard-Kabeleinführungen
Anpassung	23	X: Keine Anpassung Q: Kühlkörper-Zugangsdeckel
Softwareversion	24–27	S067: Integrierte Bewegungsregelung
Software-Sprache	28	X: Standard-Sprachpaket

Tabelle 7.3 Typenschlüssel für Bestellungen der VLT® Parallel Drive Modules

Beschreibung	Pos.	Mögliche Option
A-Optionen	29- 30	AX: Keine A-Option A0: VLT® PROFIBUS DP MCA 101 A4: VLT® DeviceNet MCA 104 A6: VLT® CANopen MCA 105 A8: VLT® EtherCAT MCA 124 AG: VLT® LonWorks MCA 108 AJ: VLT® BACnet MCA 109 AT: VLT® PROFIBUS-Umrichter MCA 113 AU: VLT® PROFIBUS-Umrichter MCA 114 AL: VLT® PROFINET MCA 120 AN: VLT® EtherNet/IP MCA 121 AQ: VLT® Modbus TCP MCA 122 AY: VLT® EtherNet/IP MCA 121
B-Optionen	31- 32	BX: Keine Option BK: VLT® General Purpose I/O MCB 101 BR: VLT® Encoder Input MCB 102 BU: VLT® Resolver Input MCB 103 BP: VLT® Relay Card MCB 105 BY: VLT® Extended Cascade Controller MCO 101 BZ: VLT® Safe PLC I/O MCB 108 B0: VLT® Analog I/O MCB 109 B2: VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 B4: VLT® Sensor Input MCB-114 B6: VLT® Safety Option MCB 150 B7: VLT® Safety Options MCB 151
C0/ E0-Optionen	33- 34	CX: Keine Option C4: VLT® Motion Control Option MCO 305
C1-Optionen/ A/B im Adapter der C-Option	35	X: Keine Option R: VLT® Extended Relay Card MCB 113 S: VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102
Software für die C-Option/ E1-Optionen	36- 37	XX: Standardregler 10: VLT® Synchronizing Controller MCO 350 11: VLT® Position Controller MCO 351 12: VLT® Center Winder MCO 352
D-Optionen	38- 39	DX: Keine Option D0: VLT® 24 V DC Supply MCB 107

Tabelle 7.4 Bestelloptionen

7.2.1 Ausgangsfilter

Durch die schnelle Taktfrequenz des Frequenzumrichters entstehen Nebeneffekte, die sich auf den Motor und das lokale Netz auswirken. Es gibt zwei Arten von Filtern, die unerwünschte Nebenwirkungen dämpfen, das du/dt-Filter und das Sinusfilter. Detailliertere Informationen siehe das *Projektierungshandbuch für Ausgangsfilter der VLT® FC-Series*.

380–500 V							Allgemein		Einzel	
400 V, 50 Hz		460 V, 60 Hz		500 V, 50 Hz		FsW	IP00	IP23	IP00	IP23
kW	A	HP	A	kW	A	kHz				
250	480	350	443	315	443	3	130B2849	130B2850	130B2844	130B2845
315	600	450	540	355	540	2	130B2851	130B2852	130B2844	130B2845
355	658	500	590	400	590	2	130B2851	130B2852	130B2844	130B2845
400	745	600	678	500	678	2	130B2853	130B2854	130B2844	130B2845
450	800	600	730	530	730	2	130B2853	130B2854	130B2847	130B2848
500	880	650	780	560	780	2	130B2853	130B2854	130B2847	130B2848
560	990	750	890	630	890	2	2x130B2849	2x130B2850	130B2847	130B2848
630	1120	900	1050	710	1050	2	3x130B2849	2x130B2850	130B2847	130B2848
710	1260	1000	1160	800	1160	2	3x130B2849	2x130B2850	130B2847	130B2848
800	1460	1200	1380	1000	1380	2	3x130B2851	3x130B2852	130B2849	130B2850

Tabelle 7.5 Verfügbare du/dt-Filter, 380–500 V

525–690 V							Allgemein		Einzel	
525 V, 50 Hz		575 V, 60 Hz		690 V, 50 Hz		FsW	IP00	IP23	IP00	IP23
kW	A	HP	A	kW	A	kHz				
250	360	350	344	315	344	2	130B2851	130B2852	130B2841	130B2842
300	395	400	410	355	380	1,5	130B2851	130B2852	130B2841	130B2842
315	429	450	450	400	410	1,5	130B2851	130B2852	130B2841	130B2842
400	523	500	500	500	500	1,5	130B2853	130B2854	130B2844	130B2845
450	596	600	570	560	570	1,5	130B2853	130B2854	130B2844	130B2845
500	630	650	630	630	630	1,5	130B2853	130B2854	130B2844	130B2845
560	763	750	730	710	730	1,5	130B2853	130B2854	130B2847	130B2848
670	889	950	850	800	850	1,5	130B2853	130B2854	130B2847	130B2848
750	988	1050	945	–	–	–	3x130B2849	3x130B2850	130B2847	130B2848
850	1108	1150	1060	1000	1060	1,5	3x130B2849	3x130B2850	130B2847	130B2848
1000	1317	1350	1260	1200	1260	1,5	3x130B2851	3x130B2852	130B2849	130B2850

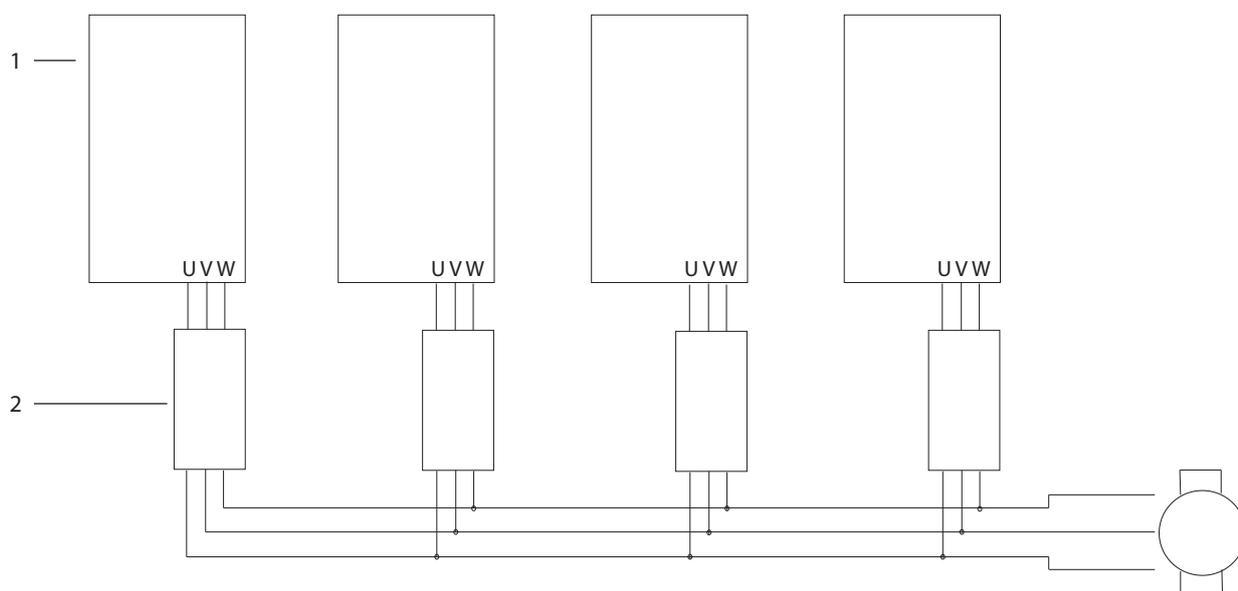
Tabelle 7.6 Verfügbare du/dt-Filter, 525–690 V

380–500 V							Allgemein		Einzel	
400 V, 50 Hz		460 V, 60 Hz		500 V, 50 Hz		FsW	IP00	IP23	IP00	IP23
kW	A	HP	A	kW	A	kHz				
250	480	350	443	315	443	3	130B3188	130B3189	130B3186	130B3187
315	600	450	540	355	540	2	130B3191	130B3192	130B3186	130B3187
355	658	500	590	400	590	2	130B3191	130B3192	130B3186	130B3187
400	745	600	678	500	678	2	130B3193	130B3194	130B3188	130B3189
450	800	600	730	530	730	2	2x130B3188	2x130B3189	130B3188	130B3189
500	880	650	780	560	780	2	2x130B3188	2x130B3189	130B3186	130B3187
560	990	750	890	630	890	2	2x130B3191	2x130B3192	130B3186	130B3187
630	1120	900	1050	710	1050	2	2x130B3191	2x130B3192	130B3186	130B3187
710	1260	1000	1160	800	1160	2	3x130B3188	2x130B3189	130B3188	130B3189
800	1460	1200	1380	1000	1380	2	3x130B3188	2x130B3189	130B3188	130B3189

Tabelle 7.7 Verfügbare Sinusfilter, 380–500 V

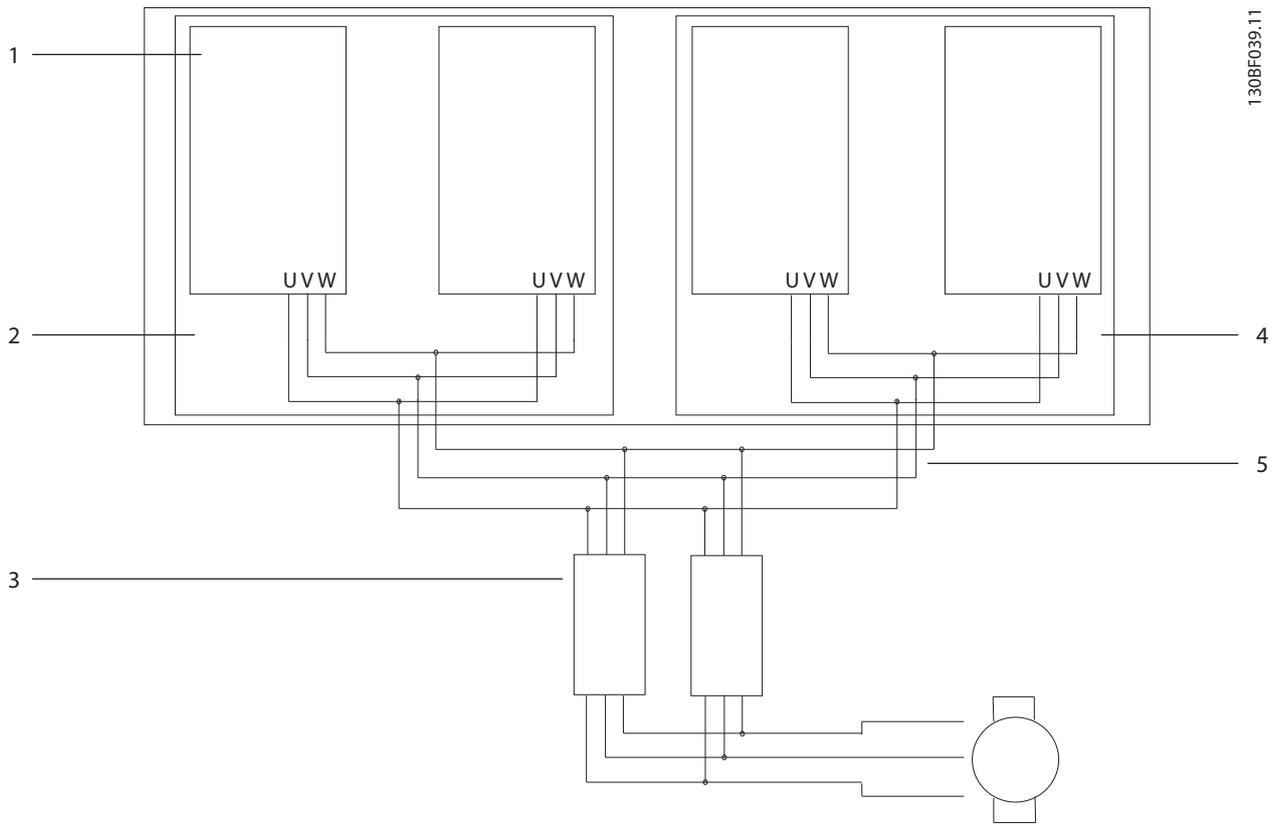
525-690 V							Allgemein		Einzeln	
kW	A	HP	A	kW	A	kHz	IP00	IP23	IP00	IP23
525 V, 50 Hz		575 V, 60 Hz		690 V, 50 Hz		FsW				
250	360	350	344	315	344	2	130B4129	130B4151	130B4125	130B4126
300	395	400	410	355	380	1,5	130B4129	130B4151	130B4125	130B4126
315	429	450	450	400	410	1,5	130B4152	130B4153	130B4125	130B4126
400	523	500	500	500	500	1,5	130B4154	130B4153	130B4129	130B4151
450	596	600	570	560	570	1,5	130B4156	130B4157	-	-
500	630	650	630	630	630	1,5	130B4156	130B4157	130B4129	130B4151
560	763	750	730	710	730	1,5	2x130B4142	2x130B4143	130B4129	130B4151
670	889	950	850	800	850	1,5	2x130B4142	2x130B4143	130B4125	130B4126
750	988	1050	945	-	-	-	2x130B4142	2x130B4143	130B4129	130B4151
850	1108	1150	1060	1000	1060	1,5	3x130B4154	3x130B4155	130B4129	130B4151
1000	1317	1350	1260	1200	1260	1,5	3x130B4154	3x130B4155	130B4129	130B4151

Tabelle 7.8 Verfügbare Sinusfilter, 525-690 V



1	Frequenzumrichtermodul	2	Filter
---	------------------------	---	--------

Abbildung 7.1 Filterkonfiguration ohne Bezugspotential-Sammelschienen (einzeln)



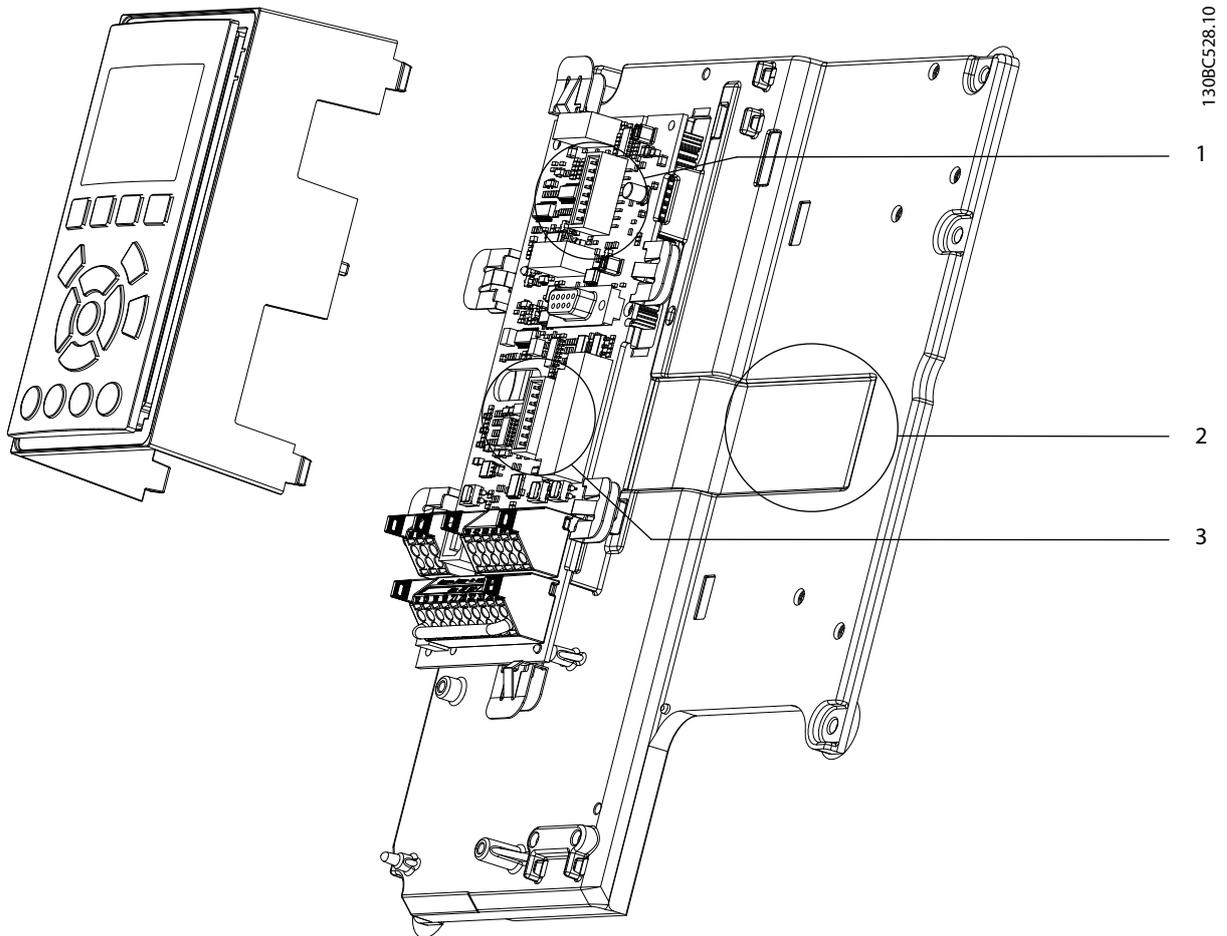
7

1	Frequenzumrichtermodul	4	Schaltschrank 2
2	Schaltschrank 1	5	Kabel
3	Filter	-	-

Abbildung 7.2 Filterkonfiguration mit Bezugspotential-Sammelschienen (Bezugspotential)

7.3 Optionen und Zubehör

Danfoss bietet für die Serie VLT® AutomationDrive FC302, VLT® HVAC Basic Drive FC102 und VLT® AQUA Drive FC202 umfangreiche Erweiterungsmöglichkeiten und Zubehör an. Die folgenden Optionen sind an der Steuerkarte in Steckplatz A, Steckplatz B oder Steckplatz C installiert. Siehe *Abbildung 7.3*. Weitere Informationen entnehmen Sie den Anweisungen, die mit dem Zusatzgerät geliefert werden.



1	Steckplatz A
2	Steckplatz B
3	Steckplatz C

Abbildung 7.3 Steckplatzoptionen an der Steuerkarte

7.3.1 General Purpose Input Output Module MCB 101

Das VLT® General Purpose I/O -MCB 101 wird verwendet, um die Anzahl der Digitaleingänge und -ausgänge und der Analogeingänge und -ausgänge von FC102, FC103, FC202, FC301 und FC302 zu erhöhen. MCB 101 muss in Steckplatz B des Frequenzumrichters eingesteckt werden.

Inhalt:

- MCB 101 option module.
- Erweiterte Befestigung des LCP.
- Klemmenabdeckung.

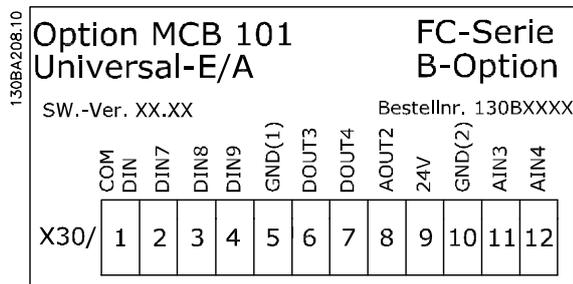


Abbildung 7.4 MCB 101 Optionsmodul

7.3.2 Galvanische Trennung im VLT® General Purpose I/O MCB 101

Digitale und analoge Eingänge sind von anderen Ein-/Ausgängen am MCB 101 und in der Steuerkarte des Frequenzumrichters galvanisch getrennt.

Digitale und analoge Ausgänge sind von anderen Ein-/Ausgängen am MCB 101 galvanisch getrennt, nicht aber von denen auf der Steuerkarte des Frequenzumrichters.

Wenn die Digitaleingänge 7, 8 oder 9 durch die interne 24-V-Spannungsversorgung (Klemme 9) angesteuert werden sollen, müssen Sie die Verbindung zwischen Klemme 1 und 5 herstellen. Siehe *Abbildung 7.5*.

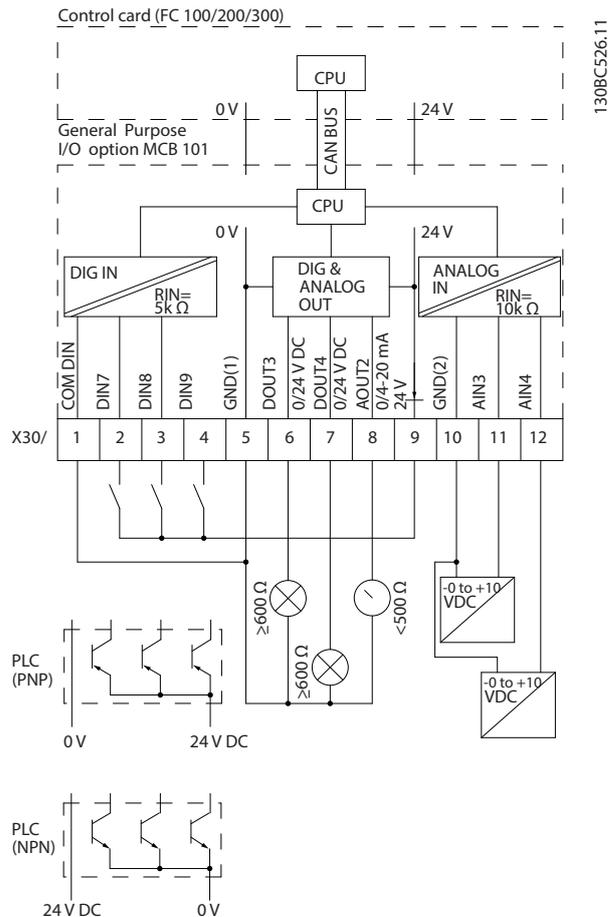


Abbildung 7.5 Prinzipschema

7.3.3 Digitaleingänge – Klemme X30/1–4

Digitaleingang	
Anzahl Digitaleingänge	4 (6)
Klemme Nr.	18, 19, 27, 29, 32, 33
Logik	PNP oder NPN
Spannungsniveau	0–24 V DC
Spannungsniveau, logisch „0“ PNP (GND = 0 V)	<5 V DC
Spannungsniveau, logisch „1“ PNP (GND = 0 V)	>10 V DC
Spannungsniveau, logisch „0“ NPN (GND = 24 V)	<14 V DC
Spannungsniveau, logisch „1“ NPN (GND = 24 V)	>19 V DC
Maximale Spannung am Eingang	28 V Dauerbetrieb
Pulsfrequenzbereich	0–110 kHz
Arbeitszyklus, minimale Pulsbreite	4,5 ms
Eingangsimpedanz	>2 k Ω

7.3.4 Analogeingänge – Klemme X30/11, 12

Analogeingang	
Anzahl der Analogeingänge	2
Klemme Nr.	53, 54, X30.11, X30.12
Betriebsarten	Spannung
Spannungsniveau	-10 V bis +10 V
Eingangsimpedanz	>10 k Ω
Höchstspannung	20 V
Auflösung der Analogeingänge	10 Bit (+ Vorzeichen)
Genauigkeit der Analogeingänge	Maximale Abweichung 0,5 % der Gesamtskala
Bandbreite	100 Hz

7.3.5 Digitalausgänge – Klemme X30/6, 7

Digitalausgang	
Anzahl Digitalausgänge	2
Klemme Nr.	X30.6, X30.7
Spannungsniveau am Digital-/Pulsausgang	0–24 V
Maximaler Ausgangsstrom	40 mA
Maximale Last	$\geq 600 \Omega$
Maximale kapazitive Last	< 10 nF
Min. Ausgangsfrequenz	0 Hz
Max. Ausgangsfrequenz	≤ 32 kHz
Genauigkeit am Pulsausgang	Maximale Abweichung: 0,1 % der Gesamtskala

7.3.6 Analogausgang – Klemme X30/8

Analogausgang	
Anzahl Analogausgänge	1
Klemme Nr.	42
Strombereich am Analogausgang	0–20 mA
Maximale Last GND – Analogausgang	500 Ω
Genauigkeit am Analogausgang	Maximale Abweichung: 0,5 % der Gesamtskala
Auflösung am Analogausgang	12 Bit

7.3.7 VLT® Encoder Input MCB 102

Das VLT® Encoder Input-MCB 102-Modul wird als Istwertanschluss für eine Flux-Steuerung mit Rückführung (*Parameter 1-02 Drehgeber Anschluss*) und für eine Drehzahlsteuerung mit Rückführung (*Parameter 7-00 Drehgeberrückführung*) verwendet. Konfigurieren Sie die Drehgeber-Option in *Parametergruppe 17-.** Drehgeber Opt.*

Die MCB 102 wird verwendet für:

- VVC⁺ mit Rückführung.
- Flux-Vektor-Drehzahlregelung.
- Flux-Vektor-Drehmomentregelung.
- Permanentmagnetmotor.

Unterstützte Drehgebertypen:

- Inkrementalgeber: 5 V TTL-Typ, RS422, max. Frequenz: 410 kHz.
- Inkrementalgeber: 1 Vpp, Sinus/Cosinus.
- HIPERFACE® Drehgeber: Absolut- und SinCos-Drehgeber (Stegmann/SICK).

- EnDat-Drehgeber: Absolut- und SinCos-Drehgeber (Heidenheim), unterstützt Version 2.1.
- SSI-Drehgeber: Absolut.

HINWEIS

Die LED sind nur bei entferntem LCP zu sehen. Die Reaktion im Falle eines Drehgeberfehlers können Sie in *Parameter 17-61 Drehgeber Überwachung* auswählen: [0] Deaktiviert, [1] Warnung oder [2] Alarm.

Wenn das Drehgeber-Optionskit separat bestellt wird, enthält der Satz Folgendes:

- VLT® Encoder Input MCB 102.
- Erweiterte LCP-Befestigung und vergrößerte Klemmenabdeckung

Die Drehgeber-Option unterstützt nicht VLT® AutomationDrive FC302- frequency converters, die vor Woche 50/2004 hergestellt wurden.

Minimale Software-Version: 2.03 (*Parameter 15-43 Software-version*)

Stecker Bezeichnung X31	Inkrementalgeber (siehe Abbildung 7.6)	SinCos-Drehgeber HIPERFACE® (siehe Abbildung 7.7)	EnDat-Drehgeber	SSI-Drehgeber	Beschreibung
1	NC			24 V ¹⁾	24-V-Ausgang (21–25 V, I _{max} 125 mA)
2	NC	8 VCC			8-V-Ausgang (7-12 V, I _{max} : 200 mA)
3	5 VCC		5 VCC	5 V ¹⁾	5-V-Ausgang (5 V ± 5 %, I _{max} : 200 mA)
4	GND		GND	GND	GND
5	Eingang A	+COS	+COS		Eingang A
6	Eingang A inv.	REFCOS	REFCOS		Eingang A inv.
7	Eingang B	+SIN	+SIN		Eingang B
8	Eingang B inv.	REFSIN	REFSIN		Eingang B inv.
9	Eingang Z	+Daten RS485	Taktausgang	Taktausgang	Eingang Z ODER +Daten RS485
10	Eingang Z inv.	-Daten RS485	Taktausgang inv.	Taktausgang inv.	Eingang Z ODER -Daten RS485
11	NC	NC	Dateneingang	Dateneingang	Künftiger Gebrauch
12	NC	NC	Dateneingang inv.	Dateneingang inv.	Künftiger Gebrauch
Max. 5 V an X31.5-12					

Tabelle 7.9 Drehgeber-Option MCB 102 Klemmenbeschreibungen für unterstützte Drehgebertypen

1) Versorgung für Drehgeber: siehe Daten an Drehgeber.

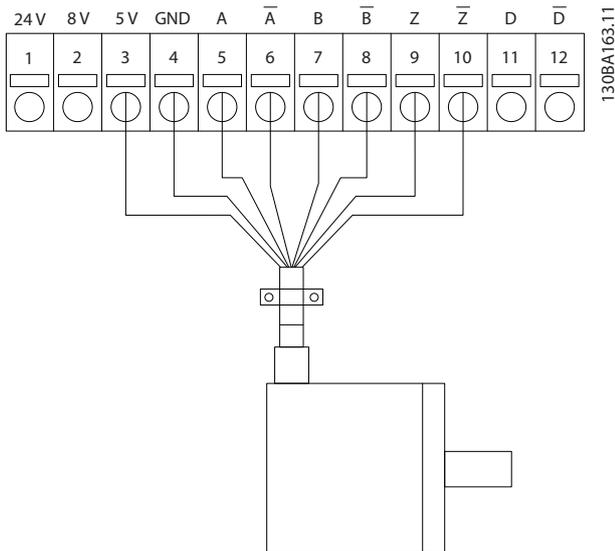


Abbildung 7.6 Inkrementalgeber

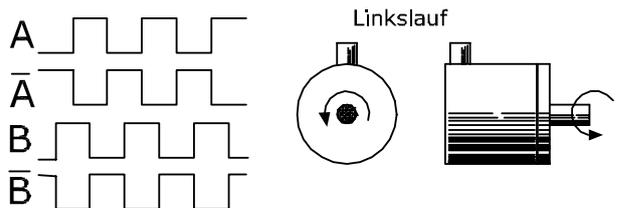
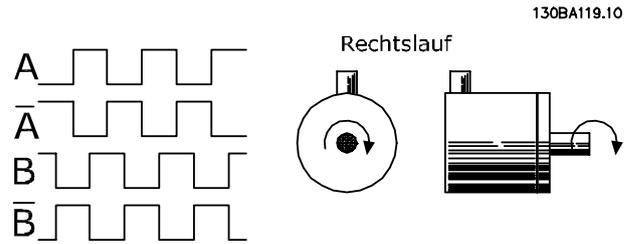


Abbildung 7.8 Drehrichtung

Maximale Kabellänge 150 m.

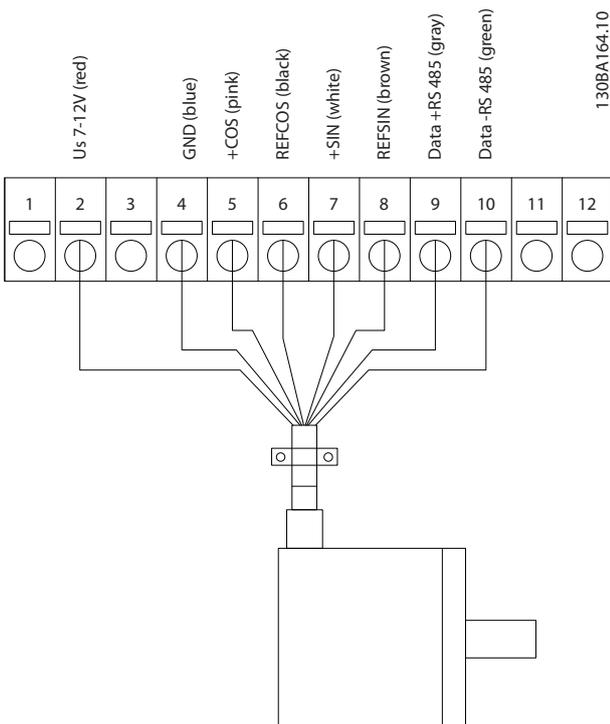


Abbildung 7.7 SinCos-Drehgeber HIPERFACE

7.3.8 VLT® Resolver Input MCB 103

Die VLT® Resolver-Option MCB 103 dient zur Rückführung eines Resolverwertsignals vom Motor zum VLT® AutomationDrive FC301/FC302. Resolver werden als Motor-Istwertgeber für bürstenlose Permanentmagnet-Synchronmotoren verwendet.

Wenn das Resolver-Optionskit separat bestellt wird, enthält der Satz Folgendes:

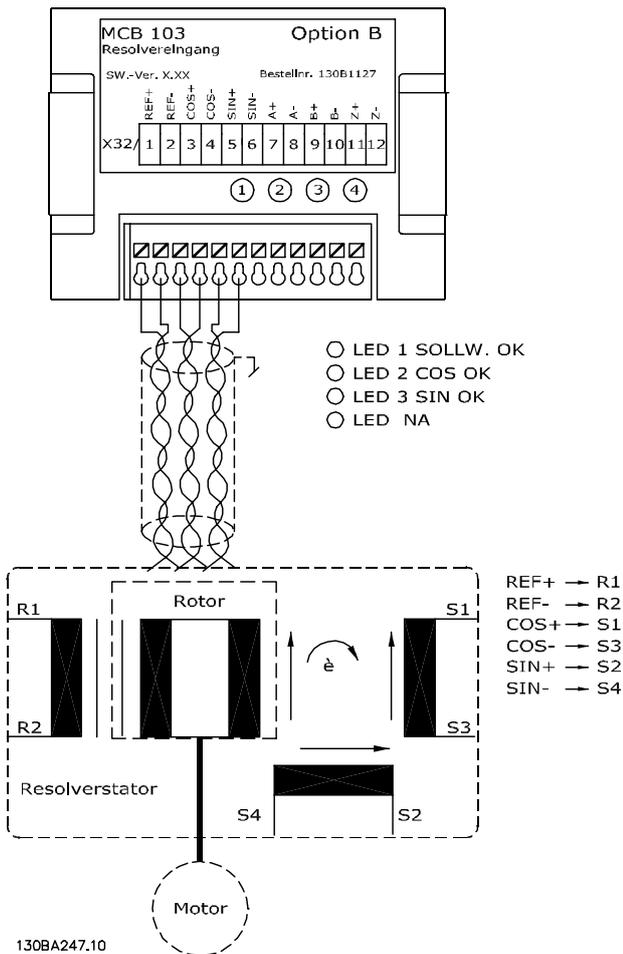
- VLT® Resolver-Option MCB 103.
- Erweiterte LCP-Befestigung und vergrößerte Klemmenabdeckung

Parameterauswahl: 17-5* Resolver-Schnittstelle.

MCB 103 unterstützt eine Vielzahl rotorversorgter Resolverarten.

Resolver-Pole	Parameter 17-50 Resolver Pole: 2 x 2
Resolver-Eingangsspannung	Parameter 17-51 Resolver Eingangsspannung: 2,0–8,0 V _{eff} x 7,0 V _{eff}
Resolver-Eingangsfrequenz	Parameter 17-52 Resolver Eingangsfrequenz: 2–15 kHz x 10,0 kHz
Übersetzungsverhältnis	Parameter 17-53 Übersetzungsverhältnis: 0,1–1,1 x 0,5
Sekundäre Eingangsspannung	Maximal 4 V _{eff}
Sekundäre Last	Ca. 10 kΩ

Tabelle 7.10 Technische Spezifikationen für Resolver



130BA247.10

Abbildung 7.9 Resolver Input MCB 103 mit Permanentmagnetmotor

HINWEIS

Sie können das MCB 103 mit Resolverarten mit Rotorversorgung verwenden. Resolver mit Statorversorgung können Sie nicht benutzen.

LED-Anzeigen

Die LED sind aktiv, wenn Parameter 17-61 Drehgeber Überwachung auf [1] Warnung oder [2] Alarm programmiert ist.

LED 1 leuchtet, wenn das Sollwertsignal zum Resolver i. O. ist.

LED 2 leuchtet, wenn das Cosinus-Signal vom Resolver i. O. ist.

LED 3 leuchtet, wenn das Sinus-Signal vom Resolver i. O. ist.

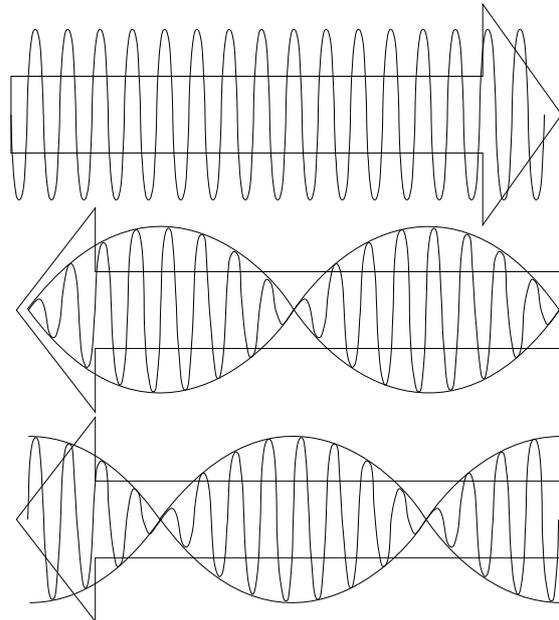


Abbildung 7.10 Permanentmagnet-Motor (PM) mit Resolver als Drehzahlrückführung

Konfigurationsbeispiel

In Abbildung 7.9 wird ein Permanentmagnetmotor (PM) mit Resolver als Drehzahlrückführung verwendet. Ein PM-Motor muss normalerweise im Fluxvektorbetrieb betrieben werden.

Verdrahtung

Die maximale Kabellänge ist 150 m bei Verwendung eines Kabels mit verdrehten Leitern.

HINWEIS

Verwenden Sie immer abgeschirmte Motor- und Bremschopperkabel. Resolver-Kabel müssen abgeschirmt sein und sollten von den Motorkabeln getrennt verlegt werden. Die Abschirmung des Resolver-Kabels muss richtig am Abschirmblech aufgelegt und auf der Motorseite mit dem Gehäuse (Erde) verbunden werden.

Parameter 1-00 Regelverfahren	[1] Mit Drehgeber
Parameter 1-01 Steuerprinzip	[3] Fluxvektor mit Geber
Parameter 1-10 Motorart	[1] PM, Rotor mit aufgesetzten Magneten
Parameter 1-24 Motornennstrom	Typenschild
Parameter 1-25 Motornennndrehzahl	Typenschild
Parameter 1-26 Dauer-Nennndrehmoment	Typenschild
AMA ist bei PM-Motoren nicht möglich	
Parameter 1-30 Statorwiderstand (Rs)	Motordatenblatt
Parameter 30-80 D-Achsen-Induktivität (Ld)	Motordatenblatt (mH)
Parameter 1-39 Motorpolzahl	Motordatenblatt
Parameter 1-40 Gegen-EMK bei 1000 UPM	Motordatenblatt
Parameter 1-41 Geber-Offset	Motordatenblatt (gewöhnlich Null)
Parameter 17-50 Resolver Pole	Resolver-Datenblatt
Parameter 17-51 Resolver Eingangsspannung	Resolver-Datenblatt
Parameter 17-52 Resolver Eingangsfrequenz	Resolver-Datenblatt
Parameter 17-53 Übersetzungsverhältnis	Resolver-Datenblatt
Parameter 17-59 Resolver aktivieren	[1] Aktiviert

Tabelle 7.11 Anzustimmende Parameter

7.3.9 VLT[®]- Relay Card MCB 105

Die VLT[®] Relay Card MCB 105 umfasst 3 Wechslerkontakte und muss in Optionssteckplatz B geschoben werden.

Elektrische Daten

Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-1) ¹⁾ (ohmsche Last)	240 V AC 2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-15) ¹⁾ (induktive Last bei cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Belastungsstrom der Klemme (DC-1) ¹⁾ (ohmsche Last)	24 V DC 1 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-13) ¹⁾ (induktive Last)	24 V DC 0,1 A
Min. Belastungsstrom der Klemme (DC)	5 V 10 mA
Maximale Taktfrequenz bei Nennlast/minimaler Last	6 min ⁻¹ /20 ⁻¹

1) IEC 947 Teil 4 und 5

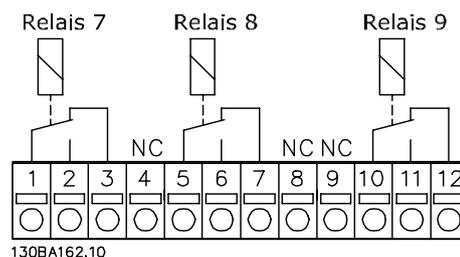
Wenn das Relais-Optionskit separat bestellt wird, enthält der Satz Folgendes:

- VLT[®] Relay Card MCB 105.
- Erweiterte LCP-Befestigung und vergrößerte Klemmenabdeckung
- Etikett für den Zugriff auf die Schalter S201 (A53), S202 (A54) und S801¹⁾.
- Kabelbinder zur Befestigung von Kabeln am Relaismodul

1) **WICHTIG!** Das Etikett MUSS an der oberen Frontabdeckung des LCP angebracht werden, um die Kriterien der UL-Zulassung zu erfüllen.

! WARNUNG

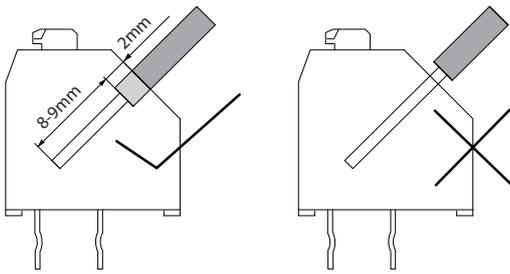
Vorsicht! Doppelte Stromversorgung. 24/48-V-Systeme nicht mit Hochspannungssystemen kombinieren.



130BA162.10

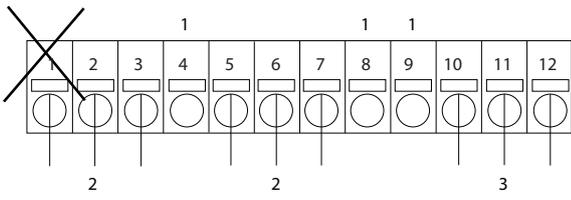
NC = Öffner

Abbildung 7.11 Relais-Trennklemmen



130BA177.10

Abbildung 7.12 Abzuisolierende Kabellänge



130BA176.11

7

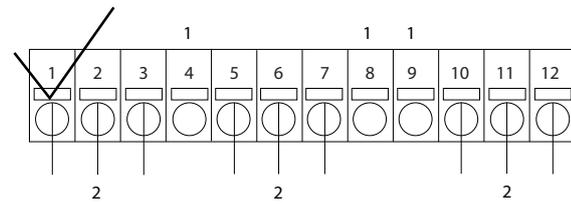
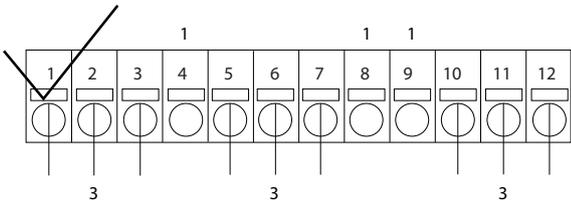


Abbildung 7.13 Sachgemäße Installation von stromführenden Teilen und Steuersignalen

7.3.10 VLT® 24-V-DC-Supply MCB 107

Eine externe 24-V-DC-Versorgung kann die Niederspannungsversorgung der Steuerkarte sowie etwaiger eingebauter Optionskarten übernehmen und gewährleistet so den vollen Betrieb des LCP auch ohne Netzversorgung.

Technische Daten für externe 24 V-DC-Versorgung

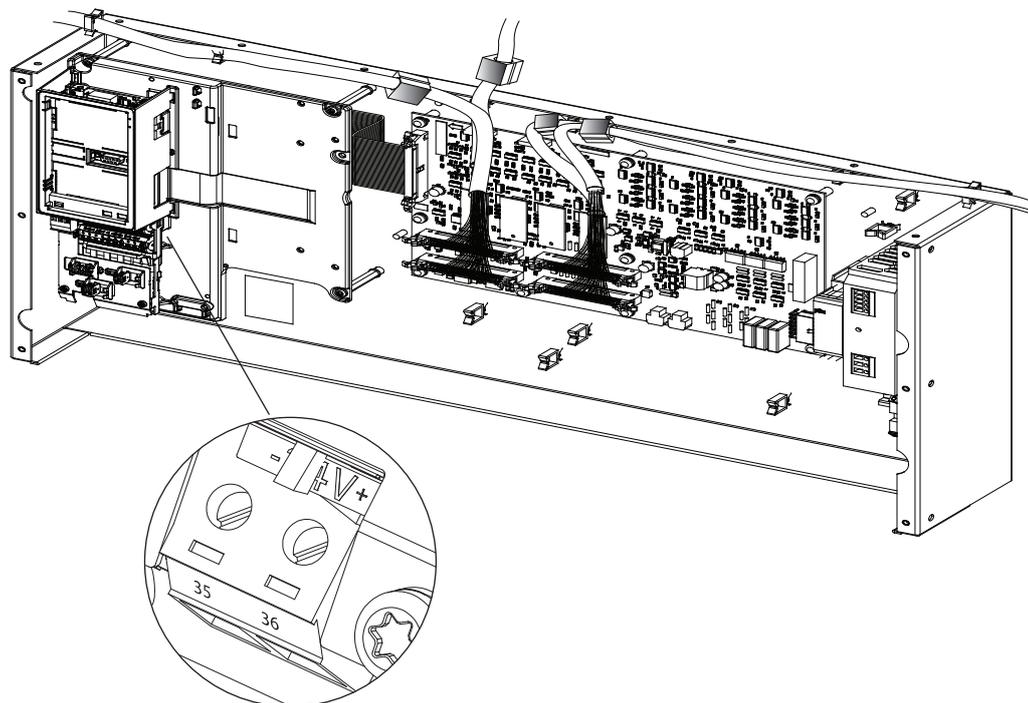
Eingangsspannungsbereich	24 V DC \pm 15 % (maximal 37 V in 10 s)
Max. Eingangsstrom	2,2 A
Durchschnittl. Eingangsstrom für	0,9 A
Maximale Kabellänge	75 m (246 ft)
Eingangskapazitätslast	10 μ F
Einschaltverzögerung	0,6 s

Die Eingänge sind geschützt.

Klemmen Nr.:

- Klemme 35: Externe -24-V-DC-Versorgung.
- Klemme 36: Externe +24-V-DC-Versorgung.

Wenn die VLT® 24-V-DC-Supply MCB 107 das Steuerteil versorgt, wird die interne 24-V-Spannungsversorgung automatisch getrennt. Nähere Informationen zur Installation entnehmen Sie der separaten Anweisung, die mit dem Zusatzgerät geliefert wird.



130BF022.10

Abbildung 7.14 Anschluss der 24-V-DC-Versorgung

7.3.11 VLT® PTC- Thermistor Card MCB 112

Mit der Option VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 können Sie die Temperatur eines Elektromotors über einen galvanisch getrennten PTC-Thermistoreingang überwachen. Es handelt sich um eine B-Option für VLT® HVAC Drive FC102, VLT® AQUA Drive FC202, and VLT® AutomationDrive FC302 mit Safe Torque Off (STO).

Informationen zur Montage und Installation des Optionsmoduls entnehmen Sie der Begleitdokumentation. Angaben zu anderen Anwendungsmöglichkeiten finden Sie unter Kapitel 17 Anwendungsbeispiele.

X44/1 und X44/2 sind die Thermistor-Eingänge. X44/12 aktiviert für den Frequenzumrichter die Funktion Safe Torque Off (STO, Klemme 37), wenn die Thermistorwerte dies erforderlich machen, während X44/10 den Frequenzumrichter informiert, dass eine Safe Torque Off-Anforderung von MCB 112 eingegangen ist, um eine angemessene Alarmhandhabung zu gewährleisten. Einer der Digitaleingänge des Frequenzumrichters (oder ein Digitaleingang einer montierten Option) muss für PTC-Karte 1 [80] konfiguriert sein, damit die Informationen von X44/10 verarbeitet werden können. *Parameter 5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp* muss für die gewünschte Funktionalität für Safe Torque Off konfiguriert sein. Die Werkseinstellung ist [1] S.Stopp/Alarm.

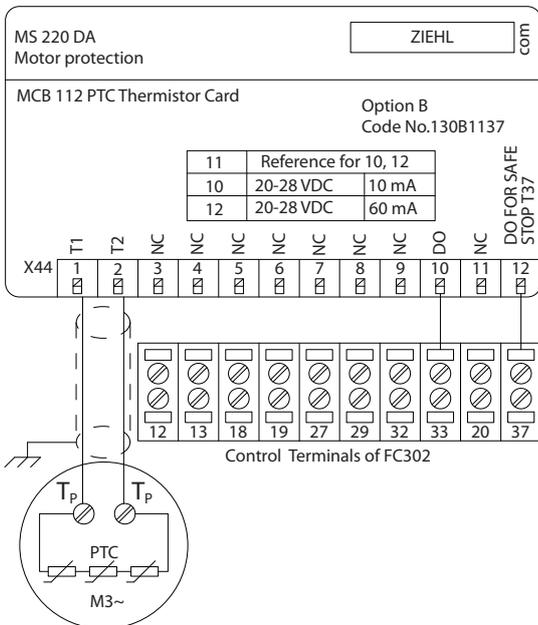
ATEX-Zertifizierung mit der Serie FC 102/202/302

The VLT® PTC- Thermistor Card MCB 112 ist ATEX-zertifiziert; dies bedeutet, dass die Serie FC 102/202/302 zusammen mit Komponente MCB 112 nun in Motoren eingesetzt werden kann, die in einer explosionsgefährdeten Umgebung betrieben werden. Siehe die Thermistorkarte für weitere Informationen.



Abbildung 7.16 ATEX-Symbol (ATMosphere EXplosives)

7



1308A638:10

Abbildung 7.15 Installation von MCB 112

Elektrische Daten
Anschluss des Widerstands

PTC in Übereinstimmung mit DIN 44081 und DIN 44082

Nummer	1,6 Widerstände in Serie
Absperrwert	3,3 Ω ... 3,65 Ω ... 3,85 Ω
Rücksetzungswert	1,7 Ω ... 1,8 Ω ... 1,95 Ω
Trigger-Toleranz	± 6 °C (10,8 °F)
Gesamtwiderstand der Sensorschleife	<1,65 Ω
Spannung an der Klemme	≤ 2,5 V für R ≤ 3,65 Ω, ≤ 9 V für R=∞
Sensorstrom	≤ 1 mA
Kurzschluss	20 Ω ≤ R ≤ 40 Ω
Leistungsaufnahme	60 mA

Testbedingungen

EN 60 947-8

Messung des Stoßspannungswiderstands	6000 V
Überspannungskategorie	III
Verschmutzungsgrad	2
Gemessene Isolationsspannung Vbis	690 V
Galvanische Trennung bis Vi	500 V

Dauerhafte Umgebungstemperatur

EN 60068-2-1 Trockene Hitze

Feuchtigkeit	5–95 %, keine Kondensation zulässig
EMV-Widerstand	EN 61000-6-2
EMV-Emissionen	EN 61000-6-4
Vibrationswiderstand	10-1000 Hz 1,14 g
Erschütterungsfestigkeit	50 g

Schutzsystemwerte

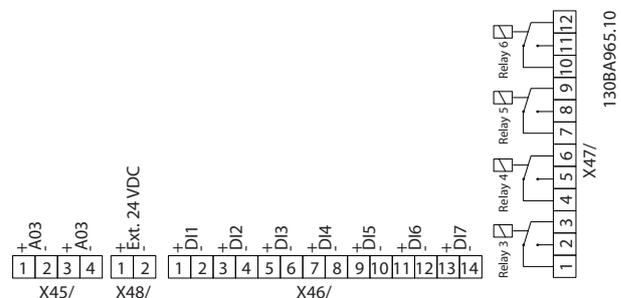
EN 61508 für Tu=75 °C (167 °F) dauerhaft

SIL	2 bei Wartungszyklus von 2 Jahren 1 bei Wartungszyklus von 3 Jahren
HFT	0
PF (für jährlichen Funktionstest)	4,10 x 10 ⁻³
SFF	78%
λ _s +λ _{DD}	8494 FIT
λ _{DU}	934 FIT
Bestellnummer	130B1137

7.3.12 VLT[®] Extended Relay Card MCB 113

Die VLT[®] Extended Relay Card MCB 113 erweitert die standardmäßigen Ein- und Ausgänge des Frequenzumrichters um 7 Digitaleingänge, 2 Analogausgänge und 4 einpolige Lastrelais; dies sorgt für mehr Flexibilität und sorgt für Übereinstimmung mit den deutschen Empfehlungen NAMUR NE37.

Die Option MCB 113 ist als Standard-C1-Option für den Danfoss VLT[®] HVAC Drive FC102, VLT[®] Refrigeration Drive FC103, VLT[®] AQUA Drive FC202, VLT[®] AutomationDrive FC301 und den VLT[®] AutomationDrive FC302 vorgesehen und wird nach der Installation automatisch erkannt.


Abbildung 7.17 Elektrische Anschlüsse des MCB 113

Schließen Sie zur Gewährleistung einer galvanischen Trennung zwischen dem Frequenzumrichter und der Optionskarte die Option MCB 113 an Klemme X58/ an eine externe 24-V-Versorgung an. Wenn ein galvanische

Trennung nicht erforderlich ist, kann die Optionskarte an die interne 24-V-Versorgung des Frequenzumrichters angeschlossen werden.

HINWEIS

Es ist zulässig, 24-V-Signale mit Hochspannungssignalen in den Relais zu kombinieren, solange ein nicht verwendetes Relais dazwischen vorhanden ist.

Die Konfiguration von MCB 113 nehmen Sie in den Parametergruppen 5-1* Digitaleingänge, 6-7* Analogausgang

3, 6-8* Analogausgang 4, 14-8* Optionen, 5-4* Relais und 16-6* Anzeig. Ein-/Ausg. vor.

HINWEIS

In Parametergruppe 5-4* Relais ist Array [2] Relais 3, Array [3] ist Relais 4, Array [4] ist Relais 5, und Array [5] ist Relais 6.

Elektrische Daten

Relais

Anzahl	4 einpolige Lastrelais (Wechslerkontakte)
Last bei 250 V AC/30 V DC	8 A
Last bei 250 V AC/30 V DC mit $\cos\phi = 0,4$	3,5 A
Überspannungskategorie (Kontakt-Erde)	III
Überspannungskategorie (Kontakt-Kontakt)	II
Kombination aus 250-V- und 24-V-Signalen	Zulässig mit einem ungenutzten Relais dazwischen
	10 ms

Maximale Durchsatzverzögerung Von Masse/ Chassis isoliert für den Einsatz in Systemen des IT-Netzes

Digitaleingänge

Anzahl	7
Bereich	0/24 V
Modus	PNP/NPN
Eingangsimpedanz	4 kW
Niedriger Auslösepegel	6,4 V
Hoher Auslösepegel	17 V
Max. Durchsatzverzögerung	10 ms

Analogausgang

Anzahl	2
Bereich	0/4-20 mA
Auflösung	11 Bit
Linearität	<0,2 %

EMV

EMV IEC 61000-6-2 und IEC 61800-3 hinsichtlich Störfestigkeit von Burst, ESD, Surge und leitungsgeführte Störgrößen.

7.3.13 Bremswiderstände

Bremswiderstände dienen zur Ableitung der überschüssigen Energie, die durch generatorisches Bremsen entsteht. Die Auswahl des Bremswiderstands erfolgt anhand seines ohmschen Widerstands, seines Leistungsverlusts und seiner Größe. Danfoss bietet eine große Auswahl an unterschiedlichen Bremswiderständen, die speziell auf unsere Frequenzumrichter abgestimmt sind. Weitere Informationen, siehe Kapitel 13.2.1 Auswahl des Bremswiderstands. Siehe auch im Projektierungshandbuch VLT® Brake Resistor MCE 101.

7.3.14 Sinusfilter

Steuert ein Frequenzumrichter einen Motor, sind aus dem Motor Resonanzgeräusche zu hören. Die Geräusche treten aufgrund der Konstruktionsweise des Motors und immer dann auf, wenn einer der Wechselrichterschalter des Frequenzumrichters aktiviert wird. Die Frequenz der Resonanzgeräusche entspricht somit der Taktfrequenz des Frequenzumrichters.

Für den Frequenzumrichter bietet Danfoss einen Sinusfilter zur Dämpfung der akustischen Motorgeräusche an. Der Filter verringert die Rampe-Auf Zeit der Spannung, die Spitzenlastspannung U_{PEAK} und den Rippel-Strom ΔI zum

Motor. In der Folge werden Strom und Spannung beinahe sinusförmig, was die akustischen Motorgeräusche dämpft.

Auch der Rippel-Strom in den Spulen des Sinusfilters verursacht Geräusche. Dieses Problem kann durch Einbau des Filters in einen Schaltschrank oder ein ähnliches Gehäuse gelöst werden.

Für spezifische Sinusfilter-Teilenummern siehe Kapitel 7.2.1 Ausgangsfilter.

7.3.15 du/dt-Filter

Die Kombination aus schnellen Spannungs- und Stromanstiegen gefährden die Motorisolation bis hin zur Zerstörung. Diese schnellen Energieschwankungen können ebenfalls in den Zwischenkreis des Wechselrichters rückgespeist werden und zur Abschaltung führen. Der du/dt-Filter reduziert die Anstiegszeit der Spannung, die maximale Amplitude der Spannungsspitzen und Ladestromspitzen. Durch diesen Eingriff wird eine vorzeitige Alterung und Funkenüberschlag in der Motorisolation vermieden.

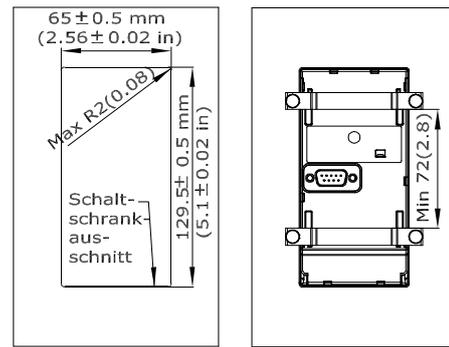
Die du/dt-Filter reduzieren damit elektromagnetische Störungen im Kabel zwischen Frequenzumrichter und Motor. Der Spannungsverlauf ist noch immer impulsförmig, der du/dt-Anteil wird jedoch im Vergleich zur Installation ohne Filter reduziert.

7.3.16 Fern-Einbausatz für das LCP

Sie können die LCP Bedieneinheit durch Verwendung eines Fern-Einbausatzes in die Vorderseite eines Schaltschranks integrieren. Ein LCP-Einbausatz ohne LCP ist ebenfalls verfügbar. Bei IP66-Geräten lautet die Bestellnummer 130B1117. Verwenden Sie Bestellnummer 130B1129 für IP55-Geräte.

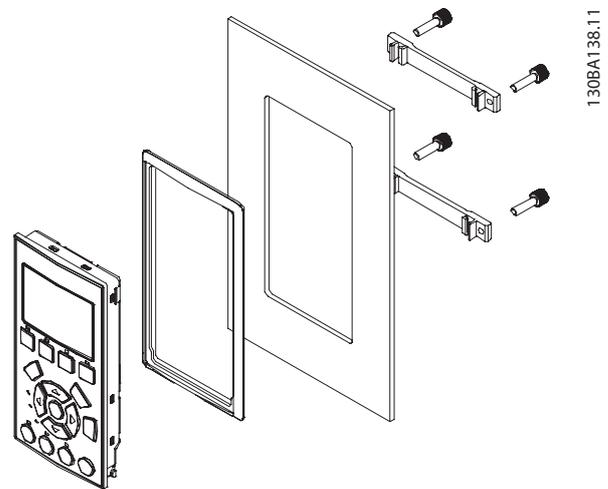
Gehäuse	Vorderseite IP54
Maximale Kabellänge zwischen LCP und Gerät	3 m
Standardmäßige Kommunikationsschnittstelle	RS485

Tabelle 7.12 Technische Daten für die Montage eines LCP an IP66 Gehäuse



130BA139.13

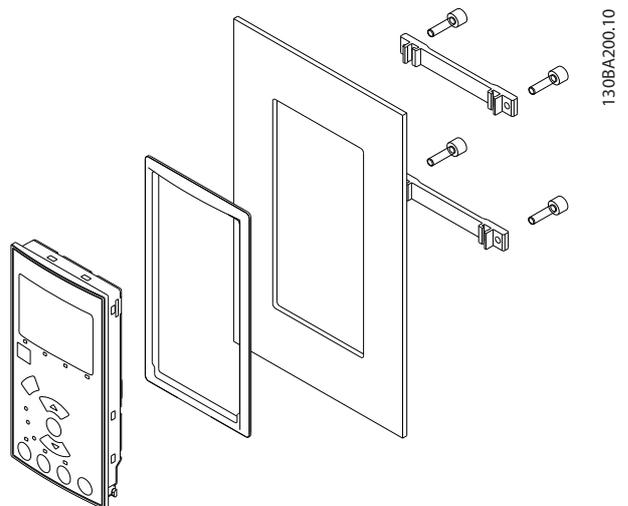
Abbildung 7.18 Abmessungen



130BA138.11

7

Abbildung 7.19 Bestellnummer 130B1113, LCP-Einbausatz mit grafischer LCP-Bedieneinheit, Befestigungselementen, Kabel und Dichtung



130BA200.10

Abbildung 7.20 Bestellnummer 130B1114, LCP-Einbausatz mit numerischer LCP-Bedieneinheit, Befestigungselementen und Dichtung

7.4 Checkliste zur Auslegung der Anlage

Tabelle 7.13 enthält eine Checkliste zur Integration eines Frequenzumrichters in ein Motorregelsystem. Die Liste dient als Erinnerungstütze zu den allgemeinen Kategorien und erforderlichen Optionen zur Definition der Systemanforderungen.

Kategorie	Details	Hinweise	<input type="checkbox"/>
Frequenzumrichtermodell			
Stromversorgung			
	Volt		
	Strom		
Physisch			
	Abmessungen		
	Gewicht		
Betriebsbedingungen			
	Temperatur		
	Höhe		
	Luftfeuchtigkeit		
	Luftqualität/Staub		
	Anforderungen an die Leistungsreduzierung		
Baugröße			
Eingang			
Kabel			
	Typ		
	Länge		
Sicherungen			
	Typ		
	Größe		
	Nennwert		
Optionen			
	Stecker		
	Kontakte		
	Filter		
Ausgang			
Kabel			
	Typ		
	Länge		
Sicherungen			
	Typ		
	Größe		
	Nennwert		
Optionen			
	Filter		
Steuerung/Regelung			
Verdrahtung			
	Typ		
	Länge		
	Klemmenverbindungen		
Kommunikation			
	Protokoll		
	Anschluss		
	Verdrahtung		
Optionen			

Kategorie	Details	Hinweise	<input checked="" type="checkbox"/>
	Stecker		
	Kontakte		
	Filter		
Motor			
	Typ		
	Nennwert		
	Spannung		
	Optionen		
Spezielle Werkzeuge und Geräte			
	Transport und Lagerung		
	Montage		
	Netzanschluss		

Tabelle 7.13 Checkliste zur Auslegung der Anlage

8 Erwägungen bei der Installation

8.1 Betriebsumgebung

Für Spezifikationen zu Umgebungsbedingungen siehe *Kapitel 6.9 Umgebungsbedingungen Drive Modules*.

HINWEIS

KONDENSATION

Feuchtigkeit kann an den elektronischen Komponenten kondensieren und Kurzschlüsse verursachen. Vermeiden Sie eine Installation in Bereichen, in denen Frost auftritt. Installieren Sie eine Schaltschrankheizung, wenn das Gerät kühler als die Umgebungsluft ist. Im Standby-Betrieb wird die Kondensation reduziert, solange der Leistungsverlust die Schaltung frei von Feuchtigkeit hält.

Aggressive Gase wie Schwefelwasserstoff, Chlor oder Ammoniak können die elektrischen und mechanischen Komponenten beschädigen. Das VLT® Parallel Drive Modules verwendet schutzbeschichtete Platinen zur Reduzierung der Auswirkungen von aggressiven Gasen. Spezifikationen und Nennwerte der Schutzbeschichtungsklassen siehe *Kapitel 6.9 Umgebungsbedingungen Drive Modules*.

Beachten Sie bei der Installation des Geräts in staubigen Umgebungen Folgendes:

Regelmäßige Wartung

Wenn sich Staub an elektronischen Bauteilen ansammelt, wirkt er als Isolierungsschicht. Diese Schicht reduziert die Kühlleistung der Komponenten, sodass sich die Komponenten erwärmen. Die heißere Umgebung führt zu einer Reduzierung der Lebensdauer der elektronischen Komponenten.

Halten Sie den Kühlkörper und die Lüfter frei von Staub. Weitere Wartungs- und Instandhaltungsinformationen finden Sie im *VLT® Parallel Drive Modules-Wartungshandbuch*.

Kühllüfter

Lüfter liefern einen Luftstrom zur Kühlung des Geräts. Wenn die Lüfter staubigen Umgebungen ausgesetzt sind, kann der Staub die Lüfterlager beschädigen und frühzeitigen Ausfall der Lüfter verursachen.

⚠️ WARNUNG

EXPLOSIONSGEFÄHRDETE BEREICHE

Installieren Sie keine Frequenzumrichter in explosionsgefährdeten Bereichen. Eine Nichtbeachtung dieser Richtlinie kann zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen!

- Installieren Sie das Gerät in einem Schaltschrank außerhalb dieses Bereichs.

In explosionsgefährdeten Bereichen betriebene Anlagen müssen bestimmte Bedingungen erfüllen. Die EU-Richtlinie 94/9/EG (ATEX 95) beschreibt den Betrieb elektronischer Geräte in explosionsgefährdeten Bereichen.

- Die Zündschutzart e sieht vor, dass eine etwaige Funkenbildung ausschließlich in einem geschützten Bereich stattfindet.
- Die Zündschutzart e verbietet jegliche Funkenbildung.

Motoren mit der Zündschutzart d

Erfordert keine Zulassung. Spezielle Verdrahtung und Eindämmung sind erforderlich.

Motoren mit der Zündschutzart e

In Kombination mit einer ATEX-zugelassenen PTC-Überwachungsvorrichtung wie der VLT® PTC-Thermistor Card MCB 112 ist für die Installation keine separate Zulassung einer approbierten Organisation erforderlich.

Motoren mit der Zündschutzart d/e

Der Motor ist von der Zündschutzart e, während die Motorverkabelung und die Anschlussumgebung in Übereinstimmung mit der Klassifizierung d ist. Verwenden Sie zum Dämpfen einer hohen Spitzenspannung einen Sinusfilter am VLT® Parallel Drive Modules-Ausgang.

Verwenden Sie beim Einsatz des VLT® Parallel Drive Modules in einem explosionsgefährdeten Bereich Folgendes:

- Motoren der Zündschutzart d oder e.
- PTC-Temperatursensor zur Überwachung der Motortemperatur.
- Kurze Motorkabel.
- Sinusfiltern am Ausgang, wenn abgeschirmte Kabel nicht verwendet werden.

HINWEIS

ÜBERWACHUNG DES MOTOR-THERMISTOR-SENSORS

VLT® AutomationDrive-Geräte mit der Option MCB 112 verfügen über eine PTB-zertifizierte Überwachungsfunktion für explosionsgefährdete Bereiche.

Ein Frequenzumrichter enthält zahlreiche mechanische und elektronische Bauteile. Viele von ihnen sind Umwelteinflüssen gegenüber empfindlich.

⚠ VORSICHT

Der Frequenzumrichter darf nicht in Umgebungen installiert werden, deren Atmosphäre Aerosol-Flüssigkeiten, Stäube oder Gase enthält, die die elektronischen Bauteile beeinflussen oder beschädigen können. Werden in solchen Fällen nicht die erforderlichen Schutzmaßnahmen getroffen, so verkürzt sich die Lebensdauer des Frequenzumrichters und es erhöht sich das Risiko von Ausfällen.

Schutzart gemäß IEC 60529

Zur Vermeidung von Querschlüssen und Kurzschlüssen zwischen Klemmen, Anschlüssen, Strombahnen und sicherheitsrelevanten Schaltungen durch Fremdkörper muss die Funktion Safe Torque Off (STO) in einem Schaltschrank mit Schutzart IP54 oder höher (oder einer gleichwertigen Umgebung) installiert und genutzt werden.

Flüssigkeiten können sich schwebend in der Luft befinden und im Frequenzumrichter kondensieren. Dadurch können Bauteile und Metallteile korrodieren. Dampf, Öl und Salzwasser können ebenfalls zur Korrosion von Bauteilen und Metallteilen führen. Für solche Umgebungen empfehlen sich Geräte gemäß Schutzart IP54/55. Als zusätzlichen Schutz können Sie ebenfalls eine Beschichtung der Platinen als Option bestellen.

Schwebende Partikel, wie z. B. Staub, können zu mechanisch, elektrisch oder thermisch bedingten Ausfällen des Frequenzumrichters führen. Eine Staubschicht um den Ventilator des Frequenzumrichters ist ein typisches Anzeichen für einen hohen Grad an Schwebepartikeln. Für staubige Umgebungen empfehlen sich Geräte gemäß Schutzart IP54/IP55.

In Umgebungen mit hohen Temperaturen und hoher Luftfeuchtigkeit lösen korrosionsfördernde Gase, wie z. B. Schwefel, Stickstoff und Chlorgemische, an den Bauteilen des Frequenzumrichters chemische Reaktionen aus.

Derartige chemische Reaktionen können die elektronischen Bauteile sehr schnell in Mitleidenschaft ziehen und zerstören. In solchen Umgebungen empfiehlt es sich, die Geräte in einen extern belüfteten Schaltschrank einzubauen, sodass die aggressiven Gase vom Frequenzumrichter ferngehalten werden.

Optional beschichtete Platinen sind auch in solchen Umgebungen geschützt.

HINWEIS

Die Aufstellung eines Frequenzumrichters in aggressiven Umgebungsbedingungen verkürzt die Lebensdauer des Geräts erheblich und erhöht das Risiko von Ausfällen.

Vor der Installation des Frequenzumrichters müssen Sie die Umgebungsluft auf Flüssigkeiten, Partikel und Gase überprüfen, indem Sie bestehende Anlagen in dieser Umgebung auf Einflüsse solcher Stoffe kontrollieren. Typische Anzeichen für schädliche Aerosol-Flüssigkeiten

sind an Metallteilen haftendes Wasser oder Öl oder Korrosionsbildung an Metallteilen.

Übermäßige Mengen Staub finden sich häufig an Schaltschränken und vorhandenen elektrischen Installationen. Ein Anzeichen für aggressive Schwebegase sind Schwarzverfärbungen von Kupferstäben und Kabelenden.

8.2 Minimale Systemanforderungen

8.2.1 Schaltschrank

Der Bausatz umfasst je nach Nennleistung 2 oder 4 Antriebsmodule. Die Schaltschränke müssen die folgenden Mindestanforderungen erfüllen:

Breite [mm (Zoll)]	2 Frequenzumrichter: 800 (31,5), 4 Frequenzumrichter: 1600 (63)
Tiefe [mm (Zoll)]	600 (23,6)
Höhe [mm (Zoll)]	2000 (78,7) ¹⁾
Gewichtskapazität [kg (lb)]	2 Frequenzumrichter: 450 (992), 4 Frequenzumrichter: 910 (2006)
Lüftungsschlitze	Siehe Kapitel 8.2.4 Kühlungs- und Luftstromanforderungen.

Tabelle 8.1 Schaltschrankanforderungen

1) Erforderlich, wenn Danfoss-Sammelschienen- oder Kühlungsbausätze verwendet werden.

8.2.2 Sammelschienen

Wenn Sie den Danfoss-Sammelschienenbausatz nicht verwenden, siehe Tabelle 8.2 für die Querschnittmessungen, die für die Herstellung angepasster Sammelschienen erforderlich sind. Siehe Kapitel 6.1.2 Klemmenabmessungen und Kapitel 6.1.3 Abmessungen des Gleichspannungszwischenkreises für Klemmenabmessungen.

Beschreibung	Breite [mm (Zoll)]	Stärke [mm (in)]
AC-Motor	143,6 (5,7)	6,4 (0,25)
Versorgungsnetz	143,6 (5,7)	6,4 (0,25)
Gleichspannungszwischenkreis	76,2 (3,0)	12,7 (0,50)

Tabelle 8.2 Querschnittmessungen für angepasste Sammelschienen

HINWEIS

Richten Sie Sammelschienen für einen maximalen Luftstrom senkrecht aus.

8.2.3 Thermische Aspekte

Siehe *Kapitel 6.5 Leistungsabhängige Spezifikationen* für Wärmeabgabewerte. Sie müssen die folgenden Wärmequellen bei der Bestimmung der Kühlanforderungen berücksichtigen:

- Umgebungstemperatur außerhalb des Schaltschranks.
- Filter (z. B. Sinus- und EMV-Filter).

- Sicherungen.
- Steuerkomponenten.

Anforderungen bezüglich der Kühlluft finden Sie in *Kapitel 8.2.4 Kühlungs- und Luftstromanforderungen*.

8.2.4 Kühlungs- und Luftstromanforderungen

Die in diesem Abschnitt enthaltenen Empfehlungen sind für eine effektive Kühlung der Frequenzumrichtermodule im Schaltschrank erforderlich. Jedes Frequenzumrichtermodul verfügt über einen Kühlkörperlüfter und einen Zirkulationslüfter. Typische Schaltschrankkonstruktionen verfügen über Türlüfter sowie Frequenzumrichtermodullüfter zum Beseitigen von übermäßiger Wärme aus dem Schaltschrank.

Danfoss bietet mehrere Rückkanal-Kühlsätze als Optionen an. Diese Sätze beseitigen 85 % der übermäßigen Wärme aus dem Schaltschrank, wodurch keine großen Türlüfter erforderlich sind.

8

HINWEIS

Vergewissern Sie sich, dass die Gesamtströmung der Schaltschranklüfter dem empfohlenen Luftstrom entspricht.

Frequenzumrichtermodul-Kühllüfter

Das Frequenzumrichtermodul ist mit einem Kühlkörperlüfter ausgestattet, der im gesamten Kühlkörper die erforderliche Strömungsrate von 840 m³/h (500 cfm) liefert. Zudem befindet sich an der Oberseite der Einheit ein Kühllüfter, und unter der Netzanschlussplatte ist ein kleiner 24 V DC-Zirkulationslüfter montiert, der bei jedem Einschalten des Frequenzumrichtermoduls aktiviert wird.

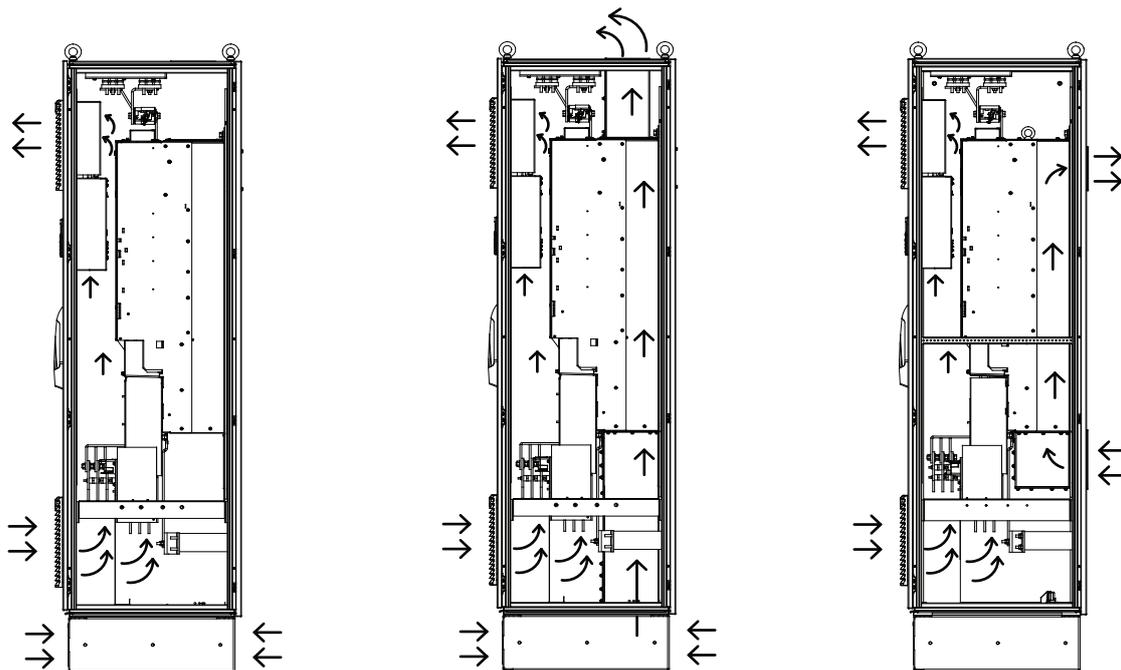
In jedem Frequenzumrichtermodul liefert die Leistungskarte Gleichspannung zur Versorgung der Lüfter. Der Zirkulationslüfter wird mit 24 V DC vom Schaltnetzteil SMPS versorgt. Der Kühlkörperlüfter und der Dachlüfter sind 48-V-DC-Varianten und werden von einem speziellen Schaltnetzteil SMPS auf der Leistungskarte versorgt. Jeder Lüfter verfügt über eine Drehzahlrückführung zur Steuerkarte, um zu bestätigen, dass der Lüfter einwandfrei läuft. Ein/Aus-Steuerung und Drehzahlregelung der Lüfter ist vorgesehen, um unnötige Schaltgeräusche zu verringern und die Lebensdauer der Lüfter zu verlängern.

Schaltschranklüfter

Wenn die Rückkanaloption nicht verwendet wird, müssen die montierten Lüfter sämtliche im Schaltschrank erzeugte Wärme beseitigen.

Für Schaltschränke, in denen 2 Frequenzumrichtermodule untergebracht sind, ist die empfohlene Strömung für den Schaltschranklüfter wie folgt:

- Bei der Verwendung der Rückkanalkühlung wird ein Strom von 680 m³/h (400 cfm) empfohlen.
- Wird die Rückkanalkühlung nicht verwendet, wird ein Strom von 4080 m³/h (2400 cfm) empfohlen.



130BE569.10

Abbildung 8.1 Luftstrom, Standardgerät (links), unterer/oberer Bausatz für rückseitigen Kühlkanal (mittig) und hinterer/hinterer Bausatz für rückseitigen Kühlkanal (rechts)

8.3 Elektrische Anforderungen für Zertifizierungen und Zulassungen

Die in dieser Anleitung beschriebene Standardkonfiguration (Frequenzumrichtermodule, Steuerfach, Kabelbäume, Sicherungen und Mikroschalter) ist UL- und CE-zertifiziert. Abgesehen von der Standardkonfiguration müssen die folgenden Bedingungen erfüllt sein, damit die Anforderungen für die UL- und CE-Zulassungen erfüllt sind. Siehe *Kapitel 18.1 Haftungsausschluss* für eine Liste aller Haftungsausschlüsse.

- Verwenden Sie den Frequenzumrichter in einer beheizten Umgebung im Innenbereich. Die Kühlluft muss sauber, frei von korrosiven Materialien und elektrisch leitendem Staub sein. Siehe *Kapitel 6.9 Umgebungsbedingungen Drive Modules* für spezifische Grenzen.
- Die maximale Umgebungslufttemperatur beträgt 40 °C (104 °F) bei Nennstrom.
- Das Frequenzumrichtersystem muss in sauberer Luft gemäß Schaltschrankklassifizierung montiert werden. Zum Erhalt von UL- oder CE-Zertifizierungen müssen die Frequenzumrichtermodule gemäß der in dieser Anleitung enthaltenen Standardkonfiguration installiert werden.
- Die maximale Spannung bzw. der maximale Strom darf die in *Kapitel 6.5 Leistungsabhängige Spezifikationen* angegebenen Werte für die festgelegte Frequenzumrichterkonfiguration nicht überschreiten.
- Die Frequenzumrichtermodule eignen sich für die Verwendung in einer Schaltung, die nicht mehr als 100 kA eff symmetrisch bei der Nennspannung des Frequenzumrichters (max. 600 V bei 690-V-Einheiten) liefern kann, wenn diese in der Standardkonfiguration durch Sicherungen geschützt ist. Siehe *Kapitel 8.4.1 Wahl der Sicherungen*. Der Ampere-Nennwert basiert auf gemäß UL 508C durchgeführten Tests.
- Die Kabel in der Motorschaltung müssen in UL-konformen Installationen mindestens für 75 °C (167 °F) ausgelegt sein. Die Kabelquerschnitte sind in *Kapitel 6.5 Leistungsabhängige Spezifikationen* für die festgelegte Frequenzumrichterkonfiguration angegeben.
- Das Eingangskabel muss mit Sicherungen geschützt sein. Die Trennschalter dürfen in den USA nicht ohne Sicherungen verwendet werden. Geeignete IEC-Sicherungen (Klasse aR) und UL-Sicherungen (Klasse L oder T) sind in *Kapitel 8.4.1 Wahl der Sicherungen* aufgelistet. Darüber hinaus müssen landesspezifische bestimmungsrelevante Anforderungen eingehalten werden.
- Bei Installationen in den USA muss ein Schutz des Abzweigkreises gemäß dem National Electrical Code (NEC) und allen einschlägigen lokalen Vorschriften bereitgestellt werden. Verwenden Sie

zur Erfüllung dieser Anforderung Sicherungen mit UL-Zulassung.

- Bei Installationen in Kanada muss ein Schutz des Abzweigkreises gemäß dem Canadian Electrical Code und allen einschlägigen Vorschriften der jeweiligen Provinz bereitgestellt werden. Verwenden Sie zur Erfüllung dieser Anforderung Sicherungen mit UL-Zulassung.

8.4 Sicherungen und Trennschalter

8.4.1 Wahl der Sicherungen

Verwenden Sie zum Schutz des Frequenzumrichtersystems bei einem Ausfall von einem oder mehreren internen Komponenten des Frequenzumrichtermoduls Sicherungen bzw. Trennschalter an der Netzversorgungsseite.

8.4.1.1 Schutz des Abzweigkreises

Sie müssen alle Abzweigkreise in einer Installation gegen Kurzschluss und Überstrom gemäß nationalen und internationalen Vorschriften absichern, um elektrische Gefahren und ein Brandrisiko zu vermeiden.

8.4.1.2 Kurzschlusschutz

Danfoss empfiehlt die in *Kapitel 8.4.1.3 Empfohlene Sicherungen für CE-Konformität* und *Kapitel 8.4.1.4 Empfohlene Sicherungen für UL-Konformität* aufgeführten Sicherungen zum Erreichen von CE- oder UL-Konformität zum Schutz von Wartungspersonal sowie Anlagen und Geräten vor den Auswirkungen von Komponentenausfällen in den Frequenzumrichtermodulen.

8.4.1.3 Empfohlene Sicherungen für CE-Konformität

Anzahl der Frequenzumrichtermodule	FC302	FC102/FC202	Empfohlene Sicherung (maximal)
2	N450	N500	aR-1600
4	N500	N560	aR-2000
4	N560	N630	aR-2000
4	N630	N710	aR-2500
4	N710	N800	aR-2500
4	N800	N1M0	aR-2500

Tabelle 8.3 6-Puls-Frequenzumrichtersysteme (380–500 V AC)

Anzahl der Frequenzumrichtermodule	FC302	FC102/FC202	Empfohlene Sicherung (maximal)
2	N250	N315	aR-630
2	N315	N355	aR-630
2	N355	N400	aR-630
2	N400	N450	aR-800
2	N450	N500	aR-800
4	N500	N560	aR-900
4	N560	N630	aR-900
4	N630	N710	aR-1600
4	N710	N800	aR-1600
4	N800	N1M0	aR-1600

Tabelle 8.4 12-Puls-Frequenzumrichtersysteme (380–500 V AC)

Anzahl der Frequenzumrichtermodule	FC302	FC102/FC202	Empfohlene Sicherung (maximal)
4	N630	N710	aR-1600
4	N710	N800	aR-2000
4	N800	N900	aR-2500
4	N900	N1M0	aR-2500
4	N1M0	N1M2	aR-2500

Tabelle 8.5 6-Puls-Frequenzumrichtersysteme (525–690 V AC)

Anzahl der Frequenzumrichtermodule	FC302	FC102/FC202	Empfohlene Sicherung (maximal)
2	N250	N315	aR-550
2	N315	N355	aR-630
2	N355	N400	aR-630
2	N400	N500	aR-630
2	N500	N560	aR-630
2	N560	N630	aR-900
4	N630	N710	aR-900
4	N710	N800	aR-900
4	N800	N900	aR-900
4	N900	N1M0	aR-1600
4	N1M0	N1M2	aR-1600

Tabelle 8.6 12-Puls-Frequenzumrichtersysteme (525–690 V AC)

8.4.1.4 Empfohlene Sicherungen für UL-Konformität

- Die Frequenzumrichtermodule verfügen werkseitig über AC-Sicherungen. Die Module sind für einen Kurzschluss-Nennstrom (SCCR) von 100 kA für Standard-Sammelschienenkonfigurationen bei allen Spannungen (380–690 V AC) ausgelegt.
- Wenn extern keine Leistungsoptionen oder zusätzlichen Sammelschienen angeschlossen sind, ist das Frequenzumrichtersystem für einen Kurzschluss-Nennstrom (SCCR) von 100 kA bei

Anschluss sämtlicher UL-gelisteter Sicherungen (Klasse L oder Klasse T) an den Eingangsklemmen der Frequenzumrichtermodule ausgelegt.

- Der Nennstrom der Sicherungen der Klasse L oder T darf die in *Tabelle 8.8* bis *Tabelle 8.9* aufgeführten Sicherungsnennwerte nicht überschreiten.

Anzahl der Frequenzumrichtermodule	FC302	FC102/FC202	Empfohlene Sicherung (maximal)
2	N450	N500	1600 A
4	N500	N560	2000 A
4	N560	N630	2000 A
4	N630	N710	2500 A
4	N710	N800	2500 A
4	N800	N1M0	2500 A

Tabelle 8.7 6-Puls-Frequenzumrichtersysteme (380–500 V AC)

Anzahl der Frequenzumrichtermodule	FC302	FC102/FC202	Empfohlene Sicherung (maximal)
2	N250	N315	630 A
2	N315	N355	630 A
2	N355	N400	630 A
2	N400	N450	800 A
2	N450	N500	800 A
4	N500	N560	900 A
4	N560	N630	900 A
4	N630	N710	1600 A
4	N710	N800	1600 A
4	N800	N1M0	1600 A

Tabelle 8.8 12-Puls-Frequenzumrichtersysteme (380–500 V AC)

Sie können jede UL-gelistete Sicherung mit einer Nennspannung von mindestens 500 V für 380–500 V AC-Frequenzumrichtersysteme verwenden.

Anzahl der Frequenzumrichtermodule	FC302	FC102/FC202	Empfohlene Sicherung (maximal)
4	N630	N710	1600 A
4	N710	N800	2000 A
4	N800	N900	2500 A
4	N900	N1M0	2500 A
4	N1M0	N1M2	2500 A

Tabelle 8.9 6-Puls-Frequenzumrichtersysteme (525–690 V AC)

Anzahl der Frequenzumrichtermodule	FC302	FC102/FC202	Empfohlene Sicherung (maximal)
2	N250	N315	550 A
2	N315	N355	630 A
2	N355	N400	630 A
2	N400	N500	630 A
2	N500	N560	630 A
2	N560	N630	900 A
4	N630	N710	900 A
4	N710	N800	900 A
4	N800	N900	900 A
4	N900	N1M0	1600 A
4	N1M0	N1M2	1600 A

Tabelle 8.10 12-Puls-Frequenzumrichtersysteme (525–690 V AC)

Sie können jede UL-gelistete Sicherung mit einer Nennspannung von mindestens 700 V für 525–690 V AC-Frequenzumrichtersysteme verwenden.

9 EMV und Oberschwingungen

9.1 Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen

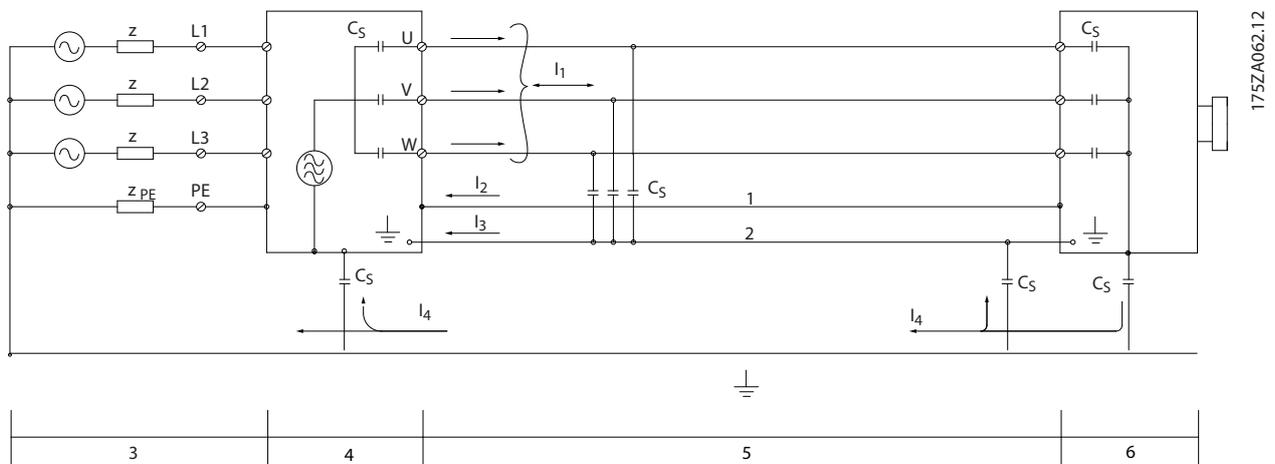
Schalttransienten treten am häufigsten im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz auf. Durch die Luft übertragene Störungen des Frequenzumrichtersystems im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 GHz werden durch den Wechselrichter, das Motorkabel und den Motor erzeugt.

Durch kapazitive Ströme des Motorkabels, in Verbindung mit hohem dU/dt der Motorspannung, werden Ableitströme erzeugt.

Die Verwendung eines abgeschirmten Motorkabels erhöht den Ableitstrom (siehe *Abbildung 9.1*), da abgeschirmte Kabel eine höhere Kapazität zu Erde haben als nicht abgeschirmte Kabel. Wird der Ableitstrom nicht gefiltert, verursacht dies in der Netzleitung größere Störungen im Funkfrequenzbereich unter 5 MHz. Der Ableitstrom (I_1) kann über die Abschirmung (I_3) direkt zurück zum Gerät fließen. Es verbleibt dann nur ein kleines elektromagnetisches Feld (I_4) vom abgeschirmten Motorkabel.

Die Abschirmung verringert zwar die abgestrahlte Störung, erhöht jedoch die Niederfrequenzstörungen am Netz. Schließen Sie den Motorkabelschirm an die Gehäuse von Frequenzumrichter und Motor an. Verwenden Sie zum Anschluss der Abschirmung integrierte Schirmbügel; verdrehte Abschirmungsenden (Pigtails) sind zu vermeiden. Die verdrehten Schirmenden erhöhen die Abschirmungsimpedanz bei höheren Frequenzen, was den Abschirmungseffekt reduziert und den Ableitstrom (I_4) erhöht.

Verbinden Sie die Abschirmung an beiden Enden mit dem Gehäuse, wenn abgeschirmte Kabel für Feldbus, Relais, Steuerung, Signalschnittstelle oder Bremse verwendet werden. In einigen Situationen ist zum Vermeiden von Stromschleifen jedoch eine Unterbrechung der Abschirmung notwendig.



1	Massekabel
2	Abschirmung
3	Netzversorgung
4	Frequenzumrichter
5	Abgeschirmtes Motorkabel
6	Motor

Abbildung 9.1 Ableitströme

In *Abbildung 9.1* ist ein Beispiel eines 6-pulsigen Frequenzumrichters zu sehen, das auch auf einen 12-pulsigen übertragbar ist.

Wenn der Anschluss der Abschirmung über eine Montageplatte vorgesehen ist, muss diese Montageplatte aus Metall gefertigt sein, da die Ableitströme zum Frequenzumrichter zurückgeführt werden müssen. Durch die Montageschrauben

muss stets ein guter elektrischer Kontakt von der Montageplatte zur Gehäusemasse des Frequenzumrichters gewährleistet sein. Beim Einsatz ungeschirmter Leitungen werden einige Emissionsanforderungen nicht erfüllt. Die immunitätsbezogenen Anforderungen werden jedoch erfüllt.

Um das Störungslevel des gesamten Systems (Frequenzwandler und Installation) so weit wie möglich zu reduzieren, ist es wichtig, dass Sie die Motor- und etwaige Anschlusskabel für Bremsen so kurz wie möglich halten. Steuer- und Buskabel dürfen nicht gemeinsam mit Anschlusskabeln für Motor und Bremse verlegt werden. Funkstörungen von mehr als 50 MHz (schwebend) werden insbesondere von der Regelelektronik erzeugt. Weitere Informationen zu EMV finden Sie unter *Kapitel 9.5 EMV-Empfehlungen*.

9.2 EMV-Prüfergebnisse

Folgende Ergebnisse wurden unter Verwendung eines Frequenzumrichters (mit Optionen, falls relevant), einer abgeschirmten Steuerleitung, eines Steuerkastens mit Potenziometer sowie eines Motors und geschirmten Motorkabels erzielt.

EMV-Filtertyp		Leitungsführte Störaussendung		Feldgebundene Störaussendung	
Normen und Anforderungen ¹⁾	EN/IEC 61800-3	Kategorie C2	Kategorie C3	Kategorie C2	Kategorie C3
P2, P4 (FC302)		Nein	150 m	Nein	Ja
P6, P8 (FC302)		150 m (492 ft)	150 m (492 ft)	Ja	Ja

Tabelle 9.1 EMV-Prüfergebnisse (Störaussendung und Störfestigkeit)

1) Ein externer EMV-Filter ist zur Erfüllung der C2-Kategorie erforderlich.

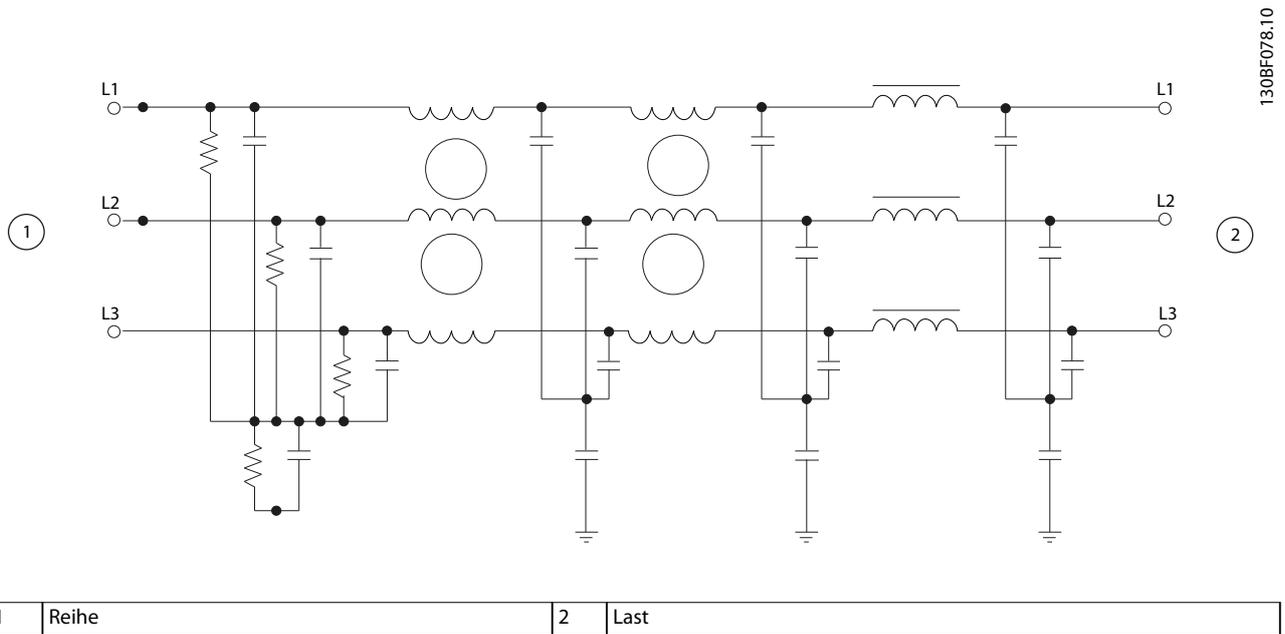
HINWEIS

Diese Art von Antriebssystem ist nicht für den Einsatz in einem öffentlichen Netz mit Niederspannung ausgelegt, das Privathaushalte versorgt. Bei der Verwendung in einem solchen Netz sind Funkfrequenzstörungen zu erwarten, und ergänzende Abhilfemaßnahmen können erforderlich sein.

Der Frequenzumrichter erfüllt die Emissionsanforderungen für die C3-Kategorie mit einem 150 m langen abgeschirmten Kabel. Ein externer EMV-Filter ist zur Erfüllung der C2-Kategorie erforderlich.

Abbildung 9.2 zeigt das elektrische Diagramm des EMV-Filters, das zur Qualifizierung des Frequenzumrichters verwendet wurde. In diesem Szenario ist der EMV-Filter von der Erde getrennt, und das EMV-Relais wird mittels *Parameter 14-50 EMV-Filter* deaktiviert.

Der Dämpfungsfaktor für den EMV-Filter ist in *Abbildung 9.3* angegeben.



1	Reihe	2	Last
---	-------	---	------

Abbildung 9.2 Elektrisches Diagramm des EMV-Filters

9

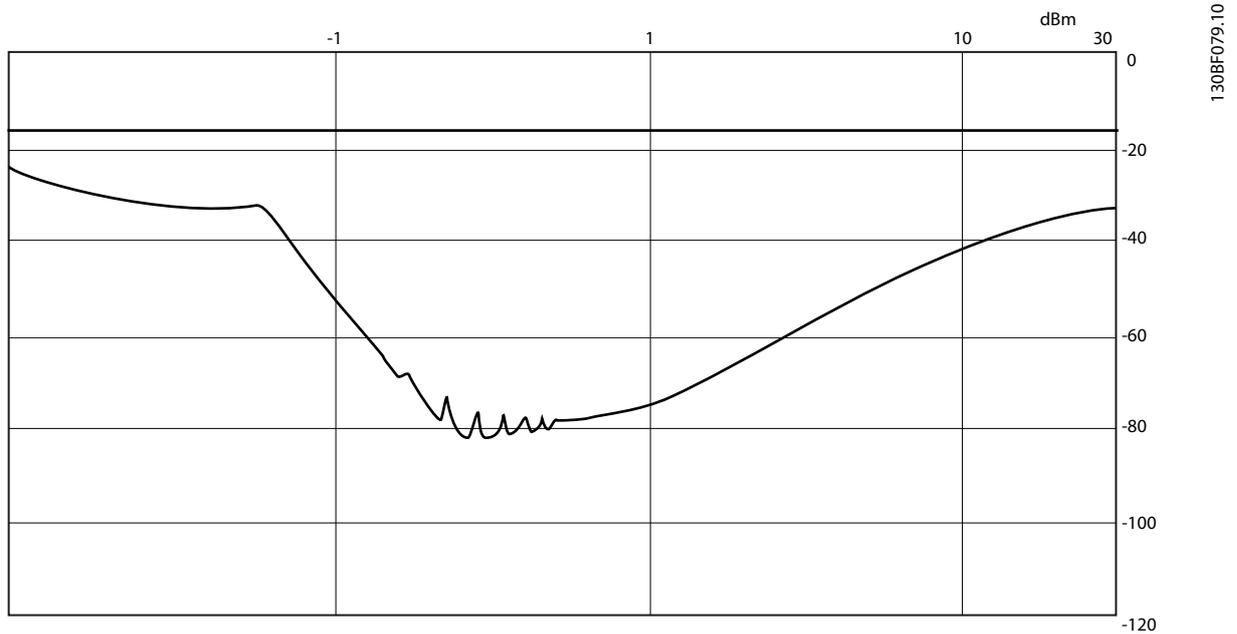


Abbildung 9.3 Dämpfungsanforderung für einen externen Filter

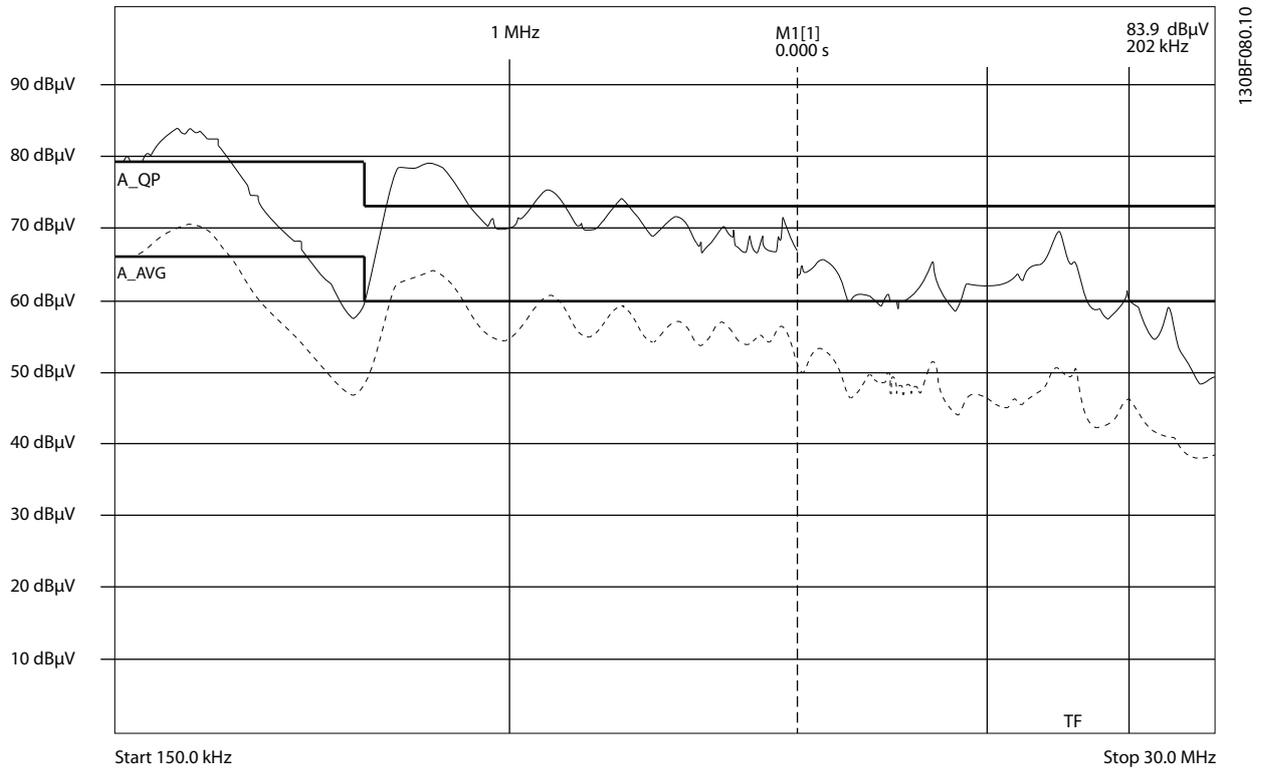
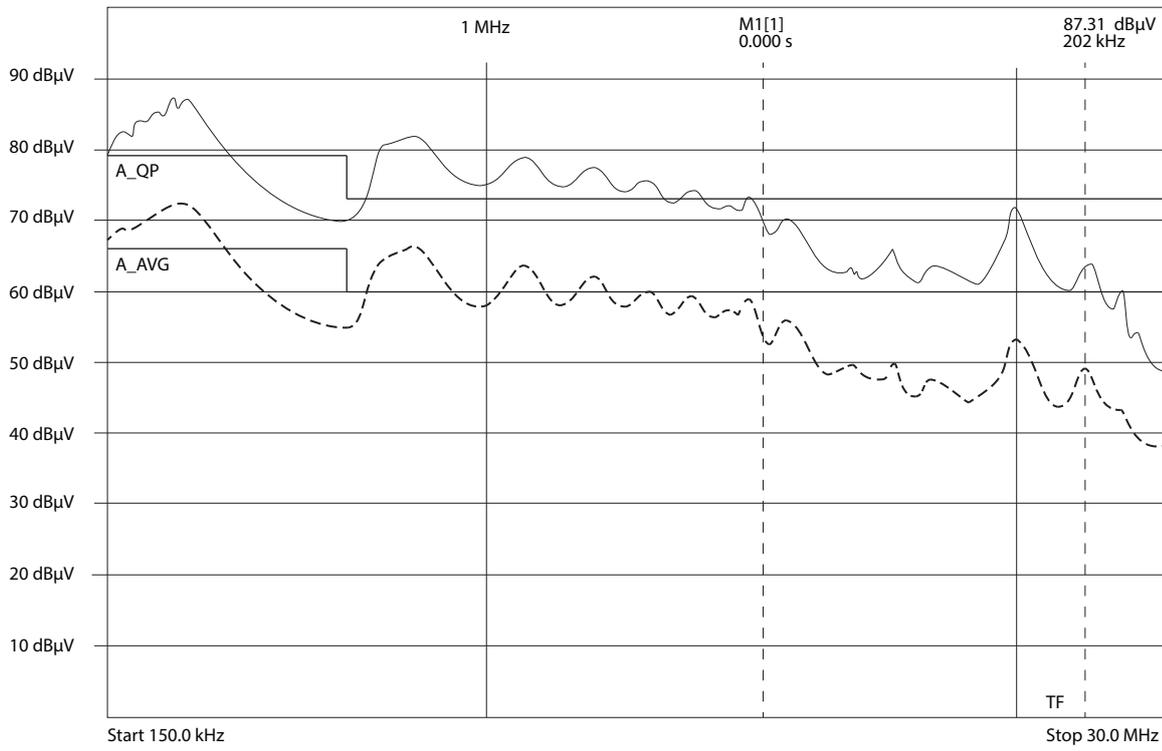


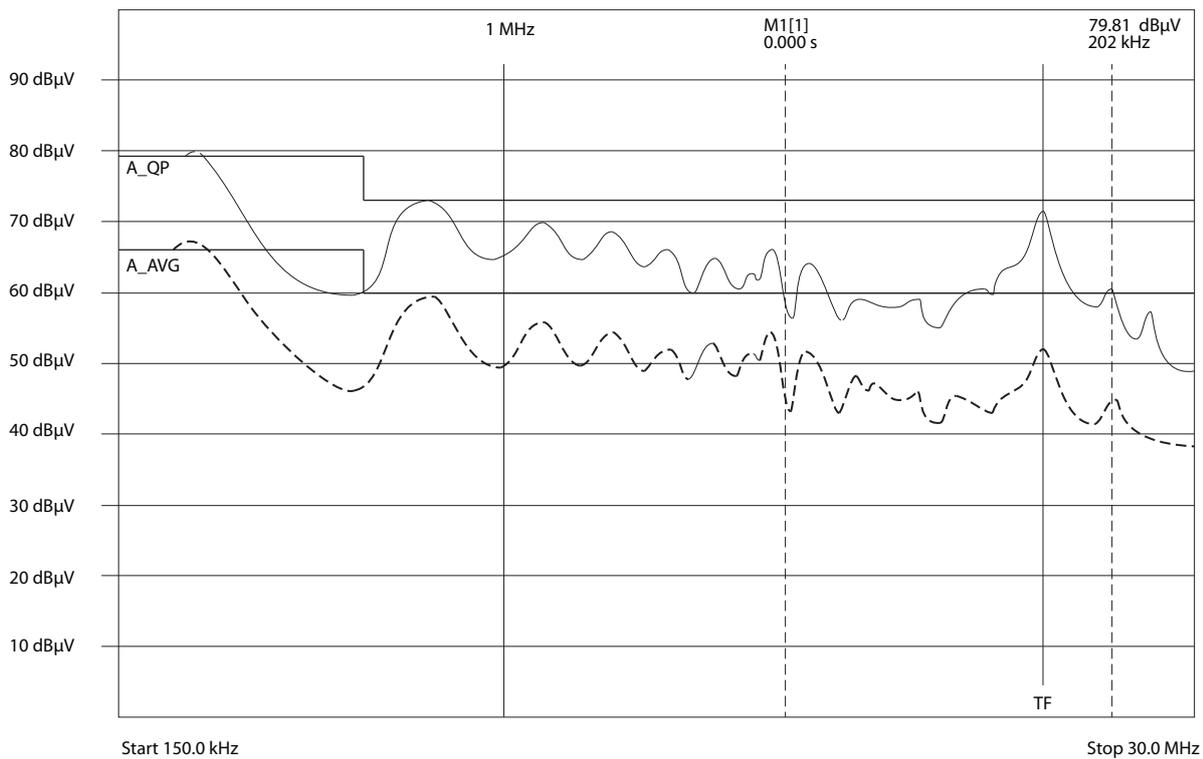
Abbildung 9.4 Leitunggeführte Störungen im Netz in der P4/P8-Konfiguration ohne externen EMV-Filter



1308F064.10

9

Abbildung 9.5 Leitungsführte Störungen im Netz in der P4/P8-Konfiguration ohne externen EMV-Filter



1308F065:10

Abbildung 9.6 Leitungsgeführte Störungen im Netz in der P4/P8-Konfiguration ohne externen EMV-Filter

9.3 Emissionsanforderungen

Gemäß der EMV-Produktnorm für Frequenzumrichter, EN/IEC 61800-3, hängen die EMV-Anforderungen von der Umgebung ab, in der der Frequenzumrichter installiert ist. Die jeweiligen Umgebungen sind mit ihren Anforderungen an die Netzspannung in *Tabelle 9.2* definiert.

Kategorie	Definition	Anforderungen an leitungsgeführte Emissionen gemäß EN 55011-Grenzwerten
C1	In einer Wohnungs- und Büroumgebung installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung von unter 1000 V.	Klasse B
C2	In einer Wohnungs- und Büroumgebung installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung von unter 1000 V. Diese Frequenzumrichter sind weder steckbar noch beweglich und müssen von Fachkräften installiert und in Betrieb genommen werden.	Klasse A Gruppe 1
C3	Im Industriebereich installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung von unter 1000 V.	Klasse A Gruppe 2
C4	Im Industriebereich installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung gleich oder über 1000 V oder einem Nennstrom gleich oder über 400 A oder einer vorgesehenen Verwendung in komplexen Systemen.	Keine Grenzwertlinie Erstellen Sie einen EMV-Plan

Tabelle 9.2 Emissionsanforderungen

Wenn die Fachgrundnorm Störungsaussendung zugrunde gelegt wird, müssen die Frequenzumrichter die Grenzwerte in *Tabelle 9.3* einhalten.

Umgebung	Fachgrundnorm	Anforderungen an leitungsgeführte Emissionen gemäß EN 55011-Grenzwerten
Erste Umgebung (Wohnung und Büro)	Fachgrundnorm EN/IEC 61000-6-3 für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe.	Klasse B
Zweite Umgebung (Industriebereich)	Fachgrundnorm EN/IEC 61000-6-4 für Industriebereiche.	Klasse A Gruppe 1

Tabelle 9.3 Grenzwerte der Fachgrundnorm Störungsaussendung

9.4 Störfestigkeitsanforderungen

Die Störfestigkeitsanforderungen für Frequenzumrichter sind abhängig von der Installationsumgebung. In Industriebereichen sind die Anforderungen höher als in Wohn- oder Bürobereichen. Alle Danfoss Frequenzumrichter erfüllen die Störfestigkeitsanforderungen sowohl für Industriebereiche als auch für Wohn-/Büroumgebungen.

Um die Störfestigkeit gegenüber Schalttransienten zu dokumentieren, wurde der nachfolgende Störfestigkeitstest an einem Frequenzumrichter (mit Optionen, falls relevant), einer abgeschirmten Steuerleitung und einem Steuerkasten mit Potenziometer, Motorkabel und Motor durchgeführt.

Die Prüfungen wurden nach den folgenden Fachgrundnormen durchgeführt. Nähere Angaben finden Sie in *Tabelle 9.4*.

- **EN/IEC 61000-4-2:** Elektrostatische Entladung (ESD): Simulation elektrostatischer Entladung von Personen.
- **EN/IEC 61000-4-3:** Elektromagnetisches Einstrahlungsfeld, amplitudenmodulierte Simulation der Auswirkungen von Radar- und Funkgeräten sowie von mobilen Kommunikationsgeräten.
- **EN/IEC 61000-4-4:** Schalttransienten: Simulation von Störungen, herbeigeführt durch Schalten mit einem Schütz, Relais oder ähnlichen Geräten.
- **EN/IEC 61000-4-5:** Überspannungen: Simulation von Transienten durch Blitzschlag in der Nähe von Installationen.
- **EN/IEC 61000-4-6:** HF-Gleichtakt: Simulation der Auswirkung von Funkseudegeräten, die an Verbindungskabel angeschlossen sind.

Fachgrundnorm	Impulskette IEC 61000-4-4	Stoßspannungstransienten IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Gestrahlttes elektromagnetisches Feld IEC 61000-4-3	HF-Gleichtaktspannung IEC 61000-4-6
Abnahmekriterium	B	B	B	A	A
Reihe	4 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω Differenzbetrieb 4 kV/12 Ω CM (Common Mode)	–	–	10 V _{eff}
Motor	4 kV CM (Common Mode)	4 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{eff}
Bremse	4 kV CM (Common Mode)	4 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{eff}
Zwischenkreiskopplung	4 kV CM (Common Mode)	4 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{eff}
Steuerkabel	2 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{eff}
Standardbus	2 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{eff}
Relaisleitungen	2 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{eff}
Anwendungs- und Feldbus-Optionen	2 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{eff}

Fachgrundnorm	Impulskette IEC 61000-4-4	Stoßspannungst- ransienten IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Gestrahltes elektromagnetisches Feld IEC 61000-4-3	HF-Gleichtakt- spannung IEC 61000-4-6
Abnahmekriterium	B	B	B	A	A
LCP-Kabel	2 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω ¹⁾	-	-	10 V _{eff}
Externe 24 V DC	2 V CM (Common Mode)	0,5 kV/2 Ω Differenzbetrieb 1 kV/12 Ω CM (Common Mode)	-	-	10 V _{eff}
Gehäuse	-	-	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	-

Tabelle 9.4 EMV-Immunitätstabelle, Spannungsbereich: 380–500 V, 525–600 V, 525–690 V

1) Injektion auf Kabelschirm.

AD: Luftentladung (Air Discharge); CD: Kontaktentladung (Contact Discharge); CM (Common Mode): Gleichtakt (Common Mode); DM: Differenzbetrieb.

9.5 EMV-Empfehlungen

Nachstehend sind Hinweise für eine EMV-gerechte Installation von Frequenzumrichtern aufgeführt. Bitte halten Sie sich an diese Vorgaben, wenn eine Einhaltung der *Ersten Umgebung* nach EN/IEC 61800-3 gefordert ist. Handelt es sich um eine Installation in einer *Zweiten Umgebung* nach EN/IEC 61800-3 (industrielle Netze) oder wird die Installation von einem eigenen Transformator versorgt, darf von diesen Richtlinien abgewichen werden.

EMV-gerechte elektrische Installation:

- Verwenden Sie nur geflochtene abgeschirmte Motorkabel und abgeschirmte Steuerleitungen. Die Schirmabdeckung muss mindestens 80 % betragen. Die Abschirmung muss aus Metall – in der Regel Kupfer, Aluminium, Stahl oder Blei – bestehen. Für das Netzkabel gelten keine speziellen Anforderungen.
- Bei Installationen mit starren Metallrohren sind keine abgeschirmten Kabel erforderlich; Sie müssen das Motorkabel jedoch in einem anderen Installationsrohr als die Steuer- und Netzkabel installieren. Es ist ein durchgehendes Metallrohr vom Frequenzumrichter bis zum Motor erforderlich. Die EMV-Schirmwirkung flexibler Installationsrohre variiert sehr stark; hier sind entsprechende Herstellerangaben einzuholen.
- Erden Sie Abschirmung/Installationsrohr bei Motorkabeln und Steuerleitungen beidseitig. In einigen Fällen ist es nicht möglich, die Abschirmung an beiden Enden anzuschließen (fehlender Potenzialausgleich). Schließen Sie in

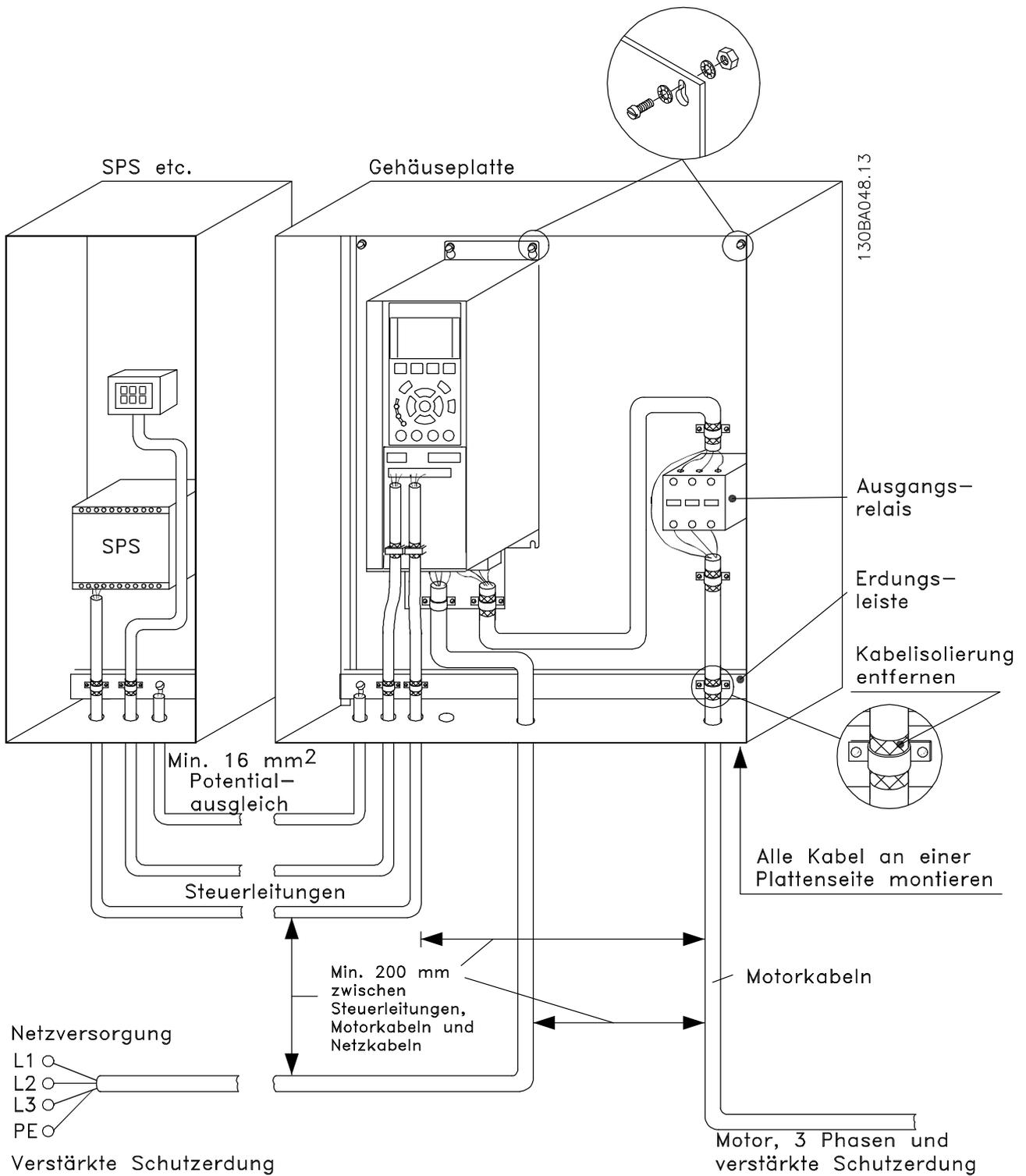
diesem Fall zumindest die Abschirmung am Frequenzumrichter an. Nähere Angaben finden Sie auch in *Kapitel 9.5.2 Erdung abgeschirmter Steuerleitungen*.

- Vermeiden Sie verdrehte Abschirmungsenden (Pigtails). Sie erhöhen die Impedanz der Abschirmung und beeinträchtigen so den Abschirmeffekt bei hohen Frequenzen. Verwenden Sie stattdessen niederohmige Kabelschellen oder EMV-Kabelverschraubungen.
- Verwenden Sie nach Möglichkeit in Schaltschränken, in denen der Frequenzumrichter untergebracht ist, ebenfalls nur abgeschirmte Motor- und Steuerleitungen.

Führen Sie die Abschirmung möglichst dicht an den elektrischen Anschluss.

Abbildung 9.7 zeigt ein Beispiel einer EMV-gerechten elektrischen Installation eines IP20-Frequenzumrichters. Er ist in einem Schaltschrank mit Ausgangsschutz installiert und an eine SPS angeschlossen, die in einem separaten Schrank installiert ist. Auch andere Installationsweisen können ggf. eine ebenso gute EMV-Leistung erzielen, sofern zumindest die vorstehenden Richtlinien für eine ordnungsgemäße Installation befolgt wurden.

Wenn die Installation nicht gemäß den Vorgaben erfolgt oder wenn Sie nicht abgeschirmte Kabel verwenden, können bestimmte Anforderungen hinsichtlich der Störaussendung voraussichtlich nicht erfüllt werden, auch wenn die Anforderungen an die Störfestigkeit erfüllt bleiben.



9

Abbildung 9.7 EMV-gerechte elektrische Installation eines Frequenzumrichters im Schaltschrank

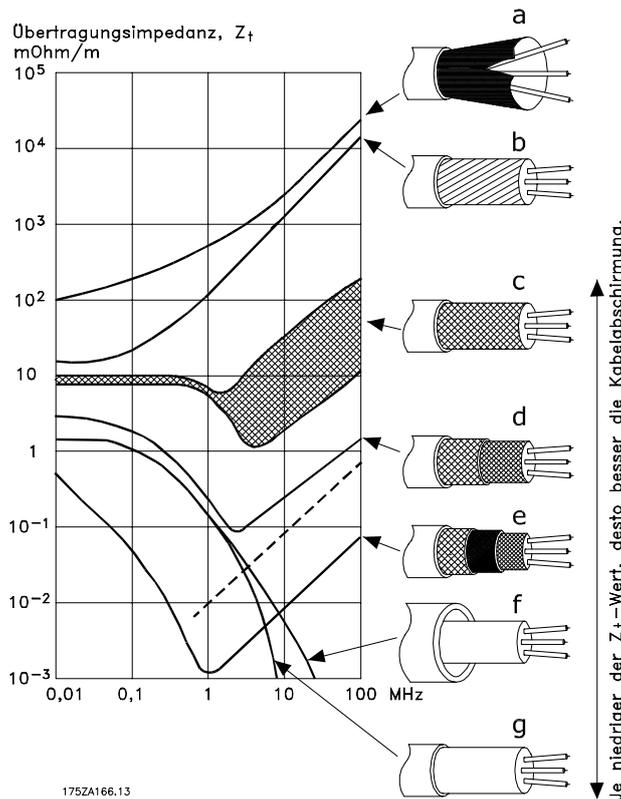
9.5.1 Verwenden abgeschirmter Steuerleitungen

Danfoss empfiehlt die Verwendung abgeschirmter Kabel, um die Störfestigkeit der Steuerleitungen zu optimieren und die EMV-Störaussendung der Motorkabel zu verhindern.

Die Fähigkeit eines Kabels, ein- und ausstrahlende elektrische Störstrahlung zu reduzieren, hängt von der Übertragungsimpedanz (Z_T) ab. Die Abschirmung von Kabeln ist normalerweise darauf ausgelegt, die Übertragung elektrischer Störungen zu mindern, wobei allerdings Abschirmungen mit niedrigerem Z_T wirksamer sind als Abschirmungen mit höherer Übertragungsimpedanz Z_T .

Die Übertragungsimpedanz (Z_T) wird von den Kabelherstellern selten angegeben. Durch Sichtprüfung und Beurteilung der mechanischen Eigenschaften des Kabels lässt sich die Übertragungsimpedanz (Z_T) jedoch einigermaßen abschätzen.

- Die Leitfähigkeit des Abschirmmaterials.
- Den Kontaktwiderstand zwischen den Leitern des Abschirmmaterials.
- Die Schirmabdeckung, d. h. die physische Fläche des Kabels, die durch den Schirm abgedeckt ist; wird häufig in Prozent angegeben.
- Art der Abschirmung (geflochten oder verdreht).



a	Aluminium-Ummantelung mit Kupferdraht.
b	Verdrillter Kupferdraht oder bewehrtes (abgeschirmtes) Stahldrahtkabel.
c	Einlagiges Kupferdrahtgeflecht mit prozentual schwankender Schirmabdeckung (Danfoss-Mindestanforderung).
d	Zweilagiges Kupferdrahtgeflecht
e	Zweilagiges Kupferdrahtgeflecht mit magnetischer, abgeschirmter Zwischenlage.
f	In Kupfer- oder Stahlrohr geführtes Kabel
g	Bleikabel mit 1,1 mm Wandstärke.

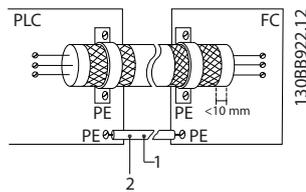
Abbildung 9.8 Leistung des Kabelschirms

9.5.2 Erdung abgeschirmter Steuerleitungen

Korrekte Abschirmung

Die bevorzugte Methode zur Abschirmung ist in den meisten Fällen die beidseitige Befestigung von Steuer- und seriellen Schnittstellenkabeln mit Schirmbügeln, um möglichst großflächigen Kontakt von Hochfrequenzkabeln zu erreichen. Besteht zwischen dem Frequenzumrichter und der SPS ein unterschiedliches Erdpotenzial, können Ausgleichsströme auftreten, die das gesamte System stören. Schaffen Sie Abhilfe durch das Anbringen eines Potenzialausgleichskabels neben der Steuerleitung.

Mindestleitungsquerschnitt: 16 mm² (4 AWG).



1	Mindestens 16 mm ² (4 AWG)	2	Potsenzialausgleichskabel
---	---------------------------------------	---	---------------------------

Abbildung 9.9 Korrekte Abschirmung

50-Hz-Brummschleifen

Bei langen Steuerleitungen können Brummschleifen auftreten. Beheben Sie dieses Problem durch Anschluss eines Schirmendes an Erde über einen 100-nF-Kondensator (mit möglichst kurzen Leitungen).

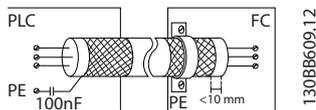
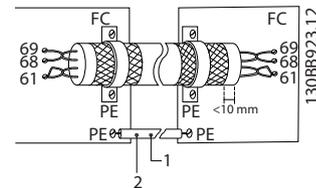


Abbildung 9.10 Vermeidung von Brummschleifen

Vermeidung von EMV-Störungen auf der seriellen Kommunikation

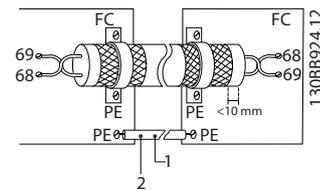
Diese Klemme ist intern über ein RC-Glied mit Erde verbunden. Verwenden Sie verdrehte Aderpaare zur Reduzierung von Störungen zwischen den Leitern.



1	Mindestens 16 mm ² (4 AWG)	2	Potsenzialausgleichskabel
---	---------------------------------------	---	---------------------------

Abbildung 9.11 Empfohlene Methode zur Vermeidung von EMV-Störungen

Alternativ können Sie die Verbindung zu Klemme 61 lösen:



1	Mindestens 16 mm ² (4 AWG)	2	Potsenzialausgleichskabel
---	---------------------------------------	---	---------------------------

Abbildung 9.12 Abschirmung ohne Klemme 61

9.6 Allgemeine Aspekte zur Oberschwingungen

6-Puls-Frequenzumrichter mit nicht linearen Lasten nehmen nicht gleichmäßig Strom aus dem Netz auf. Dieser nicht sinusförmige Strom verfügt über Anteile, die ein Vielfaches der Grundstromfrequenz darstellen. Jene Anteile werden als Oberschwingungen bezeichnet. Es ist wichtig, den Gesamtoberschwingungsgehalt der Netzversorgung zu regeln. Zwar wirken sich die Oberschwingungsströme nicht direkt auf den Verbrauch von elektrischer Energie aus, jedoch erzeugen sie Wärme in der Verkabelung und in den Transformatoren und können andere Geräte beeinflussen, die an dieselbe Verteilung angeschlossen sind.

9.7 Oberschwingungsanalyse

Da Oberschwingungen die Wärmeverluste erhöhen, müssen Sie diese bei der Auslegung von Systemen berücksichtigen, damit eine Überlastung des Transformators, der Drosseln und Verkabelung ausgeschlossen ist.

Führen Sie gegebenenfalls eine Analyse der Oberschwingungen im elektrischen System durch, um die Auswirkungen auf die Geräte zu bestimmen.

Nicht sinusförmige Ströme lassen sich mithilfe einer Reihe von Fourier-Analysen in Sinusströme verschiedener Frequenz, d. h. in verschiedene Oberschwingungsströme I_n mit einer Grundfrequenz von 50 Hz oder 60 Hz, zerlegen.

Abkürzung	Beschreibung
f_1	Grundfrequenz (50 Hz oder 60 Hz)
I_1	Strom bei der Grundfrequenz
U_1	Spannung bei der Grundfrequenz
I_n	Strom bei der n-ten Oberschwingungsfrequenz
U_n	Spannung bei der n-ten Oberschwingungsfrequenz
n	Ordnungszahl

Tabelle 9.5 Oberschwingungsbezogene Abkürzungen

	Grundstrom (I_1)	Oberschwingungsstrom (I_n)		
Strom	I_1	I_5	I_7	I_{11}
Frequenz [Hz]	50	250	350	550

Tabelle 9.6 Grund- und Oberschwingungsströme

Strom	Oberschwingungsstrom				
	I_{eff}	I_1	I_5	I_7	I_{11-49}
Eingangsstrom	1,0	0,9	0,5	0,2	<0,1

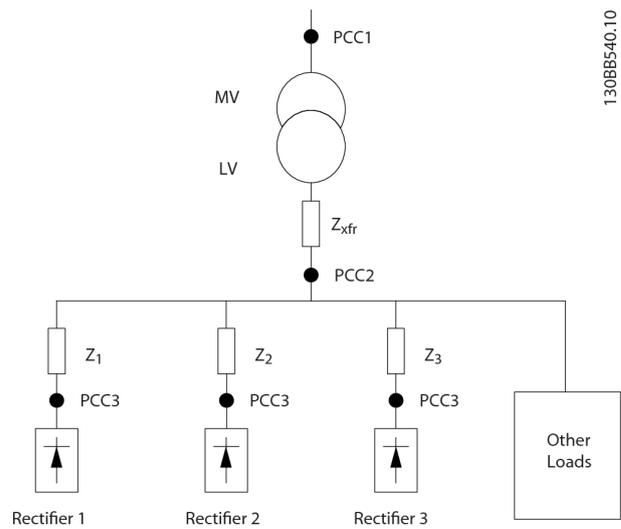
Tabelle 9.7 Oberschwingungsströme verglichen mit dem effektiven Eingangsstrom Strom

Die Spannungsverzerrung in der Netzversorgungsspannung hängt von der Größe der Oberschwingungsströme multipliziert mit der internen Netzimpedanz der betreffenden Frequenz ab. Die gesamte Spannungsverzerrung (THDi) ergibt sich aus den einzelnen Spannungsüberschwingungen nach folgender Formel:

$$THDi = \frac{\sqrt{U_{25}^2 + U_{27}^2 + \dots + U_{2n}^2}}{U}$$

9.8 Einfluss von Oberschwingungen in einer Energieverteilungsanlage

In *Abbildung 9.13* ist ein Transformator auf der Primärseite mit einem Verknüpfungspunkt PCC1 an der Mittelspannungsversorgung verbunden. Der Transformator hat eine Impedanz Z_{xfr} und speist eine Reihe von Verbrauchern. Der Verknüpfungspunkt, an dem alle Verbraucher angeschlossen sind, ist PCC2. Jeder Verbraucher wird durch Kabel mit einer Impedanz Z_1, Z_2, Z_3 angeschlossen.



130BBS40.10

Verknüpfungspunkt	Verknüpfungspunkt
MV	Mittlere Spannung
LV	Niederspannung
Z_{xfr}	Transformatorimpedanz
$Z_{\#}$	Modellierungswiderstand und Induktivität in der Verdrahtung

Abbildung 9.13 Kleine Verteilungsanlage

Von nichtlinearen Verbrauchern aufgenommene Oberschwingungsströme führen durch den Spannungsabfall an den Impedanzen des Stromverteilungssystems zu einer Spannungsverzerrung. Höhere Impedanzen ergeben höhere Grade an Spannungsverzerrung.

Die Stromverzerrung steht mit der Geräteleistung und der individuellen Last in Verbindung. Spannungsverzerrung steht mit der Systemleistung in Verbindung. Die Spannungsverzerrung im PCC lässt sich nicht ermitteln, wenn nur die Oberschwingungsleistung der Last bekannt ist. Um die Verzerrung im PCC vorhersagen zu können, müssen die Konfiguration des Verteilungssystems und die entsprechenden Impedanzen bekannt sein.

Ein häufig verwendeter Begriff, um die Impedanz eines Stromnetzes zu beschreiben, ist das Kurzschlussverhältnis R_{scc} . R_{scc} ist definiert als das Verhältnis zwischen Kurzschluss-Scheinleistung der Versorgung am PCC (S_{sc})

$$\text{und der Nennscheinleistung der Last. } (S_{equ}) \cdot R_{scc} = \frac{S_{sc}}{S_{equ}}$$

$$\text{wobei } S_{sc} = \frac{U^2}{Z_{Versorgung}} \text{ und } S_{equ} = U \times I_{equ}$$

Störende Wirkungen von Oberschwingungen

- Oberschwingungsströme tragen zu Systemverlusten bei (in Verdrahtung und Transformator).
- Spannungsverzerrung durch Oberschwingungen führt zu Störungen anderer Lasten und erhöht Verluste in anderen Lasten.

9.9 Normen und Anforderungen zur Oberschwingungsbegrenzung

Die Anforderungen an die Oberschwingungsbegrenzungen können:

- anwendungsspezifisch, oder
- einzuhaltende Normen sein

Die anwendungsspezifischen Anforderungen beziehen sich auf eine konkrete Anlage, in der technische Gründe für die Begrenzung der Oberschwingungen vorliegen.

Beispiel: Wenn einer der Motoren direkt an das Netz geschaltet und der andere über einen Frequenzumrichter gespeist wird, ist ein 250-kVA-Transformator mit zwei angeschlossenen 110-kW-Motoren ausreichend. Der Transformator ist jedoch unterdimensioniert, wenn beide Motoren über Frequenzumrichter gespeist werden. Durch Verwendung zusätzlicher Maßnahmen zur Oberschwingungsreduzierung in der Anlage oder Wahl von Low Harmonic Drives ermöglichen den Betrieb beider Motoren mit Frequenzumrichtern.

Es gibt verschiedene Normen, Vorschriften und Empfehlungen zur Reduzierung von Oberschwingungen. Die folgenden Normen sind am häufigsten anwendbar:

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

Genaue Angaben zu jeder Norm enthält das *VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010-Projektierungshandbuch*.

9.10 VLT® Parallel Drive Modules-Oberschwingungskonformität

Das VLT® Parallel Drive Modules erfüllt die folgenden Standards:

- IEC 61000-2-4
- IEC 61000-3-4
- G5/4

9.11 Galvanische Trennung**HINWEIS****INSTALLATION IN GROSSER HÖHENLAGE**

Wenden Sie sich bei der Installation von 380–500-V-Einheiten über 3000 m hinsichtlich PELV

(Schutzkleinspannung – Protective extra low voltage) an Danfoss.

Wenden Sie sich bei der Installation von 525–690-V-Einheiten über 2000 m hinsichtlich PELV

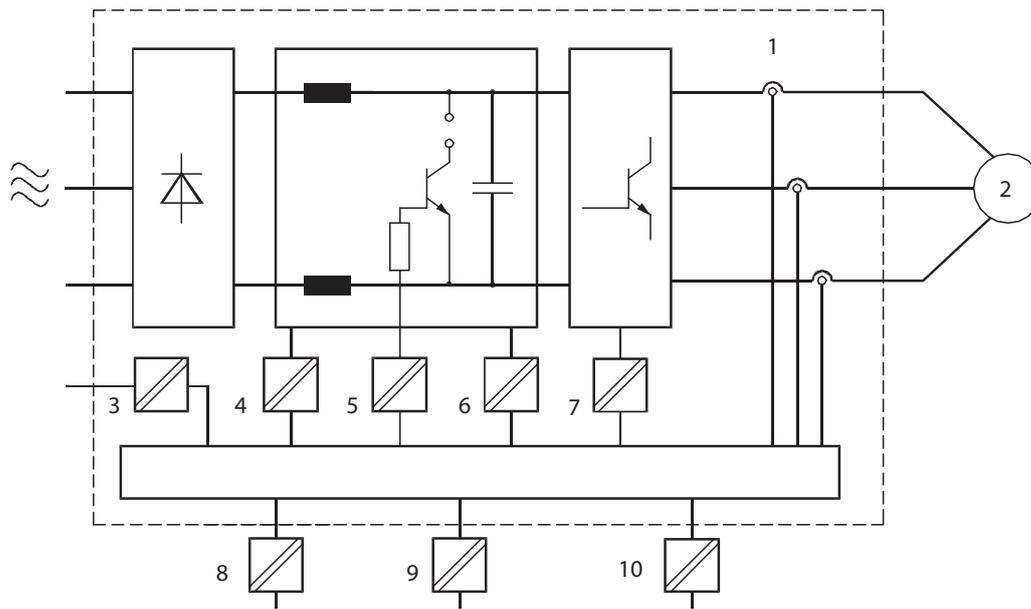
(Schutzkleinspannung – Protective extra low voltage) an Danfoss.

Ein Schutz gegen elektrischen Schlag gilt als gewährleistet, wenn die Stromversorgung vom Typ PELV (Schutzkleinspannung – Protective Extra Low Voltage) ist und die Installation gemäß den örtlichen bzw. nationalen Vorschriften für PELV-Versorgungen ausgeführt wurde.

Alle Steuerklemmen und die Relaisklemmen 01-03/04-06 entsprechen PELV. Dies gilt nicht bei geerdetem Dreieck-Netz größer 400 V. Die galvanische Trennung wird erreicht, indem die Anforderungen für höhere Isolierung erfüllt und die entsprechenden Kriech-/Luftstrecken beachtet werden. Diese Anforderungen sind in der Norm EN 61800-5-1 beschrieben.

Um den PELV-Schutzgrad beizubehalten, müssen alle steuerklemmenseitig angeschlossenen Geräte den PELV-Anforderungen entsprechen. Die Bauteile, die die elektrische Trennung bilden, erfüllen ebenfalls die Anforderungen an eine höhere Isolierung und die entsprechenden Tests gemäß der Beschreibung in EN 61800-5-1.

Die galvanische PELV-Trennung wird in *Abbildung 9.14* dargestellt.



130BF055.10

1	Stromwandler	6	Stromversorgung (Schaltnetzteil) einschließlich Signaltrennung der Zwischenkreisspannung U_{DC} .
2	Motor	7	IGBT-Ansteuerkarte zur Ansteuerung der IGBTs (Triggertransformatoren/Optokoppler).
3	Ausgangsrelais	8	STO-Versorgung
4	Einschaltstrombegrenzung, EMV und Temperaturmesskreise.	9	externe 24-V-Versorgung
5	Optokoppler, Bremsmodul	10	RS485-Standard-Busschnittstelle

Abbildung 9.14 Galvanische Trennung

10 Motor

10.1 Motorkabel

Weitere Informationen über Kabelquerschnitte und -typen finden Sie in *Kapitel 6.10 Kabelspezifikationen*.

Nennspannung

Im Motorkabel können Spitzenspannungen von bis zu einer 2,8-fachen Netzspannung des VLT® Parallel Drive Modules-Frequenzumrichtersystems auftreten. Hohe Spitzenspannungen können zu einer schwerwiegenden Belastung des Motorkabels führen. Verwenden Sie Motorkabel mit einer Nennspannung von mindestens 0,6/1 kV. Kabel in diesem Nennwertbereich sorgen für guten Schutz vor einem Isolationsdurchbruch.

Abmessungen

Halten Sie die regionalen Vorschriften zu Stromkapazitätsdaten für Kabel und Leiter ein. Zu den allgemein gängigen Vorschriften gehören folgende: NFPA 70, EN 60204-1, VDE 0113-1 und VDE 0298-4. Eine Überdimensionierung für Oberschwingungen ist nicht erforderlich.

Länge

Halten Sie die Kabel so kurz wie möglich. Spannungsabfall und Wärmeabgabe sind abhängig von der Frequenz und proportional zur Kabellänge. Beim Anschließen der Kabel an das Frequenzumrichtersystem sollten Sie die Länge und den erwarteten Spannungsabfall in den Angaben des Kabelherstellers nachschlagen. Siehe *Kapitel 6.10 Kabelspezifikationen*.

HINWEIS

KABELLÄNGE

Bei einem Standard-VLT® Parallel Drive Modules-Frequenzumrichtersystem sorgen abgeschirmte Kabel mit einer Länge von bis zu 150 m oder ungeschirmte Kabel mit einer Länge von bis zu 300 m für volle Spannung am Motor. Wenn diese Kabellänge überschritten wird, verwenden Sie einen Sinusfilter. Informationen zur Auswahl eines Sinusfilters finden Sie im *Projektierungshandbuch für Ausgangsfilter der VLT® FC-Series*.

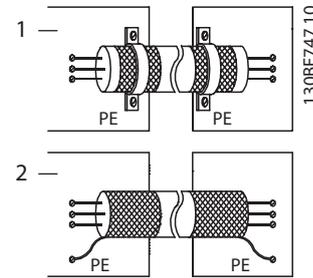
Abschirmung

Siehe *Kapitel 9.5 EMV-Empfehlungen* für Informationen zur effektiven Abschirmung.

HINWEIS

VERDRILLTE ABSCHIRMUNGSENDEN (PIGTAILED)

Verdrillte Schirmenden erhöhen die Abschirmungsimpedanz bei höheren Frequenzen, was den Abschirmungseffekt reduziert und den Ableitstrom erhöht. Um verdrillte Abschirmungsenden zu vermeiden, verwenden Sie integrierte Schirmbügel. Siehe *Abbildung 10.1*.



1	Richtige Erdung von Abschirmungsenden
2	Falsche Erdung unter Verwendung von verdrehten Abschirmungsenden (Pigtails)

Abbildung 10.1 Beispiel für Abschirmungsenden

10.2 Motordrosselisololation

Verwenden Sie im Falle von Motorleitungen, deren Länge geringer oder gleich der in *Kapitel 6.10 Kabelspezifikationen* angegebenen Maximallänge ist, die in *Tabelle 10.1* abgebildeten Nennwerte für Motorisolation. Bei einem geringeren Isolationswert eines Motors empfiehlt Danfoss die Verwendung eines dU/dt- oder Sinusfilters.

Netzennspannung	Motorisolation
$U_N \leq 420 \text{ V}$	Standard $U_{LL} = 1300 \text{ V}$
$420 \text{ V} < U_N \leq 500 \text{ V}$	Verstärkte $U_{LL} = 1600 \text{ V}$
$500 \text{ V} < U_N \leq 600 \text{ V}$	Verstärkte $U_{LL} = 1800 \text{ V}$
$600 \text{ V} < U_N \leq 690 \text{ V}$	Verstärkte $U_{LL} = 2000 \text{ V}$

Tabelle 10.1 Nennwerte für Motorisolation

10.3 Motorlagerströme

Bei allen Motoren, die bei VLT® HVAC Drive FC102, VLT® AQUA Drive FC202 und VLT® AutomationDrive FC302-Frequenzumrichtern mit 90 kW oder höherer Leistung installiert sind, müssen B-seitig (gegenantriebsseitig) isolierte Lager eingebaut werden, um Lagerströme zu beseitigen. Um A-seitige (antriebsseitige) Lager- und Wellenströme auf ein Minimum zu beschränken, muss richtige Erdung von Frequenzumrichter, Motor, angetriebener Maschine und Motor zur angetriebenen Maschine gewährleistet sein.

Vorbeugende Standardmaßnahmen:

- Verwenden Sie ein isoliertes Lager.
- Gehen Sie ordnungsgemäß nach den Installationsverfahren vor.
 - Stellen Sie sicher, dass Motor und Lastmotor aufeinander abgestimmt sind.
 - Befolgen Sie die EMV-Installationsrichtlinie.
 - Verstärken Sie den Schutzleiter (PE), sodass die hochfrequent wirksame Impedanz im PE niedriger als bei den Eingangsstromleitungen ist.
 - Sorgen Sie für eine gute Hochfrequenzverbindung zwischen Motor und Frequenzumrichter. Verwenden Sie ein abgeschirmtes Kabel mit einem 360°-Anschluss im Motor und im Frequenzumrichter.
 - Stellen Sie sicher, dass die Impedanz vom Frequenzumrichter zur Gebäudeerdung niedriger als die Erdungsimpedanz der Maschine ist. Dieses Verfahren kann bei Pumpen schwierig sein.
 - Stellen Sie eine direkte Erdverbindung zwischen Motor und Last her.
- Senken Sie die IGBT-Taktfrequenz.
- Ändern Sie die Wechselrichtersignalform, 60° AVM oder SFAVM.
- Installieren Sie ein Wellenerdungssystem oder verwenden Sie eine Trennkupplung.
- Tragen Sie leitfähiges Schmierfett auf.
- Verwenden Sie, sofern möglich, minimale Drehzahleinstellungen.
- Versuchen Sie sicherzustellen, dass die Netzspannung zur Erde symmetrisch ist. Dieses Verfahren kann bei IT-, TT-, TN-CS-Netzen oder Systemen mit geerdetem Zweig schwierig sein.
- Verwenden Sie ein dU/dt- oder Sinusfilter.

10.4 Thermischer Motorschutz

Das elektronische Thermorelais im Frequenzumrichter hat die UL-Zulassung für Einzelmotorschutz, wenn *Parameter 1-90 Thermischer Motorschutz* auf *ETR-Abschaltung* und *Parameter 1-24 Motornennstrom* auf den Motornennstrom (siehe Motor-Typenschild) eingestellt ist. Zum thermischen Motorschutz können Sie auch die VLT® PTC-Thermistor Card MCB 112 verwenden. Diese Karte bietet ATEX-Zertifizierung, um Motoren in explosionsgefährdeten Bereichen, Zone 1/21 und Zone 2/22, zu schützen. Wenn *Parameter 1-90 Thermischer Motorschutz* auf [20] ATEX eingestellt ist, wird ETR mit der Verwendung von

MCB 112 kombiniert. So kann in explosionsgefährdeten Bereichen ein Ex-e-Motor gesteuert werden. Siehe das *Programmierhandbuch* für Informationen zur Konfiguration des Frequenzumrichters für einen sicheren Betrieb von Ex-e-Motoren.

10.4.1 Typen des thermischen Schutzes

10.4.1.1 PTC-Thermistor

Bei Verwendung eines Digitaleingangs und 10 V als Stromversorgung

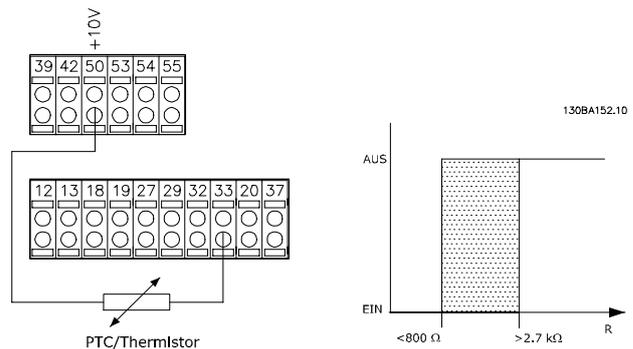


Abbildung 10.2 PTC-Thermistorverbindung – Digitaleingang mit 10-V-Versorgung

Bei Verwendung eines Analogeingangs und 10 V als Stromversorgung

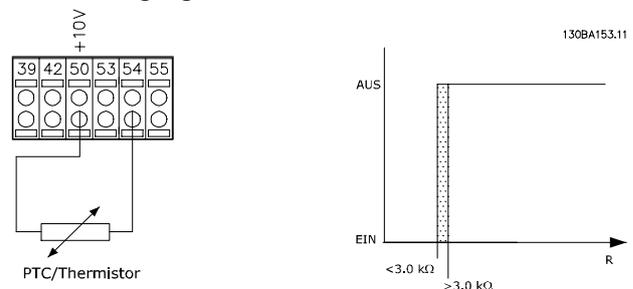


Abbildung 10.3 PTC-Thermistorverbindung – Analogeingang mit 10-V-Versorgung

Bei Verwendung eines Digitaleingangs und 24 V als Stromversorgung

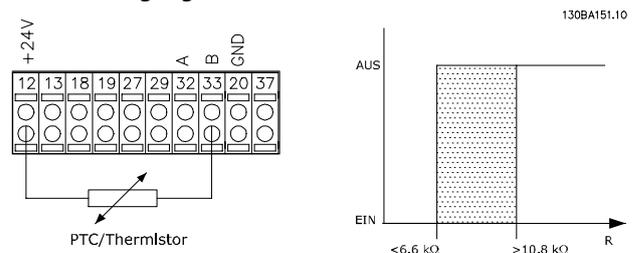


Abbildung 10.4 PTC-Thermistorverbindung – Digitaleingang mit 24-V-Versorgung

Prüfen Sie, ob die gewählte Versorgungsspannung der Spezifikation des benutzten Thermistorelements entspricht.

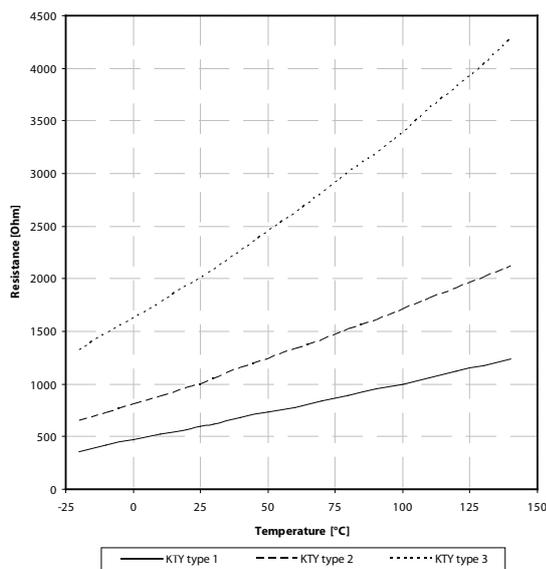
Digital-/Analogeingang	Versorgungsspannung [V]	Widerstand bei der Abschaltung kΩ	Widerstand beim Zurücksetzen
Digital	10	>2.7	<800 Ω
Analog	10	>3.0	< 3,0 kΩ
Digital	24	>10.8	< 6,6 kΩ

Tabelle 10.2 Parameter zum Widerstand von PTC-Thermistoren

10.4.1.2 KTY-Sensor

Der Frequenzumrichter ist mit drei KTY-Sensortypen kompatibel:

- KTY-Sensor 1: 1 kΩ bei 100 °C (212 °F). Philips KTY 84-1 ist ein Beispiel.
- KTY-Sensor 2: 1 kΩ bei 25 °C (77 °F). Philips KTY 83-1 ist ein Beispiel.
- KTY-Sensor 3: 1 kΩ bei 25 °C (77 °F). Philips KTY-10 ist ein Beispiel.



130BB917.10

Abbildung 10.5 Auswahl KTY-Typ

HINWEIS

PELV-KONFORMITÄT

Wenn die Motortemperatur durch einen Thermistor oder KTY-Sensor überwacht wird, wird PELV-Konformität im Falle von Kurzschlüssen zwischen Motorwicklungen und Sensor nicht erreicht. Sorgen Sie für eine verstärkte Isolierung des Sensors.

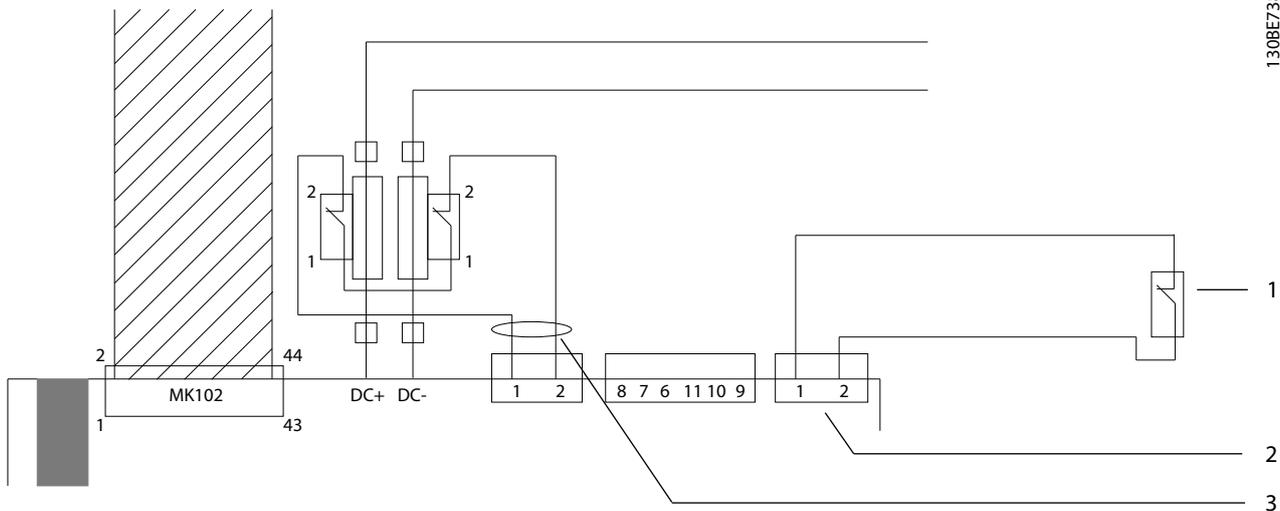
10.4.1.3 Installation eines Thermoalters am Bremswiderstand

Jedes Frequenzumrichtermodul verfügt an der Oberseite über einen Bremsfehler-Brückenanschluss, der zum Anschluss eines Klixon-Thermoschalters am Bremswiderstand verwendet wird. Siehe *Abbildung 10.6*. Dieser Anschluss verfügt über eine vorinstallierte Brücke. Die Bremsfehlerbrücke muss immer installiert sein, um einen ordnungsgemäßen Betrieb des Frequenzumrichtermoduls zu gewährleisten. Ohne diesen Brückenanschluss ermöglicht das Antriebsmodul keinen Betrieb des Wechselrichters, und der Fehler Störung Brems-IGBT wird angezeigt.

Der Thermoalters ist ein Öffner. Wenn der Bremswiderstand die empfohlenen Werte überschreitet, öffnet sich der Thermoalters. Verwenden Sie ein 1-mm²-Kabel (18 AWG) für den Anschluss, verstärkt und zweifach isoliert.

HINWEIS

Danfoss ist nicht verantwortlich für den Ausfall eines Klixon-Thermoschalters.



1	Klixon-Schalter	3	Ferritkern
2	BRF-Stecker	-	-

Abbildung 10.6 Anschluss des Klixon-Schalters

10.5 Motorklemmenverbindungen

⚠️ WARNUNG

INDUZIERTER SPANNUNG!

Induzierte Spannung von Ausgangsmotorkabeln von verschiedenen Frequenzumrichtern, die nebeneinander verlegt sind, können Gerätekondensatoren auch dann aufladen, wenn die Geräte abgeschaltet und verriegelt sind. Die Nichtbeachtung der Empfehlung zum separaten Verlegen von Motorkabeln oder zur Verwendung von abgeschirmten Kabeln kann zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen!

- Verlegen Sie Motorkabel getrennt.

Oder

- Verwenden Sie abgeschirmte Kabel.
- Verriegeln Sie alle Frequenzumrichter gleichzeitig.

Hinweis zum Anschluss von Motorklemmen:

- Befolgen Sie bezüglich der Kabelquerschnitte örtliche und nationale Vorschriften. Maximale Kabelquerschnitte siehe Kapitel 6.5 Leistungsabhängige Spezifikationen.
- Befolgen Sie die Anforderungen des Motorherstellers an die Motorkabel.
- Schließen Sie kein Anlass- oder Polwechselgerät (z. B. Dahlander-Motor oder Asynchron-Schleif-

ringläufermotor) zwischen Frequenzumrichtersystem und Motor an.

10.5.1.1 Motorkabelkonfiguration

Sie können alle Arten dreiphasiger Standard-Asynchronmotoren mit dem Frequenzumrichtersystem verwenden.

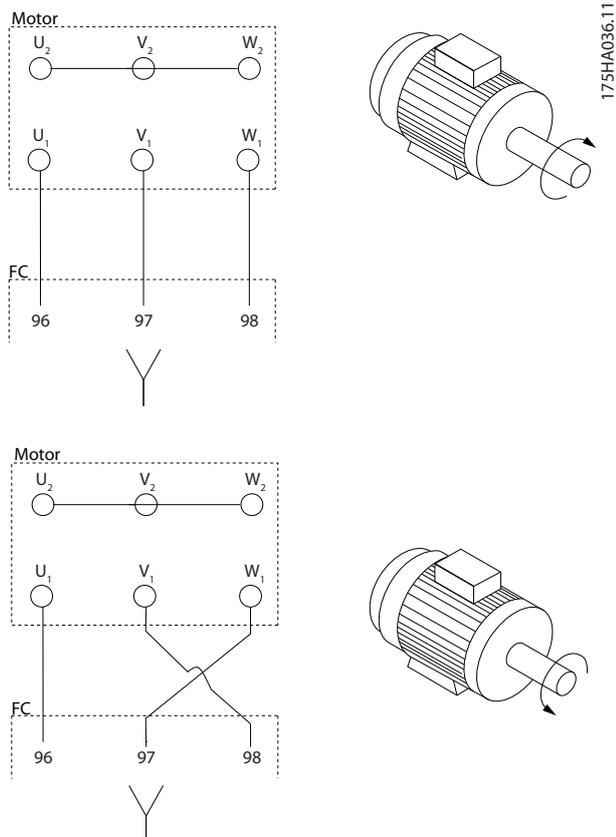
Werkseinstellung ist Rechtslauf, wobei der Frequenzumrichterausgang wie folgt angeschlossen ist:

Klemme Nr.	Funktion
96	Netz U/T1
97	V/T2
98	W/T3
99	Masse

Tabelle 10.3 Motorleitungsklemmen

Änderung der Motordrehung

- Klemme U/T1/96 angeschlossen an Phase U
- Klemme V/T2/97 angeschlossen an Phase V
- Klemme W/T3/98 angeschlossen an Phase W



10

Abbildung 10.7 Änderung der Motordrehung

Sie können die Drehrichtung durch Vertauschen von zwei Phasen im Motorkabel oder durch Ändern der Einstellung von *Parameter 4-10 Motor Drehrichtung* ändern.

Eine Motordrehrichtungsprüfung können Sie über *Parameter 1-28 Motordrehrichtungsprüfung* und in den in *Abbildung 10.7* gezeigten Schritten durchführen.

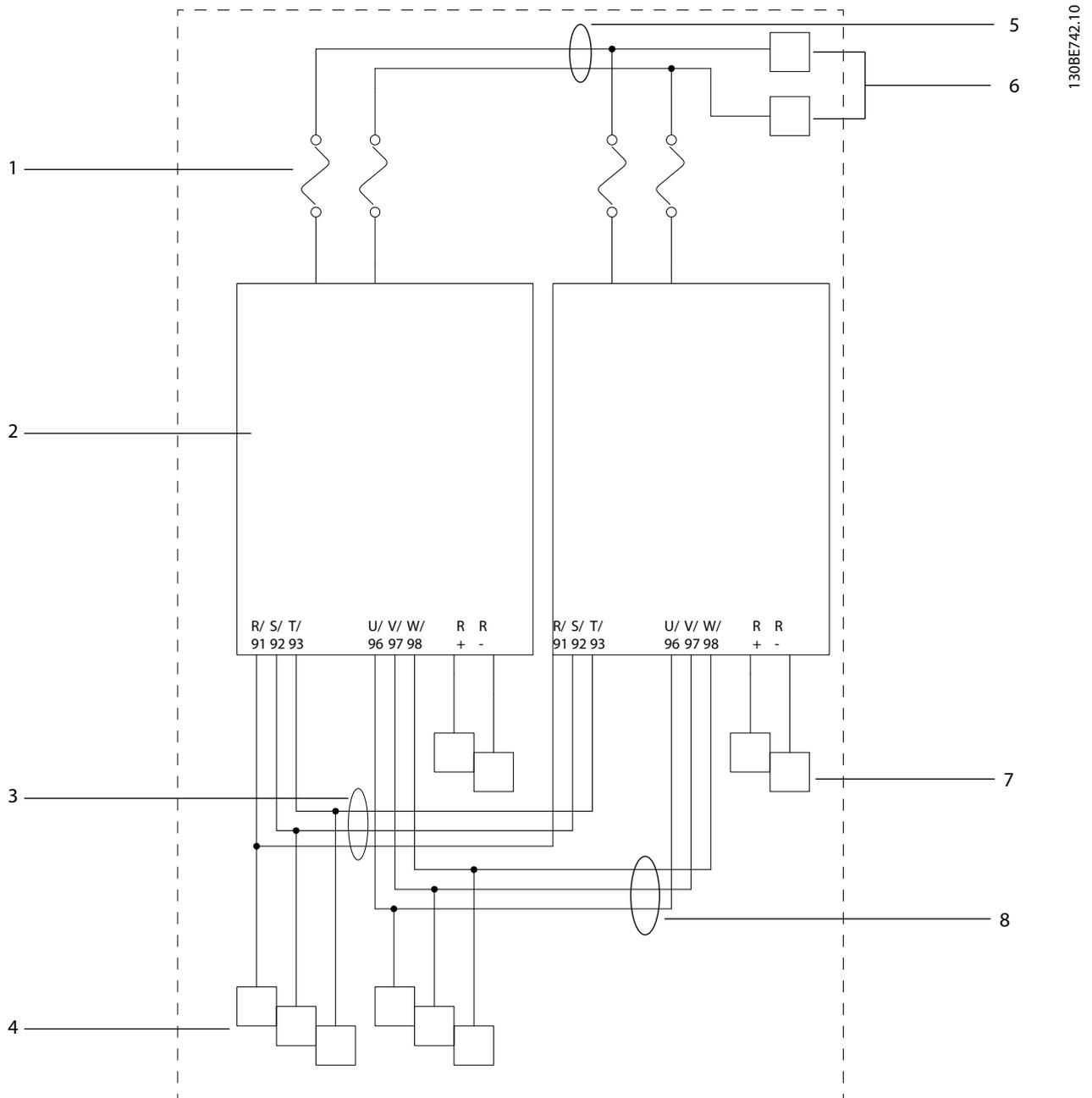
10.5.1.2 Konfiguration des Frequenzumrichtersystems

HINWEIS**MEHRERE MOTORKABEL**

Wenn mehr als einen Satz an Motorklemmen angeschlossen wird, verwenden Sie dieselbe Anzahl, Größe und Länge der Kabel für alle Klemmsätze. Verwenden Sie zum Beispiel nicht ein Kabel an einer Motorklemme und zwei Kabel an einer anderen Motorklemme.

System mit 2 Frequenzumrichtermodulen

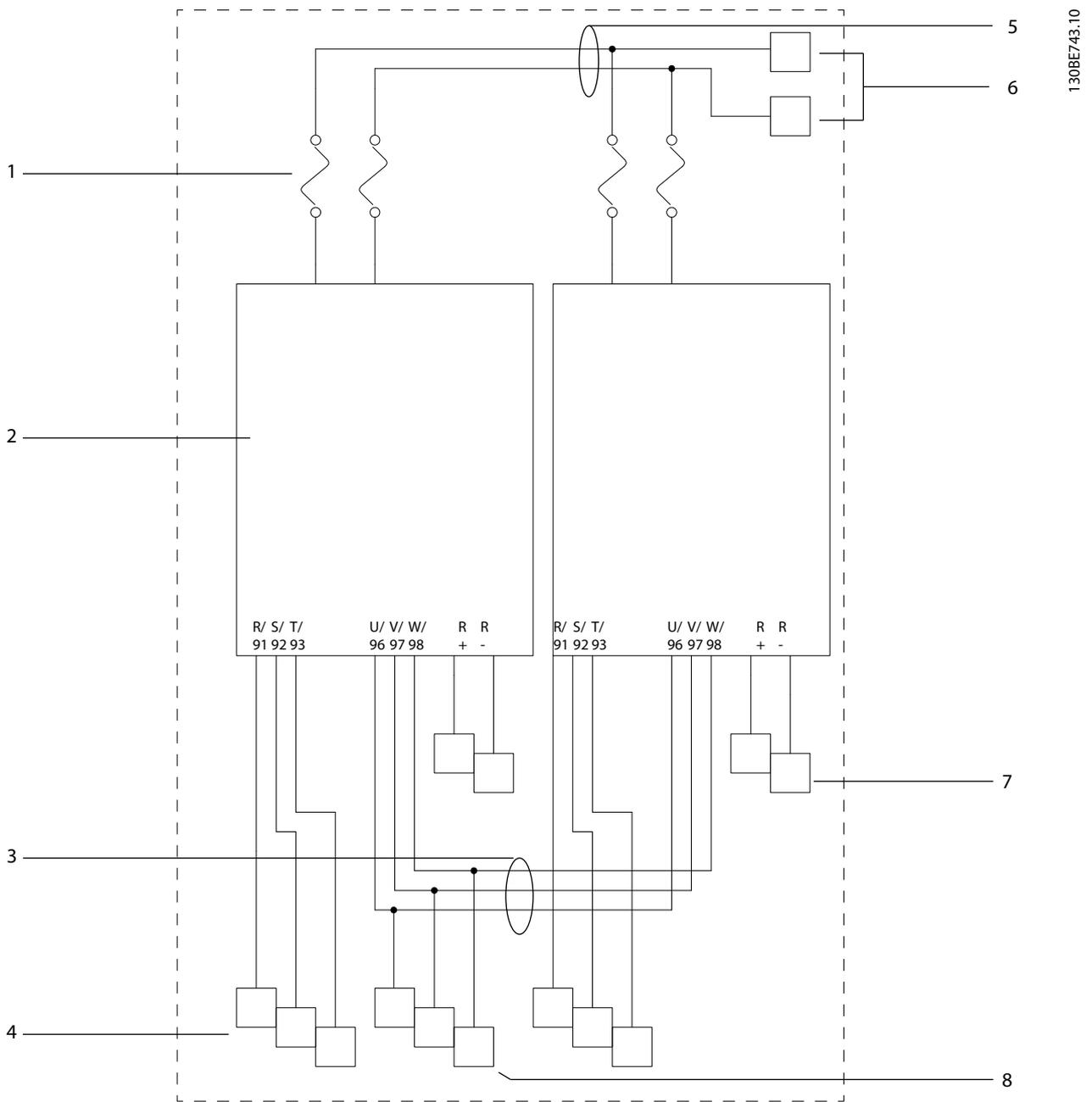
Abbildung 10.8 und Abbildung 10.9 zeigen die Sammelschienenanschlüsse für 6-Puls- sowie 12-Puls-Systeme mit 2 Frequenzumrichtermodulen. Wenn eine Bezugsklemmenausführung verwendet wird, ist nur ein Motorklemmsatz vorhanden.



10

1	DC-Sicherungen	5	Zwischenkreissammelschienen
2	Frequenzumrichtermodule	6	DC-Klemmen
3	Netzeingangsschienen	7	Bremsklemmen
4	Netzeingangsklemmen	8	Motorausgangssammelschienen

Abbildung 10.8 Anschlüsse an 6-Puls-Systemen mit 2 Antriebsmodulen



130BE743.10

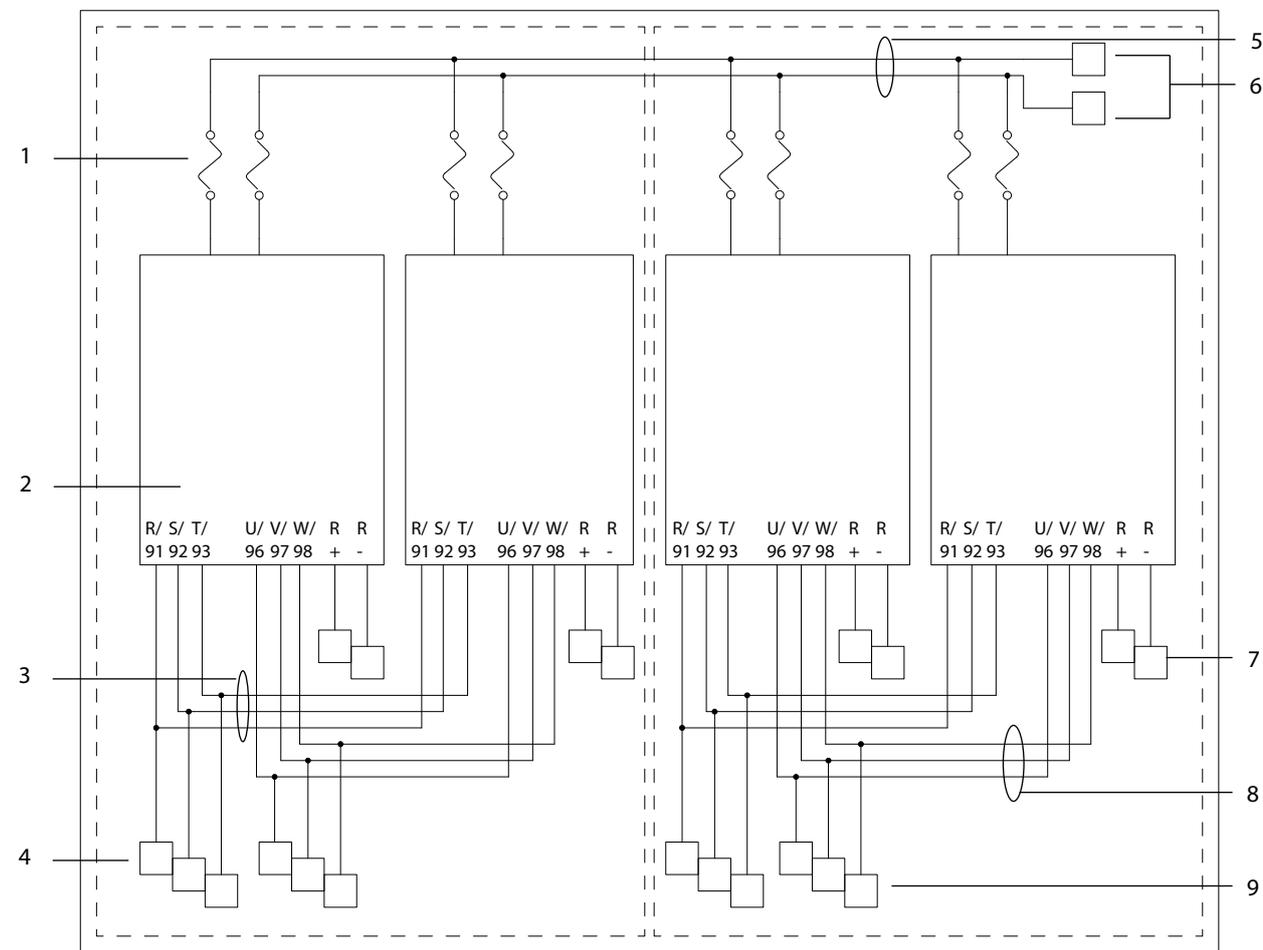
10

1	DC-Sicherungen	5	Zwischenkreissammelschienen
2	Frequenzumrichtermodule	6	DC-Klemmen
3	Motorausgangssammelschienen	7	Bremsklemmen
4	Netzeingangsklemmen	8	Motorausgangsklemmen

Abbildung 10.9 Anschlüsse an 12-Puls-Systemen mit 2 Antriebsmodulen

System mit 4 Frequenzrichtermodulen

Abbildung 10.10 zeigt die Sammelschienenanschlüsse für ein System mit 4 Frequenzrichtermodulen. Wenn eine Bezugsklemmenausführung verwendet wird, gibt es in jedem Schaltschrank nur einen Motorklemmensatz.



130BE744.10

10

1	DC-Sicherungen	6	DC-Klemmen
2	Frequenzrichtermodul	7	Bremsklemmen
3	Netzeingangsschienen	8	Motorausgangssammelschienen
4	Netzeingangsklemmen	9	Motorausgangsklemmen
5	Zwischenkreissammelschienen	-	-

Abbildung 10.10 Anschlüsse in Systemen mit 4 Frequenzrichtermodulen

10.6 Extreme Betriebszustände

Kurzschluss (Motorphase – Phase)

Der Frequenzumrichter ist durch seine Strommessung in jeder der 3 Motorphasen oder im DC-Zwischenkreis gegen Kurzschlüsse geschützt. Ein Kurzschluss zwischen zwei Ausgangsphasen bewirkt einen Überstrom im Wechselrichter. Jedoch wird der Wechselrichter abgeschaltet, sobald sein Kurzschlussstrom den zulässigen Wert (*Alarm 16, Abschaltblockierung*) überschreitet.

Um den Frequenzumrichter gegen Kurzschlüsse bei Zwischenkreiskopplung und an den Bremswiderstandsklemmen zu schützen, müssen Sie den *Anwendungshinweis für FC100, FC200 und FC300 Sicherungen und Trennschalter* beachten.

Siehe Zertifikat in *Kapitel 3 Zulassungen und Zertifizierungen*.

Schalten am Ausgang

Das Schalten am Ausgang zwischen Motor und Frequenzumrichter ist uneingeschränkt zulässig. Durch Schalten am Ausgang wird der Frequenzumrichter nicht beschädigt, es können allerdings Fehlermeldungen angezeigt werden.

Vom Motor erzeugte Überspannung

Die Spannung im Zwischenkreis erhöht sich in den folgenden Fällen:

- Wenn die Last Energie erzeugt, treibt die Last den Motor bei konstanter Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters an.
- Während der Verzögerung (Rampe Ab) ist die Reibung bei hohem Trägheitsmoment niedrig und die Rampenzeit zu kurz, um die Energie als Verlustleistung im Frequenzumrichter oder im Motor abzugeben.
- Eine falsche Einstellung beim Schlupfgleichgewicht kann eine höhere DC-Zwischenkreisspannung hervorrufen.
- Gegen-EMK durch PM-Motorbetrieb. Bei Freilauf mit hoher Drehzahl kann die Gegen-EMK des PM-Motors möglicherweise die maximale Spannungstoleranz des Frequenzumrichters überschreiten und Schäden verursachen. Der Wert von *Parameter 4-19 Max. Ausgangsfrequenz* wird automatisch basierend auf einer internen Berechnung anhand des Werts von *Parameter 1-40 Gegen-EMK bei 1000 UPM*, *Parameter 1-25 Motornendrehzahl* und *Parameter 1-39 Motorpolzahl* berechnet. Falls die Möglichkeit besteht, dass der Motor überdreht, empfiehlt Danfoss die Ausrüstung des Frequenzumrichters mit einem Bremswiderstand.

HINWEIS

Der Frequenzumrichter muss über einen Bremschopper verfügen.

Die Bedieneinheit versucht, die Rampe, wenn möglich, zu korrigieren (*Parameter 2-17 Überspannungssteuerung*). Wenn ein bestimmtes Spannungsniveau erreicht ist, wird der Frequenzumrichter abgeschaltet, um die Transistoren und die Zwischenkreiskondensatoren zu schützen. Zur Auswahl der Methode zur Regelung des Zwischenkreis-Spannungsniveaus siehe *Parameter 2-10 Bremsfunktion* und *Parameter 2-17 Überspannungssteuerung*.

HINWEIS

Sie können OVC nicht aktivieren, wenn Sie einen PM-Motor betreiben (wenn *Parameter 1-10 Motorart* auf [1] PM, Vollpol SPM eingestellt ist).

Netzausfall

Während eines Netzausfalls arbeitet der Frequenzumrichter weiter, bis die Zwischenkreisspannung unter das minimale Niveau abfällt. Das minimale Niveau liegt in der Regel 15 % unter der niedrigsten Versorgungsnennspannung des Frequenzumrichters. Die Höhe der Netzspannung vor dem Ausfall und die aktuelle Motorbelastung bestimmen, wie lange der Wechselrichter im Freilauf ausläuft.

Statische Überlast im Modus VVC⁺

Eine Überlast tritt auf, wenn die Drehmomentgrenze in *Parameter 4-16 Momentengrenze motorisch* / *Parameter 4-17 Momentengrenze generatorisch* erreicht ist. Wird der Frequenzumrichter überlastet, reduziert der Frequenzumrichter automatisch die Ausgangsfrequenz, um so die Belastung zu reduzieren. Bei extremer Überlastung kann jedoch ein Strom auftreten, der den Frequenzumrichter nach 5-10 s zum Abschalten zwingt. Sie können den Betrieb innerhalb der Momentengrenze in *Parameter 14-25 Drehmom.grenze Verzögerungszeit* zeitlich begrenzen (0–60 s).

10.6.1 Thermischer Motorschutz

Zum Schutz der Anwendung vor schwerer Beschädigung bietet der Frequenzumrichter verschiedene spezielle Funktionen.

Drehmomentgrenze

Der Motor ist unabhängig von der Drehzahl vor Überhitzung geschützt. Die Drehmomentgrenze wird in *Parameter 4-16 Momentengrenze motorisch* und *Parameter 4-17 Momentengrenze generatorisch* gesteuert. Die Verzögerungszeit zwischen Drehmomentgrenzen-Warnung und Abschaltung wird in *Parameter 14-25 Drehmom.grenze Verzögerungszeit* definiert.

Stromgrenze

Die Stromgrenze bestimmen Sie in *Parameter 4-18 Stromgrenze*, die Verzögerung zwischen Stromgrenzenwarnung und Abschaltung wird in *Parameter 14-24 Stromgrenze Verzögerungszeit* festgelegt.

Minimale Drehzahlgrenze

Parameter 4-11 Min. Drehzahl [UPM] oder Parameter 4-12 Min. Frequenz [Hz] begrenzt den Betriebsdrehzahlbereich, beispielsweise zwischen 30 und 50/60 Hz. Parameter 4-13 Max. Drehzahl [UPM] oder Parameter 4-19 Max. Ausgangsfrequenz legt die maximale Ausgangsdrehzahl fest, die der Frequenzumrichter liefern kann.

ETR (Elektronisches Thermorelais)

Die ETR-Funktion des Frequenzumrichters misst den aktuellen Strom, die aktuelle Drehzahl und Zeit zur Berechnung der Motortemperatur und zum Schutz des Motors vor Überhitzung (Warnung oder Abschaltung). Ein externer Thermistoreingang ist ebenfalls verfügbar. Bei ETR handelt es sich um eine elektronische Funktion, die anhand interner Messungen ein Bimetallrelais simuliert.

Abbildung 10.11 zeigt ein Beispiel, in dem das Verhältnis zwischen Motorstrom (I_{motor}) und Motornennstrom ($I_{motor, nom}$) an der X-Achse angetragen wird. Die Y-Achse zeigt die Zeit in Sekunden, bevor ETR eingreift und den Frequenzumrichter abschaltet. Die Kurven zeigen das Verhalten der Nenndrehzahl bei Nenndrehzahl x 2 und Nenndrehzahl x 0,2.

Bei geringerer Drehzahl schaltet das ETR aufgrund einer geringeren Kühlung des Motors schon bei geringerer Wärmeentwicklung ab. So wird der Motor auch in niedrigen Drehzahlbereichen vor Überhitzung geschützt. Die Funktion ETR berechnet die aktuelle Motortemperatur laufend auf Basis des aktuellen Motorstroms und der aktuellen Motordrehzahl. Die berechnete Motortemperatur kann in Parameter 16-18 Therm. Motorschutz im Frequenzumrichter abgelesen werden.

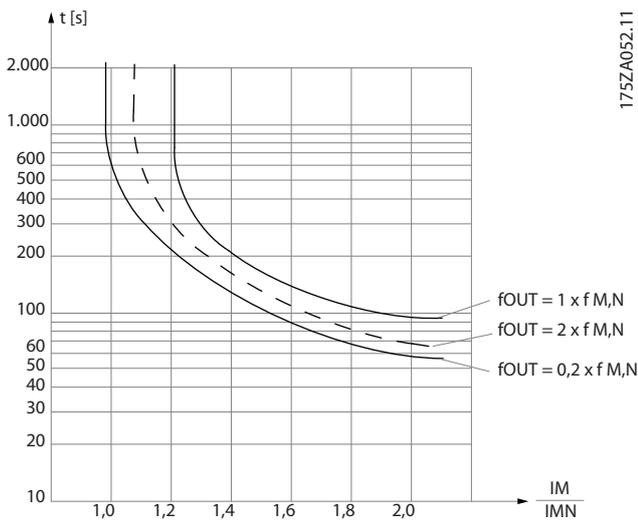


Abbildung 10.11 Beispiel für ETR

10.7 dU/dt-Bedingungen

HINWEIS

Um vorzeitige Alterung von Motoren zu vermeiden, die nicht für den Betrieb mit einem Frequenzumrichter ausgelegt sind, weil sie etwa nicht über Phasentrennpapier oder eine geeignete Isolation verfügen, empfiehlt Danfoss dringend, den Ausgang des Frequenzumrichters mit einem Filter für dU/dt oder einem Sinusfilter auszurüsten. Nähere Informationen über dU/dt- und Sinusfilter siehe das Projektierungshandbuch für Ausgangsfilter der VLT® FC-Series.

Wenn ein Transistor in der Wechselrichterbrücke schaltet, steigt die Spannung im Motor im Verhältnis dU/dt, abhängig von:

- Motorkabel (Typ, Querschnitt, Länge mit/ohne Abschirmung).
- Induktivität.

Die Selbstinduktivität verursacht ein Übersteuern U_{PEAK} in der Motorspannung, bevor sie sich auf einem von der Spannung im Zwischenkreis bestimmten Pegel stabilisiert. Anstiegszeit und Spitzenspannung U_{PEAK} beeinflussen die Lebensdauer des Motors. Besonders Motoren ohne Phasentrennpapier werden von zu hohen Spitzenspannungen geschädigt. Die Motorkabellänge hat Auswirkungen auf Anstiegszeit und Spitzenspannung. Wenn etwa das Motorkabel kurz ist (wenige Meter), sind Anstiegszeit und Spitzenspannung niedriger. Wenn das Motorkabel 100 m lang oder länger ist, sind Anstiegszeit und Spitzenspannung höher.

Das Schalten der IGBT-Transistoren verursacht eine Spitzenspannung an den Motorklemmen. Der Frequenzumrichter erfüllt die Anforderungen von IEC 60034-25 im Hinblick auf Motoren, die für die Regelung durch Frequenzumrichter ausgelegt sind. Der Frequenzumrichter erfüllt ebenfalls IEC 60034-17 im Hinblick auf Normmotoren, die von Frequenzumrichtern geregelt werden.

High-Power-Bereich

Die Leistungsgrößen in Tabelle 10.4 und Tabelle 10.5 bei geeigneten Netzspannungen erfüllen die Bestimmungen von IEC 60034-17 bezüglich normaler, über Frequenzumrichter gesteuerter Motoren, von IEC 60034-25 bezüglich Motoren, die für eine Steuerung durch Frequenzumrichter entwickelt wurden, und von NEMA MG 1-1998 Teil 31.4.4.2 für Wechselrichter-gespeiste Motoren. Die Leistungsgrößen in Tabelle 10.4 sind nicht konform mit NEMA MG 1-1998 Teil 30.2.2.8 für Universalmotoren.

Filter	Kabellänge (m)	Netzspannung (V)	Anstiegszeit (μ s)	Vpeak (kV)	dU/dt (kV/ μ s)
Keine	150 (492)	400	0,818	1,06	3,249
Einzeln			1,692	1,22	0,579
Allgemein			2,262	1,17	0,415

Tabelle 10.4 dU/dt-Spezifikationen für 380–500-V-Einheiten

Filter	Kabellänge (m)	Netzspannung (V)	Anstiegszeit (μ s)	Vpeak (kV)	dU/dt (kV/ μ s)
Keine	150 (492)	690	0,65	1,79	2,184
Einzeln			1,76	2,2	0,909
Allgemein			2,02	2,1	0,831

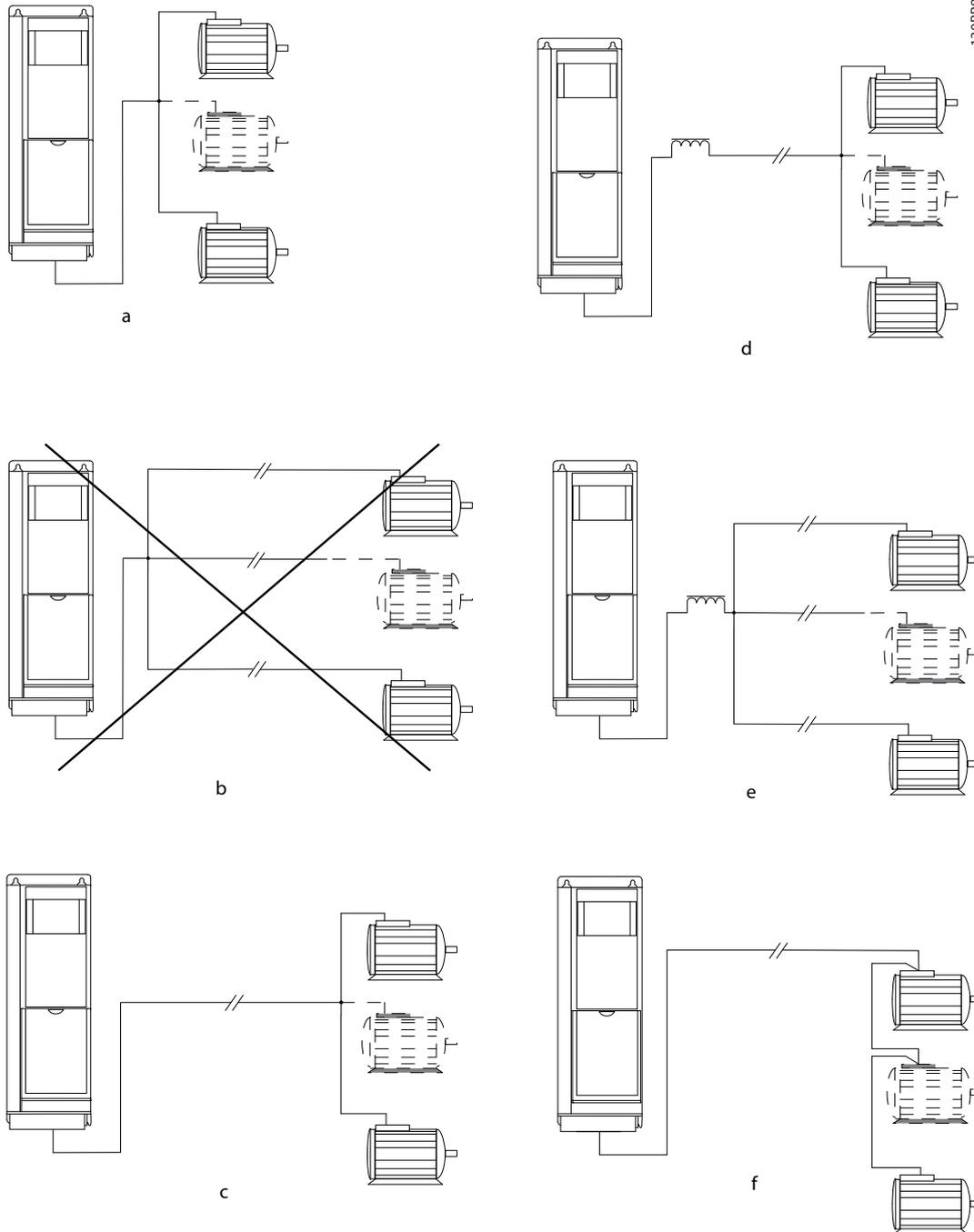
Tabelle 10.5 dU/dt-Spezifikationen für 525–690-V-Einheiten

10.8 Parallelschaltung von Motoren

Der Frequenzumrichter kann mehrere parallel geschaltete Motoren steuern/regeln. Bei parallelem Motoranschluss müssen die folgenden Punkte beachtet werden:

- Führen Sie Anwendungen mit parallelen Motoren im U/f-Modus (Volt pro Hertz).
- VVC⁺-Modus kann in einigen Anwendungen verwendet werden.
- Der gesamte Stromverbrauch der Motoren darf den maximalen Ausgangsnennstrom I_{INV} des Frequenzumrichters nicht übersteigen.
- Wenn sich die Motorgrößen stark unterscheiden, können beim Hochfahren und bei niedrigen Drehzahlen Probleme auftreten, da der relativ hohe Ohm-Widerstand der kleinen Motoren im Stator in solchen Situationen eine höhere Spannung erfordert.
- Das elektronische Thermorelais (ETR) des Frequenzumrichters kann nicht als Motor-Überlastschutz verwendet werden. Ein zusätzlicher Motorschutz durch Thermistoren in jeder Motorwicklung oder einzelne thermische Relais ist deshalb vorzusehen.
- Bei parallel geschalteten Motoren können Sie *Parameter 1-02 Drehgeber Anschluss* nicht verwenden, und *Parameter 1-01 Steuerprinzip* muss auf [0] U/f eingestellt sein.

130BB838.12



10

A	Installationen mit gemeinsamem Anschluss wie in A und B gezeigt werden nur bei kurzen Kabeln empfohlen.
B	Beachten Sie die in Kapitel 6.10 Kabelspezifikationen angegebene Maximallänge für Motorleitungen.
C	Die in Kapitel 6.10 Kabelspezifikationen angegebene gesamte Motorkabellänge gilt nur, so lange die parallelen Kabel kurz gehalten werden, und zwar jeweils kürzer als 10 m. Siehe Beispiel 1.
D	Berücksichtigen Sie den Spannungsabfall an den Motorleitungen. Siehe Beispiel 1.
E	Berücksichtigen Sie den Spannungsabfall an den Motorleitungen. Siehe Beispiel 2.
F	Die in Kapitel 6.10 Kabelspezifikationen angegebene gesamte Motorkabellänge gilt nur, so lange die parallelen Kabel kurz gehalten werden, und zwar jeweils kürzer als 10 m. Siehe Beispiel 2.

Abbildung 10.12 Unterschiedliche Parallelschaltungen von Motoren

11 Netz

11.1 Netzkonfigurationen

Es gibt verschiedene Typen von Versorgungsnetzen, die Frequenzumrichter mit Strom versorgen. Jeder Frequenzumrichter wirkt sich auf die EMV-Eigenschaften des Netzes aus. Die TN-S-Systeme mit fünf Leitern gelten als am besten geeignet für EMV, während das isolierte IT-System am wenigsten geeignet ist.

Netztyp	Beschreibung
TN-Netze	Es gibt zwei Typen von TN-Netzverteilungssystemen: TN-S und TN-C.
TN-S	Ein Fünfleitersystem mit separatem Neutral- (N) und Schutzleiter (PE). Das System bietet die besten EMV-Eigenschaften und vermeidet die Übertragung von Störungen.
TN-C	Ein Vierleitersystem mit gängigem Neutral- und Schutzleiter (PE), der durch das gesamte Netz führt. Die Kombination aus Neutral- und Schutzleiter führt zu schlechten EMV-Eigenschaften.
TT-Netze	Ein Vierleitersystem mit geerdetem Neutralleiter und jeweils einzelner Erdung für die Frequenzumrichter. Bei korrekter Erdung verfügen diese Netze über gute EMV-Eigenschaften.
IT-Netz	Ein isoliertes Vierleitersystem mit nicht geerdetem oder über eine Impedanz geerdetem Neutralleiter.

Tabelle 11.1 Versorgungsnetze und EMV-Eigenschaften

11.2 Klemmenverbindungen des Versorgungsnetzes

Bei Netzanschluss müssen Sie die folgenden Punkte beachten:

- Wählen Sie die Querschnitte der Kabel anhand des Eingangsstroms des Frequenzumrichters. Maximaler Kabelquerschnitt siehe *Kapitel 6.5 Leistungsabhängige Spezifikationen*.
- Befolgen Sie bezüglich der Kabelquerschnitte örtliche und nationale Vorschriften.

HINWEIS

MEHRERE NETZKABEL

Wenn mehr als einen Satz an Netzklemmen angeschlossen wird, verwenden Sie dieselbe Anzahl, Größe und Länge der Kabel für alle Klemmsätze. Verwenden Sie zum Beispiel nicht ein Kabel an einer Netzklemme und zwei Kabel an einer anderen Netzklemme.

System mit 2 Frequenzumrichtermodulen

Abbildung 10.8 und Abbildung 10.9 zeigen die Netzklemmenanschlüsse für 6-Puls- sowie 12-Puls-Systeme mit 2 Frequenzumrichtermodulen.

- Wenn eine Bezugsklemmenausführung in Verbindung mit einem 6-Puls-System mit 2 Frequenzumrichtermodulen verwendet wird, ist nur ein Motorklemmsatz vorhanden.
- Eine Bezugsklemmenausführung kann nicht in Verbindung mit einem 12-Puls-Netzanschluss in einem System mit 2 Frequenzumrichtermodulen verwendet werden. Die Netzkabel sind direkt an die Frequenzumrichtereingangsklemmen angeschlossen.
- Jedes Frequenzumrichtermodul verfügt über einzelne Bremsklemmen. Schließen Sie die gleiche Anzahl der empfohlenen Kabel an die einzelnen Bremsklemmen an.

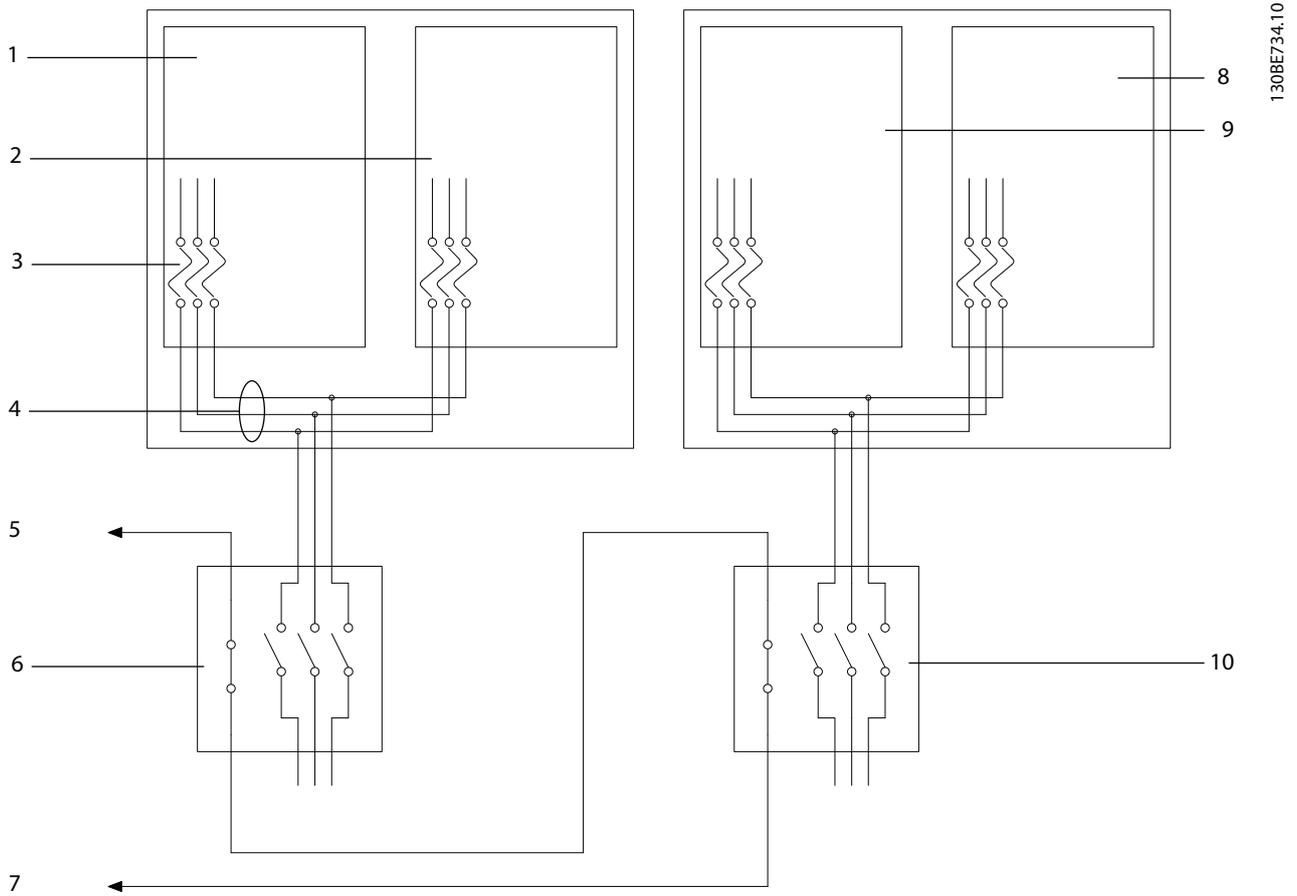
System mit 4 Frequenzumrichtermodulen

Abbildung 10.10 zeigt die Netzklemmenanschlüsse für Systeme mit 4 Frequenzumrichtermodulen. Wenn eine Bezugsklemmenausführung verwendet wird, gibt es in jedem Schaltschrank nur einen Netzklemmsatz.

11.3 Konfiguration des 12-Puls-Trennschalters

Dieser Abschnitt beschreibt, wie ein Trennschalter für ein 12-Puls-Frequenzumrichtersystem verwendet werden muss. Bei Verwendung von Trennschaltern oder Schützen müssen Sie eine Verriegelung installieren. Siehe *Abbildung 11.1*. Falls installiert, müssen Schütze bzw. Trennschalter schließen, um zu vermeiden, dass ein Gleichrichtersatz nicht arbeitet.

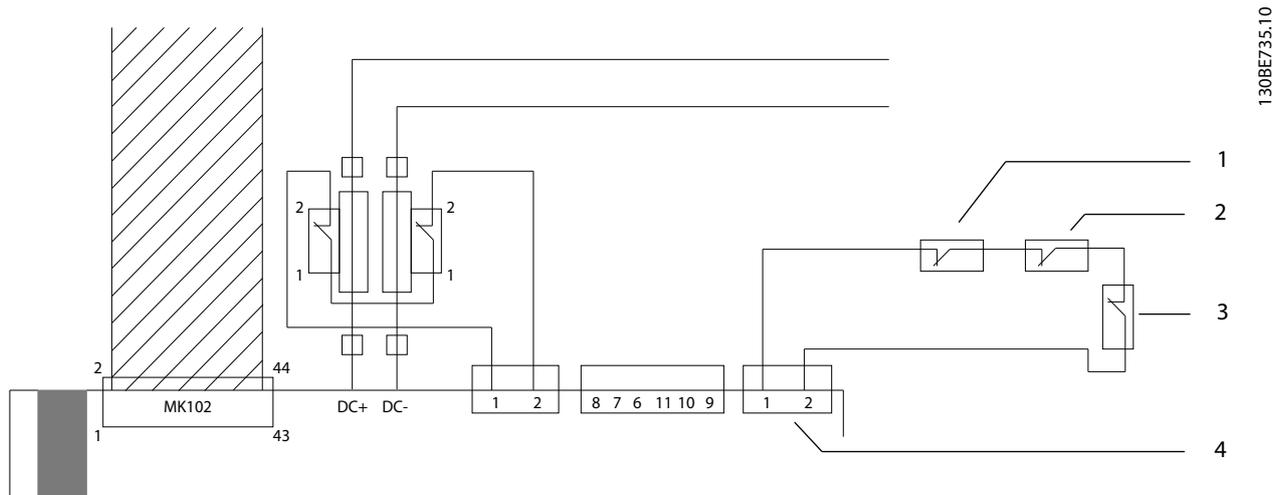
Verwenden Sie NC-Hilfskontakte mit Schützen oder Netztrennschaltern. Schließen Sie die Verriegelung in Reihe mit dem Klixon-Schalter der Bremse an. Wenn sich nur ein Schütz/Trennschalter geschlossen hat, zeigt das LCP den Fehler *Störung Brems-IGBT* an und verhindert, dass das Antriebssystem den Motor antreibt. *Abbildung 11.2* zeigt einen BRF-Anschluss mit 12-Puls-Trennschalter und Verriegelung.



11

1	Frequenzumrichtermodul 1	6	Trennschalter 1
2	Frequenzumrichtermodul 2	7	Störung Bremse
3	Zusatzsicherungen	8	Frequenzumrichtermodul 3
4	Netzeingangsschienen	9	Frequenzumrichtermodul 4
5	Störung Bremse	10	Trennschalter 2

Abbildung 11.1 Anschluss von 12-Puls-Trennschaltern/Verriegelungen



130BE735.10

1	Zusatzkontakt-Trennschalter 1	3	Klixon-Schalter
2	Zusatzkontakt-Trennschalter 2	4	BRF-Stecker

Abbildung 11.2 BRF-Anschluss mit 12-Puls-Trennschalter/Verriegelung

HINWEIS

Wenn die Bremsoption nicht ausgewählt ist, kann der Klixon-Schalter überbrückt werden.

HINWEIS

Danfoss ist nicht verantwortlich für Ausfälle oder Funktionsstörungen des Trennschalters/Schützsalters.

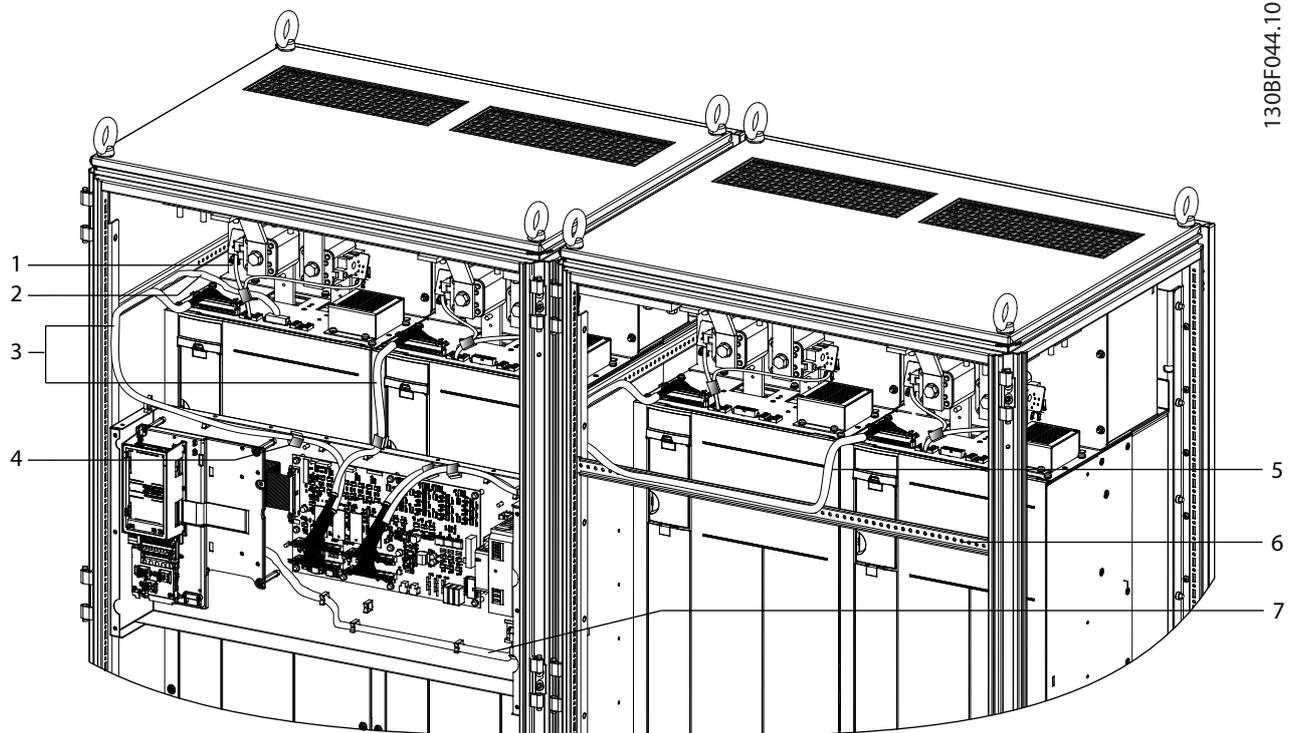
12 Steuerkabel

12.1 Führung von Steuerleitungen

Kabelführung

Verlegen Sie das Kabel wie in *Abbildung 12.1* abgebildet in den Frequenzumrichterschaltkränken. Die Kabelverlegung für eine Konfiguration mit 2 Frequenzumrichtern ist abgesehen von der Anzahl der verwendeten Antriebsmodule identisch.

- Trennen Sie die Steuerleitung von Hochspannungsbauteilen der Frequenzumrichtermodule.
- Ist das Antriebsmodul an einen Thermistor angeschlossen, müssen die Thermistorsteuerleitungen abgeschirmt und verstärkt/zweifach isoliert sein. Wir empfehlen eine 24-V-DC-Versorgungsspannung. Siehe *Abbildung 12.2*.



12

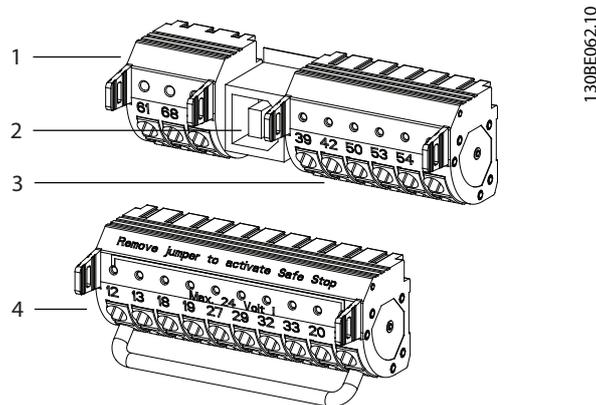
1	Mikroschalterkabel	5	44-polige Flachbandleitung von MDCIC zu Frequenzumrichtermodul 4
2	Relaiskabel (abgebildet: angeschlossen an die Klemme an der Moduloberseite)	6	Halterung für die Flachbandleitungen
3	44-polige Flachbandleitung von MDCIC zu den Frequenzumrichtermodulen 1 und 2	7	Relaiskabel (abgebildet: angeschlossen an die Relaisklemme am Steuerfach)
4	Ferritkern	-	-

Abbildung 12.1 Führung von Steuerleitungen in einem System mit 4 Frequenzumrichtermodulen

12.2 Steuerklemmen

12.2.1 Steuerklemmentypen

Abbildung 12.2 zeigt die steckbaren Anschlüsse des Frequenzumrichters. Tabelle 12.1 fasst Klemmenfunktionen und Werkseinstellungen zusammen. Die Anordnung der Steuerklemmen innerhalb des Geräts finden Sie in Abbildung 12.2.



1	Die Klemmen (+)68 und (-)69 sind für eine serielle RS485-Kommunikationsverbindung bestimmt.
2	Verfügbare USB-Anschluss zur Verwendung mit der MCT 10 Konfigurationssoftware.
3	Zwei Analogeingänge, ein Analogausgang, 10-V-DC-Versorgungsspannung und Bezugspotenzialanschlüsse für die Ein- und Ausgänge.
4	Vier programmierbare Digitaleingangsklemmen, zwei zusätzliche digitale Klemmen, die Sie entweder als Eingang oder Ausgang programmieren können, eine 24-V-DC-Klemmen-Versorgungsspannung und einen Bezugspotenzialausgang für eine optionale, kundenseitig bereitgestellte 24-V-DC-Spannung.

Abbildung 12.2 Anordnung der Steuerklemmen

Anschluss	Parameter	Werkseinstellung	Beschreibung
Digitaleingänge/-ausgänge			
12, 13	-	+24 V DC	Digitaleingänge. 24-V-DC-Versorgungsspannung. Maximaler Ausgangsstrom ist 200 mA insgesamt für alle 24-V-Lasten. Verwendbar für Digitaleingänge und externe Messwandler.
18	Parameter 5-10 Klemme 18 Digitaleingang	[8] Start	
19	Parameter 5-11 Klemme 19 Digitaleingang	[10] Reversierung	
32	Parameter 5-14 Klemme 32 Digitaleingang	[0] Ohne Funktion	
33	Parameter 5-15 Klemme 33 Digitaleingang	[0] Ohne Funktion	Wählbar als Digitalein- und -ausgang. Die Werkseinstellung ist Eingang.
27	Parameter 5-12 Klemme 27 Digitaleingang	[2] Motorfreilauf invers	
29	Parameter 5-13 Klemme 29 Digitaleingang	[14] Festdrehzahl JOG	
20	-	-	Bezugspotenzial für Digitaleingänge und 0-V-Potenzial für 24-V-Spannungsversorgung.
37	-	Safe Torque Off (STO)	Sicherer Eingang (optional). Dient zur sicheren Abschaltung des Motormoments.
Analogeingänge/-ausgänge			
39	-	-	Bezugspotenzial für Analogausgang.

Anschluss	Parameter	Werkseinstellung	Beschreibung
Digitaleingänge/-ausgänge			
42	<i>Parameter 6-50 Klemme 42 Analogausgang</i>	Drehzahl 0 – Max. Drehzahl	Programmierbarer Analogausgang. Das Analogsignal beträgt 0–20 mA oder 4–20 mA bei maximal 500 Ω 10-V-DC-Versorgungsspannung am Analogausgang. Maximal 15 mA, in der Regel für Potenziometer oder Thermistor verwendet.
50	–	+10 V DC	
53	<i>Parametergruppe 6-1* Analogeingang 1</i>	Sollwert	Analogeingang. Programmierbar für Spannung oder Strom. Schalter A53 und A54 dienen zur Auswahl von Strom [mA] oder Spannung [V].
54	<i>Parametergruppe 6-2* Analogeingang 2</i>	Istwert	
55	–	–	Bezugspotential für Analogeingang
Serielle Kommunikation			
61	–	–	Integrierter RC-Filter für Kabelschirm. Dient NUR zum Anschluss der Abschirmung bei EMV-Problemen.
68 (+)	<i>Parametergruppe 8-3* Ser. FC-Schnittst.</i>	–	RS485-Schnittstelle. Ein Schalter auf der Steuerkarte dient zum Zuschalten des Abschlusswiderstands.
69 (-)	<i>Parametergruppe 8-3* Ser. FC-Schnittst.</i>	–	
Relais			
01, 02, 03	<i>Parameter 5-40 Relaisfunktion [0]</i>	<i>[9] Alarm</i>	Wechselkontakt-Relaisausgang. Verwendbar für Wechsel- oder Gleichspannung sowie ohmsche oder induktive Lasten.
04, 05, 06	<i>Parameter 5-40 Relaisfunktion [1]</i>	<i>[5] In Betrieb</i>	

Tabelle 12.1 Klemmenbeschreibung

Zusätzliche Klemmen:

- 2 Wechselkontakt-Relaisausgänge. Die Position der Ausgänge hängt von der Frequenzumrichterkonfiguration ab.
- Weitere Klemmen befinden sich an eingebauten optionalen Erweiterungsmodulen. Näheres finden Sie im Handbuch der Geräteoptionen.

12.2.2 Verdrahtung der Steuerklemmen

Sie können Klemmenstecker zum einfachen Zugriff entfernen.

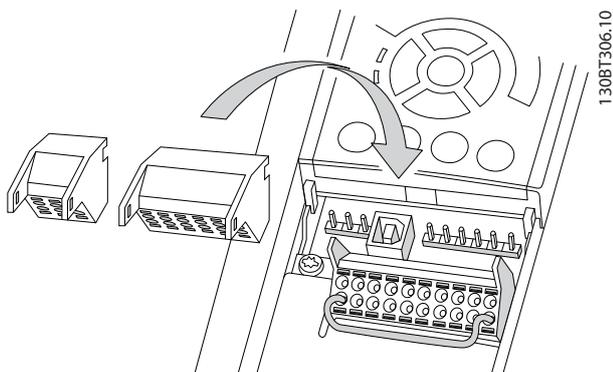


Abbildung 12.3 Entfernen der Steuerklemmen

12.2.3 Aktivierung des Motorbetriebs

Um den Frequenzumrichter in Werkseinstellung zu betreiben, benötigen Sie ggf. Drahtbrücken zwischen Klemme 12 (oder 13) und Klemme 27.

- Digitaleingangsklemme 27 ist für den Empfang eines externen 24-V-DC-Verriegelungsbefehls ausgelegt.
- Kommt keine Verriegelungsvorrichtung zum Einsatz, schließen Sie eine Brücke zwischen Steuerklemme 12 (empfohlen) oder 13 und Klemme 27 an. Die Brücke liefert ein 24-V-DC-Signal an Klemme 27.
- Wenn die Statuszeile unten im LCP *AUTO FERN FREILAUF* anzeigt, ist der Frequenzumrichter betriebsbereit, es fehlt aber ein Eingangssignal an Klemme 27.

- Wenn werkseitig installierte Optionsmodule mit Klemme 27 verkabelt sind, entfernen Sie diese Kabel nicht.

12.2.4 Auswahl Strom/Spannung

An den Analognetzklappen 53 und 54 können Sie eine Spannung (0-10 V) oder einen Strom (0/4-20 mA) als Eingangssignal auswählen. Die Anordnung der Steuerklappen innerhalb des Frequenzumrichtersystems finden Sie in *Abbildung 12.2*.

Werkseitige Parametereinstellungen:

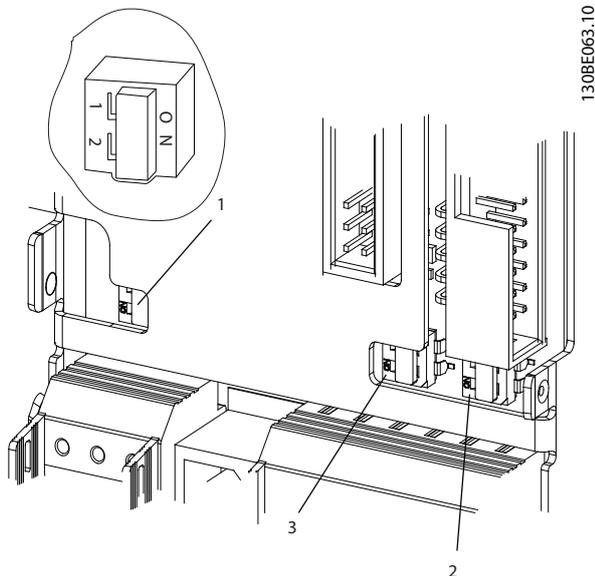
- Klemme 53: Drehzahlsollwertsignal ohne Rückführung (siehe *Parameter 16-61 AE 53 Modus*).
- Klemme 54: Istwertsignal mit Rückführung (siehe *Parameter 16-63 AE 54 Modus*).

HINWEIS

TRENNUNG VOM NETZ

Trennen Sie vor einer Änderung der Schalterpositionen den Frequenzumrichter vom Netz.

1. Entfernen Sie die LCP (siehe *Abbildung 12.4*).
2. Entfernen Sie jegliche optionale Ausrüstung zur Abdeckung der Schalter.
3. Stellen Sie die Schalter A53 und A54 zur Wahl des Signaltyps ein: U wählt Spannung, I wählt Strom.



1	Busabschlussschalter
2	Schalter A54
3	Schalter A53

Abbildung 12.4 Positionen der Busabschlussschalter und Schalter A53 und A54.

12.2.5 RS485 Serielle Schnittstelle

Sie können das Frequenzumrichtersystem mit einem RS485-Feldbus verwenden. Bis zu 32 Teilnehmer können als Bus oder über Abzweigkabel über eine gemeinsame Leitung mit einem Netzwerksegment verbunden werden. Netzwerksegmente sind durch Busverstärker (Repeater) unterteilt. Jeder Repeater fungiert in dem Segment, in dem er installiert ist, als Teilnehmer. Jeder mit einem Netzwerk verbundene Teilnehmer muss über alle Segmente hinweg eine einheitliche Teilnehmeradresse aufweisen.

- Schließen Sie das serielle RS485-Schnittstellenkabel an die Klemmen (+)68 und (-)69 an.
- Schließen Sie die Segmente an beiden Endpunkten ab – entweder mit Hilfe des Terminierungsschalters (Busklemme ein/aus, siehe *Abbildung 12.4*), des Frequenzumrichtermoduls oder mit einem polarisierten Netzwerkwiderstand.
- Schließen Sie die Abschirmung großflächig an Masse an, z. B. mit einer Kabelschelle oder einer leitfähigen Kabelverschraubung.
- Durch Anbringen eines Ausgleichskabels behalten Sie im gesamten Netz das gleiche Erdpotenzial bei.
- Verwenden Sie im gesamten Netz den gleichen Kabeltyp, um eine nicht übereinstimmende Impedanz zu verhindern.

Kabel	Abgeschirmtes verdrehtes Aderpaar (STP)
Impedanz	120 Ω
Maximale Kabellänge	
Zwischen Stationen [m]	500 (1640)
Gesamt einschließlich Abzweigleitungen [m]	1200 (3937)

Tabelle 12.2 Angaben zu Kabeln

12.3 Relaisausgang

Die Relaisklemme befindet sich an der Abdeckplatte des Antriebsmoduls. Verwenden Sie einen erweiterten Kabelbaum zum Anschluss der Relaisklemme des Antriebsmoduls 1 (des äußersten linken Antriebsmoduls) an den Klemmenblöcken des Steuerfachs.

HINWEIS

Zur Referenz sind die Antriebsmodule von links nach rechts nummeriert.

Relais 1

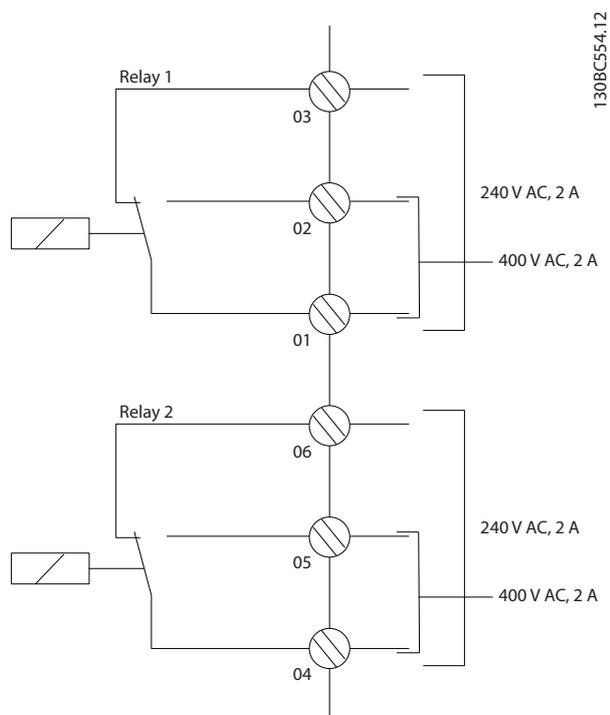
- Klemme 01: Allgemein
- Klemme 02: Schließer 400 V AC
- Klemme 03: Öffner 240 V AC

Relais 2

- Klemme 04: Allgemein
- Klemme 05: Schließer 400 V AC
- Klemme 06: Öffner 240 V AC

Relais 1 und Relais 2 werden in *Parameter 5-40 Relaisfunktion*, *Parameter 5-41 Ein Verzög., Relais* und *Parameter 5-42 Aus Verzög., Relais* programmiert.

Verwenden Sie das Optionsmodul VLT® Relay Card MCB 105 für zusätzliche Relaisausgänge.



12

Abbildung 12.5 Zusätzliche Relaisausgänge

13 Bremsung

13.1 Verschiedene Bremsarten

Der Frequenzumrichter nutzt 3 Bremstypen:

- Mechanische Haltebremse
- Dynamische Bremse
- Mechanische Bremssteuerung

Mechanische Haltebremse

Eine mechanische Haltebremse ist ein externes Gerät, das direkt an der Motorwelle befestigt ist und statische Bremsungen durchführt. Bei einer statischen Bremsung wird der Motor nach Anhalten der Last arretiert. Eine Haltebremse wird entweder über eine SPS oder direkt über einen Digitalausgang des Frequenzumrichters gesteuert.

HINWEIS

Eine sichere Steuerung einer mechanischen Bremse über einen Frequenzumrichter ist nicht möglich. In der Installation muss eine Redundanzschaltung für die Bremsansteuerung vorhanden sein.

Dynamische Bremse

Dynamisches Bremsen wird intern im Frequenzumrichter durchgeführt und dient zur Abbremsung des Motors vor einem endgültigen Anhalten. Verwenden Sie die folgenden Verfahren zum Anwenden der dynamischen Bremse:

- Bremswiderstand: Ein Brems-IGBT leitet die Bremsenergie vom Motor an den angeschlossenen Bremswiderstand und verhindert so, dass die Überspannung einen bestimmten Grenzwert überschreitet.
- AC-Bremse: Durch Ändern der Verlustbedingungen im Motor wird die Bremsenergie im Motor verteilt. Sie dürfen die AC-Bremsfunktion nicht in Anwendungen mit einer hohen Ein-/Ausschaltfrequenz verwenden, da dies zu einer Überhitzung des Motors führen würde.
- DC-Bremse: Ein übermodulierter Gleichstrom verstärkt den Wechselstrom und funktioniert als Wirbelstrombremse.

Mechanische Bremssteuerung

In Hubanwendungen ist die Steuerung einer elektromechanischen Bremse erforderlich. Zur Ansteuerung der Bremse kann ein Relaisausgang (Relais 1 oder Relais 2) oder ein programmierter Digitalausgang (Klemme 27 oder 29) dienen. Normalerweise muss dieser Ausgang geschlossen (spannungsfrei) sein, solange der Frequenzumrichter den Motor nicht halten kann.

Tritt am Frequenzumrichter ein Alarmzustand wie etwa eine Überspannung ein, so wird umgehend die mechanische Bremse geschlossen. Die mechanische

Bremse wird auch bei der Funktion Safe Torque Off betätigt.

HINWEIS

Stellen Sie bei Vertikalförder- oder Hubanwendungen unbedingt sicher, dass die Last im Notfall oder bei einer Fehlfunktion gestoppt werden kann. Befindet sich der Frequenzumrichter im Alarmmodus oder besteht eine Überspannungssituation, greift die mechanische Bremse sofort ein.

13.2 Bremswiderstand

13.2.1 Auswahl des Bremswiderstands

Wenn erhöhte Anforderungen mit generatorischem Bremsen bewältigt werden sollen, ist ein Bremswiderstand erforderlich. Zur Wahl des korrekten Bremswiderstands muss bekannt sein, wie oft und mit welcher Leistung gebremst wird. Weitere Informationen finden Sie im *Projektierungshandbuch VLT® Brake Resistor MCE 101*.

Ist der Betrag der kinetischen Energie, die in jedem Bremszeitraum zum Widerstand übertragen wird, unbekannt, können Sie die durchschnittliche Leistung auf Basis der Zykluszeit und Bremszeit berechnen (Arbeitszyklus für Aussetzbetrieb). Der Arbeitszyklus für Aussetzbetrieb des Widerstandes gibt den Arbeitszyklus an, für den der Widerstand ausgelegt ist. *Abbildung 13.1* zeigt einen typischen Bremszyklus.

HINWEIS

Der von den Motorlieferanten bei der Angabe der zulässigen Belastung häufig benutzte Betrieb S5 des Widerstands ist ein Ausdruck für den Arbeitszyklus für Aussetzbetrieb.

Sie können den Arbeitszyklus für Aussetzbetrieb des Widerstands wie folgt berechnen:

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

T = Zykluszeit in Sekunden

t_b ist die Bremszeit in Sekunden (als Teil der gesamten Zykluszeit)

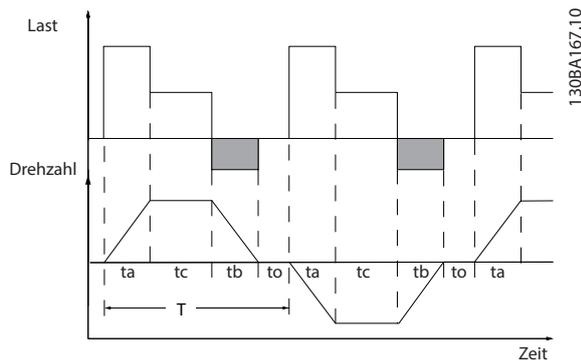


Abbildung 13.1 Typischer Bremszyklus

Bremsleistungsniveaus

Die folgenden Bremsleistungsniveaus gelten für das VLT® Parallel Drive Modules.

Leistungsg röße kW (HP)	Zykluszei t [s]	Bremsarbeitszyklus bei 100 % Drehmoment	Bremsarbeitszyklus bei Übermoment (150 %)
VLT® HVAC Drive FC102 und VLT® AQUA Drive FC202 (380–480 V)			
315 (450)	600	Dauerlast	10%
355–1000 (500–1350)	600	40%	10%
VLT® HVAC Drive FC102 und VLT® AQUA Drive FC202 (525–690 V)			
315–355 (450–500)	600	Dauerlast	10%
400–1200 (400–1350)	600	40%	10%
VLT® AutomationDrive FC302 (380–480 V)			
250 (350)	600	Dauerlast	10%
315–800 (450–1200)	600	40%	10%
VLT® AutomationDrive FC302 (525–690 V)			
250–315 (300–350)	600	Dauerlast	10%
355–1000 (450–1150)	600	40%	10%

Tabelle 13.1 Bremszyklus für Parallel Drive Modules

Danfoss bietet Bremswiderstände mit Arbeitszyklen von 5 %, 10 % und 40 % an. Bei Anwendung eines Arbeitszyklus von 10 % können die Bremswiderstände die Bremsleistung über 10 % der Zykluszeit aufnehmen. Die übrigen 90 % der Zykluszeit werden zum Abführen überschüssiger Wärme genutzt.

Stellen Sie sicher, dass der Bremswiderstand für die erforderliche Bremszeit ausgelegt ist. Die maximal zulässige Last am Bremswiderstand wird als Spitzenleistung bei

einem gegebenen Arbeitszyklus für Aussetzbetrieb ausgedrückt. Der Bremswiderstand wird berechnet:

$$R_{br} [\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{P_{H\ddot{o}chstwert}}$$

wobei

$$P_{Spitze} = P_{Motor} \times M_{br} [\%] \times \eta_{Motor} \times \eta_{VLT} [W]$$

Der Bremswiderstand hängt von der Zwischenkreisspannung (U_{dc}) ab.

Spannung	Bremse aktiv	Warnung vor Abschaltung	Abschaltung
380–480 V	769 V	810 V	820 V
525–690 V	1084 V	1109 V	1130 V

Tabelle 13.2 Bremsgrenzen für VLT® HVAC Drive FC102 und VLT® AQUA Drive FC202 Parallel Drive Modules

Spannung	Bremse aktiv	Warnung vor Abschaltung	Abschaltung
380–500 V	795 V	828 V	855 V
525–690 V	1084 V	1109 V	1130 V

Tabelle 13.3 Bremsgrenzwerte für VLT® AutomationDrive FC302 Parallel Drive Modules

HINWEIS

Prüfen Sie, ob Ihr Bremswiderstand für eine Spitzenspannung von 410 V, 820 V, 850 V, 975 V oder 1130 V zugelassen ist, wenn Sie keine Danfoss Bremswiderstände einsetzen.

Danfoss empfiehlt den Bremswiderstand R_{rec} . Die Verwendung der R_{rec} -Formel gewährleistet, dass der Frequenzrichter mit der maximal verfügbaren Bremsleistung ($M_{br(\%)}$) von 160 % bremst. Die entsprechende Formel lässt sich wie folgt schreiben:

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

η_{motor} beträgt in der Regel 0,90

η_{VLT} beträgt in der Regel 0,98

Bei Frequenzrichtern mit 480 V, 500 V und 600 V wird R_{rec} bei einer Bremsleistung von 160 % wie folgt ausgedrückt:

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

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

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

HINWEIS

Wählen Sie keinen Widerstand des Bremswiderstands aus, der die Empfehlung von Danfoss überschreitet. Ein Bremswiderstand pro Bremschopper.

HINWEIS

Bei einem Kurzschluss im Bremstransistor des Frequenzumrichters kann ein eventueller Leistungsverlust im Bremswiderstand nur durch Unterbrechung der Netzversorgung zum Frequenzumrichter (Netzschalter, Schütz) verhindert werden. Der Frequenzumrichter kann den Schütz regeln.

⚠️ WARNUNG**BRANDGEFAHR**

Bremswiderstände können während oder nach dem Bremsen sehr heiß werden und müssen sich zur Vermeidung von Brandgefahr in einer sicheren Umgebung befinden.

13.2.2 Steuerung mit Bremsfunktion

Die Bremse ist gegen einen Kurzschluss des Bremswiderstands geschützt. Der Bremstransistor wird auf eine

Kurzschlussbedingung hin überwacht. Ein Relais/ein Digitalausgang kann den Schutz des Bremswiderstands vor einer Überlastung übernehmen und erzeugt im Bedarfsfall einen Fehler im Frequenzumrichter.

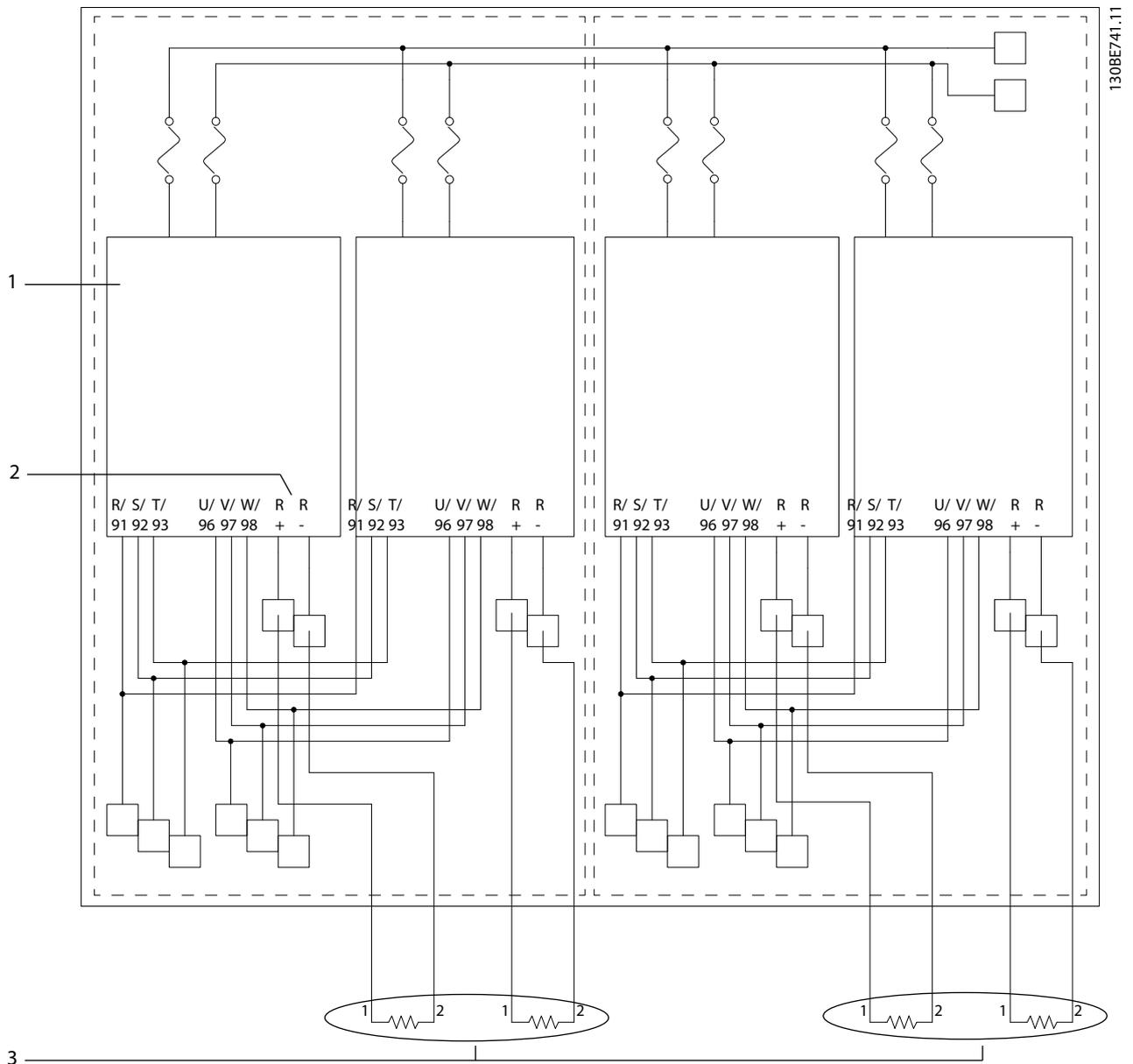
Außerdem ermöglicht die Bremse ein Auslesen der aktuellen Leistung und der mittleren Leistung der letzten 120 s. Die Bremse kann ebenfalls die Bremsleistung überwachen und sicherstellen, dass sie die im LCP gewählte programmierbare Grenze nicht überschreitet.

HINWEIS

Überwachen der Bremsleistung ist keine Sicherheitsfunktion; Hierfür ist ein Thermoschalter erforderlich. Der Bremswiderstandskreis ist nicht gegen Erdableitstrom geschützt.

Sie können Überspannungssteuerung (OVC) als eine alternative Bremsfunktion wählen. Diese Funktion ist für alle Geräte wählbar. Sie stellt sicher, dass bei Anstieg der Zwischenkreisspannung auch die Ausgangsfrequenz angehoben wird, um ein Ansteigen der DC-Zwischenkreisspannung zu verhindern; auf diese Weise kann eine Abschaltung vermieden werden.

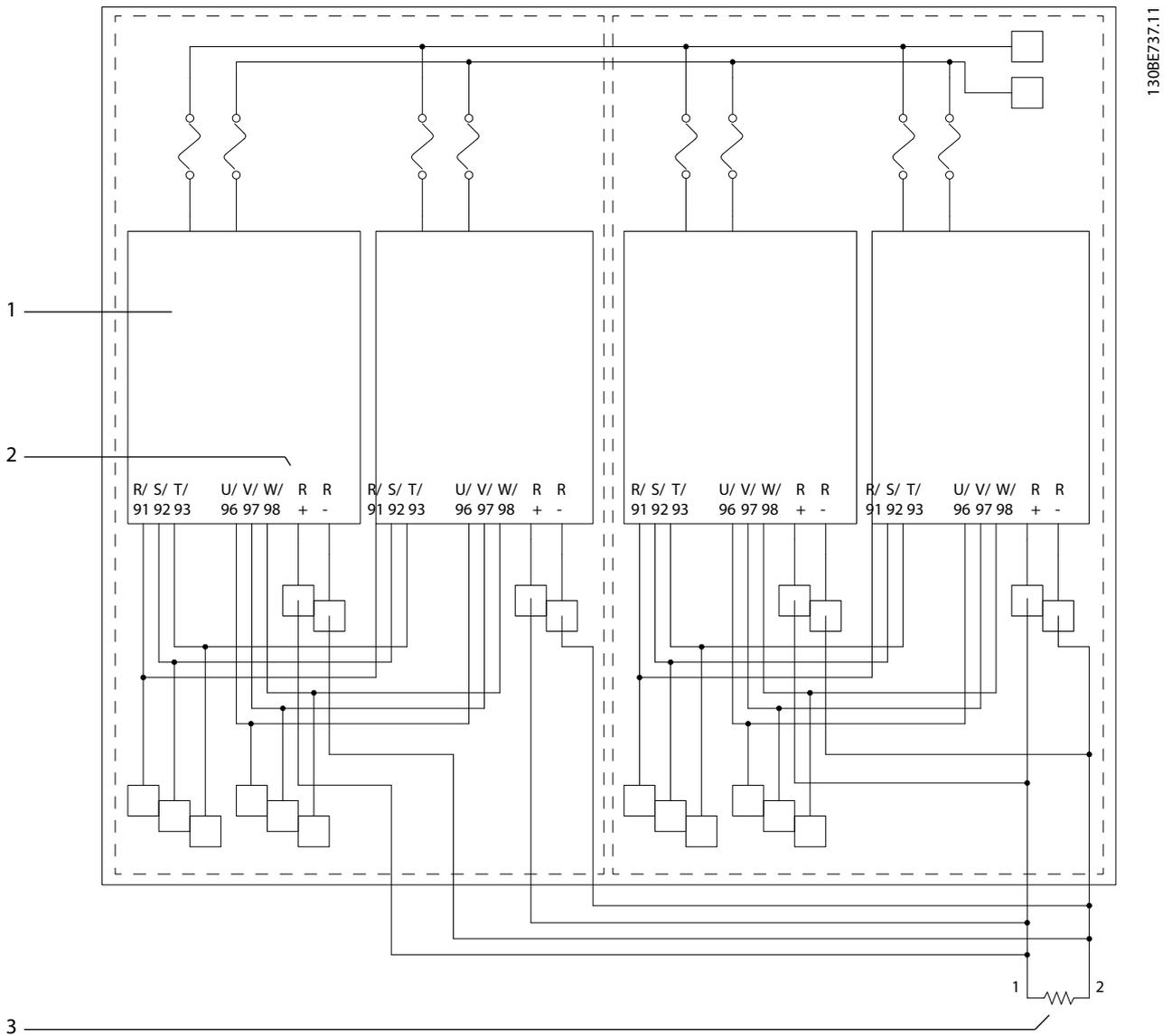
13.2.3 Bremswiderstand-Anschluss



13

1	Frequenzumrichtermodul	3	Einzelne Bremswiderstände
2	Bremsklemmen	-	-

Abbildung 13.2 Anschluss von einzelnen Bremswiderständen an die einzelnen Antriebsmodule



1	Frequenzrichtermodul	3	Gemeinsamer Bremswiderstand
2	Bremsklemmen	-	-

Abbildung 13.3 Anschluss von gemeinsamen Bremswiderständen an die einzelnen Antriebsmodule

14 PI-Regler

14.1 Übersicht über Drehzahl- und Drehmomentregelung

Sie können den Frequenzumrichter für die Regelung der Drehzahl oder des Drehmoments an der Motorwelle konfigurieren. Einstellung von *Parameter 1-00 Regelverfahren* bestimmt die Art der Regelung.

Drehzahlregelung

Es gibt zwei Arten der Drehzahlregelung:

- Regelung ohne Rückführung vom Motor (ohne Geber).
- PID mit Rückführung erfordert die Drehzahlrückführung in einen Eingang. Eine optimierte Drehzahlregelung mit Istwertrückführung arbeitet mit einer wesentlich höheren Genauigkeit als eine ohne Istwertrückführung. Bei Drehzahlregelung wird gewählt, welcher Eingang zur Rückführung des PID-Drehzahlwertes in *Parameter 7-00 Drehgeberrückführung* verwendet werden soll.

Drehmomentregelung

Die Drehmomentregelung ist Teil der Motorregelung in Anwendungen, in denen das Drehmoment an der Motorwelle die Anwendung zur Spannungsregelung regelt. Drehmomentregelung wird in *Parameter 1-00 Regelverfahren* gewählt, entweder als [4] *VVC⁺ ohne Rückführung* oder als [2] *Fluxvektor-Steuerprinzip mit Drehgeber*. Die Drehmomenteinstellung erfolgt durch Festlegung eines analogen, digitalen oder busgesteuerten Sollwerts. Die maximale Drehzahlgrenze wird in *Parameter 4-21 Speed Limit Factor Source* festgelegt. Bei Betrieb mit Drehmomentregelung empfiehlt Danfoss, eine komplette AMA auszuführen, da die richtigen Motordaten entscheidend für eine optimale Leistung sind.

- Regelung mit Rückführung im Fluxvektorbetrieb mit Geberrückführung bietet überlegene Leistung in allen vier Quadranten und bei allen Motordrehzahlen.
- VVC⁺-Betrieb ohne Rückführung. Die Funktion wird in mechanisch robusten Anwendungen verwendet, ihre Genauigkeit ist jedoch begrenzt. Die Drehmomentfunktion ohne Rückführung funktioniert grundsätzlich nur in einer Drehzahlrichtung. Das Drehmoment wird anhand der

Strommessung im Frequenzumrichter berechnet. Siehe *Kapitel 17 Anwendungsbeispiele*.

Drehzahl-/Drehmomentsollwert

Der Sollwert für dieses Regelverhalten kann entweder ein einzelner Sollwert oder die Summe verschiedener Sollwerte einschließlich relativ skaliertes Sollwerte sein. Weitere Informationen zur Sollwertverarbeitung finden Sie unter *Kapitel 15 Sollwertverarbeitung*.

14.2 Steuerverfahren

Ein Frequenzumrichter richtet Wechselspannung vom Netz in Gleichspannung um, aus der er anschließend eine Wechselspannung variabler Amplitude und Frequenz erzeugt.

Spannung/Strom und Frequenz am Motorausgang sind somit variabel, was eine stufenlose Drehzahlregelung von herkömmlichen Dreiphasen-Wechselstrommotoren und Permanentmagnet-Synchronmotoren ermöglicht.

Die Steuerklemmen stellen Istwerte und Sollwerte für Kabel und andere Eingangssignale für die folgenden Empfänger bereit:

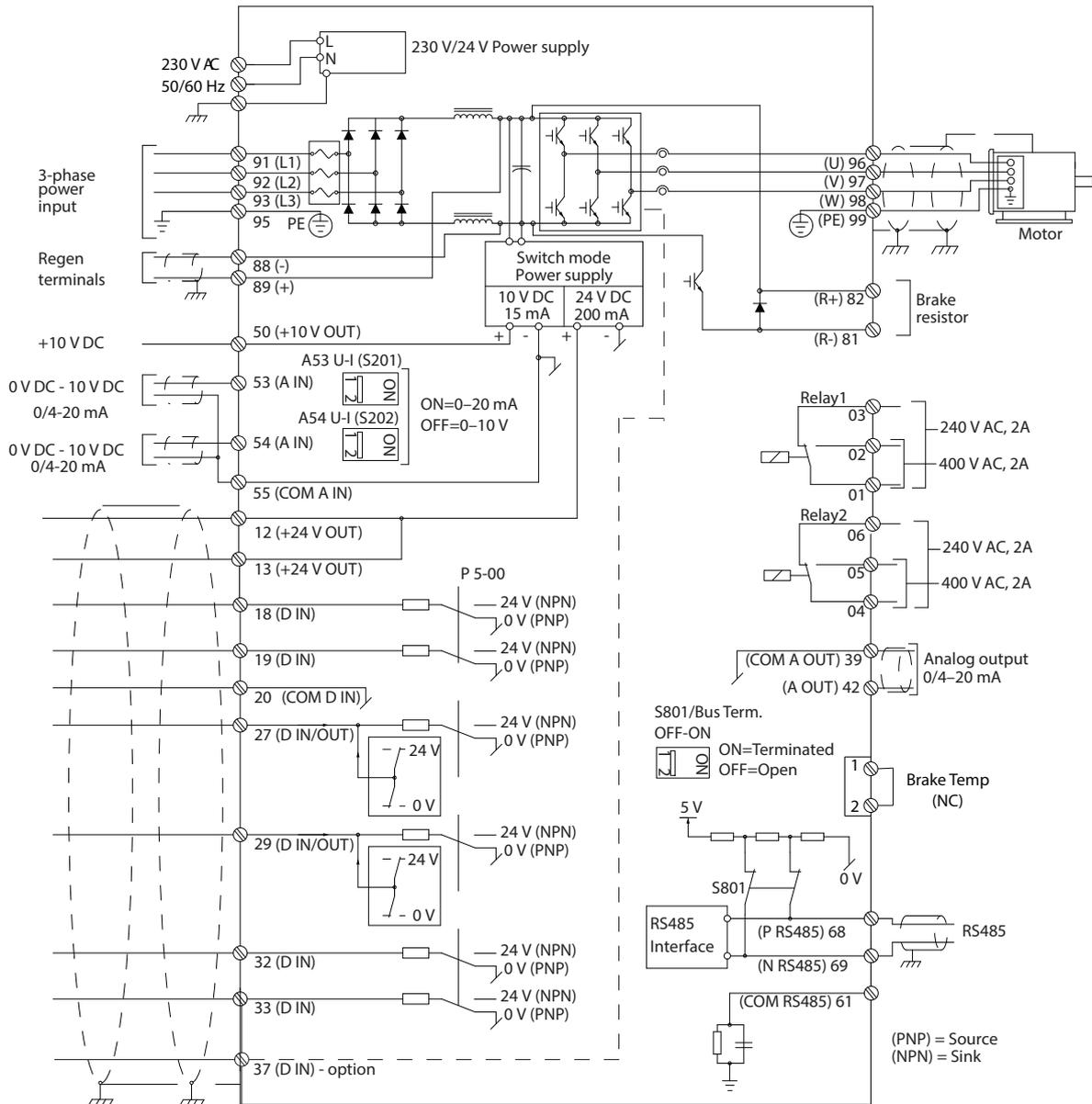
- Frequenzumrichter
- Ausgang für Frequenzumrichterstatus und Fehlerbedingungen
- Relais für den Betrieb von Zusatzeinrichtungen
- Serielle Kommunikationsschnittstelle

Sie können Steuerklemmen für verschiedene Funktionen programmieren, indem Sie zugeordnete Parameteroptionen auswählen, die Sie über Haupt- oder Quick-Menü erreichen. Die meisten Steuerkabel stellt der Kunde bereit, alternativ können Sie sie aber auch ab Werk bestellen. Auch eine 24-V-DC-Versorgung steht für den Einsatz mit den Steuereingängen und -ausgängen des Frequenzumrichters zur Verfügung.

Tabelle 14.1 beschreibt die Funktionen der Steuerklemmen. Viele dieser Klemmen verfügen über mehrere Funktionen, die durch die Parametereinstellungen festgelegt sind. Einige Optionen bieten weitere Klemmen. Ausführlichere Informationen zu den Klemmen-Positionen finden Sie in *Kapitel 10.5 Motorklemmenverbindungen*.

Klemme Nr.	Funktion
01, 02, 03 und 04, 05, 06	Zwei C-Ausgangsrelais. Maximal 240 V AC, 2 A. minimal 24 V DC, 10 mA oder 24 V AC, 100 mA. Können zur Anzeige von Status und Warnungen verwendet werden. Befinden sich an der Leistungskarte.
12, 13	24-V-DC-Versorgung an die Digitaleingänge und externen Messwandler. Maximaler Ausgangsstrom ist 200 mA.
18, 19, 27, 29, 32, 33	Digitaleingänge zur Steuerung des Frequenzumrichters. R=2 kΩ. Weniger als 5 V=logisch 0 (offen). Größer als 10 V=logisch 1 (geschlossen). Die Klemmen 27 und 29 sind als Digital/Puls-Ausgänge programmierbar.
20	Bezugspotential der Digitaleingänge.
37	0–24-V-DC-Eingang für Sicherheitsstopp (einige Geräte).
39	Bezugspotential für Analog- und Digitalausgänge.
42	Analog- und Digitalausgänge zur Anzeige von Werten wie z. B. Frequenz, Sollwert, Strom und Drehmoment. Das Analogsignal beträgt 0/4 bis 20 mA bei maximal 500 Ω. Das Digitalsignal beträgt 24 V DC bei minimal 500 Ω.
50	10 V DC, 15 mA maximale Versorgungsspannung am Analogausgang für Potenziometer oder Thermistor.
53, 54	Wählbar für 0–10 V DC Spannungseingang, R = 10 kΩ oder Analogsignale 0/4 bis 20 mA bei maximal 200 Ω. Verwendet als Soll- oder Istwertsignale. Ein Thermistor kann hier angeschlossen werden.
55	Bezugspotential für Klemmen 53 und 54.
61	RS485-Bezugspotential.
68, 69	RS485-Schnittstelle und serielle Kommunikation.

Tabelle 14.1 Steuerungsfunktionen der Klemmen (ohne optionale Geräte)

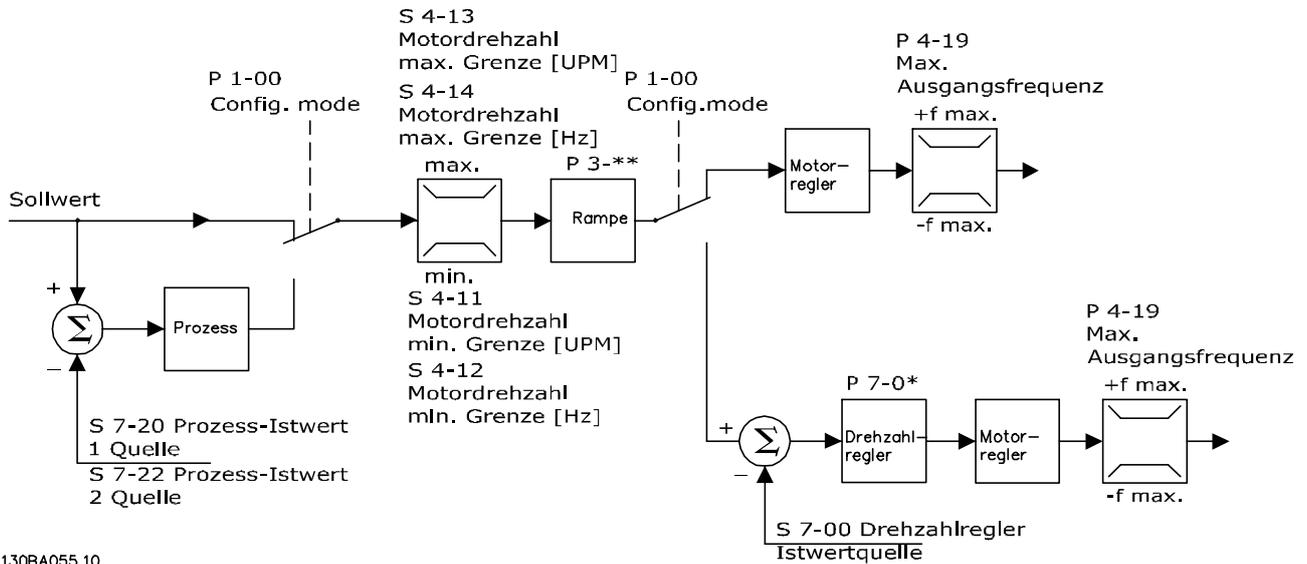


130BE752.10

14

Abbildung 14.1 Anschlussplan

14.3 Regelungsstruktur bei VVC+ Advanced Vector Control



130BA055.10

Abbildung 14.2 Regelungsstruktur in VVC+-Konfigurationen mit und ohne Rückführung

In *Abbildung 14.2* ist *Parameter 1-01 Steuerprinzip* auf [1] VVC+ eingestellt und *Parameter 1-00 Regelverfahren* auf [0] Ohne Rückführung. Der resultierende Sollwert aus dem Sollwertsystem wird in der Rampenbegrenzung und Drehzahlbegrenzung empfangen und durch sie geführt, bevor er an die Motorregelung übergeben wird. Der Ausgang der Motorregelung ist dann zusätzlich durch die maximale Frequenzgrenze beschränkt.

Wenn *Parameter 1-00 Regelverfahren* auf [1] Mit Drehgeber eingestellt ist, wird der resultierende Sollwert von der Rampenbegrenzung und Drehzahlgrenze an einen PID-Drehzahlregler übergeben. Die Parameter für den PID-Drehzahlregler befinden sich in *Parametergruppe 7-0* PID Drehzahlregler*. Der resultierende Sollwert vom PID-Drehzahlregler wird beschränkt durch die Frequenzgrenze an die Motorsteuerung geschickt.

Wenn Sie den PID-Prozessregler zur Steuerung mit Rückführung von Drehzahl oder Druck in der gesteuerten Anwendung verwenden möchten, wählen Sie beispielsweise [3] PID-Prozess in *Parameter 1-00 Regelverfahren*. Die PID-Prozess-Parameter befinden sich in *Parametergruppe 7-2* PID-Prozess Istw.* und *Parametergruppe 7-3* PID Prozessregler*.

14.4 Regelungsstruktur bei Fluxvektor ohne Geber

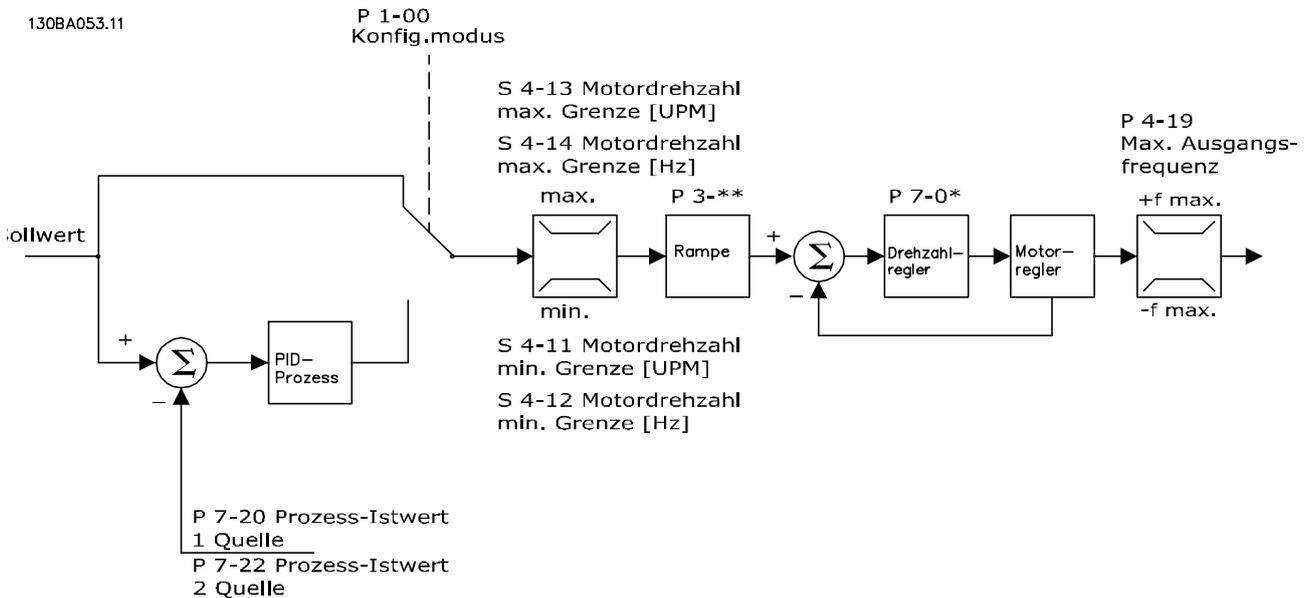


Abbildung 14.3 Regelungsstruktur bei Konfigurationen mit Fluxvektor mit und ohne Geber

In *Abbildung 14.3* ist *Parameter 1-01 Steuerprinzip* auf [2] *Fluxvektor ohne Geber* eingestellt und *Parameter 1-00 Regelverfahren* auf [0] *Ohne Rückführung*. Der resultierende Sollwert aus dem Sollwertsystem wird entsprechend der angegebenen Parametereinstellungen durch die Rampen- und Drehzahlbegrenzungen geführt.

Ein errechneter Drehzahlwert wird zur Steuerung der Ausgangsfrequenz am PID-Drehzahlregler erzeugt. Der Drehzahl-PID-Regler muss mit seinen Parametern P, I und D (*Parametergruppe 7-0* PID Drehzahlregler*) eingestellt werden.

Wenn Sie den PID-Prozessregler zur Steuerung von Drehzahl oder Druck in der gesteuerten Anwendung verwenden möchten, wählen Sie beispielsweise [3] *PID-Prozess* in *Parameter 1-00 Regelverfahren*. Die Parameter für Prozess-PID-Regelung befinden sich in *Parametergruppe 7-2* PID-Prozess Istw.* und *Parametergruppe 7-3* PID Prozessregler*.

14.5 Regelungsstruktur bei Fluxvektor mit Geber

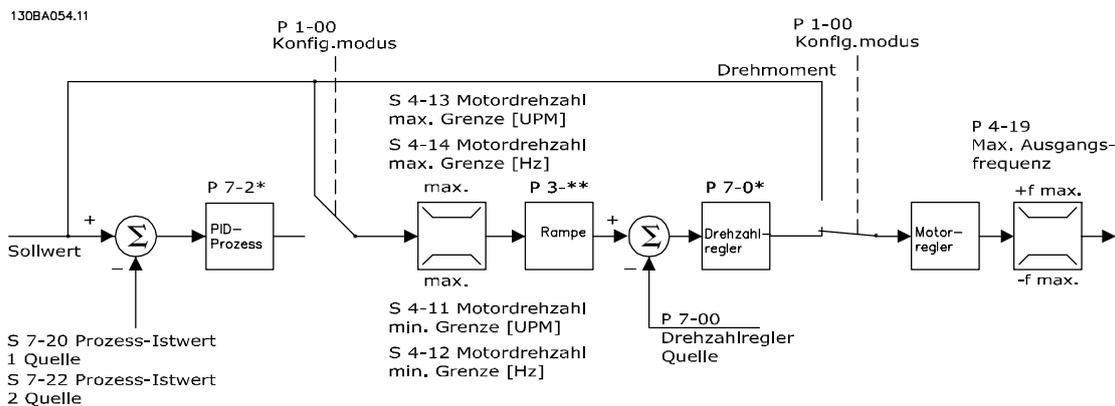


Abbildung 14.4 Regelungsstruktur bei Konfiguration mit Fluxvektor mit Geber (nur bei VLT® AutomationDrive FC302 verfügbar)

In *Abbildung 14.4* ist *Parameter 1-01 Steuerprinzip* auf [3] *Fluxvektor mit Geber* und *Parameter 1-00 Regelverfahren* auf [1] *Mit Drehgeber* eingestellt.

In dieser Konfiguration wird der Motorregelung ein Istwertsignal von einem direkt am Motor montierten Drehgeber zugeführt (eingestellt in *Parameter 1-02 Drehgeber Anschluss*).

Wählen Sie [1] *Mit Drehgeber* in *Parameter 1-00 Regelverfahren*, um den resultierenden Sollwert als Eingang für den PID-Drehzahlregler zu benutzen. Die Parameter für die Drehzahl-PID-Regelung befinden sich in *Parametergruppe 7-0* PID Drehzahlregler*.

Wählen Sie [2] *Drehmomentregler* in *Parameter 1-00 Regelverfahren*, um den resultierenden Sollwert direkt als Drehmomentsollwert zu benutzen. Sie können die Drehmomentregelung nur in der Konfiguration *Fluxvektor mit Geber (Parameter 1-01 Steuerprinzip)* auswählen. Wenn dieser Modus gewählt wurde, erhält der Sollwert die Einheit Nm. Er benötigt keinen Drehmomentwert, da das Drehmoment anhand der Strommessung des Frequenzumrichters berechnet wird.

Wenn Sie die PID-Prozessregelung zur Regelung mit Rückführung z. B. der Drehzahl oder einer Prozessvariablen in der gesteuerten Anwendung zu benutzen möchten, wählen Sie [3] *Prozess* in *Parameter 1-00 Regelverfahren*.

14.6 Interner Stromgrenzenregler in Betriebsart VVC⁺

Der Frequenzumrichter hat einen integrierten Stromgrenzenregler, der aktiviert wird, wenn der Motorstrom und somit das Drehmoment die in *Parameter 4-16 Momentengrenze motorisch*, *Parameter 4-17 Momentengrenze generatorisch* und *Parameter 4-18 Stromgrenze* eingestellten Drehmomentgrenzen überschreitet.

Wenn der Frequenzumrichter während des Motorbetriebs oder im generatorischen Betrieb die aktuellen Grenzwerte erreicht, versucht das Gerät schnellstmöglich, die eingestellten Drehmomentgrenzen wieder zu unterschreiten, ohne die Kontrolle über den Motor zu verlieren.

14.7 Hand- und Fern-Betrieb

14.7.1 Hand-Steuerung (Hand On) und Fern-Betrieb (Auto On)

Sie können den Frequenzumrichter manuell über das LCP oder aus der Ferne über Analog- und Digitaleingänge und Feldbus bedienen. Falls in *Parameter 0-40 [Hand On]-LCP Taste*, *Parameter 0-41 [Off]-LCP Taste*, *Parameter 0-42 [Auto On]-LCP Taste* und *Parameter 0-43 [Reset]-LCP Taste* gestattet, kann der Frequenzumrichter mit den LCP-Tasten [Hand On] und [Off] gesteuert werden. Drücken Sie [Reset], um die Alarmer zurückzusetzen. Nach Drücken der [Hand On]-Taste schaltet der Frequenzumrichter in den Hand-Betrieb und verwendet standardmäßig den Ortsollwert, den Sie mit Hilfe der Pfeiltasten am LCP einstellen können.

Nach Drücken von [Auto On] schaltet der Frequenzumrichter in die Betriebsart Auto und verwendet standardmäßig den Fernsollwert. In diesem Modus lässt

sich der Frequenzumrichter über die Digitaleingänge bzw. verschiedene serielle Schnittstellen (RS485, USB oder einen optionalen Feldbus) steuern. Mehr Informationen zum Starten, Stoppen, Ändern von Rampen und Parametersätzen finden Sie in den *Parametergruppen 5-1* Digitaleingänge* oder *8-5* Betr. Bus/Klemme*.

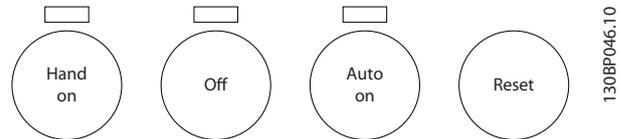


Abbildung 14.5 LCP-Steuertasten

Aktiver Sollwert und Regelverfahren

Der aktive Sollwert kann der Ortsollwert oder Fernsollwert sein.

Der Ortsollwert kann dauerhaft gewählt werden, indem Sie in *Parameter 3-13 Sollwertvorgabe [2] Ort* wählen. Wenn Sie den Fernsollwert dauerhaft wählen möchten, wählen Sie [1] *Fern*. Durch Auswahl von [0] *Umschalt. Hand/Auto* (Werkseinstellung) hängt die Sollwertvorgabe davon ab, ob Betriebsart Hand oder Auto aktiv ist.

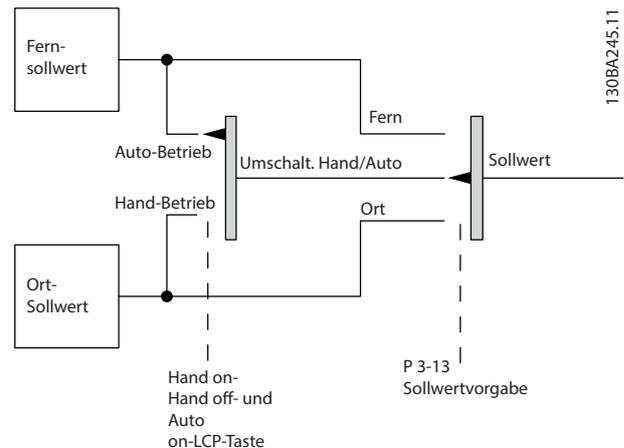


Abbildung 14.6 Aktiver Sollwert

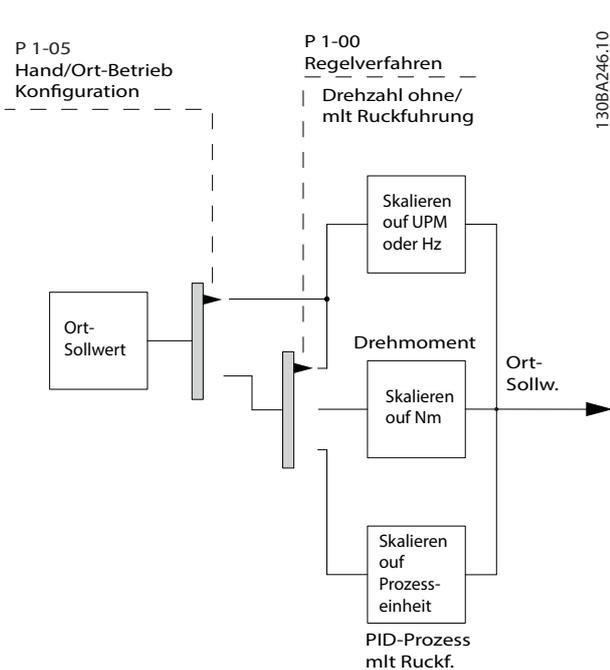


Abbildung 14.7 Regelverfahren

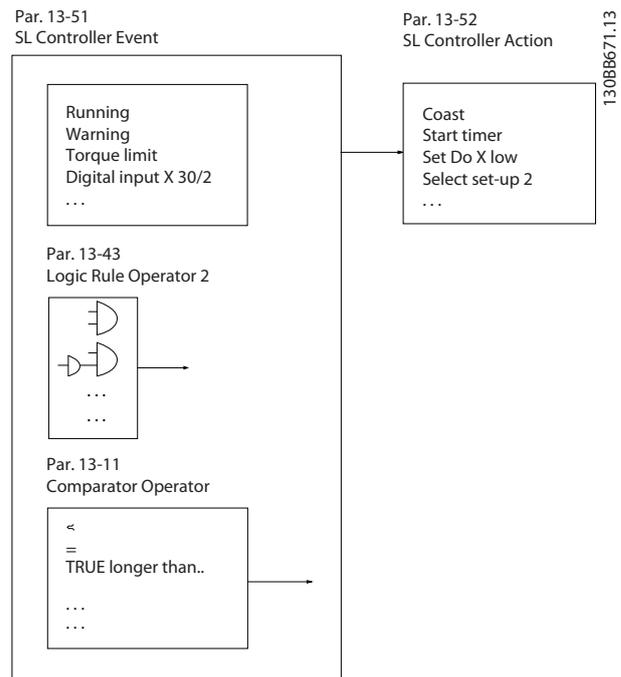


Abbildung 14.8 Aktueller Steuerstatus/Ereignis und Aktion

[Hand On]	Parameter 3-13 Sollwertvorgabe	Aktiver Sollwert
Hand	Umschalt. Hand/Auto	Ort
Hand⇒Off (Aus)	Umschalt. Hand/Auto	Ort
Auto	Umschalt. Hand/Auto	Fern
Auto⇒Off (Aus)	Umschalt. Hand/Auto	Fern
Alle Tasten	Ort	Ort
Alle Tasten	Fern	Fern

Tabelle 14.2 Bedingungen für die Aktivierung von Ort-/Fernsollwerten

Parameter 1-00 Regelverfahren definiert, welches Regelverfahren (z. B. Drehzahl, Drehmoment oder Prozessregelung) angewendet werden soll, wenn der Fernsollwert aktiv ist. Parameter 1-05 Hand/Ort-Betrieb Konfiguration definiert, welches Steuerverfahren angewendet werden soll, wenn der Ortsollwert aktiv ist. Einer von beiden ist immer aktiv, es können jedoch nicht beide gleichzeitig aktiv sein.

14.8 Smart Logic Controller

Die Smart Logic Control (SLC) ist eine Folge benutzerdefinierter Aktionen (siehe Parameter 13-52 SL-Controller Aktion [x]), die ausgeführt werden, wenn das zugehörige Ereignis (siehe Parameter 13-51 SL-Controller Ereignis [x]) als wahr ermittelt wird.

Die Bedingung für ein Ereignis kann ein bestimmter Status sein oder wenn der Ausgang einer Logikregel oder eines Vergleichers-Funktion WAHR wird. Dieser Zustand führt zu einer zugehörigen Aktion, wie in Abbildung 14.8 gezeigt.

Ereignisse und Aktionen sind jeweils nummeriert und paarweise verknüpft (Zustände). Wenn z. B. [0] Ereignis erfüllt ist (d. h. wahr ist), wird [0] Aktion ausgeführt. Danach werden die Bedingungen von [1] Ereignis ausgewertet, und wenn wahr, wird [1] Aktion ausgeführt usw. Es wird jeweils nur ein Ereignis ausgewertet. Ist das Ereignis FALSCH, wird während des aktuellen Abtastintervalls keine Aktion (im SLC) ausgeführt und es werden keine anderen Ereignisse ausgewertet. Wenn der SLC startet, wertet er bei jedem Abtastintervall nur [0] Ereignis aus. Nur wenn [0] Ereignis als WAHR bewertet wird, führt der SLC [0] Aktion aus und beginnt, [1] Ereignis auszuwerten. Es ist möglich, zwischen 1 und 20 Ereignisse und Aktionen zu programmieren. Wenn das letzte Ereignis / die letzte Aktion durchgeführt wurde, startet die Sequenz ausgehend von [0] Ereignis/[0] Aktion erneut. Abbildung 14.9 zeigt ein Beispiel mit drei Ereignissen/Aktionen:

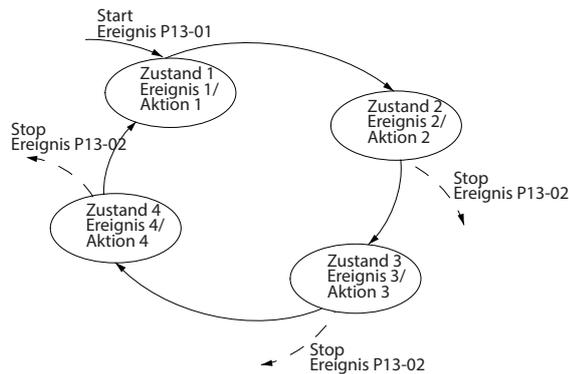


Abbildung 14.9 Beispiel für interne Stromregelung

130BA062.13

Vergleicher

Vergleicher dienen zum Vergleichen von stetigen Variablen (Ausgangsfrequenz, Ausgangsstrom und Analogeingang) mit voreingestellten Festwerten.

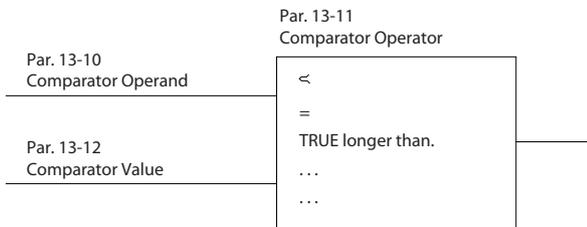


Abbildung 14.10 Vergleicher

130BB672.10

Logikregeln

Parameter zur freien Definition von binären Verknüpfungen (boolesch). Es ist möglich, 3 boolesche Zustände in einer Logikregel über UND, ODER und NICHT miteinander zu verknüpfen. Das Ergebnis (WAHR/FALSCH) können Sie z. B. von einem Digitalausgang verwenden.

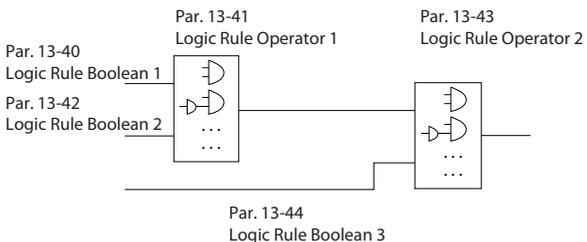


Abbildung 14.11 Logikregeln

130BB673.10

Anwendungsbeispiel

		Parameter	
FC		Funktion	Einstellung
+24 V	12	Parameter 4-30 D rehgeberüberwachung Funktion	[1] Warnung
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20	Parameter 4-31 D rehgeber max. Fehlabweichung	100 U/min
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32	Parameter 4-32 D rehgeber Timeout-Zeit	5 s
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50	Parameter 7-00 D rehgeberrückführung	[2] MCB 102
A IN	53		
A IN	54		
COM	55	Parameter 17-11 I nkremental Auflösung [Pulse/U]	1024*
A OUT	42		
COM	39		
R1	01	Parameter 13-00 Smart Logic Controller	[1] Ein
	02		
	03		
R2	04	Parameter 13-01 SL-Controller Start	[19] Warnung
	05		
	06		
		Parameter 13-02 SL-Controller Stopp	[44] [Reset]- Taste
		Parameter 13-10 Vergleicher- Operand	[21] Nr. der Warnung
		Parameter 13-11 Vergleicher- Funktion	[1] ≈*
		Parameter 13-12 Vergleicher-Wert	90
		Parameter 13-51 SL-Controller Ereignis	[22] Vergleicher 0
		Parameter 13-52 SL-Controller Aktion	[32] Digital- ausgang A- AUS

	Parameter	
	Funktion	Einstellung
	Parameter 5-40 Relaisfunktion	[80] SL-Digitalausgang A
	*=Werkseinstellung	
<p>Hinweise/Anmerkungen: Wenn der Grenzwert der Drehgeberüberwachung überschritten wird, wird <i>Warnung 90, Istwertüberwachung</i> ausgegeben. Der SLC überwacht <i>Warnung 90, Istwertüberwachung</i>. Wird <i>Warnung 90, Istwertüberwachung</i> wahr, wird Relais 1 ausgelöst. Externe Geräte können dann anzeigen, dass ggf. eine Wartung erforderlich ist. Wenn der Istwertfehler innerhalb von 5 s wieder unter diese Grenze fällt, läuft der Frequenzumrichter weiter, und die Warnung wird ausgeblendet. Drücken Sie [Reset] am LCP, um Relais 1 zurückzusetzen.</p>		

Tabelle 14.3 Verwendung von SLC zur Einstellung eines Relais

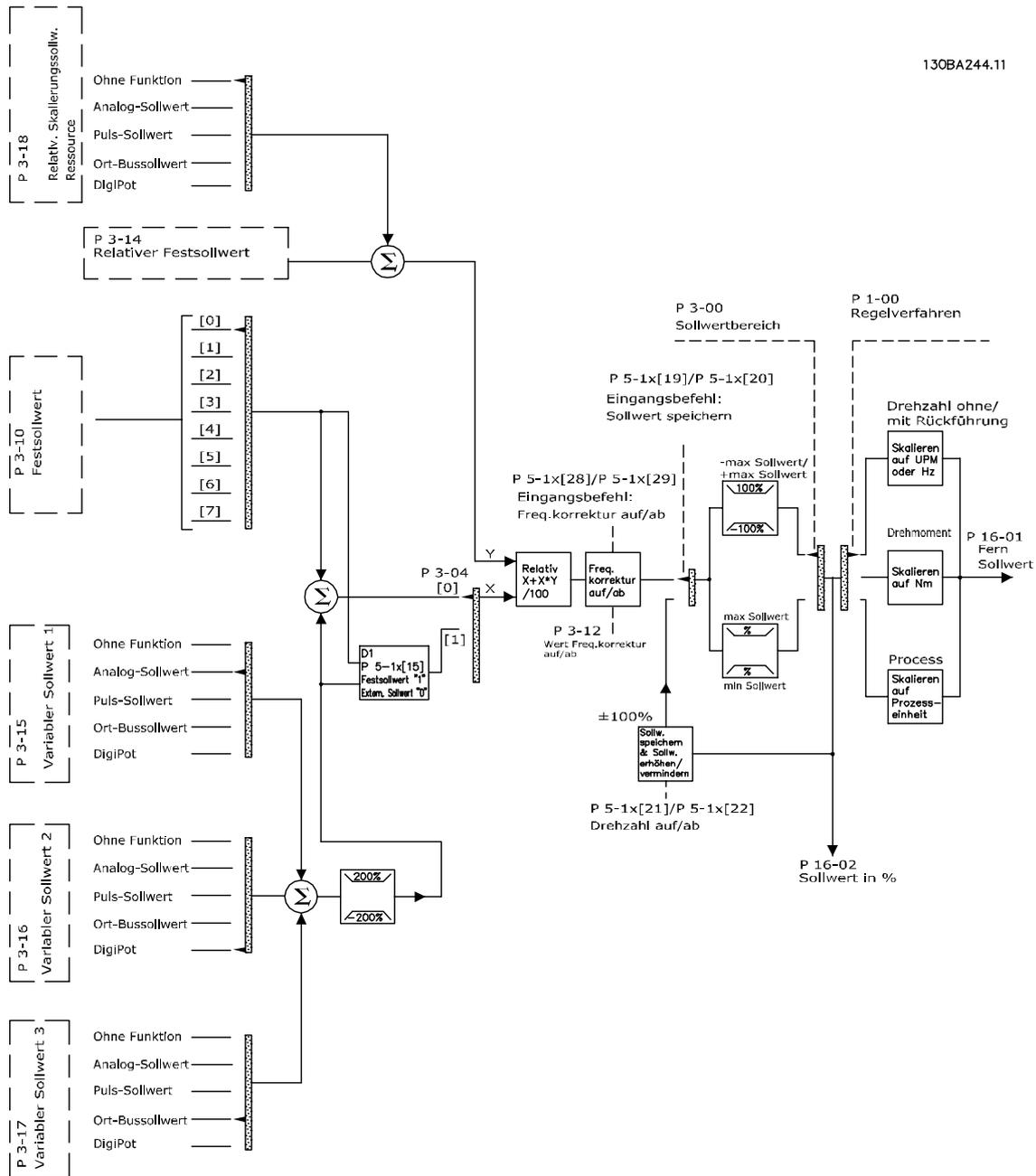
15 Sollwertverarbeitung

Ortsollwert

Der Ortsollwert ist aktiv, wenn der Frequenzrichter mit aktiver [Hand on]-Taste betrieben wird. Der Sollwert wird über die Navigationstasten [\blacktriangle / \blacktriangledown] bzw. [\blacktriangleleft / \blacktriangleright] eingestellt.

Fernsollwert

Das System zur Berechnung des Sollwerts wird in *Abbildung 15.1* gezeigt.



130BA244.11

Abbildung 15.1 Fernsollwert

Der Fernsollwert wird bei jedem Abtastintervall berechnet und besteht anfänglich aus den folgenden Sollwerteingängen:

- X (Extern): Eine Summe (siehe *Parameter 3-04 Sollwertfunktion*) von bis zu vier extern ausgewählten Sollwerten, bestehend aus einer beliebigen Kombination eines Festsollwerts (*Parameter 3-10 Festsollwert*), variabler Analog-sollwerte, variabler Digitalpulssollwerte und verschiedener serieller Bussollwerte in einer beliebigen Einheit, in welcher der Frequenzumrichter gesteuert wird ([Hz], [U/min], [Nm] usw.). Die Kombination wird durch die Einstellungen von *Parameter 3-15 Variabler Sollwert 1*, *Parameter 3-16 Variabler Sollwert 2* und *Parameter 3-17 Variabler Sollwert 3* bestimmt.
- Y (Relativ): Eine Summe eines Festsollwerts (*Parameter 3-14 Relativer Festsollwert*) und eines variablen Anlogsollwerts (*Parameter 3-18 Relativ. Skalierungssollw. Ressource*) in [%].

Die 2 Arten von Sollwerteingängen werden in folgender Formel kombiniert: Fernsollwert = $X + X * Y / 100$ %. Wenn der Fernsollwert nicht verwendet wird, müssen Sie *Parameter 3-18 Relativ. Skalierungssollw. Ressource* auf [0] Deaktiviert und *Parameter 3-14 Relativer Festsollwert* auf 0 % einstellen. Der Frequenzumrichter kann die Funktion *Frequenzkorrektur Auf/Ab* und die Funktion *Sollwert speichern* aktivieren. Die Funktionen und Parameter werden im *Programmierhandbuch* beschrieben. Die Skalierung von Anlogsollwerten wird in *Parametergruppen 6-1* Analogeingang 1* und *6-2* Analogeingang 2* und die Skalierung digitaler Pulssollwerte in *Parametergruppe 5-5* Pulseingänge* beschrieben. Sollwertgrenzen und -bereiche stellen Sie in *Parametergruppe 3-0* Sollwertgrenzen* ein.

15.1 Sollwertgrenzen

Parameter 3-00 Sollwertbereich, *Parameter 3-02 Minimaler Sollwert* und *Parameter 3-03 Maximaler Sollwert* definieren zusammen den zulässigen Bereich der Summe aller Sollwerte. Die Summe aller Sollwerte wird bei Bedarf begrenzt. Die Beziehung zwischen dem resultierenden Sollwert (nach der Befestigung) und der Summe aller Sollwerte wird in *Abbildung 15.2* und *Abbildung 15.3* gezeigt.

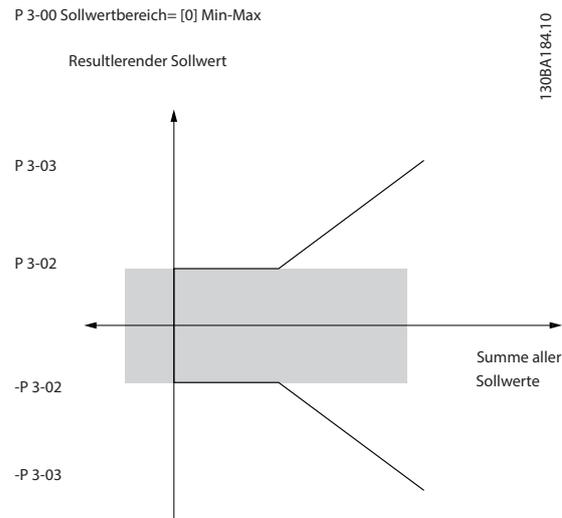


Abbildung 15.2 Beziehung zwischen resultierendem Sollwert und der Summe aller Sollwerte

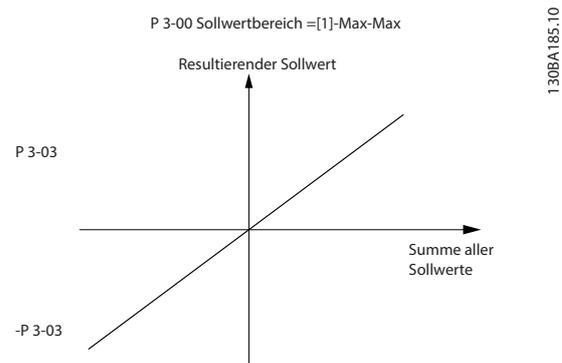


Abbildung 15.3 Resultierender Sollwert

Sie können den Wert von *Parameter 3-02 Minimaler Sollwert* nicht unter 0 einstellen, sofern *Parameter 1-00 Regelverfahren* nicht auf [3] PID-Regler eingestellt ist. In diesem Fall ergibt sich das Verhältnis zwischen dem resultierenden Sollwert (nach der Befestigung) und der Summe aller Sollwerte wie in *Abbildung 15.4* gezeigt.

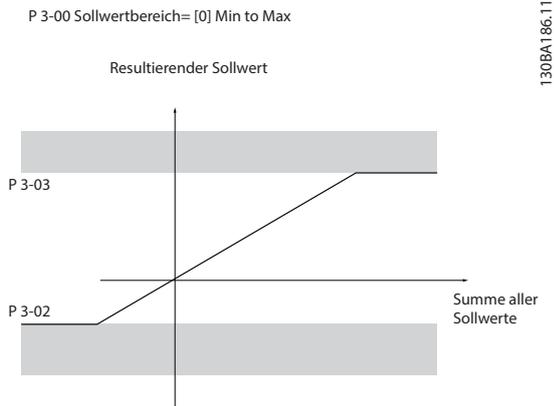


Abbildung 15.4 Summe aller Sollwerte

15.2 Skalierung von Festsollwerten

Festsollwerte werden durch Einheiten wie z. B. UPM, m/s, bar usw. angezeigt. Die Festsollwerte werden gemäß den folgenden Regeln skaliert:

- Wenn *Parameter 3-00 Sollwertbereich* auf [0] *Min. bis Max.* eingestellt ist, ist *Parameter 3-02 Minimaler Sollwert* der minimale Sollwert (0 %), und *Parameter 3-03 Maximaler Sollwert* ist der maximale Sollwert (100 %). Ein Sollwert von 50 % befindet sich genau zwischen diesen beiden Werten.
- Wenn *Parameter 3-00 Sollwertbereich* auf [1] *-Max. bis +Max.* eingestellt ist, wird *Parameter 3-02 Minimaler Sollwert* ignoriert. *Parameter 3-03 Maximaler Sollwert* ist der maximale Sollwert (100 %), der für den +Max-Wert (+100 %) und den -Max-Wert (-100 %) verwendet wird. Ein Sollwert von 50 % befindet sich genau zwischen diesen beiden Werten.

15.3 Skalierung von Analog- und Pulssollwerten und Istwert

Soll- und Istwerte werden auf gleiche Weise von Analog- und Pulseingängen skaliert. Einziger Unterschied ist, dass Sollwerte, die über oder unter den angegebenen Endpunkten liegen (P1 und P2 in *Abbildung 15.5*),

eingegrenzt werden, während dies bei Istwerten nicht der Fall ist.

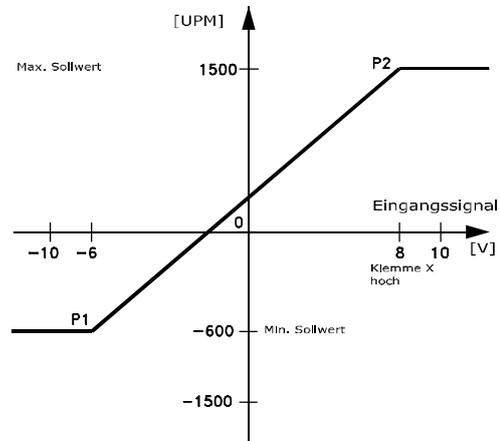


Abbildung 15.5 Skalierung von Analog- und Pulssollwerten

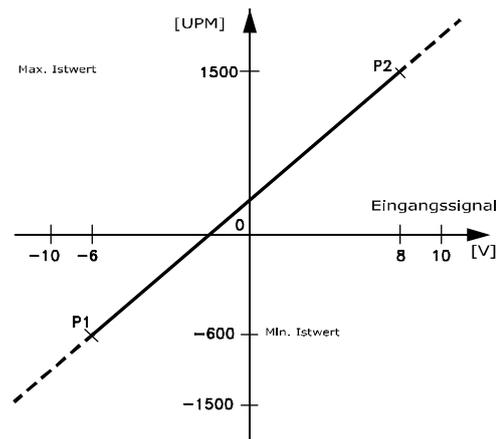


Abbildung 15.6 Skalierung von Analog- und Pulsistwerten

Die folgenden Parameter definieren die Endpunkte P1 und P2, je nachdem, ob der Analog- oder Pulseingang verwendet wird.

	Analog 53 S201=AUS	Analog 53 S201=EIN	Analog 54 S202=AUS	Analog 54 S202=EIN	Pulseingang 29	Pulseingang 33
P1 = (Minimaler Eingangswert, minimaler Sollwert)						
Minimaler Sollwert	Parameter 6-14 Klemme 53 Skal. Min.-Soll/ Istwert	Parameter 6-14 Kl emme 53 Skal. Min.-Soll/Istwert	Parameter 6-24 Klemme 54 Skal. Min.-Soll/ Istwert	Parameter 6-24 K lemme 54 Skal. Min.-Soll/Istwert	Parameter 5-52 Klemme 29 Min. Soll-/Istwert	Parameter 5-57 Klem me 33 Min. Soll-/ Istwert
Minimaler Eingangswert	Parameter 6-10 Klemme 53 Skal. Min.Spannung [V]	Parameter 6-12 Kl emme 53 Skal. Min.Strom [mA]	Parameter 6-20 Klemme 54 Skal. Min.Spannung [V]	Parameter 6-22 K lemme 54 Skal. Min.Strom [mA]	Parameter 5-50 Klemme 29 Min. Frequenz [Hz]	Parameter 5-55 Klem me 33 Min. Frequenz [Hz]
P2=(Maximaler Eingangswert, maximaler Sollwert)						
Maximaler Sollwert	Parameter 6-15 Klemme 53 Skal. Max.-Soll/ Istwert	Parameter 6-15 Kl emme 53 Skal. Max.-Soll/Istwert	Parameter 6-25 Klemme 54 Skal. Max.-Soll/ Istwert	Parameter 6-25 K lemme 54 Skal. Max.-Soll/Istwert	Parameter 5-53 Klemme 29 Max. Soll-/Istwert	Parameter 5-58 Klem me 33 Max. Soll-/ Istwert
Maximaler Eingangswert	Parameter 6-11 Klemme 53 Skal. Max.Spannung [V]	Parameter 6-13 Kl emme 53 Skal. Max.Strom [mA]	Parameter 6-21 Klemme 54 Skal. Max.Spannung [V]	Parameter 6-23 K lemme 54 Skal. Max.Strom [mA]	Parameter 5-51 Klemme 29 Max. Frequenz [Hz]	Parameter 5-56 Klem me 33 Max. Frequenz [Hz]

Tabelle 15.1 Parameter P1 und P2

15.4 Totzone um Null

In seltenen Fällen sollte der Sollwert und gelegentlich auch der Istwert eine Totzone um Null haben. Die Totzone wird verwendet, um zu gewährleisten, dass die Maschine gestoppt wird, wenn der Sollwert nahe 0 ist.

Nehmen Sie die folgenden Einstellungen vor, um die Totzone zu aktivieren und ihren Umfang zu definieren:

- Der minimale Sollwert (siehe *Tabelle 15.1* für relevanten Parameter) oder der maximale Sollwert muss 0 sein. Anders ausgedrückt: Entweder P1 oder P2 müssen an der X-Achse in *Abbildung 15.7* angetragen sein.
- Die beiden Punkte, die das Skalierungsdiagramm definieren, müssen sich im selben Quadranten befinden.

P1 oder P2 definiert die Größe der Totzone. Siehe *Abbildung 15.7*.

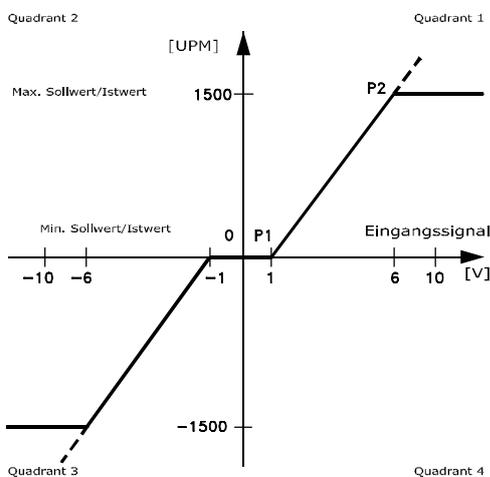


Abbildung 15.7 Totzone

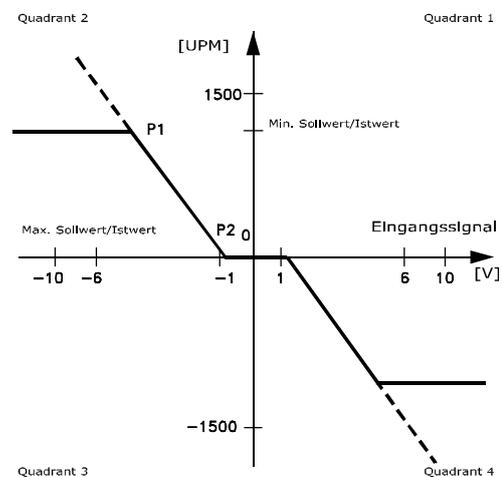


Abbildung 15.8 Reversierte Totzone

Somit ergibt sich bei einem Sollwertendpunkt von $P1 = (0 \text{ V}, 0 \text{ U/min})$ keine Totzone. Ein Sollwertendpunkt von $P1 = (1 \text{ V}, 0 \text{ U/min})$ führt jedoch zu einer Totzone von -1 V bis $+1 \text{ V}$, sofern Endpunkt $P2$ in Quadrant 1 oder Quadrant 4 gelegt wird.

Fall 1. Dieser Fall zeigt die Wirkung der Min.-Max.-Begrenzungen an einem Sollwerteingang.

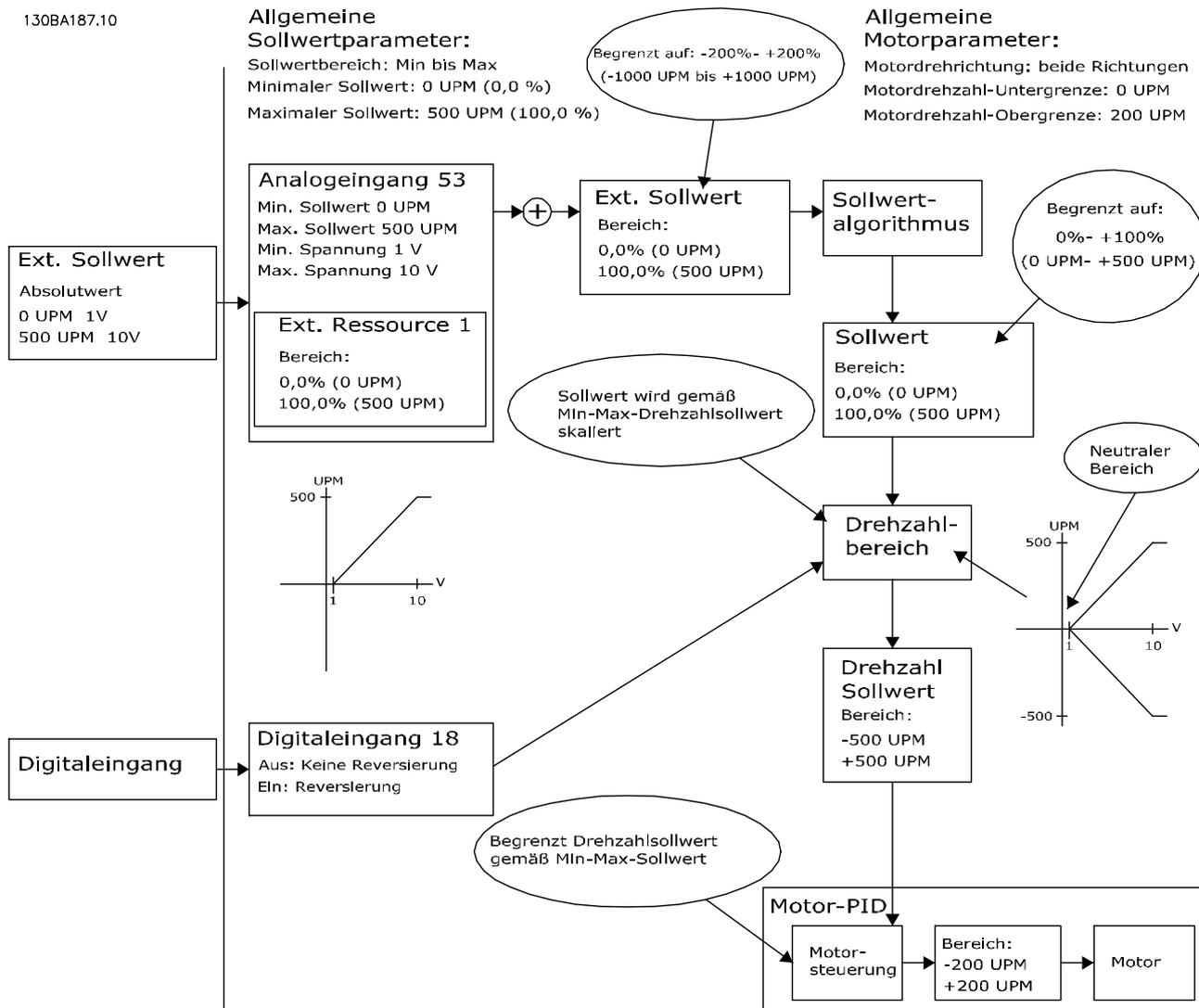
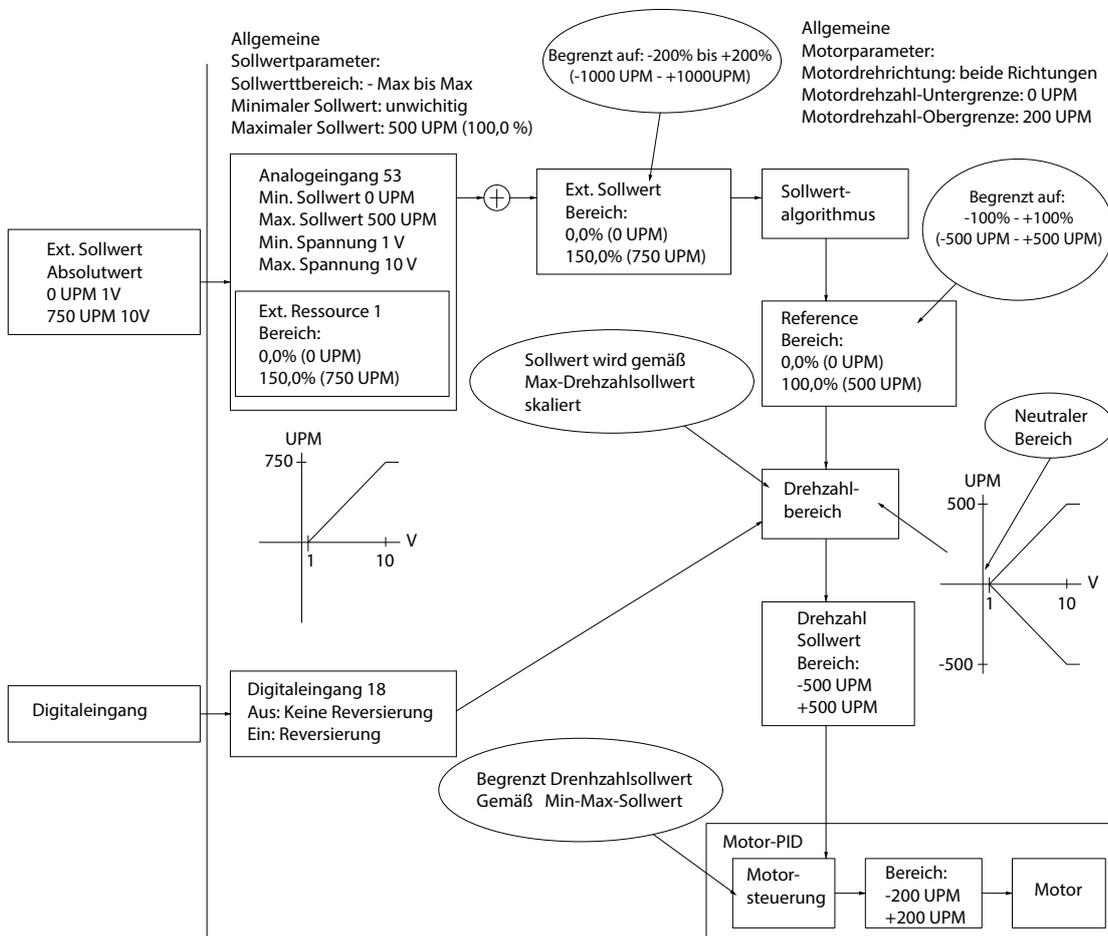


Abbildung 15.9 Positiver Sollwert mit Totzone, Digitaleingang zum Triggern der Reversierung

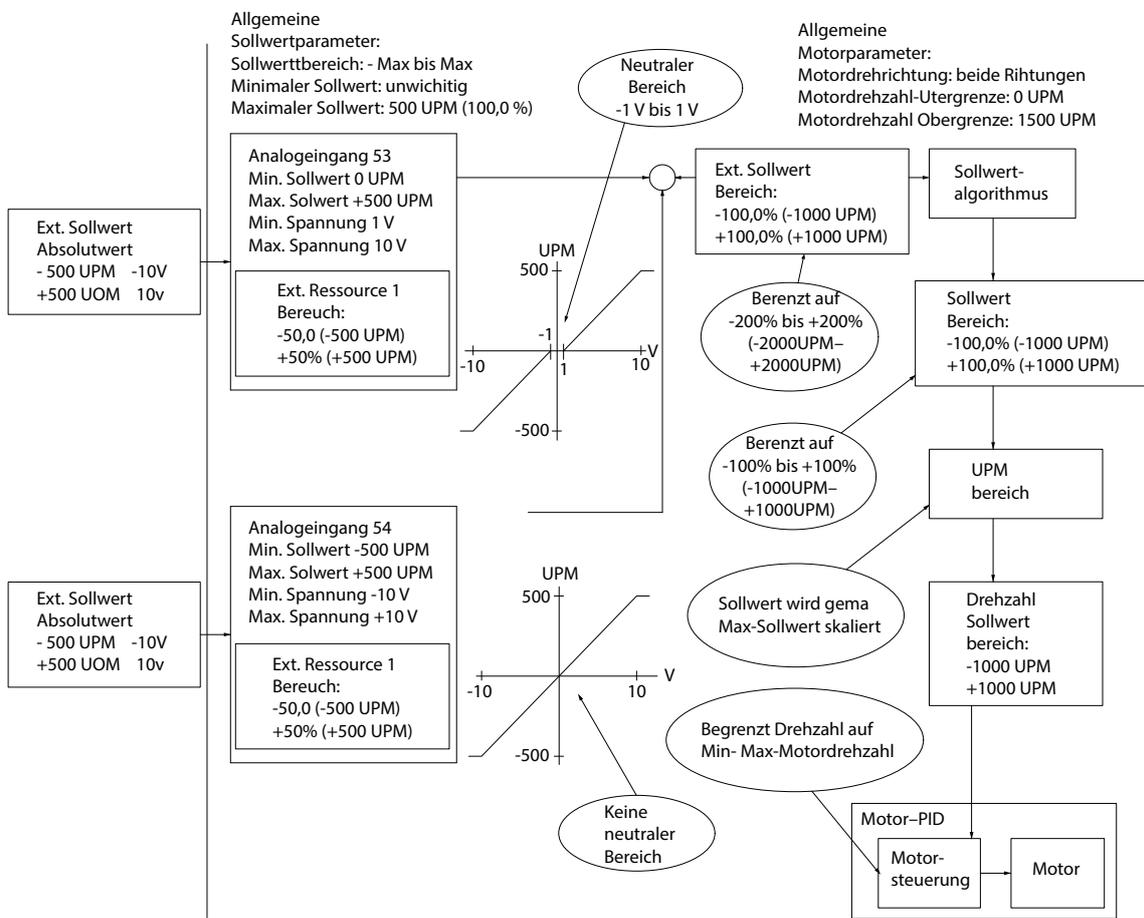
Fall 2. Dieser Fall zeigt, wie der Sollwerteingang mit Werten, die außerhalb der Grenzen für -Max und +Max liegen, die Unter- und Obergrenzen der Eingänge begrenzt, bevor der externe Sollwert addiert wird. Außerdem sehen Sie, wie der externe Sollwert durch den Sollwertalgorithmus an -Max bis +Max begrenzt wird.



130BA188.13

Abbildung 15.10 Positiver Sollwert mit Totzone, Digitaleingang zum Triggern der Reversierung. Begrenzungsregeln

Fall 3.



e30ba189.12

Abbildung 15.11 Bipolarer Sollwert mit Totzone. Vorzeichen bestimmt die Richtung, -Max. bis +Max.

16 PID-Regler

16.1 PID-Drehzahlregler

Parameter 1-00 Regelverfahren	Parameter 1-01 Steuerprinzip			
	U/f	VVC+	Fluxvektor oh. Geber	Fluxvektor mit Geberrückführung
[0] Ohne Rückführung	Nicht aktiv	Nicht aktiv	Aktiv	–
[1] Mit Drehgeber	–	Aktiv	–	Aktiv
[2] Drehmomentregler	–	–	–	Nicht aktiv
[3] PID-Prozess	–	Nicht aktiv	Aktiv	Aktiv

Tabelle 16.1 Steuerkonfigurationen mit aktiver Drehzahlregelung

„Nicht aktiv“ bedeutet, dass der Modus verfügbar ist, aber die Drehzahlregelung in diesem Modus nicht aktiv ist.

HINWEIS

Die PID-Drehzahlregelung funktioniert mit der Standard-Parametereinstellung (Werkseinstellungen), Sie sollten sie jedoch zur Optimierung der Motorsteuerung anpassen. Das Potenzial der beiden Flux-Motorsteuerprinzipien hängt von der richtigen Einstellung ab.

16.1.1 Parameter für PID-Drehzahlregler

Parameter	Funktionsbeschreibung	
Parameter 7-00 Drehgeberrückführung	Legt den Eingang fest, von dem der PID-Drehzahlregler den Istwert erhält.	
Parameter 30-83 Drehzahlregler P-Verstärkung	Je höher der Wert, desto schneller die Regelung. Ein zu hoher Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.	
Parameter 7-03 Drehzahlregler I-Zeit	Eliminiert eine Abweichung von der stationären Drehzahl. Je niedriger der Wert, desto schneller die Reaktion. Ein zu niedriger Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.	
Parameter 7-04 Drehzahlregler D-Zeit	Liefert Verstärkung proportional zur Veränderungsrate des Istwerts. Die Einstellung 0 deaktiviert den Differentiator.	
Parameter 7-05 Drehzahlregler D-Verstärk./Grenze	Kommt es in einer Anwendung zu sehr schnellen Änderungen des Soll- oder Istwertes, so kann der Differentiator zum Überschwingen neigen. Je schneller sich die Regelabweichung ändert, desto höher fällt auch die Differentiationsverstärkung aus. Sie können die Differentiationsverstärkung daher begrenzen, so dass sowohl eine angemessene Differentiationszeit bei langsamen Änderungen als auch eine angemessene Verstärkung bei schnellen Änderungen eingestellt werden kann.	
Parameter 7-06 Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit	Ein Tiefpassfilter dämpft Schwingungen auf dem Istwertsignal und verbessert die stationäre Leistung. Bei einer zu langen Filterzeit nimmt jedoch die dynamische Leistung des PID-Drehzahlreglers ab. Einstellungen von <i>Parameter 7-06 Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit</i> aus der Praxis anhand der Anzahl von Impulsen pro Umdrehung am Drehgeber (PPR):	
	Drehgeber-PPR	Parameter 7-06 Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit
	512	10 ms
	1024	5 ms
	2048	2 ms
4096	1 ms	

Tabelle 16.2 Relevante Parameter für den PID-Drehzahlregler

16.1.2 Beispiel zur Programmierung der Drehzahlregelung

In diesem Fall wird der PID-Drehzahlregler verwendet, um eine konstante Motordrehzahl trotz veränderlicher Motorlast aufrecht zu erhalten. Die erforderliche Motordrehzahl wird über ein Potenziometer eingestellt, das mit Klemme 53 verbunden ist. Der Drehzahlbereich liegt zwischen 0 und 1500 U/min, was 0 bis 10 V über das Potenziometer entspricht. Ein mit Klemme 18 verbundener Schalter regelt das Starten und das Stoppen. Der PID-Drehzahlregler überwacht die aktuelle Drehzahl des Motors mit Hilfe eines 24 V/HTL-Inkrementalgebers als Istwertgeber. Der Istwertgeber (1024 Impulse pro Umdrehung) ist mit den Klemmen 32 und 33 verbunden.

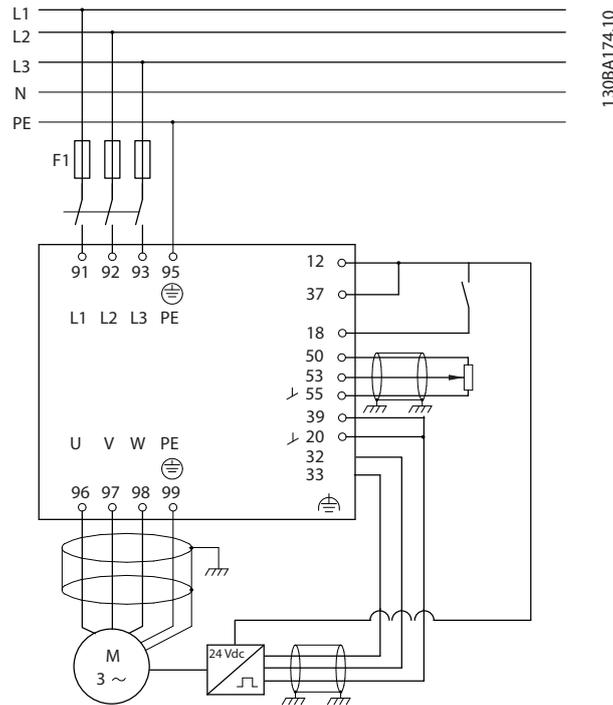


Abbildung 16.1 Anschlüsse für die Drehzahlregelung

16.1.3 Programmierreihenfolge für den PID-Drehzahlregler

Folgendes ist in der genannten Reihenfolge zu programmieren (siehe Erläuterung der Einstellungen im *Programmierhandbuch*). In *Tabelle 16.3* wird davon ausgegangen, dass alle anderen Parameter und Schalter in Werkseinstellung verwendet werden.

Funktion	Parameternummer	Einstellung
1) Stellen Sie das einwandfreie Laufen des Motors folgendermaßen sicher:		
Stellen Sie die Motorparameter anhand der Typenschilddaten ein.	Parametergruppe 1-2* Motordaten	Siehe Motor-Typenschild.
Führen Sie eine automatische Motoranpassung (AMA) durch.	Parameter 1-29 Autom. Motoranpassung	[1] Komplette AMA
2) Prüfen Sie, ob der Motor läuft und der Drehgeber ordnungsgemäß angeschlossen ist. Gehen Sie wie folgt vor:		
Drücken Sie [Hand On]. Prüfen Sie, ob der Motor läuft und in welche Richtung er sich dreht (positive Richtung).		Stellen Sie einen positiven Sollwert ein.
Gehen Sie zu <i>Parameter 16-20 Rotor-Winkel</i> . Drehen Sie den Motor langsam in die positive Richtung. Das Drehen muss so langsam erfolgen (nur wenige U/min), dass Sie feststellen können, ob der Wert in <i>Parameter 16-20 Rotor-Winkel</i> zu- oder abnimmt.	Parameter 16-20 Rotor-Winkel	k. A. Schreibgeschützter Parameter. Bemerkung: Ein ansteigender Wert läuft bei 65535 über und startet erneut bei 0.

Funktion	Parameternummer	Einstellung
Wenn <i>Parameter 16-20 Rotor-Winkel</i> abnimmt, ändern Sie die Drehgeberichtung in <i>Parameter 5-71 Kl. 32/33 Drehgeber Richtung</i> .	<i>Parameter 5-71 Kl. 32/33 Drehgeber Richtung</i>	[1] Links (falls <i>Parameter 16-20 Rotor-Winkel</i> abnimmt)
3) Stellen Sie sicher, dass die Grenzwerte des Frequenzumrichters auf sichere Werte eingestellt sind		
Stellen Sie zulässige Grenzwerte für die Sollwerte ein.	<i>Parameter 3-02 Minimaler Sollwert</i>	0 U/min (Werkseinstellung)
	<i>Parameter 3-03 Maximaler Sollwert</i>	1500 U/min (Werkseinstellung)
Stellen Sie sicher, dass die Rampeneinstellungen innerhalb des Leistungsbereichs des Geräts liegen und zulässigen Spezifikationen für den Anwendungsbetrieb entsprechen.	<i>Parameter 3-41 Rampenzeit Auf 1</i>	Werkseinstellung
	<i>Parameter 3-42 Rampenzeit Ab 1</i>	
Stellen Sie zulässige Grenzwerte für die Motordrehzahl und -frequenz ein.	<i>Parameter 4-11 Min. Drehzahl [UPM]</i>	0 U/min (Werkseinstellung)
	<i>Parameter 4-13 Max. Drehzahl [UPM]</i>	1500 U/min (Werkseinstellung)
	<i>Parameter 4-19 Max. Ausgangsfrequenz</i>	60 Hz (Werkseinstellung 132 Hz)
4) Konfigurieren Sie die Drehzahlregelung und wählen Sie das Motorsteuerprinzip.		
Aktivierung der Drehzahlregelung.	<i>Parameter 1-00 Regelverfahren</i>	[1] Mit Drehgeber
Auswahl des Motorsteuerprinzips.	<i>Parameter 1-01 Steuerprinzip</i>	[3] Fluxvektor mit Geber
5) Konfigurieren und skalieren Sie den Sollwert für die Drehzahlregelung.		
Stellen Sie Analogeingang 53 als Sollwertquelle ein.	<i>Parameter 3-15 Variabler Sollwert 1</i>	Nicht notwendig (Werkseinstellung)
Skalieren Sie den Analogeingang 53 von 0 U/min (0 V) bis 1500 U/min (10 V).	<i>Parametergruppe 6-1* Analogeingang 1</i>	Nicht notwendig (Werkseinstellung)
6) Konfigurieren Sie das Signal des 24V/HTL-Drehgebers als Istwert für die Motorsteuerung und die Drehzahlregelung.		
Stellen Sie die Digitaleingänge 32 und 33 als Drehgeberingänge ein.	<i>Parameter 5-14 Klemme 32 Digitaleingang</i>	[0] Ohne Funktion (Werkseinstellung)
	<i>Parameter 5-15 Klemme 33 Digitaleingang</i>	
Wählen Sie Klemme 32/33 als Motor-Istwert.	<i>Parameter 1-02 Drehgeber Anschluss</i>	Nicht notwendig (Werkseinstellung)
Wählen Sie Klemme 32/33 als PID-Drehzahlrückführung.	<i>Parameter 7-00 Drehgeber-rückführung</i>	Nicht notwendig (Werkseinstellung)
7) Stellen Sie die Parameter für die PID-Drehzahlregelung ein.		
Verwenden Sie ggf. die Einstellungsanweisungen oder stellen Sie manuell ein.	<i>Parametergruppe 7-0*PID Drehzahlregler</i>	Siehe Kapitel 16.1.4 Optimieren des PID-Drehzahlreglers
8) Fertig!		
Speichern Sie die Parametereinstellung im LCP.	<i>Parameter 0-50 LCP-Kopie</i>	[1] Speichern in LCP

Tabelle 16.3 Programmierreihenfolge

16.1.4 Optimieren des PID-Drehzahlreglers

Die folgenden Einstellungsanweisungen sind empfehlenswert, wenn in Anwendungen mit träger Last (mit geringer Reibung) eines der Flux-Motorsteuerprinzipien angewendet wird.

Der Wert von *Parameter 30-83 Drehzahlregler P-Verstärkung* hängt von der Gesamtträgheit von Motor und Last ab. Die ausgewählte Bandbreite kann anhand der folgenden Formel berechnet werden:

$$Par. 7 - 02 = \frac{Gesamt-Trägheit [kgm^2] \times Par. 1 - 25}{Par. 1 - 20 \times 9550} \times Bandbreite$$

[rad/s]

HINWEIS

Parameter 1-20 Motornennleistung [kW] ist die Motorleistung in Kilowatt. Geben Sie also beispielsweise 4 kW anstelle von 4000 W in die Formel ein.

Ein praktischer Wert für die Bandbreite ist 20 rad/s. Prüfen Sie das Ergebnis der Berechnung von *Parameter 30-83 Drehzahlregler P-Verstärkung* mit der folgenden Formel. Diese Funktion ist nicht erforderlich bei einem hochauflösenden Istwert wie z. B. einem SinCos-Istwert.

$$Par. 7 - 02_{MAX} = \frac{0.01 \times 4 \times Geber-Auflösung \times Par. 7 - 06}{2 \times \pi}$$

x Max. Drehmoment Rippel [%]

Ein guter Ausgangswert für *Parameter 7-06 Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit* ist 5 ms. Eine niedrigere Drehgeberauflösung erfordert einen höheren Filterwert. Normalerweise ist ein max. Drehmoment-Rippel von 3 % zulässig. Für Inkrementalgeber finden Sie die Drehgeberauflösung entweder in *Parameter 5-70 Kl. 32/33 Drehgeber Aufl. [Pulse/U]* (24 V HTL bei Standard-Frequenzumrichter) oder in *Parameter 17-11 Inkremental Auflösung [Pulse/U]* (5 V TTL für Optionsmodul VLT® Drehgebereingang MCB 102).

Generell wird die passende Obergrenze von *Parameter 30-83 Drehzahlregler P-Verstärkung* anhand der Drehgeberauflösung und der Istwert-Filterzeit ermittelt.

Andere Faktoren in der Anwendung können den *Parameter 30-83 Drehzahlregler P-Verstärkung* jedoch auf einen niedrigeren Wert begrenzen.

Zum Minimieren von Übersteuerung können Sie *Parameter 7-03 Drehzahlregler I-Zeit* auf ca. 2,5 Sek. einstellen. Die Zeit hängt von der Anwendung ab.

Stellen Sie *Parameter 7-04 Drehzahlregler D-Zeit* auf 0 ein, bis alle anderen Einstellungen vorgenommen wurden. Bei Bedarf können Sie die Optimierung abschließen, indem Sie experimentieren und diese Einstellung in kleinen Schritten ändern.

16.2 PID-Prozessregler

Mit dem PID-Prozessregler lassen sich Anwendungsparameter steuern, die mit unterschiedlichen Sensoren messbar sind (Druck, Temperatur, Fluss) und vom angeschlossenen Motor über eine Pumpe oder einen Lüfter beeinflusst werden können.

Tabelle 16.4 zeigt die Konfigurationen, bei denen die Prozessregelung möglich ist. Stellen Sie die Parameter für den PID-Drehzahlregler ein, wenn ein Flux-Motorsteuerprinzip verwendet wird. Lesen Sie *Kapitel 14.3.1 Regelungsstruktur bei VVC+ Advanced Vector Control*, um zu sehen, wo die Drehzahlregelung aktiviert ist.

Parameter 1-00 Reg elverfahren	Parameter 1-01 Steuerprinzip			
	U/f	VVC+	Fluxvektor oh. Geber	Fluxvektor mit Geberrückführung
[3] PID-Prozess	-	PID-Prozess	Prozess und Drehzahl	Prozess und Drehzahl

Tabelle 16.4 Prozessregelungskonfigurationen

HINWEIS

Die PID-Prozessregelung funktioniert mit der Standard-Parametereinstellung, sollte jedoch zur Optimierung der Anwendungssteuerung angepasst werden. Das Potenzial der beiden Flux-Motorsteuerprinzipien hängt von der richtigen Einstellung der PID-Drehzahlregelung ab. Die Optimierung der PID-Drehzahlregelung wird vor der Optimierung der PID-Prozessregelung vorgenommen.

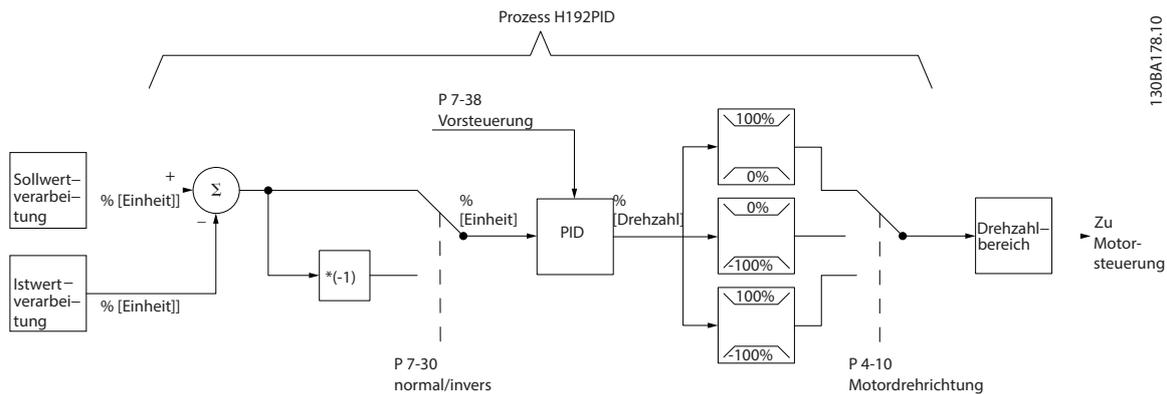


Abbildung 16.2 Diagramm für PID-Prozessregler

16.2.1 Parameter für PID-Prozessregler

Folgende Parameter sind für die Prozessregelung relevant

Parameter	Funktionsbeschreibung
Parameter 7-20 PID-Prozess Istwert 1	Legt den Eingang fest, von dem der PID-Prozess den Istwert erhält.
Parameter 7-22 PID-Prozess Istwert 2	Gegebenenfalls: Legt fest, ob (und von woher) die PID-Prozessregelung ein zusätzliches Istwertsignal erhält. Wenn Sie einen weiteren Istwertanschluss ausgewählt haben, werden die beiden Istwertsignale vor der Verwendung im PID-Prozessregler addiert.
Parameter 7-30 Auswahl Normal-/Invers-Regelung	Im Betriebsmodus [0] Normal reagiert die Prozessregelung mit einer Erhöhung der Motordrehzahl, wenn der Istwert den Sollwert unterschreitet. In der gleichen Situation, jedoch im Betriebsmodus [1] Invers, reagiert die Prozessregelung stattdessen mit einer abnehmenden Motordrehzahl.
Parameter 7-31 PID-Prozess Anti-Windup	Die Anti-Windup-Funktion bewirkt, dass im Falle des Erreichens einer Frequenz- oder Drehmomentgrenze der Integrator auf eine Verstärkung eingestellt wird, die der aktuellen Frequenz entspricht. Diese Funktion verhindert, dass bei einer Abweichung, die mit einer Drehzahländerung nicht auszugleichen wäre, weiter integriert wird. Deaktivieren Sie diese Funktion durch Auswahl von [0] Off.
Parameter 7-32 PID-Prozess Reglerstart bei	In einigen Anwendungen kann das Erreichen der gewünschten Drehzahl bzw. des Sollwerts lange dauern. In solchen Fällen ist es vorteilhaft, eine Motorfrequenz festzulegen, auf die der Frequenzumrichter den Motor ungeregelt hochfahren soll, bevor die Prozessregelung aktiviert wird. Stellen Sie durch Festlegen eines Startwerts für den PID-Prozess in Parameter 7-32 PID-Prozess Reglerstart bei eine feste Motordrehzahl ein.
Parameter 7-33 PID-Prozess P-Verstärkung	Je höher der Wert, desto schneller die Regelung. Ein zu hoher Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.
Parameter 7-34 PID-Prozess I-Zeit	Eliminiert eine Abweichung von der stationären Drehzahl. Je niedriger der Wert, desto schneller die Reaktion. Ein zu niedriger Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.
Parameter 7-35 PID-Prozess D-Zeit	Liefert Verstärkung proportional zur Veränderungsrate des Istwerts. Die Einstellung 0 deaktiviert den Differentiator.
Parameter 7-36 PID-Prozess D-Verstärkung/Grenze	Wenn in einer gegebenen Anwendung Sollwert oder Istwert raschen Änderungen unterliegen, kann die Differentiationsverstärkung begrenzt werden, um die Einstellung einer angemessenen Differentiationszeit für langsame Fehleränderungen zu ermöglichen.
Parameter 7-38 PID-Prozess Vorsteuerung	In Anwendungen mit einer ausgeglichenen und in etwa linearen Beziehung zwischen dem Sollwert und der dafür erforderlichen Motordrehzahl können Sie die dynamische Leistung der PID-Prozessregelung gegebenenfalls mit Hilfe des Vorsteuerungsfaktors steigern.

Parameter	Funktionsbeschreibung
Parameter 5-54 Pulseingang 29 Filterzeit (Pulseingang 29), Parameter 5-59 Pulseingang 33 Filterzeit (Pulseingang 33), Parameter 6-16 Klemme 53 Filterzeit (Analogeingang 53), Parameter 6-26 Klemme 54 Filterzeit (Analogeingang 54)	<p>Sofern beim Istwertsignal Rippelströme bzw. -spannungen auftreten, können diese mit Hilfe eines Tiefpassfilters gedämpft werden. Diese Zeitkonstante ist ein Ausdruck für eine Drehzahlgrenze der Rippel, die beim Istwertsignal auftreten.</p> <p>Beispiel: Ist das Tiefpassfilter auf 0,1 s eingestellt, so ist die Eckfrequenz 10 RAD/s, (Kehrwert von 0,1), was $(10/(2 \times \pi)) = 1,6$ Hz entspricht. Das Beispiel zeigt, dass der Filter alle Ströme/Spannungen herausfiltert, die um mehr als 1,6 Schwingungen pro Sekunde schwanken. Es wird also nur ein Istwertsignal geregelt, das mit einer Frequenz (Drehzahl) von unter 1,6 Hz schwankt.</p> <p>Der Tiefpassfilter verbessert die stationäre Leistung, bei einer zu langen Filterzeit nimmt jedoch die dynamische Leistung der PID-Prozessregelung ab.</p>

Tabelle 16.5 Parameter der Prozessregelung

16.2.2 Beispiel für PID-Prozessregler

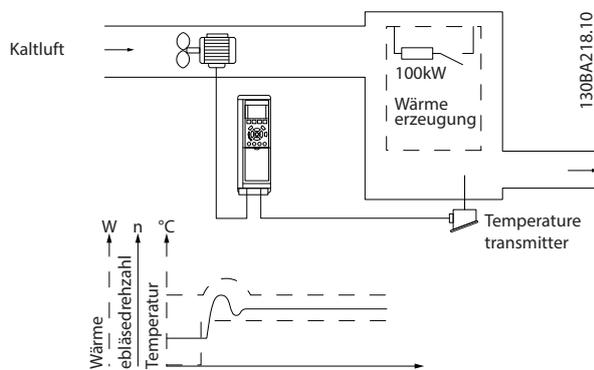


Abbildung 16.3 Beispiel für den PID-Prozessregler in einer Lüftungsanlage

In diesem Beispiel einer Lüftungsanlage soll mit Hilfe eines 0- bis 10-V-Potenzimeters die Temperatur zwischen -5 °C (23 °F) und +35 °C (95 °F) einstellbar sein. Die Temperatur wird mit Hilfe der Prozessregelung konstant gehalten.

Wenn die Temperatur steigt, erhöht der PID-Prozessregler auch die Drehzahl des Gebläses, um einen stärkeren Luftstrom zu erzeugen. Sinkt die Temperatur, verringert sich die Drehzahl. Der Transmitter wird als Temperatursensor mit einem Funktionsbereich von -10 °C (14 °F) bis +40 °C (104 °F), 4-20 mA, verwendet. Minimale/maximale Drehzahl 300/1500 UPM.

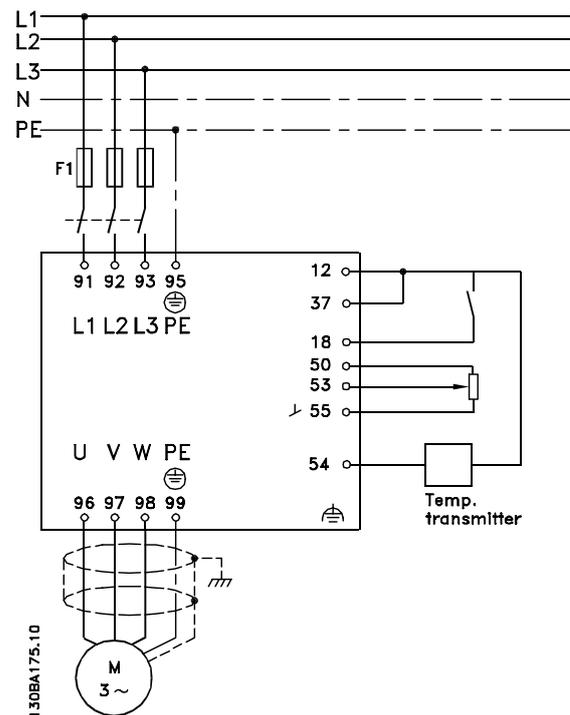


Abbildung 16.4 Zweileiter-Transmitter

Die folgenden Schritte sind eine Anleitung für die Einrichtung des PID-Prozessreglers in *Abbildung 16.4*.

1. Start/Stop über Schalter an Klemme 18.
2. Temperatursollwert über Potenziometer (-5 bis 35 °C (23 bis 95 °F) an Klemme 53.
3. Temperaturistwert über Transmitter (-10 bis 40 °C (14 bis 104 °F, 4 bis 20 mA) an Klemme 54. Schalter S202 ist auf EIN (Stromeingang) gestellt.

16.2.3 Programmierreihenfolge für PID-Prozessregler

Funktion	Parameter	Einstellung
Initialisieren Sie den Frequenzumrichter	<i>Parameter 14-22 Betrieb sart</i>	[2] <i>Initialisierung</i> 1. Führen Sie einen Aus- und Einschaltzyklus durch. 2. Drücken Sie [Reset].
1) Einstellen der Motorparameter:		
Stellen Sie die Motorparameter anhand der Typenschilddaten ein.	<i>Parametergruppe 1-2* Motordaten</i>	Siehe Motor-Typenschild.
Führen Sie eine automatische Motoranpassung (AMA) durch.	<i>Parameter 1-29 Autom. Motoranpassung</i>	[1] Komplette AMA
2) Prüfen Sie, ob der Motor in der richtigen Richtung läuft:		
Bei Anschluss des Motors an einen Frequenzumrichter mit einfacher Phasenreihenfolge wie U - U, V- V; oder W - W dreht sich die Motorwelle gesehen vom Wellenende im Rechtslauf.		
Drücken Sie die [Hand On]-Taste am LCP. Prüfen Sie die Wellendrehrichtung, indem Sie einen manuellen Sollwert anlegen.		
Falls sich der Motor in die falsche Richtung dreht: 1. Ändern Sie die Motordrehrichtung in <i>Parameter 4-10 Motor Drehrichtung</i> . 2. Schalten Sie das Netz aus - warten Sie auf das auf Entladen der Zwischenkreisspannung - tauschen Sie zwei der Motorphasen.	<i>Parameter 4-10 Motor Drehrichtung</i>	Wählen Sie die richtige Drehrichtung der Motorwelle.
Stellen Sie das Regelverfahren ein.	<i>Parameter 1-00 Regelverfahren</i>	[3] <i>PID-Prozess</i>
Stellen Sie die Hand/Ort-Betrieb Konfiguration ein.	<i>Parameter 1-05 Hand/Ort-Betrieb Konfiguration</i>	[0] <i>Drehzahlsteuerung</i>
3) Konfigurieren Sie den Sollwert, d. h. den Bereich der Sollwertverarbeitung. Stellen Sie die Skalierung des Analogeingangs in <i>Parametergruppe 6-** Analoge Ein-/Ausg. ein:</i>		
Stellen Sie Soll-/Istwert-Einheiten ein: Stellen Sie den min. Sollwert ein (10 °C (50 °F)): Stellen Sie den maximalen Sollwert ein (80 °C (176 °F)): Wird der Einstellwert durch einen Festwert (Arrayparameter) bestimmt, setzen Sie andere Sollwertquellen auf Keine Funktion.	<i>Parameter 3-01 Soll-/Istwerteneinheit</i> <i>Parameter 3-02 Minimaler Sollwert</i> <i>Parameter 3-03 Maximaler Sollwert</i> <i>Parameter 3-10 Festsollwert</i>	[60] °C Displayeinheit -5 °C 35 °C (95 °F) [0] 35% $\text{Sollw.} = \frac{\text{Par.} \cdot 3 - 10_{(0)}}{100} \times ((\text{Par.} \cdot 3 - 03) - (\text{par.} \cdot 3 - 02)) = 24,5^\circ \text{C}$ <i>Parameter 3-14 Relativer Festsollwert bis Parameter 3-18 Relativ. Skalierungssollw. Ressource [0]=Keine Funktion</i>
4) Stellen Sie Grenzen für den Frequenzumrichter ein:		
Stellen Sie die Rampenzeiten auf einen ungefähren Wert von 20 s ein.	<i>Parameter 3-41 Rampenzeit Auf 1</i> <i>Parameter 3-42 Rampenzeit Ab 1</i>	20 s 20 s
Stellen Sie die min. Drehzahlgrenzen ein: Stellen Sie die maximale Motordrehzahlgrenze ein: Stellen Sie die maximale Ausgangsfrequenz ein:	<i>Parameter 4-11 Min. Drehzahl [UPM]</i> <i>Parameter 4-13 Max. Drehzahl [UPM]</i> <i>Parameter 4-19 Max. Ausgangsfrequenz</i>	300 UPM 1500 U/min 60 Hz
Stellen Sie S201 oder S202 auf die gewünschte Analogeingangsfunktion (Volt (V) oder Milliampere (I)) ein:		
HINWEIS		
Schalten Sie den Frequenzumrichter aus, bevor Sie die Stellung der Schalter ändern. Bewegen Sie die Schalter vorsichtig mit den Fingern.		

Funktion	Parameter	Einstellung
5) Skalieren Sie die für Sollwert und Istwert verwendeten Analogeingänge:		
Stellen Sie Klemme 53 Skal. Min. Spannung ein:	<i>Parameter 6-10 Klemme 53 Skal. Min.Spannung</i>	0 V 10 V
Stellen Sie Klemme 53 Skal. Max.Spannung ein:	<i>Parameter 6-11 Klemme 53 Skal. Max.Spannung</i>	-5 °C 35 °C (95 °F)
Stellen Sie Klemme 54 Skal. Min.-Soll/Istwert ein:	<i>Parameter 6-24 Klemme 54 Skal. Min.-Soll/Istwert</i>	[2] <i>Analogeingang 54</i>
Stellen Sie Klemme 54 Skal. Max.-Soll/Istwert ein:	<i>Parameter 6-25 Klemme 54 Skal. Max.-Soll/</i>	
Legen Sie den Istwertanschluss fest:	<i>Istwert</i> <i>Parameter 7-20 PID-Prozess Istwert 1</i>	
6) Grundlegende PID-Einstellungen:		
PID-Prozess normal/invers	<i>Parameter 7-30 Auswahl Normal-/Invers-Regelung</i>	[0] <i>Normal</i>
PID-Prozess Anti-Windup.	<i>Parameter 7-31 PID-Prozess Anti-Windup</i>	[1] <i>Ein</i>
PID-Prozess Reglerstartdrehzahl.	<i>Parameter 7-32 PID-Prozess Reglerstart bei</i>	300 UPM
LCP-Kopie.	<i>Parameter 0-50 LCP-Kopie</i>	[1] <i>Speichern in LCP</i>

Tabelle 16.6 Beispiel für Konfiguration des PID-Prozessreglers

16.2.4 Optimierung des Prozessreglers

Nachdem die Grundeinstellungen vorgenommen wurden, optimieren Sie Folgendes:

- Proportionalverstärkung
- Integrationszeit
- Differentiationszeit

Sie können die Grundeinstellungen können bei den meisten Prozessen durch Befolgen der nachstehenden Anweisungen vornehmen:

1. Starten Sie den Motor.
2. Setzen Sie *Parameter 7-33 PID-Prozess P-Verstärkung* auf 0,3 und erhöhen Sie den Wert, bis das Istwertsignal gleichmäßig zu schwingen beginnt. Verringern Sie dann den Wert, bis das Istwertsignal stabilisiert ist. Senken Sie die Proportionalverstärkung jetzt um 40-60 %.
3. Setzen Sie *Parameter 7-34 PID-Prozess I-Zeit* auf 20 s und setzen Sie den Wert dann herab, bis das Istwertsignal gleichmäßig zu schwingen beginnt. Erhöhen Sie die Integrationszeit, bis sich das Istwertsignal stabilisiert, gefolgt von einer Erhöhung um 15-50 %.
4. Verwenden Sie *Parameter 7-35 PID-Prozess D-Zeit* nur bei sehr schnellen Systemen (Differentiationszeit). Der typische Wert ist das Vierfache der eingestellten Integrationszeit. Verwenden Sie den Differentiator nur dann, wenn Proportionalver-

stärkung und Integrationszeit optimal eingestellt sind. Stellen Sie sicher, dass der Tiefpassfilter die Schwingungen des Istwertsignals ausreichend dämpft.

HINWEIS

Bei Bedarf können Sie Start/Stopp mehrfach aktivieren, um eine konstante Schwankung des Istwertsignal zu erzielen.

16.3 Optimierung von PID-Reglern

16.3.1 Einstellverfahren nach Ziegler-Nichols

Zum Einstellen der PID-Regler des Frequenzumrichters stehen mehrere Methoden zur Verfügung. Ein Ansatz ist die Verwendung des Ziegler-Nichols-Verfahrens.

HINWEIS

Verwenden Sie das Verfahren nicht für Anwendungen, die durch die Schwingungen von nicht vollkommen stabilen Steuerungseinstellungen Schaden nehmen können.

Die Kriterien zum Einstellen der Parameter basieren auf der Auswertung des Systems an der Stabilitätsgrenze anstelle der Ermittlung einer Schrittreaktion. Wir erhöhen die Proportionalverstärkung, bis sich eine kontinuierliche Schwingung (gemessen am Istwert) einstellt, d. h., bis das

System annähernd stabil ist. Die entsprechende Verstärkung (K_u), als kritische Verstärkung bezeichnet, und die Schwingperiode (P_u) (auch als kritische Periodendauer bezeichnet) werden wie in *Abbildung 16.5* festgelegt.

4. Berechnen Sie anhand *Tabelle 16.7* die erforderlichen PID-Reglerparameter.

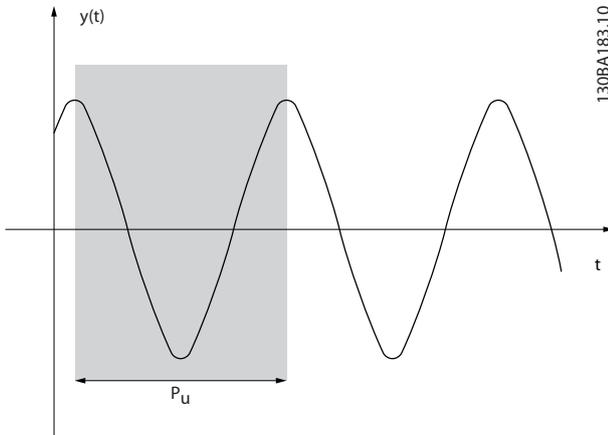


Abbildung 16.5 Annähernd stabiles System

Messen Sie P_u an einer Stelle, an der die Schwingungsamplitude ziemlich klein ist. Machen Sie anschließend die Verstärkung rückgängig (siehe *Tabelle 16.7*).

K_u ist die Verstärkung, bei der die Schwingung erreicht wird.

Regelungstyp	Proportionalverstärkung	Integrationszeit	Differentiationszeit
PI-Regelung	$0,45 \times K_u$	$0,833 \times P_u$	–
Exakte PID-Regelung	$0,6 \times K_u$	$0,5 \times P_u$	$0,125 \times P_u$
Geringe PID-Übersteuerung	$0,33 \times K_u$	$0,5 \times P_u$	$0,33 \times P_u$

Tabelle 16.7 Ziegler-Nichols-Verfahren für Regler, basierend auf einer Stabilitätsgrenze

Verwenden Sie die nachstehend beschriebenen Regeleinrichtungen für Ersteinstellung. Der Prozessoperator kann die Steuerung anschließend bei Bedarf feineinstellen.

Schrittweise Beschreibung

1. Wählen Sie nur eine proportionale Steuerung (die Integrationszeit wird auf den maximalen Wert eingestellt, während die Differentiationszeit auf 0 gesetzt wird).
2. Erhöhen Sie den Wert der Proportionalverstärkung, bis der Punkt der Instabilität (kontinuierliche Schwingungen) und somit der kritische Verstärkungswert K_u erreicht ist.
3. Messen Sie den Schwingungszeitraum, um die kritische Zeitkonstante zu erhalten: P_u .

17 Anwendungsbeispiele

Dieser Abschnitt führt die verschiedenen Anwendungsbeispiele auf und gibt bei Bedarf die jeweiligen Parametereinstellungen und speziellen Hinweise für die einzelnen Beispiele an.

HINWEIS

PELV-KONFORMITÄT

Wenn die Motortemperatur durch einen Thermistor oder KTY-Sensor überwacht wird, wird PELV-Konformität im Falle von Kurzschlüssen zwischen Motorwicklungen und Sensor nicht erreicht. Zur Erfüllung der PELV-Anforderungen müssen Sie verstärkte oder zweifache Isolierungen verwenden.

17.1 Automatische Motoranpassung (AMA)

		Parameter	
FC		Funktion	Einstellung
+24 V	12	Parameter 1-29	
+24 V	13	Autom.	[1] Komplette
D IN	18	Motoranpassung	AMA
D IN	19	Parameter 5-12	[2]*
COM	20	Klemme 27	Motorfreilauf
D IN	27	Digitaleingang	invers
D IN	29	*=Werkseinstellung	
D IN	32	Hinweise/Anmerkungen: Sie müssen Parametergruppe 1-2* Motordaten entsprechend dem Motor-Typenschild einstellen.	
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabelle 17.1 AMA mit angeschlossener Kl. 27

		Parameter	
FC		Funktion	Einstellung
+24 V	12	Parameter 1-29	
+24 V	13	Autom.	[1] Komplette
D IN	18	Motoranpassung	AMA
D IN	19	Parameter 5-12	[0] Ohne
COM	20	Klemme 27	Funktion
D IN	27	Digitaleingang	
D IN	29	*=Werkseinstellung	
D IN	32	Hinweise/Anmerkungen: Sie müssen Parametergruppe 1-2* Motordaten entsprechend dem Motor-Typenschild einstellen.	
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabelle 17.2 AMA ohne angeschlossene Kl. 27

17.2 Analoger Drehzahlswert

		Parameter	
FC		Funktion	Einstellung
+10 V	50	Parameter 6-10	
A IN	53	Klemme 53 Skal.	
A IN	54	Min.Spannung	0,07 V*
COM	55	Parameter 6-11	10 V*
A OUT	42	Klemme 53 Skal.	
COM	39	Max.Spannung	
		Parameter 6-14	0 U/min
		Klemme 53 Skal.	
		Min.-Soll/Istwert	
		Parameter 6-15	1500 U/min
		Klemme 53 Skal.	
		Max.-Soll/Istwert	
		*=Werkseinstellung	
		Hinweise/Anmerkungen:	

Tabelle 17.3 Analoger Drehzahlswert (Spannung)

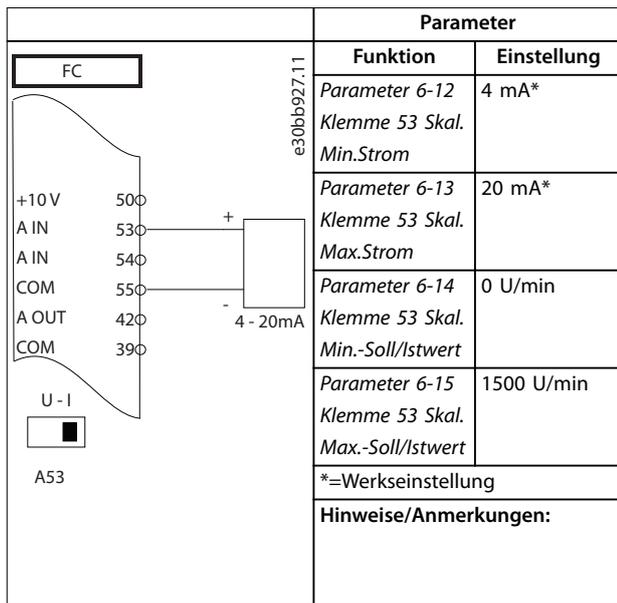


Tabelle 17.4 Analoger Drehzahlsollwert (Strom)

17.3 Start/Stop

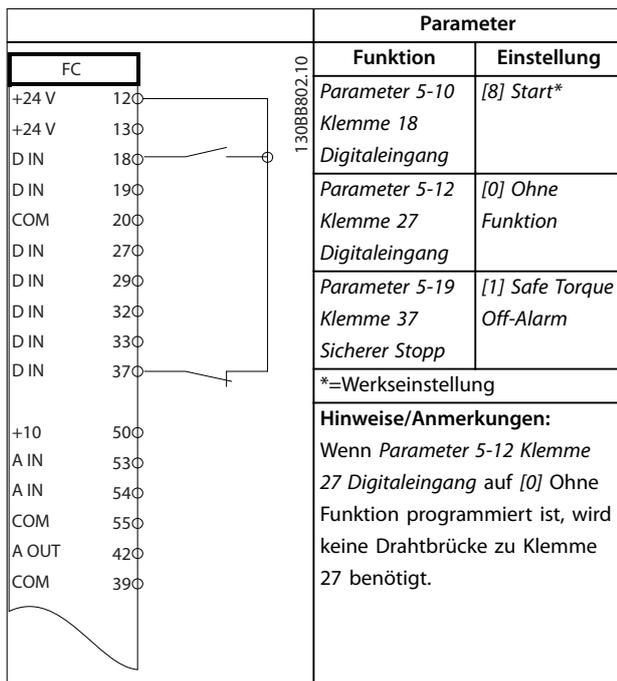


Tabelle 17.5 Start-/Stopp-Befehl mit Safe Torque Off

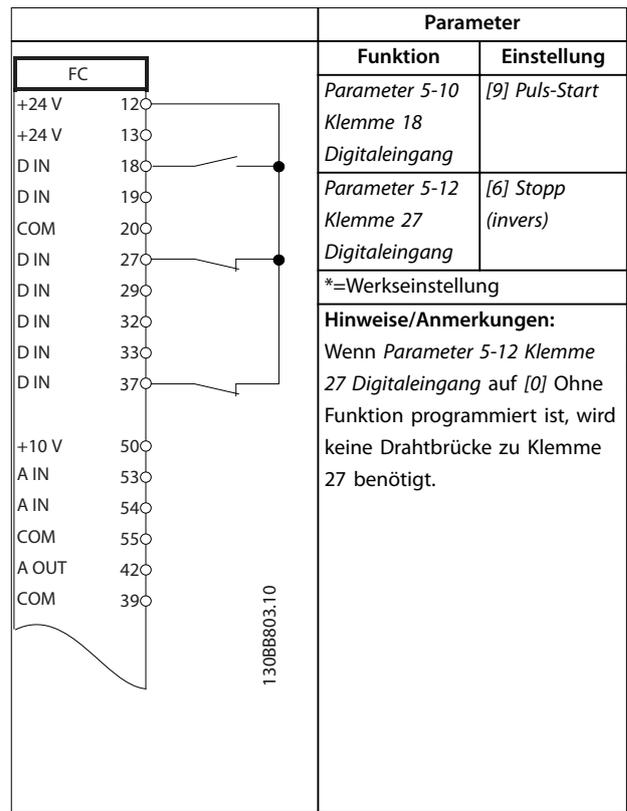


Tabelle 17.6 Puls-Start/Stop

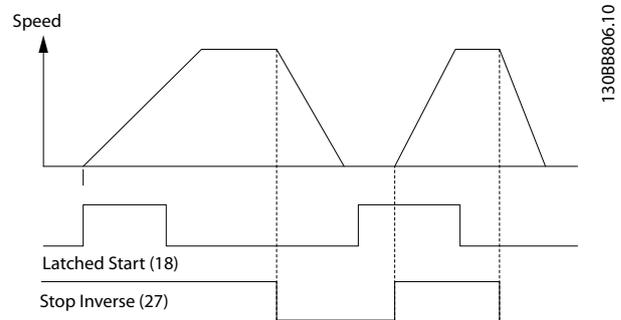


Abbildung 17.2 Puls-Start/Stop invers

17

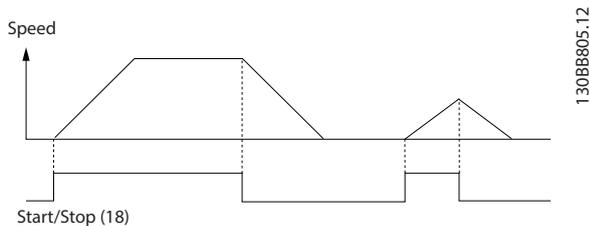


Abbildung 17.1 Start/Stop mit Safe Torque Off

		Parameter	
FC		Funktion	Einstellung
+24 V	12	Parameter 5-10	[8] Start
+24 V	13	Klemme 18	
D IN	18	Digitaleingang	
D IN	19	Parameter 5-11	[10]
COM	20	Klemme 19	Reversierung*
D IN	27	Digitaleingang	
D IN	29		
D IN	32	Parameter 5-12	[0] Ohne
D IN	33	Klemme 27	Funktion
		Digitaleingang	
+10 V	50	Parameter 5-14	[16]
A IN	53	Klemme 32	Festsollwert Bit
A IN	54	Digitaleingang	0
COM	55	Parameter 5-15	[17]
A OUT	42	Klemme 33	Festsollwert Bit
COM	39	Digitaleingang	1
		Parameter 3-10	
		Festsollwert	
		Festsollwert 0	25%
		Festsollwert 1	50%
		Festsollwert 2	75%
		Festsollwert 3	100%
		*=Werkseinstellung	
		Hinweise/Anmerkungen:	

Tabelle 17.7 Start/Stop mit Reversierung und 4 Festschneidzahlen

17.4 Externe Alarmquittierung

		Parameter	
FC		Funktion	Einstellung
+24 V	12	Parameter 5-11	[1] Zurück-
+24 V	13	Klemme 19	setzen
D IN	18	Digitaleingang	
D IN	19		
COM	20	*=Werkseinstellung	
D IN	27	Hinweise/Anmerkungen:	
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		

Tabelle 17.8 Externe Alarmquittierung

17.5 Drehzahl Sollwert mit manuellem Potenziometer

		Parameter	
FC		Funktion	Einstellung
+10 V	50	Parameter 6-10	
A IN	53	Klemme 53 Skal.	
A IN	54	Min.Spannung	0,07 V*
COM	55	Parameter 6-11	10 V*
A OUT	42	Klemme 53 Skal.	
COM	39	Max.Spannung	
		Parameter 6-14	0 U/min
		Klemme 53 Skal.	
		Min.-Soll/Istwert	
		Parameter 6-15	1500 U/min
		Klemme 53 Skal.	
		Max.-Soll/Istwert	
		*=Werkseinstellung	
		Hinweise/Anmerkungen:	

Tabelle 17.9 Drehzahl Sollwert (Verwendung eines manuellen Potenziometers)

17.6 Drehzahl auf/Drehzahl ab

FC		Parameter	
		Funktion	Einstellung
+24 V	12	Parameter 5-10	[8] Start*
+24 V	13	Klemme 18	
D IN	18	Digitaleingang	
D IN	19	Parameter 5-12	[19] Sollw. speich.
COM	20	Klemme 27	
D IN	27	Digitaleingang	
D IN	29	Parameter 5-13	[21] Drehzahl auf
D IN	32	Klemme 29	
D IN	33	Digitaleingang	
D IN	37	Parameter 5-14	[22] Drehzahl ab
		Klemme 32	
		Digitaleingang	
		* = Werkseinstellung	
		Hinweise/Anmerkungen:	

Tabelle 17.10 Drehzahl auf/Drehzahl ab

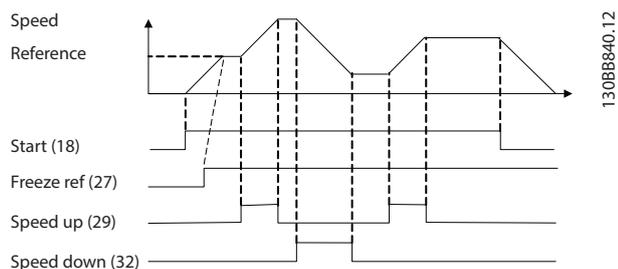


Abbildung 17.3 Drehzahl auf/Drehzahl ab

17.7 RS485-Netzwerkverbindung

FC		Parameter	
		Funktion	Einstellung
+24 V	12	Parameter 8-30	
+24 V	13	FC-Protokoll	FC-Profil*
D IN	18	Parameter 8-31	1*
D IN	19	Adresse	
COM	20	Parameter 8-32	9600*
D IN	27	Baudrate	
D IN	29	* = Werkseinstellung	
D IN	32	Hinweise/Anmerkungen: Wählen Sie in den Parametern Protokoll, Adresse und Baudrate.	
D IN	33		
D IN	37		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
R1	01		
	02		
	03		
R2	04		
	05		
	06		
	61		
	68		
	69		

Tabelle 17.11 RS485-Netzwerkverbindung

17.8 Motorthermistor

HINWEIS

Sie müssen Thermistoren verstärkt oder zweifach isolieren, um die PELV-Anforderungen zu erfüllen.

		Parameter																		
		Funktion	Einstellung																	
<table border="1"> <tr><td>VLT</td></tr> <tr><td>+24 V 12</td></tr> <tr><td>+24 V 13</td></tr> <tr><td>D IN 18</td></tr> <tr><td>D IN 19</td></tr> <tr><td>COM 20</td></tr> <tr><td>D IN 27</td></tr> <tr><td>D IN 29</td></tr> <tr><td>D IN 32</td></tr> <tr><td>D IN 33</td></tr> <tr><td>D IN 37</td></tr> <tr><td>+10 V 50</td></tr> <tr><td>A IN 53</td></tr> <tr><td>A IN 54</td></tr> <tr><td>COM 55</td></tr> <tr><td>A OUT 42</td></tr> <tr><td>COM 39</td></tr> </table>		VLT	+24 V 12	+24 V 13	D IN 18	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	<p>Parameter 1-90 Thermischer Motorschutz</p> <p>Parameter 1-93 Thermistoranschluss</p> <p>*=Werkseinstellung</p> <p>Hinweise/Anmerkungen: Wenn nur eine Warnung erforderlich ist, müssen Sie Parameter 1-90 Thermischer Motorschutz auf [1] Thermistor Warnung programmieren.</p>	
VLT																				
+24 V 12																				
+24 V 13																				
D IN 18																				
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																				

Tabelle 17.12 Motorthermistor

17.9 Relaiskonfiguration mit Smart Logic Control

		Parameter																		
		Funktion	Einstellung																	
<table border="1"> <tr><td>FC</td></tr> <tr><td>+24 V 12</td></tr> <tr><td>+24 V 13</td></tr> <tr><td>D IN 18</td></tr> <tr><td>D IN 19</td></tr> <tr><td>COM 20</td></tr> <tr><td>D IN 27</td></tr> <tr><td>D IN 29</td></tr> <tr><td>D IN 32</td></tr> <tr><td>D IN 33</td></tr> <tr><td>D IN 37</td></tr> <tr><td>+10 V 50</td></tr> <tr><td>A IN 53</td></tr> <tr><td>A IN 54</td></tr> <tr><td>COM 55</td></tr> <tr><td>A OUT 42</td></tr> <tr><td>COM 39</td></tr> </table>		FC	+24 V 12	+24 V 13	D IN 18	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	<p>Parameter 4-30 Drehgeberüberwachung Funktion</p> <p>Parameter 4-31 Drehgeber max. Fehlabweichung</p> <p>Parameter 4-32 Drehgeber Timeout-Zeit</p> <p>Parameter 7-00 Drehgeberrückführung</p> <p>Parameter 17-11 Inkremental Auflösung [Pulse/U]</p> <p>Parameter 13-00 Smart Logic Controller</p> <p>Parameter 13-01 SL-Controller Start</p> <p>Parameter 13-02 SL-Controller [44] [Reset]-Taste Stopp</p> <p>Parameter 13-10 Vergleicher-Operand</p> <p>Parameter 13-11 Vergleicher-Funktion</p> <p>Parameter 13-12 Vergleicher-Wert</p> <p>Parameter 13-51 SL-Controller [22] Vergleicher 0 Ereignis</p> <p>Parameter 13-52 SL-Controller [32] Digitalausgang A-AUS</p> <p>Parameter 5-40 [80] SL-Digitalausgang A</p>	<p>[2] Thermistor-Abschalt.</p> <p>[1] Analogeingang 53</p> <p>[1] Warnung</p> <p>100 U/min</p> <p>5 s</p> <p>[2] MCB 102</p> <p>1024*</p> <p>[1] Ein</p> <p>[19] Warnung</p> <p>[44] [Reset]-Taste</p> <p>[21] Nr. der Vergleicher-Operand</p> <p>[1] ≈ (gleich)*</p> <p>90</p> <p>[22] Vergleicher 0</p> <p>[32] Digitalausgang A-AUS</p> <p>[80] SL-Digitalausgang A</p>
FC																				
+24 V 12																				
+24 V 13																				
D IN 18																				
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																				

	Parameter	
	Funktion	Einstellung
	*=Werkseinstellung	
Hinweise/Anmerkungen:		
Wenn der Grenzwert der Drehgeberüberwachung überschritten wird, wird <i>Warnung 90, Istwertüberwachung</i> ausgegeben. Der SLC überwacht <i>Warnung 90, Istwertüberwachung</i> , und wenn diese wahr wird, wird Relais 1 ausgelöst.		
Externe Geräte benötigen möglicherweise eine Wartung. Wenn der Istwertfehler innerhalb von 5 s wieder unter diese Grenze fällt, läuft der Frequenzumrichter weiter, und die Warnung wird ausgeblendet. Setzen Sie Relais 1 durch Drücken von [Reset] auf dem LCP zurück.		

Tabelle 17.13 Verwendung von SLC zur Einstellung eines Relais

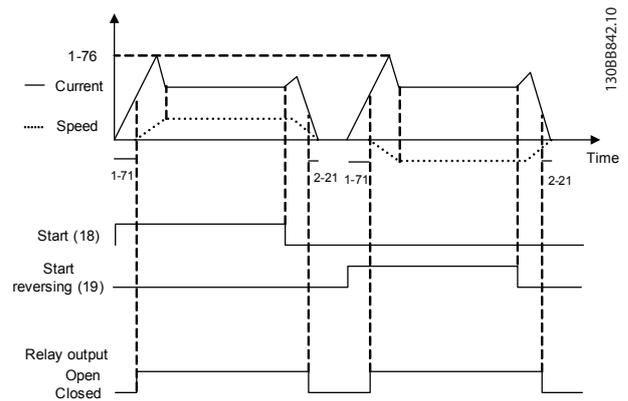


Abbildung 17.4 Mechanische Bremssteuerung

17.10 Mechanische Bremssteuerung

FC	Parameter	
	Funktion	Einstellung
	*=Werkseinstellung	
+24 V 12	Parameter 5-40	[32] Mech. Relaisfunktion
+24 V 13	Parameter 5-10	[8] Start*
D IN 18	Parameter 5-11	[11] Start + Reversierung
D IN 19	Parameter 1-71	0,2
COM 20	Parameter 1-72	[5] VVC+ / FLUX
D IN 27	Parameter 1-76	$I_{m,n}$
D IN 29	Parameter 2-20	Anw.-abhängig bei Motorstrom
D IN 32	Parameter 2-21	Hälfte des Nennschlupfs des Motors
D IN 33	*=Werkseinstellung	
D IN 37	Hinweise/Anmerkungen:	
+10 V 50		
A IN 53		
A IN 54		
COM 55		
A OUT 42		
COM 39		
R1 01		
R1 02		
R1 03		
R2 04		
R2 05		
R2 06		

Tabelle 17.14 Mechanische Bremssteuerung

17.11 Drehgeberverbindung

Vor der Konfiguration des Drehgebers werden die Grundeinstellungen für eine Drehzahlregelung mit Rückführung gezeigt.

Siehe auch Kapitel 7.3.7 VLT® Encoder Input MCB 102.

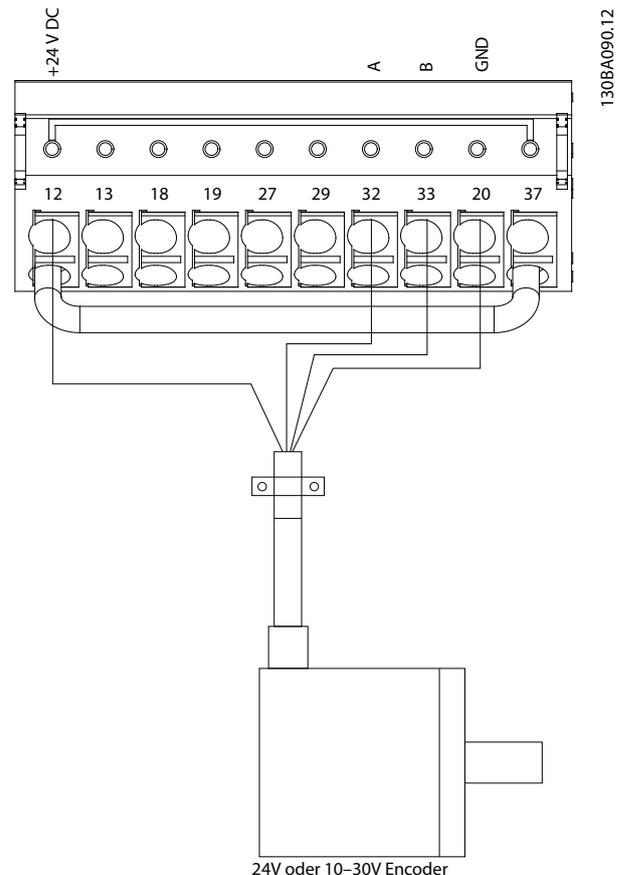


Abbildung 17.5 Drehgeberverbindung zum Frequenzumrichter

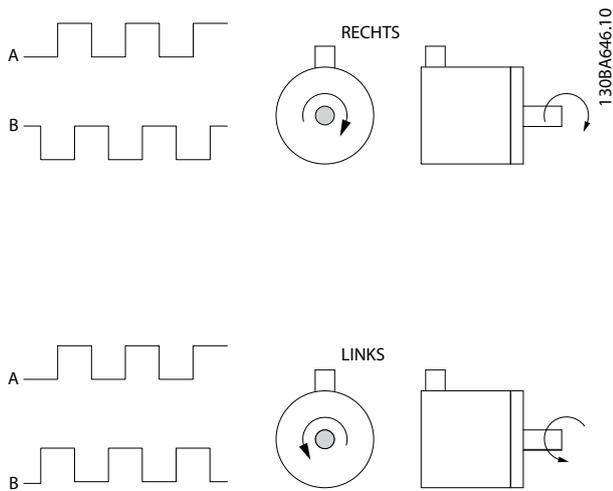


Abbildung 17.6 24-V-Inkrementalgeber. Maximale Kabellänge 5 m

17.12 Drehgeberrichtung

Die Drehrichtung des Drehgebers, bestimmbar durch Betrachtung des Wellenendes, hängt von der Auswertung der Pulse durch den Frequenzumrichter ab.

- Auswertung im Rechtslauf [0] bedeutet, dass der A-Kanal sich 90 elektrische Grad vor Kanal B befindet.
- Auswertung im Linkslauf [1] bedeutet, dass der B-Kanal sich 90 elektrische Grad vor Kanal A befindet.

17.13 Frequenzumrichtersystem mit Rückführung

Ein Frequenzumrichtersystem mit Rückführung besteht in der Regel aus den folgenden Elementen:

- Motor
- Frequenzumrichter
- Drehgeber als Rückführung
- Mechanische Bremse
- Bremswiderstand für dynamisches Bremsen
- Kupplungen
- Getriebe
- Last

Anwendungen mit mechanischer Bremssteuerung erfordern häufig auch einen Bremswiderstand für generatorisches Bremsen.

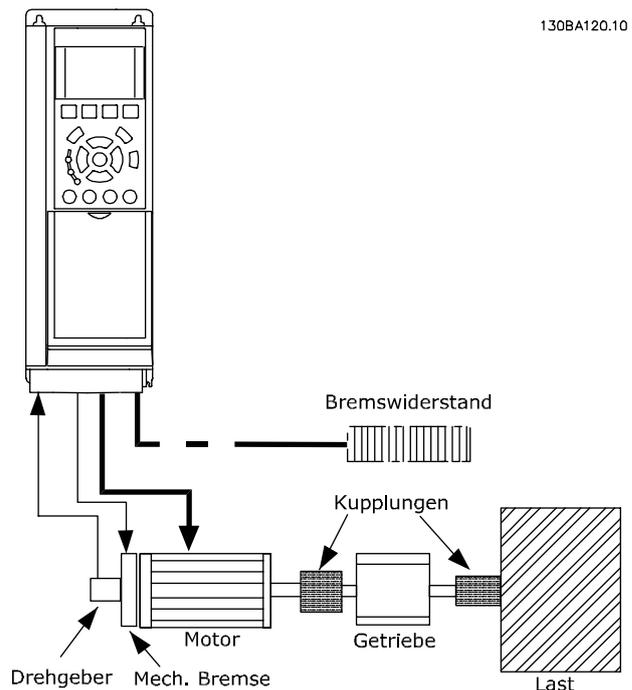


Abbildung 17.7 Basisanstellung für FC302 Drehzahlregelung mit Istwertrückführung

17.14 Programmierung von Momentengrenze und Stopp

Bei Anwendungen mit elektromechanischer Bremse, z. B. Hub- und Vertikalförderanwendungen, besteht die Möglichkeit, beim Überschreiten der Drehmomentgrenzen z. B. während einer Stopp-Rampe, die elektromechanische Bremse verzögerungsfrei zu aktivieren.

Abbildung 17.8 zeigt, wie Sie die Klemmen für diese Funktion programmieren müssen.

Ist ein Stoppbefehl über Klemme 18 aktiv, ohne dass sich der Frequenzumrichter in der Momentengrenze befindet, so fährt der Frequenzumrichter den Motor über die Rampenfunktion auf 0 Hz herunter. Befindet sich der Frequenzumrichter an der Drehmomentgrenze und es wird ein Stoppbefehl aktiviert, so wird Klemme 29 Digitalausgang (auf [27] Mom.grenze u. Stopp programmiert) aktiv. Das Signal an Klemme 27 wechselt von Logisch 1 zu Logisch 0, und der Motor geht in den Freilauf bei gleichzeitiger Aktivierung der mechanischen Bremse. Dies stellt sicher, dass die Hubanwendung auch dann stoppt, wenn der Frequenzumrichter selbst das notwendige Drehmoment nicht handhaben kann, etwa durch zu große Überlast.

Schließen Sie zur Programmierung von Stopp und Drehmomentgrenze die folgenden Klemmen an:

- Start/Stopp über Klemme 18
Parameter 5-10 Klemme 18 Digitaleingang [8] Start
- Schnellstopp über Klemme 27

Parameter 5-12 Klemme 27 Digitaleingang [2]
Motorfreilauf (inv.)

- Klemme 29 Ausgang
Parameter 5-02 Klemme 29 Funktion [1] Klemme 29
Funktion/Ausgang
Parameter 5-31 Klemme 29 Digitalausgang [27]
Mom.grenze u. Stopp
- Relaisausgang [0] (Relais 1)
Parameter 5-40 Relaisfunktion [32] Mechanische
Bremsen

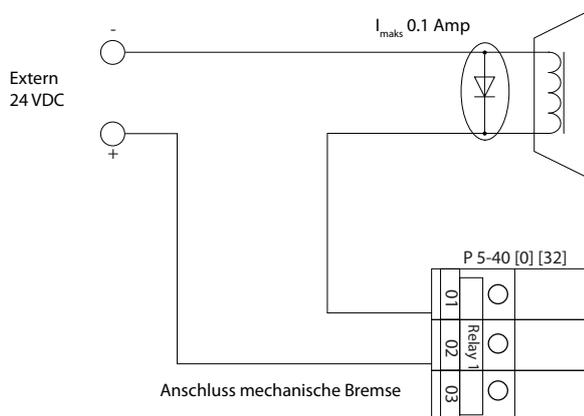
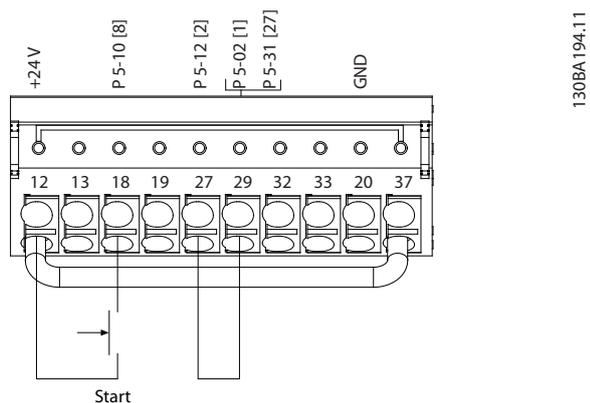


Abbildung 17.8 Klemmenanschlüsse für Stopp und Drehmomentgrenze

18 Anhang

18.1 Haftungsausschluss

Danfoss hat keine Verpflichtungen hinsichtlich eines Produkts, das

- nicht gemäß der in dieser Installationsanleitung enthaltenen Standardkonfiguration installiert wurde.
- unsachgemäß repariert oder modifiziert wurde.
- missbräuchlich oder nachlässig verwendet bzw. unsachgemäß installiert wurde, wobei die Richtlinien missachtet wurden.
- im Widerspruch zu den bereitgestellten Anleitungen verwendet wird.
- normalen Verschleiß aufweist.

18.2 Konventionen

- Nummerierte Listen zeigen Vorgehensweisen.
- Aufzählungslisten zeigen weitere Informationen und Beschreibung der Abbildungen.
- Kursivschrift bedeutet:
 - Querverweise.
 - Link.
 - Fußnoten.
 - Parametername.
 - Parametergruppenname.
 - Parameteroption.
- Alle Abmessungen in Zeichnungen sind in mm angegeben.

18.3 Glossar

In Berechnungen verwendete Variablen:

f_{JOG}

Die Motorfrequenz (Festfrequenz „Jog“), wählbar über Digitaleingang oder Bus, wenn die Funktion Festdrehzahl JOG aktiviert ist.

f_M

Die Motorfrequenz.

f_{MAX}

Die maximale Motorfrequenz.

f_{MIN}

Die minimale Motorfrequenz.

$f_{M,N}$

Die Motornennfrequenz (Typenschilddaten).

I_M

Der Motorstrom.

$I_{M,N}$

Der Motornennstrom (Typenschilddaten).

$I_{VLT,MAX}$

Der maximale Ausgangsstrom des Frequenzumrichters.

$I_{VLT,N}$

Der vom Frequenzumrichter gelieferte Ausgangsnennstrom.

$n_{M,N}$

Die Motornendrehzahl (Typenschilddaten).

$P_{M,N}$

Die Motornennleistung (Typenschilddaten).

$T_{M,N}$

Das Nenndrehmoment (Motor).

U_M

Die Momentanspannung des Motors.

$U_{M,N}$

Die Motornennspannung (Typenschilddaten).

$U_{VLT,MAX}$

Die maximale Ausgangsspannung des Frequenzumrichters.

η_{VLT}

Der Wirkungsgrad des Frequenzumrichters ist definiert als das Verhältnis zwischen Leistungsabgabe und Leistungsaufnahme.

Losbrechmoment

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

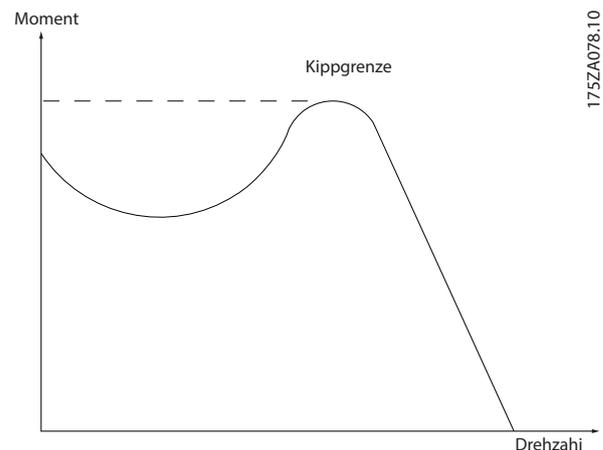


Abbildung 18.1 Tabelle Losbrechmoment

Allgemeine Begriffe und Abkürzungen:

60° AVM

Schaltmodus mit der Bezeichnung 60° Asynchrone Vektor-modulation (siehe *Parameter 14-00 Schaltmuster*).

Advanced Vector Control

Im Vergleich zur herkömmlichen U/f-Steuerung bietet Advanced Vector Control eine verbesserte Dynamik und Stabilität der Motordrehzahl in Bezug auf Änderungen des Last-Drehmoments.

Analogeingänge

Die Analogeingänge können verschiedene Funktionen des Frequenzumrichters steuern. Es gibt zwei Arten von Analogeingängen:

- Stromeingang, 0-20 mA und 4-20 mA.
- Spannungseingang, 0–10 V DC.

Analogausgang

Die Analogausgänge können ein Signal von 0–20 mA, 4–20 mA oder ein Digitalsignal ausgeben.

Automatische Motoranpassung, AMA

Der AMA-Algorithmus bestimmt die elektrischen Parameter für den angeschlossenen Motor bei Stillstand.

Analog Sollwert

Ein Sollwertsignal an den Analogeingängen 53 oder 54 (Spannung oder Strom).

Binärsollwert

Ein über die serielle Kommunikationsschnittstelle (RS485 Klemme 68-69) angelegtes Sollwertsignal.

Bremswiderstand

Der Bremswiderstand kann die bei generatorischer Bremsung erzeugte Bremsleistung aufnehmen. Während generatorischer Bremsung erhöht sich die Zwischenkreis-Spannung. Ein Bremschopper stellt sicher, dass die generatorische Energie an den Bremswiderstand übertragen wird.

Bussollwert

Ein an die serielle Kommunikationsschnittstelle (FC-Schnittstelle) übertragenes Signal.

Konstantmoment (CT)-Kennlinie

Konstante Drehmomentkennlinie; wird für Schrauben- und Scrollverdichter in der Kältetechnik eingesetzt.

Digitaleingänge

Die Digitaleingänge können verschiedene Funktionen des Frequenzumrichters steuern.

Digitalausgänge

Der Frequenzumrichter verfügt über zwei programmierbare Ausgänge, die ein 24 V-DC-Signal (max. 40 mA) liefern können.

DSP

Digitaler Signalprozessor.

ETR

Das elektronische Thermorelais ist eine Berechnung der thermischen Belastung auf Grundlage der aktuellen Belastung und Zeit. Damit lässt sich die Motortemperatur schätzen.

LCP 102

Grafisches LCP-Bedienteil (LCP 102)

HIPERFACE®

HIPERFACE® ist eine eingetragene Marke von Stegmann.

Initialisierung

Die Initialisierung (*Parameter 14-22 Betriebsart*) stellt die Parameter des Frequenzumrichters auf Werkseinstellungen zurück.

Eingangsfunktionen

Steuerbefehl Sie können den angeschlossenen Motor über das LCP oder die Digitaleingänge starten und stoppen. Die Funktionen sind in zwei Gruppen unterteilt. Funktionen in Gruppe 1 haben eine höhere Priorität als Funktionen in Gruppe 2.	Gruppe 1	Reset, Freilaufstopp, Reset und Freilaufstopp, Schnellstopp, DC-Bremse, Stopp und [Off]-Taste.
	Gruppe 2	Start, Puls-Start, Reversierung, Start + Reversierung, Festdrehzahl JOG und Ausgangsfrequenz speichern.

Tabelle 18.1 Eingangsfunktionen

Arbeitszyklus für Aussetzbetrieb

Der Aussetzbetrieb bezieht sich auf eine Abfolge von Arbeitszyklen. Jeder Zyklus besteht aus einem Belastungs- und einem Entlastungszeitraum. Der Betrieb kann periodisch oder aperiodisch sein.

LCP

Das LCP ist ein Bedienteil mit kompletter Benutzeroberfläche zum Steuern und Programmieren des Frequenzumrichters. Das LCP ist abnehmbar, und Sie können es mithilfe des optionalen Einbausatzes bis zu 3 m entfernt vom Frequenzumrichter anbringen (z. B. an einer Schaltschranktür).

Das LCP ist in 2 Ausführungen erhältlich:

- Numerisches LCP 101 (NLCP)
- Grafisches LCP 102 (GLCP)

lsb

Steht für „Least Significant Bit“, bei binärer Codierung das Bit mit der niedrigsten Wertigkeit.

MCM

Steht für Mille Circular Mil; eine amerikanische Maßeinheit für den Leitungsquerschnitt. 1 MCM ≅ 0,5067 mm².

msb

Steht für „Most Significant Bit“, bei binärer Codierung das Bit mit der höchsten Wertigkeit.

LCP 101

Numerisches LCP Bedienteil (LCP 101).

Online/Offline-Parameter

Änderungen der Online-Parameter sind sofort nach Änderung des Datenwertes wirksam. Drücken Sie [OK] am LCP, um die Änderungen der Offline-Parameter zu aktivieren.

PID-Regler

Der PID-Regler sorgt durch Anpassung der Ausgangsfrequenz an wechselnde Lasten für eine konstante Prozessleistung (Drehzahl, Druck, Temperatur).

PCD

Process Data (Prozessdaten).

Leistungsfaktor

Der Leistungsfaktor ist das Verhältnis zwischen I_1 und I_{eff} .

$$\text{Stromversorgung faktor} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_1 \times \cos\phi}{\sqrt{3} \times U \times I_{EFF}}$$

Der Leistungsfaktor einer 3-Phasen-Regelung ist definiert als:

$$= \frac{I_1 \times \cos\phi}{I_{EFF}} = \frac{I_1}{I_{EFF}} \text{ da } \cos\phi = 1$$

Der Leistungsfaktor gibt an, wie stark ein Frequenzumrichter die Netzversorgung belastet.

Je niedriger der Leistungsfaktor, desto höher der I_{eff} bei gleicher kW-Leistung.

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

Darüber hinaus weist ein hoher Leistungsfaktor darauf hin, dass der Oberschwingungsstrom sehr niedrig ist.

Die eingebauten DC-Spulen erzeugen einen hohen Leistungsfaktor. Dadurch wird die Netzbelastung reduziert.

Festsollwert

Ein definierter Festsollwert, einstellbar zwischen -100 % und +100 % des Sollwertbereichs. Sie können bis zu 8 Festsollwerte über die Digitaleingänge auswählen.

Pulseingang/Inkrementalgeber

Ein externer digitaler Geber für Istwertinformationen von Motordrehzahl und Drehrichtung. Drehgeber werden für genaue Rückführung hoher Geschwindigkeit und in hochdynamischen Anwendungen eingesetzt. Der Drehgeberanschluss erfolgt entweder über Klemme 32 oder die Drehgeberoption.

Pulsollwert

Ein an die Digitaleingänge übertragenes Pulsfrequenzsignal (Klemme 29 oder 33).

Fehlerstromschutzschalter

Fehlerstromschutzschalter. Ein Gerät, das im Falle eines Ungleichgewichts zwischen einem stromführenden Leiter und der Erde eine Schaltung trennt. Dieses wird auch als Fehlerstromschutzschalter bezeichnet.

Ref_{MAX}

Bestimmt das Verhältnis zwischen dem Sollwerteingang bei 100 % des Gesamtskalenwerts (in der Regel 10 V, 20 mA) und dem resultierenden Sollwert. Der in *Parameter 3-03 Maximaler Sollwert* eingestellte maximale Sollwert.

Ref_{MIN}

Bestimmt das Verhältnis zwischen dem Sollwerteingang bei 0 % (normalerweise 0 V, 0 mA, 4 mA) und dem resultierenden Sollwert. Der in *Parameter 3-02 Minimaler Sollwert* eingestellte minimale Sollwert.

Parametersatz

Die Parametereinstellungen können in vier Parametersätzen gespeichert werden. Sie können zwischen den vier Parametersätzen wechseln oder einen Satz bearbeiten, während ein anderer Satz gerade aktiv ist.

SFAVM

Schaltmodus mit der Bezeichnung „Statorfluss-orientierte asynchrone Vektormodulation“ (*Parameter 14-00 Schaltmuster*).

Schlupfausgleich

Der Frequenzumrichter gleicht den belastungsabhängigen Motorschlupf aus, indem er unter Berücksichtigung des Motorsatzschaltbildes und der gemessenen Motorlast die Ausgangsfrequenz anpasst (nahezu konstante Motordrehzahl).

Smart Logic Control (SLC)

SLC ist eine Folge benutzerdefinierter Aktionen, die der Frequenzumrichter ausführt, wenn die SLC die zugehörigen benutzerdefinierten Ereignisse als TRUE (WAHR) auswertet.

STW (ZSW)

Zustandswort

Einschaltsperrbefehl

Ein Stoppbefehl, der zur Gruppe 1 der Steuerbefehle gehört. Siehe *Tabelle 18.1*.

Stoppbefehl

Siehe Parametergruppe Steuerbefehle.

Thermistor

Ein temperaturabhängiger Widerstand, mit dem die Temperatur des Frequenzumrichters oder des Motors überwacht wird.

THD

Total Harmonic Distortion (Gesamtoberschwingungsgehalt). Ein Zustand der Gesamt-Oberschwingungsverzerrung.

Abschaltung

Ein Zustand, der in Fehlersituationen eintritt. Wenn zum Beispiel am Frequenzumrichter eine Übertemperatur auftritt oder der Motor, Prozess oder Mechanismus geschützt wird. Der Neustart wird verzögert, bis die Fehlerursache behoben wurde und der Alarmzustand über die [Reset]-Taste quittiert wird. In einigen Fällen erfolgt das Quittieren automatisch (durch vorherige Programmierung). Sie dürfen die Abschaltung nicht zu Zwecken der Personensicherheit verwenden.

Abschaltblockierung

Ein Zustand, der in Fehlersituationen eintritt, in denen der Frequenzumrichter aus Sicherheitsgründen abschaltet und ein manueller Eingriff erforderlich ist. Wenn am Frequenzumrichter z. B. ein Kurzschluss am Ausgang auftritt, tritt eine Abschaltblockierung ein. Sie können eine Abschaltblockierung nur durch Unterbrechen der Netzversorgung, Beheben der Fehlerursache und erneuten Anschluss des Frequenzumrichters aufheben.

VT-Kennlinie

Variable Drehmomentkennlinie; typisch bei Anwendungen mit quadratischem Lastmomentverlauf über den Drehzahlbereich, z. B. Kreiselpumpen und Lüfter.

VVC+

Im Vergleich zur herkömmlichen U/f-Steuerung bietet die Spannungsvektorsteuerung (VVC+) eine verbesserte Dynamik und Stabilität der Motordrehzahl in Bezug auf Änderungen des Last-Drehmoments.

Index

A

Abgeschirmtes verdrehtes Aderpaar (STP)..... 123

Abgestrahlte Störungen..... 90

Abkürzungen..... 163

Abmessungen..... 82

Abschaltung..... 165

Advanced Vector Control..... 133

AEO..... 17

Aggressive Umgebungsbedingungen..... 84

Alarm..... 23

Alarmquittierung..... 157

AMA..... 19, 164

AMA mit angeschlossener KI.T27..... 155

AMA ohne angeschlossenen KI.T27..... 155

AMA-Anwendungsbeispiele..... 155

Analogausgang..... 71, 164

Analogeingänge..... 71, 164

Ä

Änderung der Drehzahl auf/ab..... 158

A

Anforderungen

 Störaussendung (EMV)..... 95

Anschluss

 Abmessungen Bremse – System mit 4 Frequenzumrichtermodulen..... 37

 Abmessungen Brücke – System mit 4 Frequenzumrichtermodulen..... 34

 Abmessungen DC-Bus – System mit 2 Frequenzumrichtermodulen..... 32

 Abmessungen DC-Bus – System mit 4 Frequenzumrichtermodulen..... 39

 Abmessungen Erdung – System mit 2 Frequenzumrichtermodulen..... 31

 Abmessungen Motor – System mit 2 Frequenzumrichtermodulen..... 31

 Abmessungen Motor – System mit 4 Frequenzumrichtermodulen..... 37

 Abmessungen Netz – System mit 2 Frequenzumrichtermodulen..... 30

 Abmessungen Netz – System mit 4 Frequenzumrichtermodulen..... 35

Anschlussdiagramm..... 132

Anstiegszeit..... 114

Antriebskonfigurator..... 63

Arbeitszyklus für Aussetzbetrieb..... 164

Asymmetrie..... 23

ATEX-Zertifizierung..... 78

Ausgang

 Analog..... 121

 Ausgangsfilter..... 80, 81

 Relais..... 58, 121, 124

 Schalten am Ausgang..... 113

Ausgangsfrequenz speichern..... 164

Auto On..... 135

Automatische Energieoptimierung..... 17

Automatische Motoranpassung..... 19, 164

Automatische Taktfrequenzmodulation..... 17

Automatischer Wiederanlauf..... 20

Auto-Rampen..... 18

AVM..... 163

B

Benutzerdefinierte Ereignis..... 136

Berechnungen..... 163

Bestellformular Typencode..... 63

Bestelloptionen..... 66

Bremse

 Anwendungsbeispiel für mechanische..... 160

 Arbeitszyklus..... 125, 126

 DC..... 20

 Dynamisch..... 125

 Elektromechanische..... 161

 Funktion..... 127

 Grenzwerte..... 126

 Leistungsniveaus..... 126

 Mechanische Halte..... 125

 OVC..... 127

 Widerstand..... 80, 125, 164

 Widerstandsschalter..... 106

Brummschleife..... 100

Busabschlusschalter..... 123

C

CE-Konformität..... 88

CE-Zeichen..... 8

Checkliste..... 82

Checkliste zur Auslegung der Anlage..... 82

D

DC-Bremung..... 20

Definitionen..... 163

Digitalausgang..... 71, 164

Digitaleingänge..... 71, 164

Drahtbrücke..... 122

Drehgeberrichtung..... 161

Drehmomentgrenze..... 113, 161

Drehmomentregelung..... 130

Drehzahlollwert..... 123, 155, 156

DU/dt.....	66, 81, 114	Festdrehzahl JOG.....	163
Dynamische Bremse.....	125	Festdrehzahlen.....	157
E		Filter	
Einbausatz.....	81	Ausgangsfilter.....	66, 80, 81
Eingang		DU/dt.....	66, 81
Analog.....	121	Filter.....	66, 80, 81, 84
Digital.....	121, 122	Filterkonfiguration.....	67, 68
Signal.....	123	Sinus-.....	66, 80
Eingangsfunktionen.....	164	Flux.....	134
Einstellverfahren nach Ziegler-Nichols.....	153	Fournier-Analyse.....	101
Elektromagnetische Bremse.....	125	Frequenzkorrektur Auf/Ab.....	140
Elektromechanische Bremse.....	161	G	
Elektronisches Thermorelais.....	164	Galvanische Trennung.....	70, 102
EMV		Gase.....	84
Anforderungen.....	95	Geber-.....	72, 160, 165
Emissionen.....	90	Gegen-EMK.....	113
EMV.....	100	Generatorisches Bremsen.....	125
Konformität.....	19	Gesamtoberschwingungsgehalt.....	100
Prüfergebnisse.....	91, 93	Gewerbeumgebung.....	95
Richtlinie.....	8	Gewicht.....	25, 82, 85
Richtlinien zur elektrischen Installation.....	97	Grenze minimale Drehzahl.....	114
Schutzmaßnahmen.....	97	Grenzstrom.....	113
Störfestigkeitsanforderungen.....	96	H	
Energieeffizienz.....	55	Haftung.....	21
Energieeffizienzklasse.....	55	Hand On.....	135
Energiesparmodus.....	20	HIPERFACE®.....	164
Entladezeit.....	6	Hochspannung.....	6
Erdableitstrom (>3,5 mA).....	7	Höhe.....	60
Erdschlussschutz.....	18	Hohe Trägerfrequenz.....	17
Erdung, abgeschirmte Steuerleitung.....	100	Hubanwendungen.....	125
ETR.....	164	I	
Exportkontrollvorschriften.....	9	Industriebereich.....	95
Externe 24-V-DC-Versorgung.....	77	Initialisierung.....	164
Externe Alarmquittierung.....	157	Instandhaltung.....	84
Externe Sicherheitsvorrichtung.....	22	Isolation.....	104
Extreme Betriebszustände.....	113	Istwert.....	23, 123
F		K	
Fachgrundnormen für Störaussendung.....	95	Kabel	
FC102		Begrenzung.....	97
Spezifikationen.....	41	Geschirmt.....	99, 100
FC202		Motor.....	97, 107
Spezifikationen.....	45	Potenzialausgleich.....	100
FC302		Steuerung/Regelung.....	97, 99, 100
Spezifikationen.....	50	Kabelquerschnitte.....	107
Fehlerstromschutzschalter.....	165		
Feldgebundene Störaussendung.....	91		
Feldgebundene Störungen.....	90		
Fernstart.....	20		

Klemmen		MCT 10 Konfigurationssoftware.....	121
Abmessungen eines Systems mit 2 Frequenzumrichtermodulen.....	30	Mechanische Bremssteuerung.....	160
Abmessungen eines Systems mit 4 Frequenzumrichtermodulen.....	34	Mechanische Haltebremse.....	125
Frequenzumrichtermodulabmessungen.....	26	Mit 12-Puls-Geräten verwendete Transformatoren.....	55
Motoranschluss.....	107	Motor	
Netzanschluss.....	117	Ausgang.....	55
Steuerung/Regelung.....	130	Berechnungsvariablen.....	163
Klixon-Schalter.....	107	Bypass.....	21
Kondensation.....	84	Drehmomentgrenze.....	113
Konfiguration		Drehung.....	107
Motorkabel.....	107	Funktion Vollständiges Drehmoment.....	20
Netz.....	117	Isolation.....	104
Regelverfahren.....	135	Istwert.....	134
System mit 2 Frequenzumrichtermodulen.....	109	Kabel.....	97, 107
System mit 4 Frequenzumrichtermodulen.....	112	Klemmenverbindungen.....	107
Konformität.....	19	Nennzahl.....	163
Konstantmoment (CT)-Kennlinie.....	164	Niedrige/hohe Drehzahl.....	23
Konventionen.....	163	Niedriger/hoher Strom.....	23
KTY-Sensor.....	106, 155	Parallelschaltung.....	115
Kühlung.....	19, 84	Phasen.....	113
Kurzschluss		Reduzierung von Strömen.....	104
Kurzschlusschutz.....	18, 88	Schalten am Ausgang.....	113
Kurzschlussverhältnis.....	101	Schutz minimale Drehzahlgrenze.....	114
Kurzschluss.....	113	Schutzart.....	84
L		Schutzstromgrenze.....	113
Lagerung.....	83	Soft-Start.....	19
LCP.....	81, 135, 164	Spannung.....	114
Leistungsfaktor.....	165	Synchrone Drehzahl.....	163
Leistungsreduzierung.....	17, 18, 60, 82	Thermischer Motorschutz.....	19
Leistungsreduzierungstabellen.....	61, 62	Thermischer Schutz.....	19, 105, 113
Leitungsgeführte Störaussendung.....	91	Überspannung.....	113
Local Control Panel (LCP-Bedieneinheit).....	164	Vorheizfunktion.....	20
Logikregeln.....	137	Motorfangschaltung.....	20
Losbrechmoment.....	21, 163	N	
Luftfeuchtigkeit.....	82, 84	Nennleistung.....	41
Luftzirkulation.....	84	Nennwerte.....	41
M		Netz	
Maschinenrichtlinie.....	8	Anschluss.....	123
MCB 101.....	70	Ausfall.....	113
MCB 102.....	72, 149, 165	Klemmenverbindungen.....	117
MCB 103.....	73	Schwankungen.....	19
MCB 105.....	75	Strom.....	117
MCB 107.....	77	Versorgung.....	55, 101, 165
MCB 112.....	22, 78	O	
MCB 113.....	79	Oberschwingungen	
MCM.....	164	Analyse.....	100
		In einem Spannungsverteilungssystem.....	101
		Spannungsoberschwingungen.....	101
		Störende Wirkungen von.....	102
		Überlastschutz.....	100
		Verzerrung.....	100
		Ö	
		Öffentliches Niederspannungsnetz.....	91

O

Optionen..... 66, 69
 Optionsmodule..... 123
 OVC..... 113

P

PELV..... 102, 155
 Phasenfehler..... 23
 PID-Drehzahl..... 130, 133
 PID-Drehzahlregler
 Abstimmung..... 149
 Parameter..... 146
 Programmieren..... 147
 PID-Prozessregler
 Parameter..... 150
 Programmieren..... 153
 PID-Regelung
 Drehzahl..... 146
 Optimierung..... 153
 PID-Prozess..... 149
 Prozessregler..... 153
 PID-Regler..... 19, 165
 Potenziometer..... 157
 Programmierbare Parametersätze..... 20
 Programmieren..... 122
 Programmierung von Momentengrenze und Stopp..... 161
 PTC-Thermistorkarte..... 78, 105
 Puls-Start/Stopp..... 156

Q

Qualifiziertes Personal..... 6

R

Regelung mit Rückführung..... 23, 123, 161
 Regelung ohne Rückführung..... 23, 123
 Relais..... 58, 75, 79, 122
 Relaiskonfiguration mit Smart Logic Controller..... 0 , 160
 Resolver..... 73
 Resonanz-Bypass..... 20
 Resonanzdämpfung..... 19
 Richtlinie, EMV..... 8
 Richtlinie, Maschinen..... 8
 Richtlinie, Niederspannung..... 8
 Riemenbruch..... 24
 RS485
 Netzwerkverbindung..... 158
 Serielle Kommunikation..... 123

S

Safe Torque Off..... 21, 22
 Sammelschienen..... 85
 Schalter..... 123
 Schalter A53/A54..... 123
 Schaltmodus..... 163
 Schaltschrankheizung..... 84
 Schlupfausgleich..... 165
 Schutzart..... 85, 88, 102, 105, 113
 Schutzmaßnahmen..... 97
 Serielle Kommunikation..... 100, 121, 122
 Serielle Schnittstelle..... 24
 SFAVM..... 165
 Sicherung..... 82
 Signaltrennung..... 102
 Sinus..... 66, 80
 Skalierung von Sollwerten..... 141
 Smart Logic Controller..... 136
 Soft-Start..... 19
 Sollwert
 Aktiv..... 135
 Analog..... 141, 164
 Binär..... 164
 Bus..... 164
 Drehzahleingang..... 155, 156
 Fern..... 139
 Fest..... 141, 165
 Grenzwerte..... 140
 Ort..... 139
 Puls..... 141, 165
 Speichern..... 140
 Warnung..... 23
 Spannungsniveau..... 56
 Spannungsvektorsteuerung (Voltage Vector Control)..... 166
 Sprachpaket..... 63
 Start/Stopp mit Reversierung und Festdrehzahlen..... 157
 Start-/Stopp-Befehl mit Safe Torque Off..... 156
 Startfunktionen..... 20
 Statische Überlast im Modus VVC+..... 113
 Statisches Bremsen..... 125
 Steuerleitungen für Thermistoren..... 120

Steuerung/Regelung		Verdrahtung	
Advanced Vector Control-Regelungsstruktur.....	133	Anschlussplan.....	132
Drehmomentregelung.....	130	Steuerklemme.....	122
Drehzahl.....	130	Verdrahtung.....	82, 100
Fern (Auto On).....	135	Vergleicher.....	137
Funktionsweise.....	130	Verknüpfungspunkt.....	101
Hand (Hand On).....	135	Verlustleistung.....	21
Interne Stromgrenze in Betriebsart VVC+.....	135	Versorgungsnetz.....	117
Klemmen.....	130	Versorgungsspannung.....	120, 121
PID-Drehzahl.....	146	VLT® Erweiterter Eingang.....	72
PID-Prozess.....	149	VLT® Extended I/O.....	70
Steuerkarte, serielle USB-Schnittstelle.....	59	VLT® Extended Relay Card.....	79
Steuerklemme.....	122	VLT® PTC-Thermistor Card.....	78
Steuerklemmentypen.....	121	VLT® Resolvereingang.....	73
Struktur bei Fluxvektor mit Geber.....	134	VLT®-Relaiskarte.....	75
Struktur Fluxvektor ohne Geber.....	134	Vollständiges Motordrehmoment.....	20
Störungen		VT-Kennlinie.....	166
Abgestrahlte.....	90	VVC+.....	133, 135, 166
Feldgebundene.....	90	W	
Funk-.....	90	Warnung.....	23
Strom		Wiederanlauf.....	20
Eingang.....	101	Wohnbereich.....	95
Grundstrom.....	101	Z	
Oberschwingungen.....	100	Zusätzliche Materialien.....	5
Oberschwingungsstrom.....	101	Zwischenkreis.....	113, 114
Reduzierung am Motor.....	104		
Stromgrenzenregler.....	18		
Verzerrung.....	101		
T			
Taktfrequenz.....	60		
Temperatur.....	60		
THD.....	165		
Thermischer Schutz.....	113		
Thermistor.....	78, 105, 120, 155, 159, 165		
Totzone um Null.....	142		
Trägerfrequenzbereiche.....	17		
Trägheitsmoment.....	113		
Transformatoren.....	100		
Typencode.....	63		
Ü			
Überlast.....	21		
Überspannung.....	113, 127		
Übertemperatur.....	18, 23		
U			
UL-Konformität.....	89		
Umgebungsbedingungen.....	84		
V			
Variablen, definiert in.....	163		
Ventilatoren.....	19, 86		



.....
Die in Katalogen, Prospekten und anderen schriftlichen Unterlagen, wie z.B. Zeichnungen und Vorschlägen enthaltenen Angaben und technischen Daten sind vom Käufer vor Übernahme und Anwendung zu prüfen. Der Käufer kann aus diesen Unterlagen und zusätzlichen Diensten keinerlei Ansprüche gegenüber Danfoss oder Danfoss-Mitarbeitern ableiten, es sei denn, dass diese vorsätzlich oder grob fahrlässig gehandelt haben. Danfoss behält sich das Recht vor, ohne vorherige Bekanntmachung im Rahmen der angemessenen und zumutbaren Änderungen an seinen Produkten – auch an bereits in Auftrag genommenen – vorzunehmen. Alle in dieser Publikation enthaltenen Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Firmen. Danfoss und das Danfoss-Logo sind Warenzeichen der Danfoss A/S. Alle Rechte vorbehalten.
.....

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

