ENGINEERING TOMORROW

Projektierungshandbuch
VLT® DriveMotor FCP 106/FCM 106

www.danfoss.de/vlt

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung 5
1.1 Zweck des Projektierungshandbuchs 5
1.2 Zusätzliche Materialien 5
1.3 Symbole, Abkürzungen und Konventionen 5
1.4 Zulassungen 6
1.4.1 Was unter die Richtlinien fällt 6
1.4.2 CE-Zeichen 7
1.4.2.1 Niederspannungsrichtlinie 7
1.4.2.2 EMV-Richtlinie 7
1.4.2.3 Maschinenrichtlinie 7
1.4.2.4 Ökodesign-Richtlinie (ErP) 8
1.4.3 C-tick-Konformität (australische EMV-Standards) 8
1.4.4 UL-Konformität 8
1.4.5 Exportkontrollvorschriften 8
1.5 Softwareversion 8
1.6 Vorgaben zur Entsorgung 8
1.7 Sicherheit 8
1.7.1 Allgemeine Leitlinien zur Sicherheit 8

2 Produktübersicht 11
2.1 Einführung 11
2.1.1 Dichtung 11
2.1.2 Hauptdiagramm 12
2.1.3 Elektrische Anschlussübersicht 13
2.1.4 Steuerklemmen und -relais 3 14
2.1.5 (Feldbus-) Netzwerke für serielle Kommunikation 15
2.2 VLT® Memory Module MCM 101 15
2.2.1 Konfiguration mit dem VLT® Memory Module MCM 101 15
2.2.2 Kopieren von Daten über PC und Memory Module Programmer (MMP) 16
2.2.3 Kopieren einer Konfiguration zu mehreren Frequenzumrichtern 17
2.3 Regelungsstrukturen 18
2.3.1 Regelungsstruktur ohne Rückführung 18
2.3.2 Regelungsstruktur (Regelung mit Rückführung) (PI) 18
2.4 Hand-Steuerung (Hand On) und Fern-Betrieb (Auto On) 19
2.5 Ist- und Sollwertverarbeitung 20
2.6 Allgemeine EMV-Aspekte 21
2.7 Ableitstrom 27
2.7.1 Erdableitstrom 27
2.8 Galvanische Trennung (PELV) 28

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

3 Systemintegration 30
3.1 Einführung 30
3.2 Netzeingang 31
3.2.1 Netzversorgungsstörung/-rückwirkung 31
3.2.1.1 Allgemeine Aspekte zur Oberwellenemission 31
3.2.1.2 Oberschwingungsemission-sanforderungen 32
3.2.1.3 Prüfergebnisse für Oberschwingungsströme (Emission) 32
3.3 Motoren 34
3.3.1 Explosionszeichnungen 34
3.3.2 Heben 36
3.3.3 Lager 36
3.3.4 Lagerlebensdauer und Schmierung 37
3.3.5 Auswuchten 39
3.3.6 Antriebswellen 39
3.3.7 FCM 106 Trägheitsmoment 39
3.3.8 FCM 106 Motorbaugröße 39
3.3.9 Thermischer Motorschutz 39
3.3.9.1 Elektronisches Thermorelais 39
3.3.9.2 Thermistor (nur FCP 106) 40
3.4 Auswahl Frequenzumrichter/Optionen 40
3.4.1 Fern-Einbausatz 40
3.4.2 LOP-Einheit 41
3.5 Besondere Betriebsbedingungen 42
3.5.1 Zweck der Leistungsreduzierung 42
3.5.2 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur und Taktfre-quenz 42
3.5.3 Automatische Anpassungen zur Sicherstellung der Leistung 42
3.5.4 Leistungsreduzierung wegen niedrigem Luftdruck 42
3.5.5 Extreme Betriebszustände 43
3.6 Umgebungsbedingungen 44
3.6.1 Luftfeuchtigkeit 44
3.6.2 Temperatur 44
3.6.3 Kühlung 44
3.6.4 Aggressive Umgebungsbedingungen 44
3.6.5 Umgebungstemperatur 45
3.6.6 Störgeräusche 45
3.6.7 Vibrationen und Erschütterungen 45
3.7 Energieeffizienz 46
3.7.1 IES- und IE-Klassen 46

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

3.7.2 Verlustleistungsdaten und Wirkungsgraddaten 46
3.7.3 Verluste und Wirkungsgrad eines Motors 47
3.7.4 Verluste und Wirkungsgrad eines Antriebssystems 48

4 Anwendungsbeispiele 49
4.1 HLK-Anwendungsbeispiele 49
4.1.1 Stern-/Dreieckstarter oder Softstarter nicht erforderlich 49
4.1.2 Start/Stopp 49
4.1.3 Puls-Start/Stopp 49
4.1.4 Potenziometer-Sollwert 50
4.1.5 Automatische Motoranpassung (AMA) 50
4.1.6 Lüfteranwendung mit Resonanzvibrationen 51
4.2 Beispiele für Energieeinsparungen 51
4.2.1 Gründe für den Einsatz eines Frequenzumrichters zur Regelung von Lüftern und Pumpen 51
4.2.2 Der klare Vorteil: Energieeinsparung 52
4.2.3 Beispiele für Energieeinsparungen 52
4.2.4 Vergleich der Energieeinsparungen 53
4.2.5 Beispiel mit variablem Durchfluss über 1 Jahr 53
4.3 Regelung – Beispiele 54
4.3.1 Verbesserte Regelung 54
4.3.2 Smart Logic Control 54
4.3.3 Programmierung des Smart Logic Controllers 54
4.3.4 SLC-Anwendungsbeispiel 55
4.4 EC+ Konzept für Asynchron- und PM-Motoren 56

5 Typencode und Auswahlhilfe 58
5.1 Antriebskonfigurator 58
5.2 Typencode 59
5.3 Bestellnummern 61

6 Technische Daten 62
6.1 Abstände, Abmessungen und Gewichte 62
6.1.1 Abstände 62
6.1.2 Motorbaugröße gemäß Bauform FCP 106 63
6.1.3 FCP 106 Abmessungen 63
6.1.4 FCM 106 Abmessungen 64
6.1.5 Gewicht 67
6.2 Elektrische Daten 68
6.2.1 Netzversorgung 3 x 380-480 VAC – Normale und hohe Überlast 68
6.3 Netzversorgung 69
6.4 Schutzfunktionen und Eigenschaften 70

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

6.5 Umgebungsbedingungen 70
6.6 Kabelspezifikationen 71
6.7 Steuereingang/-ausgang und Steuerdaten 71
6.8 Technische Daten des FCM 106-Motors 73
6.8.1 Motorüberlastdaten, VLT DriveMotor FCM 106 73
6.9 Spezifikationen für Sicherung und Trennschalter 74
6.10 Leistungsreduzierung aufgrund Umgebungstemperatur und Taktfrequenz 75
6.11 dU/dt 76
6.12 Wirkungsgrad 76

Index 78

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

1 Einführung

1.1 Zweck des Projektierungshandbuchs

Dieses Projektierungshandbuch für Danfoss VLT® DriveMotor FCP 106 und FCM 106 ist vorgesehen für:

- Projektingenieure und Anlagenbauer
- Planer
- Anwendungs- und Produktspezialisten

Das Projektierungshandbuch enthält technische Informationen zu den Möglichkeiten und Funktionen des Frequenzumrichters zur Integration in Systeme zur Motorsteuerung und -überwachung.

Das Projektierungshandbuch hat den Zweck, Informationen zum Anlagendesign und notwendige Daten für die Integration des Frequenzumrichters in Anwendungen zu liefern. Das Projektierungshandbuch ermöglicht die Auswahl der passenden Frequenzumrichter und Optionen für Anwendungen und Installationen.

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 Zusätzliche Materialien

Verfügbare Literatur:

- Das *VLT® DriveMotor FCP 106/FCM 106 Produkthandbuch,* für Informationen, die für Installation und Inbetriebnahme des Frequenzumrichters erforderlich sind.
- Das *VLT® DriveMotor FCP 106/FCM 106 Projektierungshandbuch* enthält die notwendigen Informationen für die Integration des Frequenzumrichters in einer Vielzahl von Anwendungen.
- Das *VLT® DriveMotor FCP 106/FCM 106 Programmierhandbuch* beschreibt die Programmierung des Frequenzumrichters, einschließlich kompletter Parameterbeschreibungen.
- *VLT® LCP-Anleitung* zum Betrieb der Bedieneinheit (LCP).
- *VLT® LOP-Anleitung* zum Betrieb der LOP-Einheit.
- Das *Modbus RTU Produkthandbuch* und das *VLT® DriveMotor FCP 106/FCM 106 BACnet Produkthandbuch* enthalten Informationen zur Regelung, Überwachung und Programmierung des Frequenzumrichters.
- Die *VLT® PROFIBUS DP MCA 101-Installationsanleitung* enthält Informationen zur Installation des PROFIBUS sowie zur Fehlersuche und -beseitigung.
- Das *VLT® PROFIBUS DP MCA 101-Programmierhandbuch* enthält Informationen zur Konfiguration des Systems, zur Steuerung des Frequenzumrichters, zum Zugriff auf den Frequenzumrichter, zur Programmierung und zur Fehlersuche und -behebung. Zudem enthält es einige typische Anwendungsbeispiele.
- Das *VLT® Motion Control Tool MCT 10* ermöglicht Ihnen das Konfigurieren des Frequenzumrichters auf einem Windows™-PC.
- Danfoss *VLT® Energy Box*-Software zur Energieberechung in HLK-Anwendungen.

Technische Literatur und Zulassungen sind online verfügbar unter *vlt-drives.danfoss.com/Support/Service/*.

Sie können die Danfoss VLT® Energy Box-Software unter *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions*im Download-Bereich für PC-Software herunterladen.

1.3 Symbole, Abkürzungen und Konventionen

Dieses Handbuch verwendet folgende Symbole:

HINWEIS

Kennzeichnet wichtige Hinweise, die Sie beachten müssen, um Fehler oder den Betrieb mit reduzierter Leistung zu vermeiden.

* Kennzeichnet die Werkseinstellung.

Schutzart	Die Schutzart ist eine genormte Spezifikation für elektrische Betriebsmittel, die den Schutz gegen das Eindringen von Fremdobjekten und Wasser beschreibt (Beispiel: IP20).
DIx	DI1: Digitaleingang 1. DI2: Digitaleingang 2.
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit.
Fehler	Diskrepanz zwischen einem berechneten, beobachteten oder gemessenen Wert oder Zustand und dem vorgegebenen oder theoretisch richtigen Wert oder Zustand.
Werkseinstellung	Werkseinstellungen im Auslieferungszustand des Produkts.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

Fehler	Ein Fehler kann einen Störungszustand verursachen.
Fehlerrück-stellung	Eine Funktion, mit der nach Beheben eines erkannten Fehlers durch Entfernen der Ursache des Fehlers der Frequenzumrichter in einen Betriebszustand zurückversetzt wird. Der Fehler ist dann nicht mehr aktiv.
MM	Speichermodul.
MMP	Speichermodul-Programmierung.
Parameter	Gerätedaten und -werte, die ausgelesen und (bis zu einem gewissen Umfang) festgelegt werden können.
PELV	Protective Extra Low Voltage, Schutzklein-spannung. Weitere Informationen finden Sie unter IEC 60364-4-41 oder IEC 60204-1.
Überge-ordnete Steuerung (SPS)	Speicherprogrammierbare Steuerung.
RS485	Feldbus-Schnittstelle gemäß EIA-422/485-Busbeschreibung, die serielle Datenübertragung zu mehreren Geräten ermöglicht.
Warnung	Wird der Begriff außerhalb des Zusammenhangs von Sicherheitsanweisungen verwendet, informiert eine Warnung über ein potenzielles Problem, das von einer Überwachungsfunktion erkannt wurde. Eine Warnung ist kein Fehler und führt nicht zu einem Übergang des Betriebs-zustands.

Tabelle 1.1 Abkürzungen

Konventionen

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

1.4 Zulassungen

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

Weitere Informationen zu den Zulassungen und Zertifizierungen finden Sie im Downloadbereich unter *http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/*.

Zertifizierung		FCP 106	FCM 106
EG-Konformitätser-klärung	CE	✓	✓
UL-gelistet	c UL us	–	✓
UL erkannt	c UL	✓	–
C-Tick		✓	✓

Die EG-Konformitätserklärung basiert auf den folgenden Richtlinien:

- Niederspannungsrichtlinie (2006/95/EG) basiert auf EN 61800-5-1 (2007).
- EMV-Richtlinie 2004/108/EG basiert auf EN 61800-3 (2004).

UL-gelistet
Produktauswertung wurde abgeschlossen und das Produkt kann auf dem System installiert werden. Das System muss außerdem von dem entsprechenden Anbieter UL gelistet werden.

UL erkannt
Vor Inbetriebnahme der Kombination aus Frequenzumrichter und Motor ist eine zusätzliche Auswertung erforderlich. Das System, auf dem Sie das Produkt installieren, muss auch von dem entsprechenden Anbieter UL gelistet sein.

1.4.1 Was unter die Richtlinien fällt

Der in der EU geltende *Leitfaden zur Anwendung der Richtlinie 2004/108/EG des Rates* nennt drei typische Situationen.

- Der Frequenzumrichter wird direkt im freien Handel an den Endkunden verkauft. Für derartige Anwendungen bedarf der Frequenzumrichter der CE-Kennzeichnung gemäß der EMV-Richtlinie.
- Der Frequenzumrichter wird als Teil eines Systems verkauft. Das System wird als Kompletteinheit angeboten, z. B. eine Klimaanlage. Das gesamte System muss gemäß der EMV-Richtlinie CE-gekennzeichnet sein. Dies kann der Hersteller durch Überprüfung der EMV-Eigenschaften des Systems gewährleisten. Die Systemkomponenten müssen nicht mit einer CE-Kennzeichnung versehen werden.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

- Der Frequenzumrichter wird für die Installation in einer Anlage verkauft. Es kann sich dabei z. B. um eine Produktionsanlage oder um eine von Fachleuchten konstruierte und installierte Heizungs- oder Lüftungsanlage handeln. Der Frequenzumrichter muss über eine CE-Kennzeichnung gemäß der EMV-Richtlinie verfügen. Die fertige Anlage muss nicht über eine CE-Kennzeichnung verfügen. Sie muss jedoch den grundlegenden Anforderungen der EMV-Richtlinie entsprechen. Dies kann der Anlagenbauer durch den Einsatz von Bauteilen, Geräten und Systemen sicherstellen, die eine CE-Kennzeichnung gemäß der EMV-Richtlinie besitzen.

1.4.2 CE-Zeichen

Abbildung 1.1 CE

Das CE-Zeichen (Communauté Européenne) zeigt an, dass der Hersteller des Produkts alle relevanten EU-Richtlinien einhält. Die geltenden EU-Richtlinien zu Ausführung und Konstruktion des Frequenzumrichters sind in *Tabelle 1.2* aufgeführt.

HINWEIS

Über die Qualität eines Produkts sagt die CE-Kennzeichnung nichts aus. Auch gibt sie keinen Aufschluss zu technischen Spezifikationen.

HINWEIS

Frequenzumrichter mit integrierter Sicherheitsfunktion müssen mit der Maschinenrichtlinie konform sein.

EU-Richtlinie	Version
Niederspannungsrichtlinie	2014/35/EU
EMV-Richtlinie	2014/30/EU
Maschinenrichtlinie[1)]	2014/32/EU
Ökodesign-Richtlinie (ErP)	2009/125/EC
ATEX-Richtlinie	2014/34/EU
RoHS-Richtlinie	2002/95/EC

Tabelle 1.2 Frequenzumrichter betreffende EU-Richtlinien

1) Konformität mit der Maschinenrichtlinie ist nur bei Frequenzumrichtern mit integrierter Sicherheitsfunktion erforderlich.

Konformitätserklärungen sind auf Anfrage erhältlich.

1.4.2.1 Niederspannungsrichtlinie

Die Niederspannungsrichtlinie gilt für alle elektrischen Geräte im Spannungsbereich von 50–1000 V AC und 75–1600 V DC.

Der Zweck der Richtlinie ist die Gewährleistung der Personensicherheit und die Vermeidung von Beschädigungen der Anlage und Geräte, wenn die elektrischen Betriebsmittel bei ordnungsgemäßer Installation und Wartung bestimmungsgemäß verwendet werden.

1.4.2.2 EMV-Richtlinie

Der Zweck der EMV-Richtlinie (elektromagnetische Verträglichkeit) ist die Reduzierung elektromagnetischer Störungen und die Steigerung der Störfestigkeit der elektrischen Geräte und Installationen. Die grundlegende Schutzanforderung der EMV-Richtlinie 2004/108/EG gibt vor, dass Betriebsmittel, die elektromagnetische Störungen verursachen oder deren Betrieb durch diese Störungen beeinträchtigt werden kann, bei einer ordnungsmäßigen 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.

Elektrische Geräte, die alleine oder als Teil einer Anlage verwendet werden, müssen eine CE-Kennzeichnungen tragen. Anlagen müssen nicht über eine CE-Kennzeichnung verfügen, jedoch den grundlegenden Schutzanforderungen der EMV-Richtlinie entsprechen.

1.4.2.3 Maschinenrichtlinie

Der Zweck der Maschinenrichtlinie ist die Gewährleistung der Personensicherheit und die Vermeidung von Beschädigungen der Anlage und Geräte, wenn die mechanischen Betriebsmittel bestimmungsgemäß verwendet werden. Die Maschinenrichtlinie bezieht sich auf Maschinen, die aus einem Aggregat mehrerer zusammenwirkender Komponenten oder Betriebsmittel bestehen, von denen mindestens eine(s) mechanisch beweglich ist.

Frequenzumrichter mit integrierter Sicherheitsfunktion müssen mit der Maschinenrichtlinie 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 Frequenzumrichters zur Verfügung.

Wenn Frequenzumrichter in Maschinen mit mindestens einem beweglichen Teil eingesetzt werden, muss der Maschinenhersteller eine Erklärung zur Verfügung stellen, die die Übereinstimmung mit allen relevanten gesetzlichen Bestimmungen und Sicherheitsrichtlinien bestätigt.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

1.4.2.4 Ökodesign-Richtlinie (ErP)

Die Ökodesignrichtlinie ist die europäische Richtlinie zur umweltgerechten Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte. Die Richtlinie legt die Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte einschließlich Frequenzumrichtern fest. Die Richtlinie hat eine verbesserte Energieeffizienz und allgemeine Umweltverträglichkeit von Elektrogeräten bei gleichzeitiger Erhöhung der Sicherheit der Energieversorgung zum Ziel. Die Einflüsse der energieverbrauchsrelevanten Produkte auf die Umwelt umfassen den Energieverbrauch über die gesamte Produktlebensdauer.

1.4.3 C-tick-Konformität (australische EMV-Standards)

Abbildung 1.2 C-Tick

Die C-Tick-Kennzeichnung zeigt eine Übereinstimmung mit den relevanten technischen Standards zur elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) an. Die C-Tick-Konformität ist für die Markteinführung elektrischer und elektronischer Geräte auf dem Markt in Australien und Neuseeland erforderlich.

Die C-Tick-Richtlinie befasst 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.

1.4.4 UL-Konformität

Abbildung 1.3 UL-gelistet

Abbildung 1.4 UL-Zulassung

Der Frequenzumrichter erfüllt die Anforderungen der UL 508C bezüglich der thermischen Sicherung. Weitere Informationen finden Sie unter *Kapitel 3.3.9 Thermischer Motorschutz*.

1.4.5 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.

1.5 Softwareversion

Die auf dem Frequenzumrichter installierte Softwareversion können Sie in
Parameter 15-43 Softwareversion ablesen.

1.6 Vorgaben zur Entsorgung

Sie dürfen Geräte mit elektrischen Bauteilen nicht zusammen mit dem Hausmüll entsorgen. Diese müssen separat mit Elektro- und Elektronik-Altgeräten gemäß den lokalen Bestimmungen und den aktuell gültigen Gesetzen gesammelt werden.

1.7 Sicherheit

1.7.1 Allgemeine Leitlinien zur Sicherheit

Frequenzumrichter können bei unsachgemäßer Handhabung tödliche Verletzungen verursachen, da sie Hochspannungskomponenten enthalten. Nur qualifiziertes Fachpersonal darf dieses Gerät installieren oder bedienen. Reparaturarbeiten dürfen erst begonnen werden, wenn der Frequenzumrichter vom Netz getrennt und der festgelegte Zeitraum für die Entladung gespeicherter elektrischer Energie verstrichen ist.

Für einen sicheren Betrieb des Frequenzumrichters ist die strikte Befolgung von Sicherheitsmaßnahmen und -hinweisen unbedingt erforderlich.

Der einwandfreie und sichere Betrieb des Frequenzumrichters setzt fachgerechten und zuverlässigen Transport voraus. Lagerung, Installation, Bedienung und Instandhaltung müssen diese Anforderungen ebenfalls erfüllen. Nur qualifiziertes Fachpersonal darf dieses Gerät installieren oder bedienen.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

Qualifiziertes Fachpersonal sind per Definition geschulte Mitarbeiter, die gemäß den einschlägigen Gesetzen und Vorschriften zur Installation, Inbetriebnahme und Instandhaltung von Betriebsmitteln, Systemen und Schaltungen berechtigt sind. Ferner muss das qualifizierte Personal mit allen Anweisungen und Sicherheitsmaßnahmen gemäß diesem Produkthandbuch vertraut sein.

⚠WARNUNG

HOCHSPANNUNG

Bei Anschluss an Versorgungsnetzeingang, DC-Versorgung oder Zwischenkreiskopplung führen Frequenzumrichter Hochspannung. Erfolgen Installation, Inbetriebnahme und Wartung nicht durch qualifiziertes Personal, kann dies zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen.

- **Installation, Inbetriebnahme und Wartung dürfen ausschließlich von qualifiziertem Personal durchgeführt werden.**

⚠WARNUNG

UNERWARTETER ANLAUF

Bei Anschluss des Frequenzumrichters an Versorgungsnetz, DC-Versorgung oder Zwischenkreiskopplung kann der angeschlossene Motor jederzeit unerwartet anlaufen. Ein unerwarteter Anlauf im Rahmen von Programmierungs-, Service- oder Reparaturarbeiten kann zu schweren bzw. tödlichen Verletzungen oder zu Sachschäden führen. Der Motor kann über einen externen Schalter, einen Feldbus-Befehl, ein Sollwerteingangssignal, über ein LCP oder nach einem quittierten Fehlerzustand anlaufen.
So verhindern Sie ein unerwartetes Starten des Motors:

- **Trennen Sie den Frequenzumrichter vom Netz.**
- **Drücken Sie [Off/Reset] am LCP, bevor Sie Parameter programmieren.**
- **Verkabeln und montieren Sie Frequenzumrichter, Motor und alle angetriebenen Geräte vollständig, bevor Sie den Frequenzumrichter an Netzversorgung, DC-Versorgung oder Zwischenkreiskopplung anschließen.**

⚠WARNUNG

ENTLADEZEIT

Der Frequenzumrichter enthält Zwischenkreiskondensatoren, die auch bei abgeschaltetem Frequenzumrichter geladen sein können. Auch wenn die Warn-LED nicht leuchten, kann Hochspannung anliegen. Das Nichteinhalten der angegebenen Wartezeit nach dem Trennen der Stromversorgung vor Wartungs- oder Reparaturarbeiten kann zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen.

- **Stoppen Sie den Motor.**
- **Trennen Sie das Versorgungsnetz und alle externen DC-Zwischenkreisversorgungen, einschließlich externer Batterie-, USV- und DC-Zwischenkreisverbindungen mit anderen Frequenzumrichtern.**
- **Trennen oder verriegeln Sie den PM-Motor.**
- **Warten Sie, damit die Kondensatoren vollständig entladen können. Die minimale Wartezeit finden Sie in *Tabelle 1.3*.**
- **Verwenden Sie vor der Durchführung von Wartungs- oder Reparaturarbeiten ein geeignetes Spannungsmessgerät, um sicherzustellen, dass die Kondensatoren vollständig entladen sind.**

Spannung [V]	Leistungsbereich[1)] [kW]	Mindestwartezeit (Minuten)
3x400	0,55–7,5	4

Tabelle 1.3 Entladezeit

1) Die Nennleistungen beziehen sich auf die normale Überlast (HO).

⚠WARNUNG

GEFAHR DURCH ABLEITSTRÖME

Die Ableitströme überschreiten 3,5 mA. Eine nicht vorschriftsmäßige Erdung des Frequenzumrichters kann zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen!

- **Lassen Sie die ordnungsgemäße Erdung der Geräte durch einen zertifizierten Elektroinstallateur überprüfen.**

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

⚠WARNUNG

GEFAHR DURCH ANLAGENKOMPONENTEN!

Ein Kontakt mit drehenden Wellen und elektrischen Betriebsmitteln kann zu schweren Personenschäden oder sogar tödlichen Verletzungen führen.

- **Stellen Sie sicher, dass Installations-, Inbetriebnahme- und Wartungsarbeiten ausschließlich von geschultem und qualifiziertem Personal durchgeführt werden.**
- **Alle Elektroarbeiten müssen den VDE-Vorschriften und anderen lokal geltenden Elektroinstallationsvorschriften entsprechen.**
- **Befolgen Sie die Verfahren in dieser Anleitung.**

⚠WARNUNG

UNERWARTETE MOTORDREHUNG WINDMÜHLEN-EFFEKT

Ein unerwartetes Drehen von Permanentmagnetmotoren erzeugt Spannung und lädt das Gerät ggf. auf, was zu schweren Verletzungen oder Sachschäden führen kann.

- **Stellen Sie sicher, dass die Permanentmagnetmotoren blockiert sind, sodass sie sich unter keinen Umständen drehen können.**

⚠VORSICHT

GEFAHR BEI EINEM INTERNEN FEHLER

Ein interner Fehler im Frequenzumrichter kann zu schweren Verletzungen führen, wenn der Frequenzumrichter nicht ordnungsgemäß geschlossen wird.

- **Stellen Sie vor dem Anlegen von Netzspannung sicher, dass alle Sicherheitsabdeckungen angebracht und ordnungsgemäß befestigt sind.**

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

2 Produktübersicht

2.1 Einführung

Die Produktübersicht gilt für FCP 106 und FCM 106.

VLT® DriveMotor FCP 106
Die Lieferung umfasst nur den Frequenzumrichter. Zur Installation sind zusätzlich eine Wand- oder Motoradapterplatte sowie Crimp-Leistungsklemmen erforderlich.
Bestellen Sie den Wandmontagesatz oder die Adapterplatte sowie die Crimp-Leistungsklemmen separat.

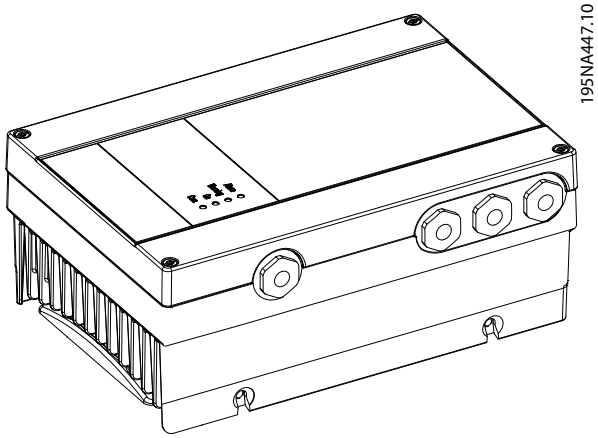


Abbildung 2.1 FCP 106

VLT® DriveMotor FCM 106
Der Frequenzumrichter ist bei Lieferung bereits auf dem Motor montiert. Die Kombination von FCP 106 und dem Motor heißt VLT® DriveMotor FCM 106.

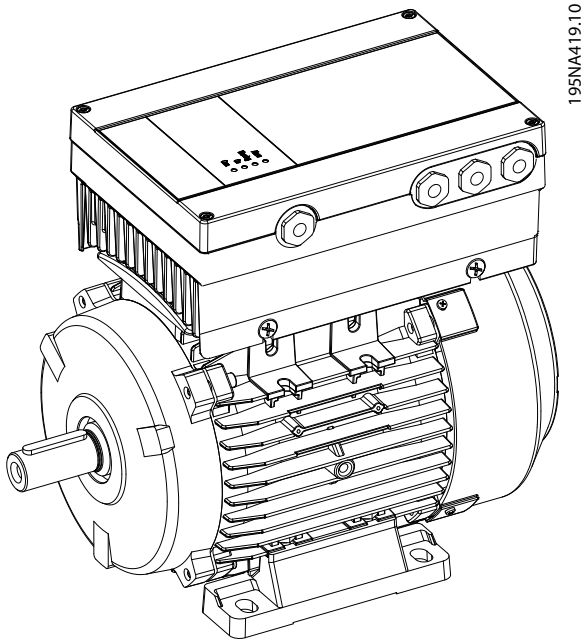


Abbildung 2.2 FCM 106

2.1.1 Dichtung

Die Montage des FCP 106 auf einem Motor erfordert den Einbau einer angepassten Dichtung. Die Dichtung passt zwischen Motoradapterplatte und Motor.

Im Lieferumfang des FCP 106-Frequenzumrichters ist keine Dichtung enthalten.

Deshalb müssen Sie die Dichtung vor der Installation auslegen und prüfen, damit sie die Schutzart erfüllt (z. B. IP55, IP66 oder Typ 4X).

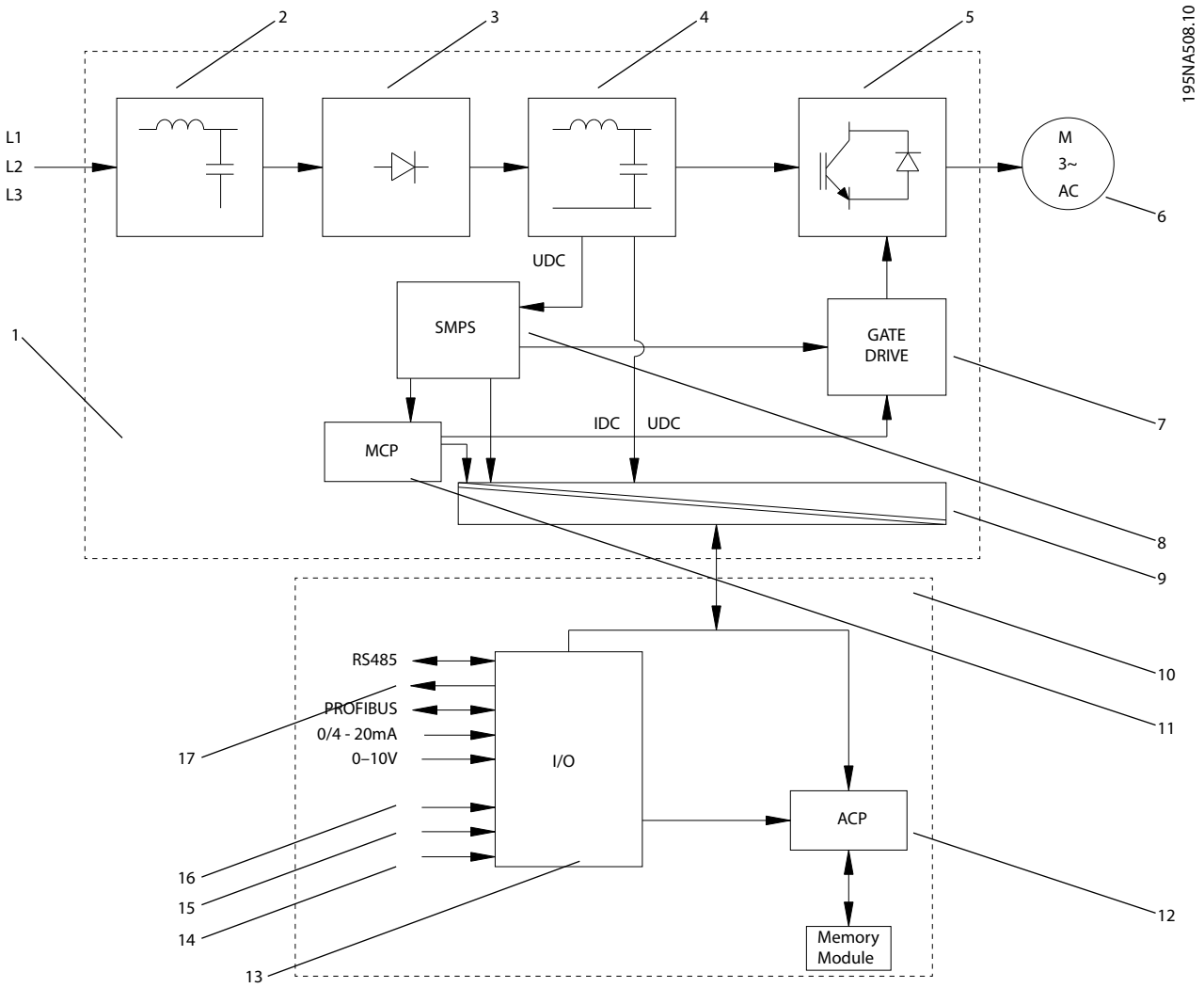
Anforderungen an die Dichtung:

- Erhalten Sie die Masseverbindung zwischen Frequenzumrichter und Motor aufrecht. Der Frequenzumrichter ist zur Motoradapterplatte geerdet. Verwenden Sie zwischen Motor und Frequenzumrichter eine Leitungsverbindung.
- Verwenden Sie ein UL-genehmigtes Material für die Dichtung, wenn für das fertig montierte Produkt eine UL-Zulassung oder -Registrierung erforderlich ist.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

2

2.1.2 Hauptdiagramm



1	Leistungskarte	7	IGBT-Ansteuerkarte	13	Steuerklemmen
2	EMV-Filter	8	SMPS	14	Reset
3	Gleichrichter	9	Galvanische Trennung	15	Festdrehzahl JOG
4	Zwischenkreis/DC-Filter	10	Steuerkarte	16	Start
5	Wechselrichter	11	MCP (Motor Control Processor)	17	Analog-/Digitalausgang
6	Motor	12	ACP (Application Control Processor)		

Abbildung 2.3 Hauptdiagramm

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

2.1.3 Elektrische Anschlussübersicht

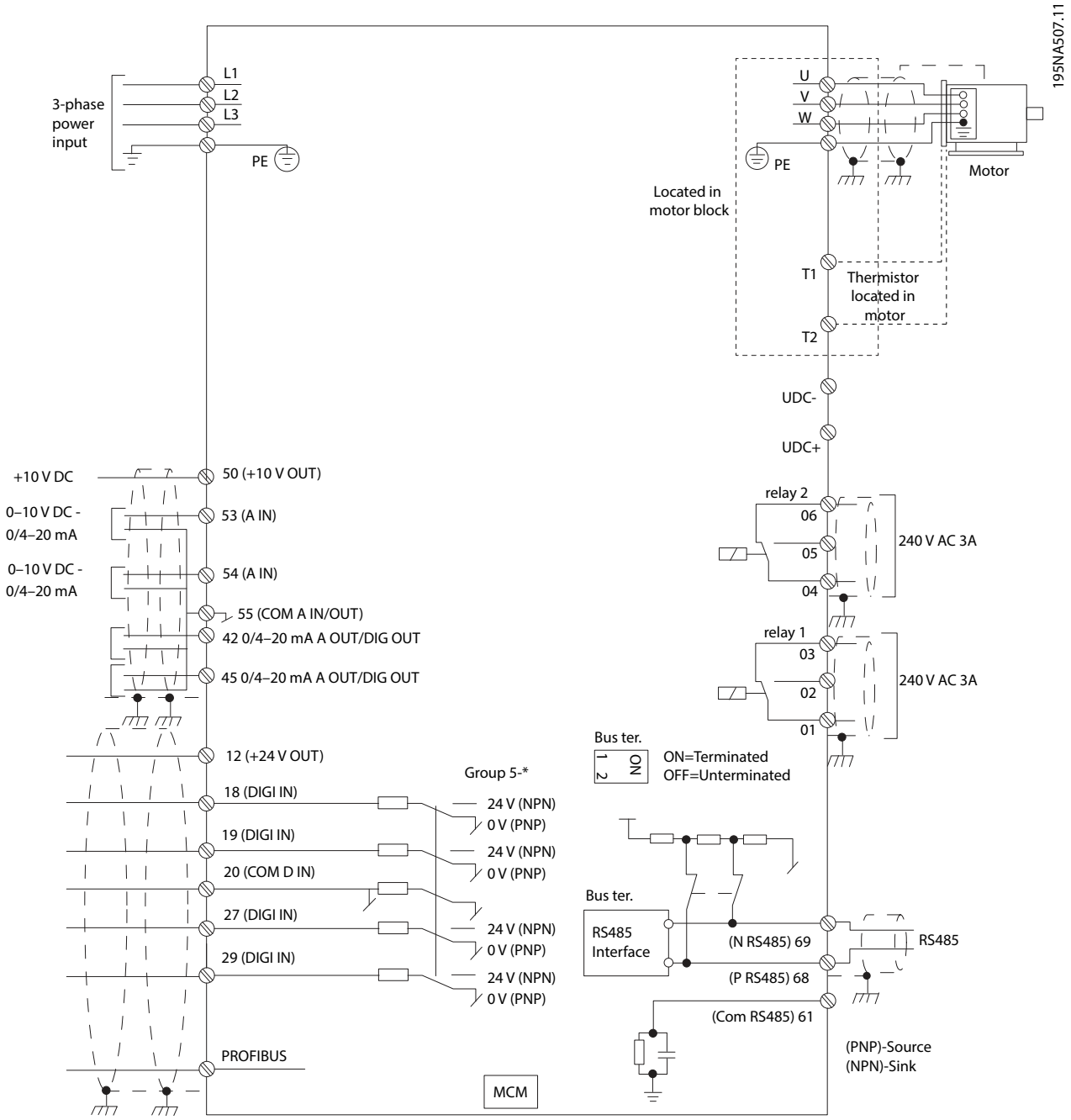
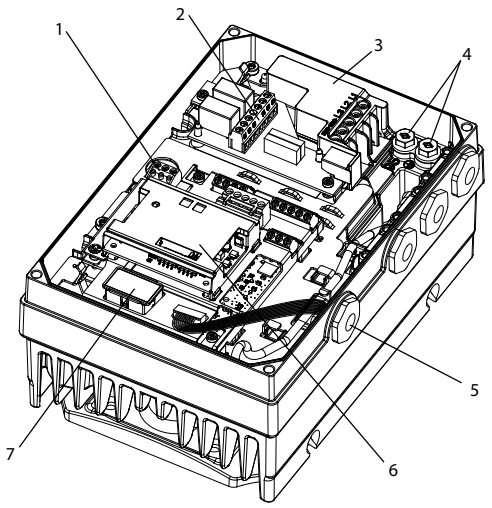


Abbildung 2.4 Elektrische Anschlussübersicht

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

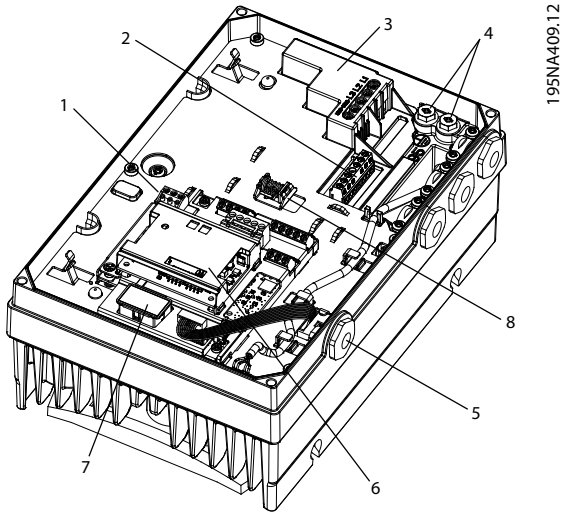
2

2.1.4 Steuerklemmen und -relais 3



1	Steuerklemmen
2	Relaisklemmen
3	UDC+, UDC-, Leitung (L3, L2, L1)
4	PE
5	LCP-Anschluss
6	VLT® PROFIBUS DP MCA 101
7	VLT® Memory Module MCM 101

Abbildung 2.5 Position der Klemmen und Relais, MH1



1	Steuerklemmen
2	Relaisklemmen
3	UDC+, UDC-, Leitung (L3, L2, L1)
4	PE
5	LCP-Anschluss
6	VLT® PROFIBUS DP MCA 101
7	VLT® Memory Module MCM 101
8	Federschelle für PROFIBUS-Kabel

Abbildung 2.6 Position der Klemmen und Relais, MH2-MH3

Steuerklemmen

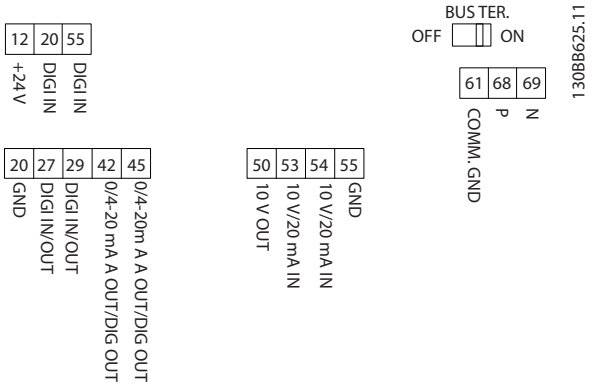


Abbildung 2.7 Steuerklemmen

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

Klemme Nr.	Funktion	Konfiguration	Werksein-stellung
12	+24 V-Ausgang	–	–
18	Digital-eingang	*PNP/NPN	Start
19	Digital-eingang	*PNP/NPN	Ohne Funktion
20	Masse	–	–
27	Digital-eingang/-ausgang	*PNP/NPN	Motorfreilauf (inv.)
29	Digital-eingang/-ausgang/ Pulseingang	*PNP/NPN	Festdrehzahl JOG
50	+10 V-Ausgang	–	–
53	Analog-eingang	*0–10 V/0–20 mA/ 4–20 mA	Ref1
54	Analog-eingang	*0–10 V/0–20 mA/ 4–20 mA	Ref2
55	Masse	–	–
42	10 Bit	*0–20 mA/4–20 mA/DO	Analog
45	10 Bit	*0–20 mA/4–20 mA/DO	Analog
1, 2, 3	Relais 1	1, 2 NO 1, 3 NC	[9] Alarm
4, 5, 6	Relais 2	4, 5 NO 4, 6 NC	[5] Motor ein

Tabelle 2.1 Steuerklemmenfunktionen

** Kennzeichnet die Werkseinstellung.*

HINWEIS

PNP/NPN ist Masse für die Klemmen 18, 19, 27 und 29.

2.1.5 (Feldbus-) Netzwerke für serielle Kommunikation

Die folgenden Protokolle sind in den Frequenzumrichter integriert:

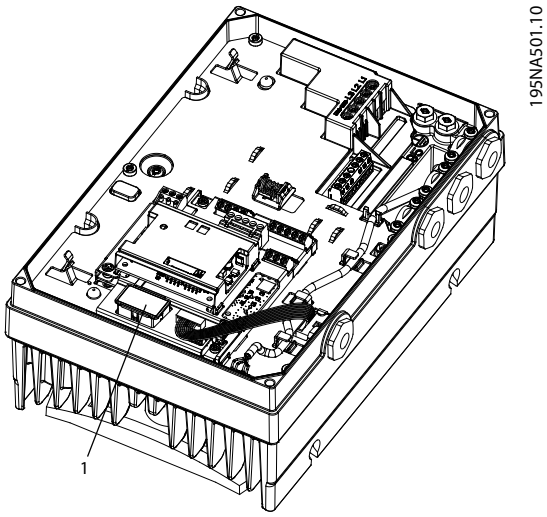
- BACnet MSTP
- Modbus RTU
- FC-Protokoll

2.2 VLT® Memory Module MCM 101

Das VLT® Memory Module MCM 101 ist ein kleines Speichermedium, das beispielsweise folgende Daten enthält:

- Firmware.
- SIVP-Datei.
- Pumpentabelle.
- Motor-Datenbank.
- Parameterlisten.

Das Modul ist werkseitig am Frequenzumrichter installiert.



1	VLT® Memory Module MCM 101

Abbildung 2.8 Position des Speichermoduls

Wenn das Speichermodul ausfällt, kann der Frequenzumrichter dennoch weiterarbeiten. Die Warn-LED am Deckel blinkt, und das LCP (falls installiert) zeigt eine Warnung an.

Warnung 206, *Speichermodul* zeigt an, dass Sie einen Frequenzumrichter ohne Speichermodul betreiben oder das Speichermodul defekt ist. Die genaue Ursache für die Warnung finden Sie in *Parameter 18-51 Ursache der Warnung Speichermodul*.

Sie können ein neues Speichermodul als Ersatzteil bestellen.
Bestellnummer: 134B0791.

2.2.1 Konfiguration mit dem VLT® Memory Module MCM 101

Beim Austausch oder Hinzufügen eines Frequenzumrichters zu einem System ist eine einfache Übertragung der vorhandenen Daten zum Frequenzumrichter möglich. Die Frequenzumrichter müssen jedoch dieselbe Leistungsgröße haben und über kompatible Hardware verfügen.

⚠WARNUNG

TRENNEN SIE DIE NETZVERSORGUNG VOR DER WARTUNG!

Vor der Durchführung von Reparaturarbeiten müssen Sie den Frequenzumrichter vom Versorgungsnetz trennen. Warten Sie nach dem Trennen der Netzversorgung 4 Minuten, damit sich die Kondensatoren entladen können. Eine Nichtbeachtung dieser Schritte kann tödliche oder schwerste Verletzungen zur Folge haben.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

1. Entfernen Sie den Deckel von einem Frequenzumrichter mit Speichermodul.
2. Klemmen Sie das Speichermodul ab.
3. Setzen Sie den Deckel ein und befestigen Sie diesen.
4. Entfernen Sie den Deckel vom neuen Frequenzumrichter.
5. Bauen Sie das Speichermodul in den neuen/anderen Frequenzumrichter ein.
6. Setzen Sie den Deckel am neuen Frequenzumrichter ein und befestigen Sie diesen.
7. Schalten Sie den Frequenzumrichter ein.

HINWEIS

Die erste Netz-Einschaltung dauert ca. 3 Minuten. In dieser Zeit werden alle Daten an den Frequenzumrichter übertragen.

2.2.2 Kopieren von Daten über PC und Memory Module Programmer (MMP)

Durch Verwendung eines PCs und dem MMP können Sie mehrere Speichermodule mit denselben Daten erstellen. Sie können diese Speichermodule in VLT® DriveMotor FCP 106 oder VLT® DriveMotor FCM 106 einstecken.

Beispiele der kopierbaren Daten:

- Firmware.
- Parametereinstellung.
- Pumpenkurven.

Während des Betriebs wird der Downloadstatus auf dem Bildschirm angezeigt.

1. Schließen Sie einen FCP 106 oder FCM 106 an einen PC an.
2. Übertragen Sie die Konfigurationsdaten vom PC zum Frequenzumrichter. Diese Daten sind NICHT codiert.

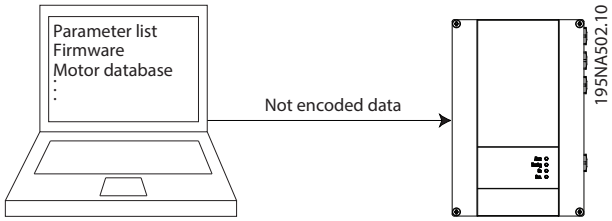


Abbildung 2.9 Datenübertragung vom PC zum Frequenzumrichter

3. Die Daten werden automatisch in codierter Form vom Frequenzumrichter zum Speichermodul übertragen.

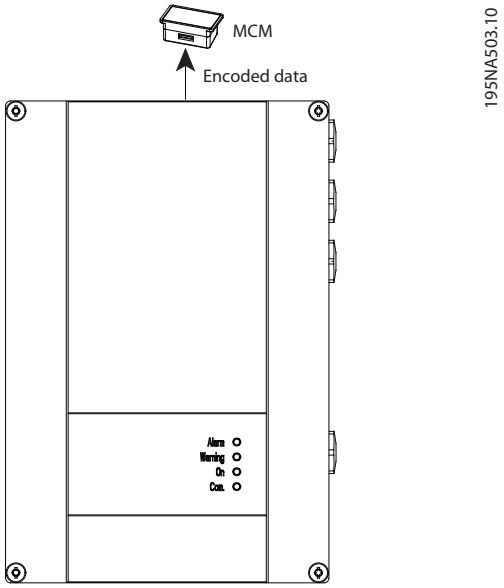


Abbildung 2.10 Datenübertragung vom Frequenzumrichter zum Speichermodul

4. Stecken Sie das Speichermodul in den MMP ein.
5. Schließen Sie den MMP an einen PC an, um die Daten vom Speichermodul zu übertragen.

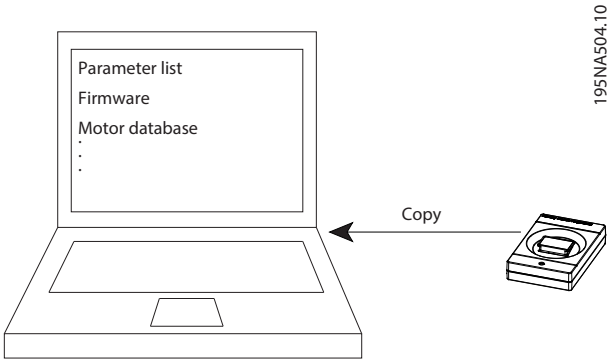


Abbildung 2.11 Datenübertragung vom MMP zum PC

6. Stecken Sie ein leeres Speichermodul in den MMP ein.
7. Wählen Sie aus, welche Daten vom PC zum Speichermodul übertragen werden sollen.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

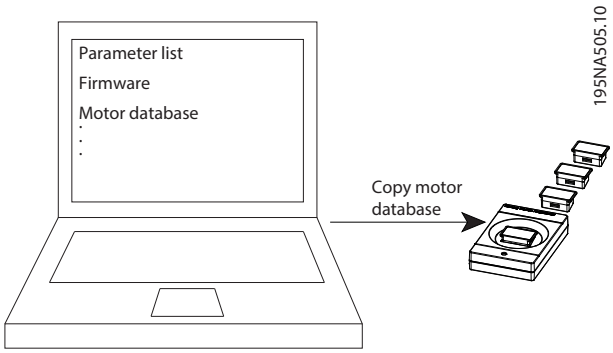


Abbildung 2.12 Datenübertragung vom PC zum Speichermodul

8. Wiederholen Sie die Schritte 6 und 7 für die einzelnen Speichermodule, die in dieser bestimmten Konfiguration benötigt werden.
9. Stecken Sie die Speichermodule in die Frequenzumrichter ein.

2.2.3 Kopieren einer Konfiguration zu mehreren Frequenzumrichtern

Sie können die Konfiguration von 1 VLT® DriveMotor FCP 106 oder VLT® DriveMotor FCM 106 an mehrere andere übertragen. Hierfür benötigen Sie lediglich einen Frequenzumrichter, der bereits über die gewünschte Konfiguration verfügt.

1. Entfernen Sie den Deckel vom Frequenzumrichter, dessen Konfiguration kopiert werden soll.
2. Klemmen Sie das Speichermodul ab.
3. Entfernen Sie den Deckel vom Frequenzumrichter, zu dem die Konfiguration kopiert werden soll.
4. Stecken Sie das Speichermodul ein.
5. Wenn das Kopieren abgeschlossen ist, stecken Sie ein leeres Speichermodul in den Frequenzumrichter ein.
6. Setzen Sie den Deckel ein und befestigen Sie diesen.
7. Schalten Sie den Frequenzumrichter aus und wieder ein.
8. Wiederholen Sie die Schritte 3–7 für jeden Frequenzumrichter, der die Konfiguration erhalten soll.
9. Stecken Sie das Speichermodul in den Original-Frequenzumrichter ein.
10. Setzen Sie den Deckel ein und befestigen Sie diesen.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

2.3 Regelungsstrukturen

2

Wählen Sie in *Parameter 1-00 Regelverfahren*, ob die Regelung ohne oder mit Rückführung erfolgt.

2.3.1 Regelungsstruktur ohne Rückführung

In der in *Abbildung 2.13* dargestellten Konfiguration ist *Parameter 1-00 Regelverfahren* auf *[0] Regelung ohne Rückführung* eingestellt. Der Frequenzumrichter empfängt aus dem Sollwertsystem den resultierenden Sollwert oder den Ortsollwert. Er verarbeitet diesen Wert in der Rampen- und Drehzahlbegrenzung. Anschließend wird er an die Motorsteuerung gesendet. Der Ausgang der Motorsteuerung wird dann durch die maximale Frequenzgrenze beschränkt.

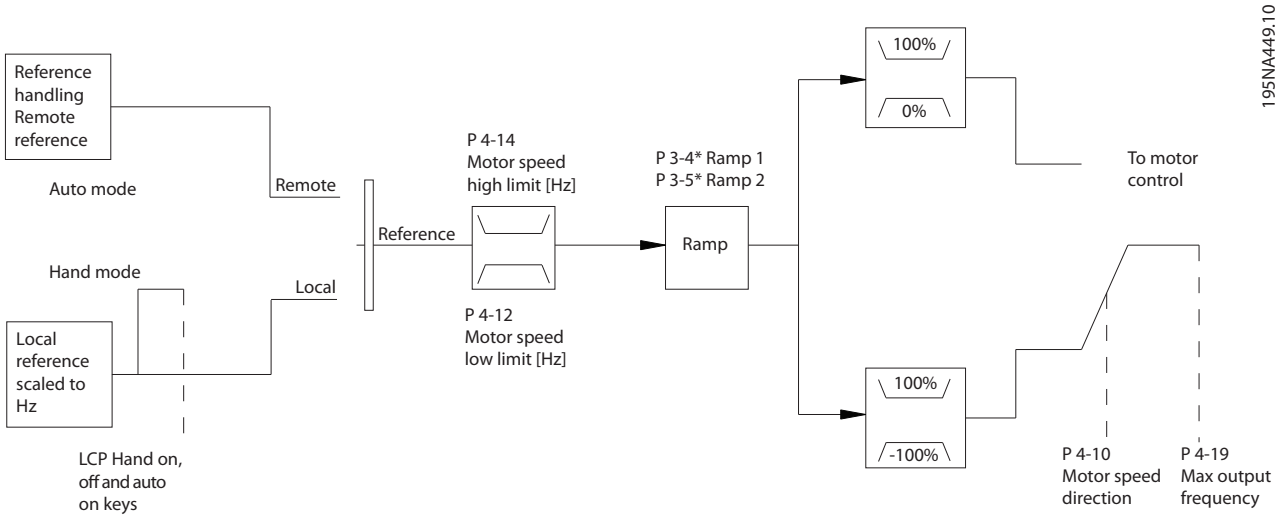


Abbildung 2.13 Struktur ohne Rückführung

2.3.2 Regelungsstruktur (Regelung mit Rückführung) (PI)

Der interne Regler macht den Frequenzumrichter zu einem Teil des geregelten Systems. Der Frequenzumrichter empfängt ein Istwertsignal von einem Sensor im System. Daraufhin vergleicht er diesen Istwert mit einem Sollwert und erkennt ggf. eine Abweichung zwischen diesen beiden Signalen. Zum Ausgleich dieser Abweichung passt er dann die Drehzahl des Motors an.
Beispiel: Eine Pumpanwendung, die die Drehzahl der Pumpe so regelt, dass der statische Druck in einer Leitung konstant bleibt. Der gewünschte statische Druckwert wird als Sollwert an den Frequenzumrichter übermittelt. Ein statischer Drucksensor misst den tatsächlichen statischen Druck in der Leitung und übermittelt diesen als Istwertsignal an den Frequenzumrichter. Wenn das Istwertsignal größer ist als der Sollwert, reduziert der Frequenzumrichter die Drehzahl zur Druckminderung. In dem ähnlich gelagerten Fall, dass der Leitungsdruck niedriger ist als der Sollwert, beschleunigt der Frequenzumrichter automatisch zur Erhöhung des Pumpendrucks.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

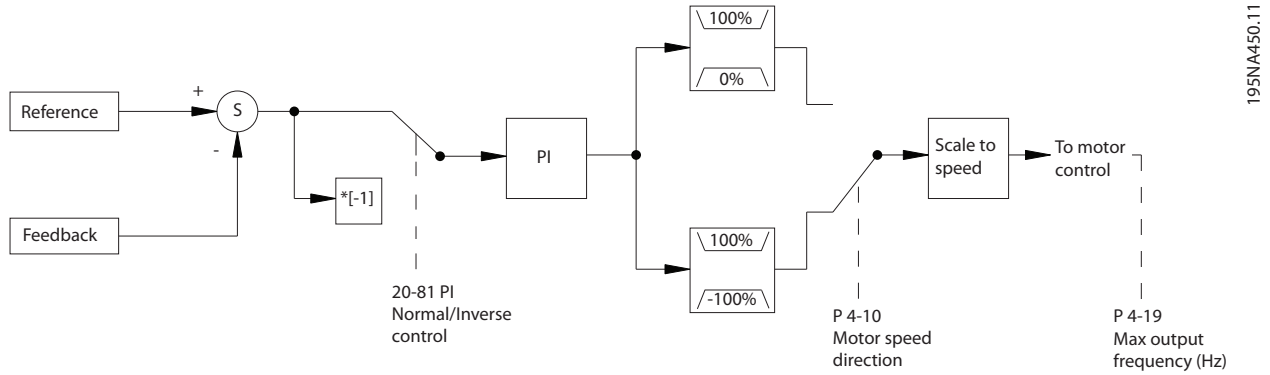


Abbildung 2.14 Regler mit Rückführung

Auch wenn der Regler mit Rückführung oft bereits mit den Standardwerten eine zufrieden stellende Leistung erreicht, lässt sich die Regelung des Systems durch Optimierung einiger Parameter des Reglers mit Rückführung häufig noch verbessern.

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

Der Frequenzumrichter kann manuell über das Bedienteil vor Ort (LCP) oder aus der Ferne über Analog-/Digitaleingänge oder Feldbus betrieben werden.

Starten und stoppen Sie den Frequenzumrichter über das LCP mit den Tasten [Hand On] und [Off/Reset]. Eine Einstellung ist erforderlich:

- *Parameter 0-40 [Hand On]-LCP Taste*.
- *Parameter 0-44 [Off/Reset]-LCP Taste*.
- *Parameter 0-42 [Auto On]-LCP Taste*.

Quittieren Sie Alarme mithilfe der [Off/Reset]-Taste oder über einen Digitaleingang, wenn die Klemme auf *Reset* programmiert wird.

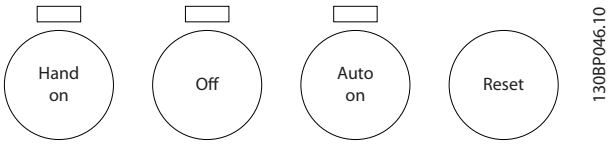


Abbildung 2.15 LCP-Steuertasten

Der Ortsollwert versetzt das Regelverfahren in eine Regelung ohne Rückführung, die unabhängig von den Einstellungen in *Parameter 1-00 Regelverfahren* ist.

Der Ortsollwert wird bei einem Ausschalten wiederhergestellt.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

2.5 Ist- und Sollwertverarbeitung

2

2.5.1 Sollwertverarbeitung

Einzelheiten zum Betrieb ohne Rückführung und mit Rückführung.

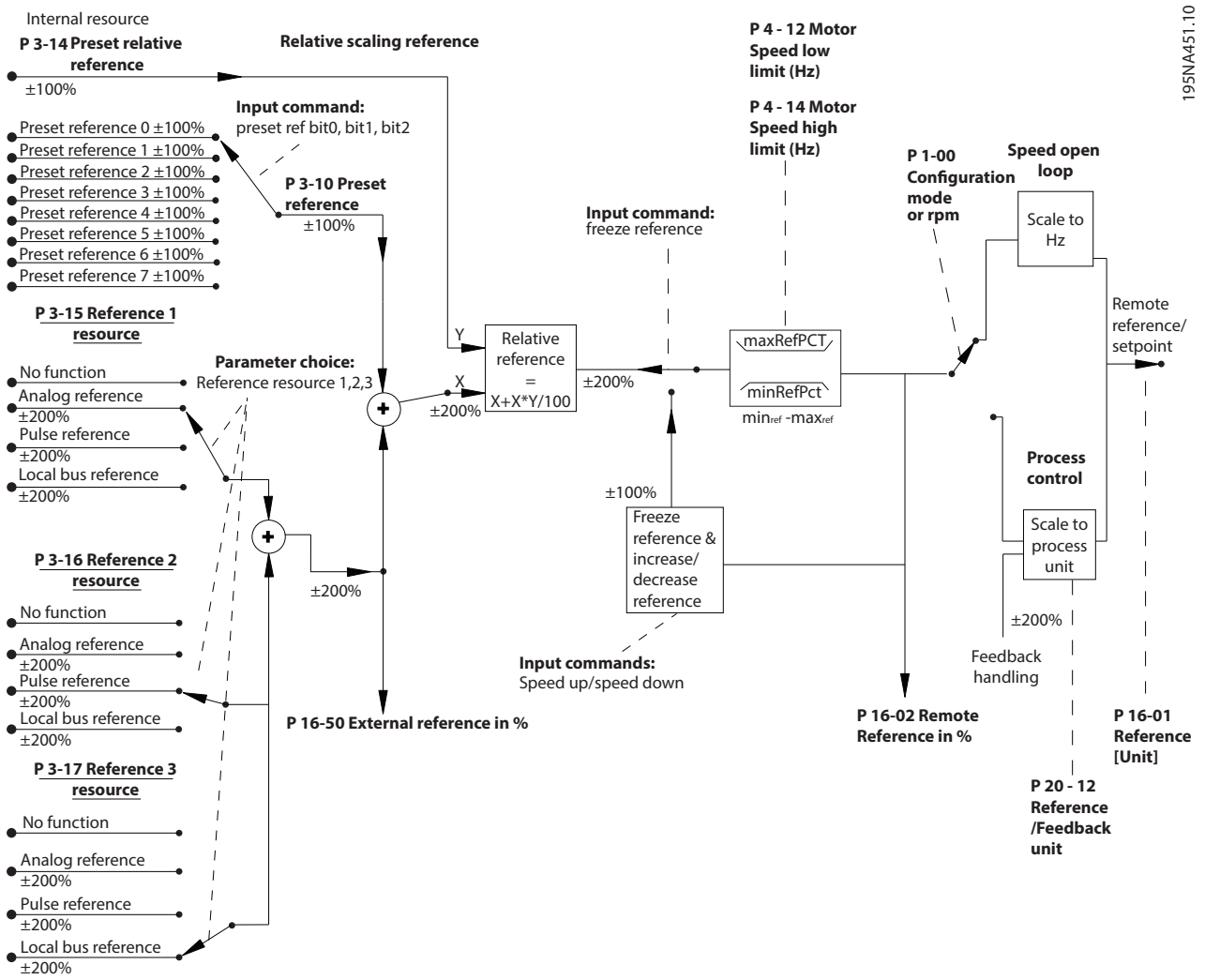


Abbildung 2.16 Blockschaltbild mit Fernsollwert

Der Fernsollwert besteht aus:

- Festsollwerten.
- Externen Sollwerten (Analogeingängen und Sollwerten des seriellen Kommunikationsbusses).
- Dem relativen Festsollwert.
- Dem durch Rückführung geregelten Sollwert.

Im Frequenzumrichter können bis zu 8 Festsollwerte programmiert werden. Sie können den aktiven Festsollwert mithilfe von Digitaleingängen oder dem seriellen Kommunikationsbus auswählen. Der Sollwert kann auch von extern kommen, für gewöhnlich von einem Analogeingang. Diese externe Quelle wird über die drei Sollwertquellenparameter ausgewählt:

- *Parameter 3-15 Variabler Sollwert 1*.
- *Parameter 3-16 Variabler Sollwert 2*.
- *Parameter 3-17 Variabler Sollwert 3*.

Alle variablen Sollwerte sowie der Bus-Sollwert ergeben durch Addition den gesamten externen Sollwert. Wählen Sie den externen Sollwert, den Festsollwert oder die Summe aus beiden als aktiven Sollwert aus. Schließlich kann dieser Sollwert mithilfe von *Parameter 3-14 Relativer Festsollwert* skaliert werden.

Der skalierte Sollwert wird wie folgt berechnet:

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

X ist der externe Sollwert, der Festsollwert oder die Summe dieser Sollwerte, und Y ist *Parameter 3-14 Relativer Festsollwert* in [%].

Wenn Y, *Parameter 3-14 Relativer Festsollwert*, auf 0 % eingestellt ist, wird der Sollwert nicht von der Skalierung beeinflusst.

2.5.2 Istwertverarbeitung

Die Istwertverarbeitung lässt sich so konfigurieren, dass sie mit Anwendungen arbeitet, die eine erweiterte Steuerung erfordern. Konfigurieren Sie die Istwertquelle über *Parameter 20-00 Istwertanschluss 1*.

2.5.3 Istwertumwandlung

In einigen Anwendungen kann die Umwandlung des Istwertsignals hilfreich sein. Zum Beispiel kann ein Drucksignal für eine Durchflussrückführung verwendet werden. Da die Quadratwurzel des Druck proportional zum Durchfluss ist, ergibt die Quadratwurzel des Drucksignals einen zum Durchfluss proportionalen Wert. Siehe *Abbildung 2.17*.

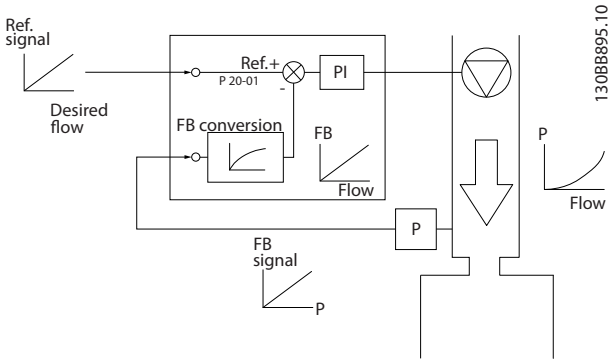


Abbildung 2.17 Istwertumwandlung

2.6 Allgemeine EMV-Aspekte

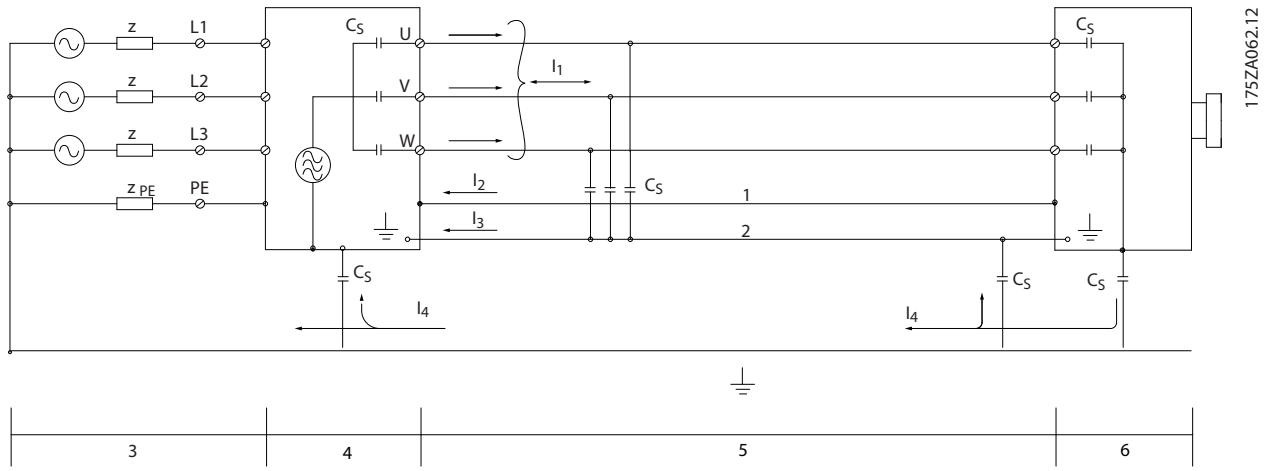
Schalttransienten sind leitungsgebunden im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz. Der Wechselrichter, das Motorkabel und der Motor erzeugen feldgebundene Störungen des Frequenzumrichtersystems im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 GHz. Durch kapazitive Ströme des Motorkabels werden in Verbindung mit hohem dU/dt der Motorspannung Ableitströme erzeugt. Die Verwendung eines abgeschirmten Motorkabels erhöht den Ableitstrom (siehe *Abbildung 2.18*), da abgeschirmte Kabel eine höhere Kapazität zu Erde haben als nicht abgeschirmte Kabel. Wird der Ableitstrom nicht gefiltert, verursacht dies in der Netzzuleitung größere Störungen im Funkfrequenzbereich unterhalb von etwa 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), das vom abgeschirmten Motorkabel über die Erde zurückfließen muss. 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. Dies geschieht am besten durch die Verwendung von integrierten Schirmbügeln, um verdrillte Abschirmungsenden (Pigtails) zu vermeiden. Die verdrillten Abschirmungsenden erhöhen die Abschirmungsimpedanz bei höheren Frequenzen, wodurch der Abschirmungseffekt reduziert und der Ableitstrom (I_4) erhöht wird.

Verbinden Sie die Abschirmung an beiden Enden mit dem Gehäuse, wenn abgeschirmte Kabel für Folgendes verwendet werden:

- Relais
- Steuerkabel
- Signalschnittstelle
- Bremse.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

In einigen Situationen ist zum Vermeiden von Stromschleifen jedoch eine Unterbrechung der Abschirmung notwendig.



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

Abbildung 2.18 Ersatzschaltbild: Kopplung der Kondensatoren, wodurch Ableitströme erzeugt werden

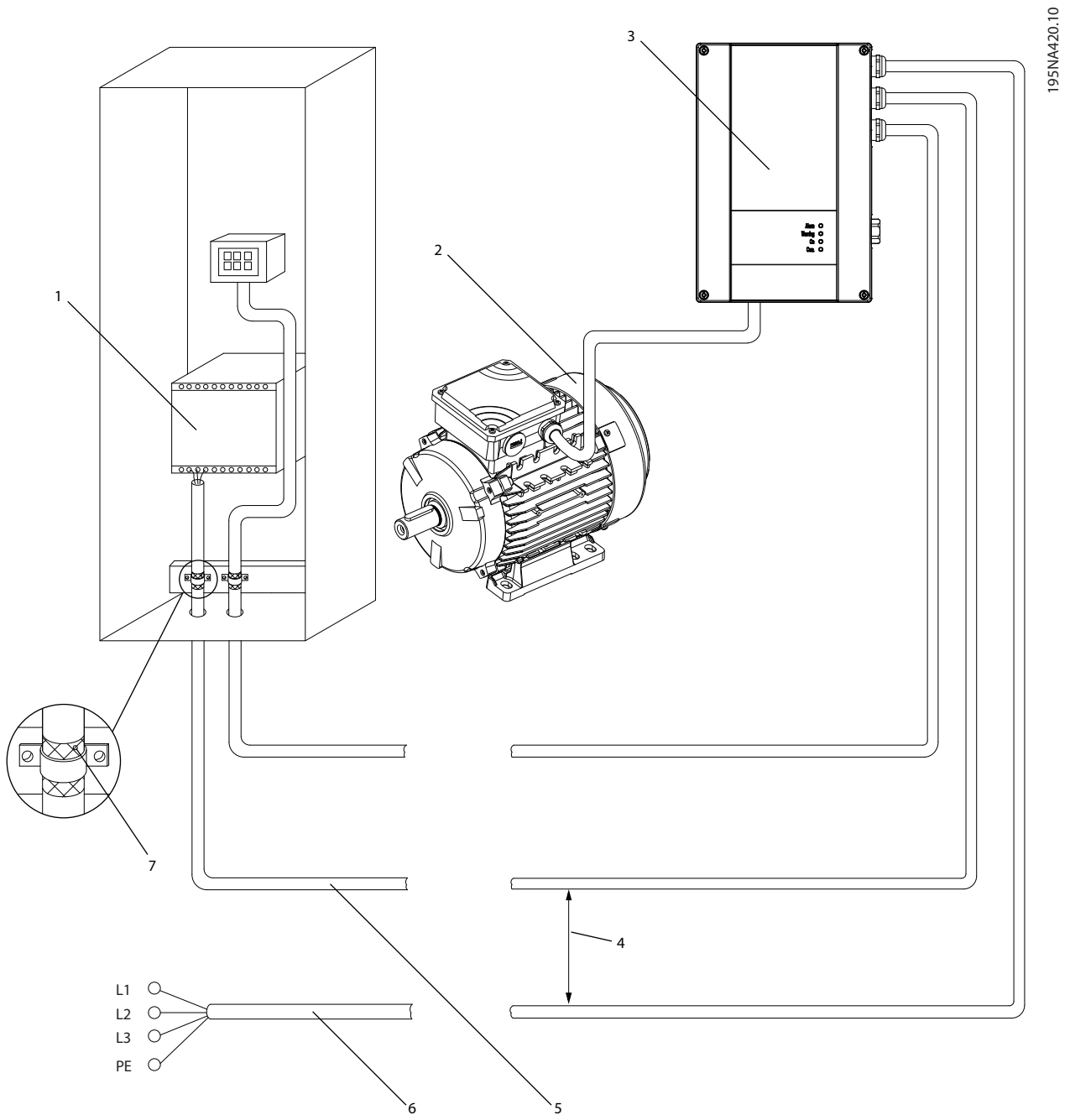
Wenn eine Abschirmung auf einer Montageplatte für den Frequenzumrichter angebracht wird, muss diese Montageplatte aus Metall gefertigt sein. Montageplatten aus Metall stellen sicher, dass die Ableitströme zum Gerät zurückgeführt werden. Außerdem muss durch die Montageschrauben stets ein guter elektrischer 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.

Halten Sie Motorkabel so kurz wie möglich, um das Störungsniveau des gesamten Systems (Frequenzwandler und Installation) so weit wie möglich zu reduzieren. Steuer- und Buskabel dürfen nicht gemeinsam mit Motorkabeln verlegt werden. Insbesondere die Regelelektronik erzeugt Funkstörungen von mehr als 50 MHz (schwebend). Weitere Informationen zu EMV finden Sie unter *Kapitel 2.6.1 EMV-gerechte elektrische Installation*.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

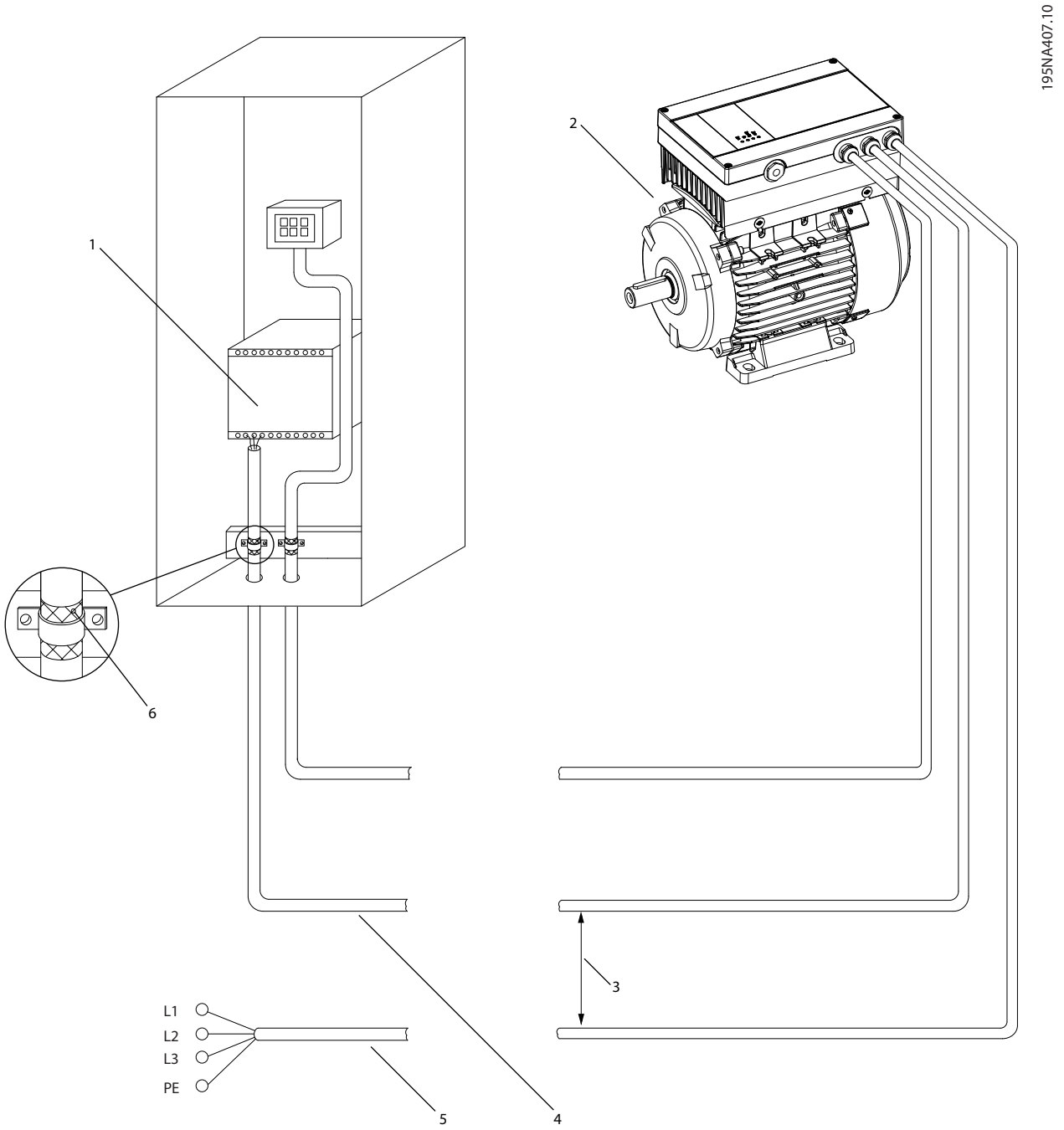
2.6.1 EMV-gerechte elektrische Installation



1	Übergeordnete Steuerung (SPS)	5	Steuerkabel
2	Motor	6	Netz, 3 Phasen und verstärkter PE-Leiter
3	Frequenzumrichter	7	Kabelisolierung (abisoliert)
4	Mindestens 200 mm (7,87 in) Abstand zwischen Steuerkabel, Netzkabel und Motorkabel.		

Abbildung 2.19 EMV-gerechte elektrische Installation, FCP 106

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.



1	Übergeordnete Steuerung (SPS)	4	Steuerkabel
2	DriveMotor	5	Netz, 3 Phasen und verstärkter PE-Leiter
3	Mindestens 200 mm (7,87 in) Abstand zwischen Steuerkabel und Netzkabel.	6	Kabelisolierung (abisoliert)

Abbildung 2.20 EMV-gerechte elektrische Installation, FCM 106

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

Bitte beachten Sie auf diese allgemeinen Punkte, damit eine EMV-gerechte elektrische Installation gewährleistet ist.

- Verwenden Sie nur abgeschirmte Motor- und Steuerkabel.
- Verbinden Sie die Abschirmung beidseitig mit der Erde.
- Vermeiden Sie die Installation mit verdrillten Abschirmungsenden (Pig-Tails), die den Abschirmungseffekt bei hohen Frequenzen zunichte machen. Verwenden Sie stattdessen die mitgelieferten Kabelschellen.
- Stellen Sie sicher, dass zwischen Frequenzumrichter und Massepotenzial der SPS das gleiche Potenzial vorhanden ist.
- Verwenden Sie Sternscheiben und galvanisch leitfähige Montageplatten.

2.6.2 Emissionsanforderungen

Gemäß der EMV-Produktnorm für drehzahlveränderbare Frequenzumrichter, EN/IEC 61800-3:2004, hängen die EMV-Anforderungen von der beabsichtigten Verwendung des Frequenzumrichters ab. Der EMV-Produktstandard definiert 4 Kategorien, die in *Tabelle 2.2* beschrieben sind, zusammen mit den Anforderungen für Störaussendungen von Netzversorgungsspannung.

Kategorie	Definition gemäß EN/IEC 61800-3:2004	Anforderungen an leitungsgeführte Störaussendungen gemäß Grenzwerten in EN 55011
C1	In der ersten Umgebung (Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung unter 1000 V.	Klasse B
C2	In der ersten Umgebung (Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung unter 1000 V, die weder steckerfertig noch beweglich sind und von Fachkräften installiert und in Betrieb genommen werden müssen.	Klasse A Gruppe 1
C3	In der zweiten Umgebung (Industriebereich) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung unter 1000 V.	Klasse A Gruppe 2
C4	In der zweiten Umgebung (Industriebereich) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung gleich oder über 1000 V oder einem Nennstrom gleich oder über 400 A oder vorgesehen für den Einsatz in komplexen Systemen.	Keine Begrenzung. Erstellen Sie einen EMV-Plan.

Tabelle 2.2 Anforderungen zur Störaussendung - EN/IEC 61800-3:2004

Wenn die Fachgrundnorm Störungsaussendung zugrunde gelegt wird, muss der Frequenzumrichter folgende Grenzwerte einhalten:

Umgebung	Fachgrundnorm	Anforderungen an leitungsgeführte Störaussendungen gemäß Grenzwerten in EN 55011
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 2.3 Anforderungen zur Störaussendung - EN/IEC 61000-6-3 und EN/IEC 61000-6-4

Ein System besteht aus:

- FCP 106, Motor und abgeschirmtem Motorkabel; oder
- FCM 106

Bei beiden Systemen ist die leitungsgeführte Störaussendung mit EN 55011 Klasse B konform, und die feldgebundene Störaussendung ist mit EN 55011 Klasse A, Gruppe 1 konform. Konformität kann erreicht werden, wenn die folgenden Bedingungen zutreffen:

- Eingebaute EMV-Filter.
- Frequenzumrichter ist auf die Nenn-Taktfrequenz eingestellt.
- Das abgeschirmte Motorkabel hat eine Maximallänge von 2 m.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

2.6.3 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 für Industriebereiche. Folglich erfüllen die Frequenzumrichter auch die niedrigeren Anforderungen für Wohn- und Bürobereiche mit einem großen Sicherheitsspielraum.

Zur Dokumentation der Störfestigkeit gegenüber elektrischen Störungen/Schalttransienten wurde der nachfolgende Störfestigkeitstest entsprechend den folgenden grundlegenden Normen durchgeführt:

- EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2): Elektrostatische Entladung (ESD): Simulation elektrostatischer Entladung von Personen.
- EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3): Elektromagnetisches Einstrahlfeld, amplitudenmodulierte Simulation der Auswirkungen von Radar- und Funkgeräten sowie von mobilen Kommunikationsgeräten.
- EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4): Schalttransienten: Simulation von Störungen, herbeigeführt durch Schalten mit einem Schütz, Relais oder ähnlichen Geräten.
- EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5): Überspannungstransienten: Simulation von Transienten, z. B. durch Blitzschlag in nahe gelegenen Anlagen.
- EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6): HF-Gleichtakt: Simulation der Auswirkung von Funksendegeräten, die an Verbindungskabel angeschlossen sind.

Fachgrundnorm	**Elektrische Störgrößen/Burst IEC 61000-4-4**	**Stoßwellen IEC 61000-4-5**	**Entladungen statischer Elektrizität IEC 61000-4-2**	**Hochfrequente elektromagnetische Felder IEC 61000-4-3**	**HF-Gleichtakt-spannung IEC 61000-4-6**
Abnahmekriterium	B	B	B	A	A
Leitung (keine Abschirmung)	4 kV	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	–	–	10 V_{eff}
LCP-Kabel	2 kV	2 kV/2 Ω[1)]	–	–	10 V_{eff}
Steuerkabel	2 kV	2 kV/2 Ω [1)]	–	–	10 V_{eff}
Externe 24 V DC	2 kV	2 kV/2 Ω[1)]	–	–	10 V_{eff}
Relaisleitungen	2 kV	42 kV/42 Ω	–	–	10 V_{eff}
Gehäuse	–	–	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	–

Tabelle 2.4 Störfestigkeitsanforderungen

1) Injektion auf Kabelschirm.

Abkürzungen:

AD - Air Discharge (Luftentladung).

CD - Contact Discharge (Kontaktentladung).

CM - Common Mode (Gleichtakt).

DM - Difference Mode (Differenzbetrieb).

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

2.7 Ableitstrom

2.7.1 Erdableitstrom

Befolgen Sie im Hinblick auf die Schutzerdung von Geräten mit einem Ableitstrom gegen Erde von mehr als 3,5 mA alle nationalen und lokalen Vorschriften.
Die Frequenzumrichtertechnik nutzt hohe Taktfrequenzen bei gleichzeitig hoher Leistung. Dies erzeugt einen Ableitstrom in der Erdverbindung.

Der Erdableitstrom setzt sich aus verschiedenen Faktoren zusammen und hängt von verschiedenen Systemkonfigurationen ab, u. a. folgenden:

- Filterung von Funkfrequenzstörungen.
- Motorkabellänge.
- Motorkabelabschirmung.
- Leistung des Frequenzumrichters.

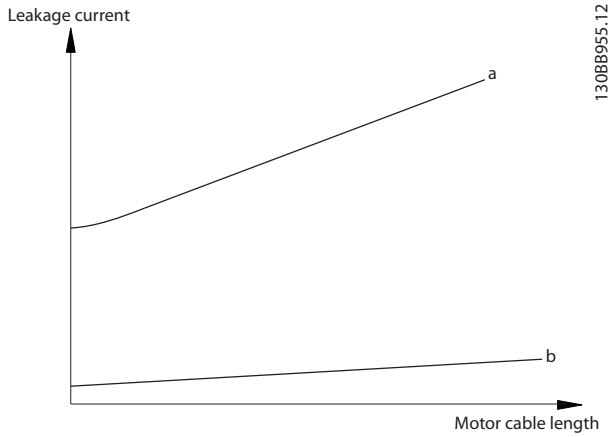


Abbildung 2.21 Einfluss von Motorkabellänge und Leistungsgröße auf den Ableitstrom. Leistungsgröße a > Leistungsgröße b

Der Ableitstrom hängt ebenfalls von der Netzverzerrung ab.

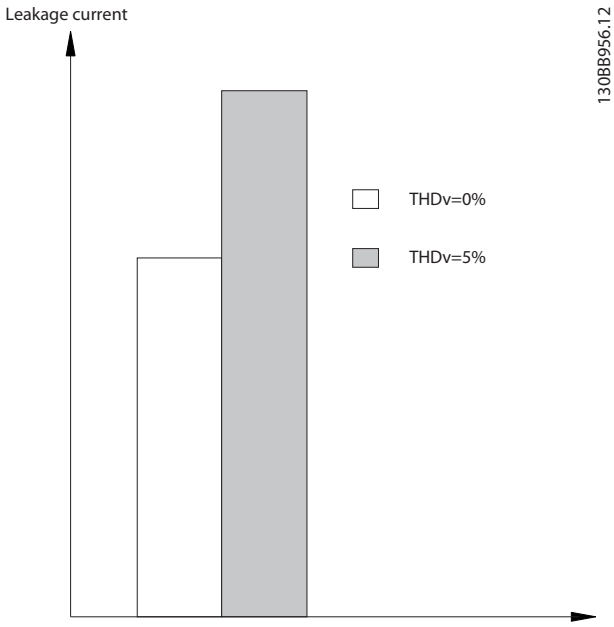


Abbildung 2.22 Die Netzverzerrung beeinflusst den Ableitstrom

Wenn der Erdableitstrom 3,5 mA übersteigt, müssen zur Einhaltung von EN/IEC 61800-5-1 (Produktnorm für Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl) besondere Anforderungen erfüllt werden.

Verstärken Sie die Erdung durch Berücksichtigung der folgenden Anforderungen zur Schutzerdung:

- Erdungskabel (Klemme 95) mit einem Querschnitt von mindestens 10 mm^2.
- Zwei getrennt verlegte Erdungskabel, die die vorgeschriebenen Maße einhalten.

Weitere Informationen finden Sie in EN/IEC 61800-5-1 und EN 50178.

Fehlerstromschutzschalter

Wenn Fehlerstromschutzschalter (RCD), auch als Erdschlusstrennschalter bezeichnet, zum Einsatz kommen, sind die folgenden Anforderungen einzuhalten:

- Verwenden Sie netzseitig allstromsensitive Fehlerstromschutzschalter (Typ B).
- Verwenden Sie Fehlerstromschutzschalter mit Einschaltverzögerung, um Fehler durch transiente Erdströme zu vermeiden.
- Bemessen Sie RCD in Bezug auf Systemkonfiguration und Umgebungsbedingungen.

Der Ableitstrom enthält mehrere Frequenzen, die ihren Ursprung in der Netzfrequenz und in der Taktfrequenz haben. Der Typ der verwendeten Fehlerstromschutzeinrichtung beeinflusst, ob die Taktfrequenz erkannt wird.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

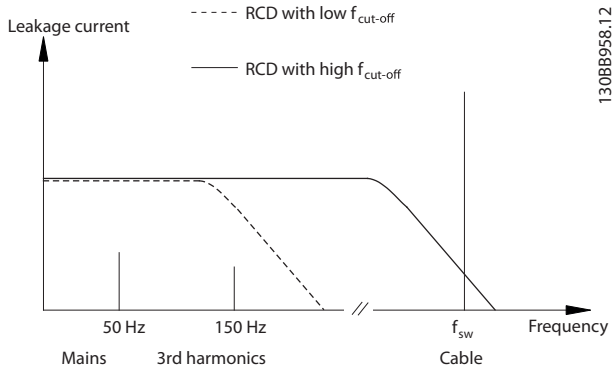


Abbildung 2.23 Hauptbeitragsfaktoren zum Ableitstrom

Die Menge des von der Fehlerstromschutzeinrichtung erkannten Ableitstroms hängt von der Trennfrequenz des Fehlerstromschutzschalters ab.

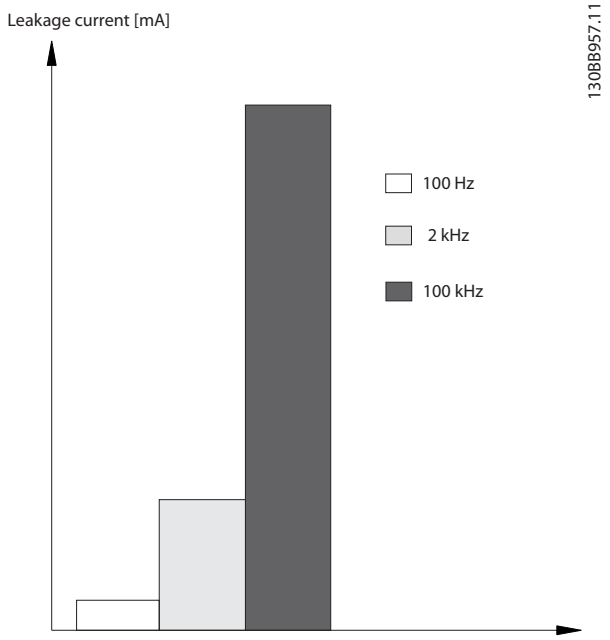


Abbildung 2.24 Einfluss der Trennfrequenz des Fehlerstromschutzschalters auf den Ableitstrom

⚠WARNUNG

STROMSCHLAGGEFAHR

Der Frequenzumrichter kann einen Gleichstrom im Schutzleiter verursachen und daher zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen.

- **Wenn Sie zum Schutz vor elektrischem Schlag einen Fehlerstromschutzschalter (Residual Current Device, RCD) verwenden, muss dieser an der Versorgungsseite vom Typ B sein.**

Eine Nichtbeachtung dieser Empfehlung kann dazu führen, dass der Fehlerstromschutzschalter nicht den gewünschten Schutz bietet.

2.8 Galvanische Trennung (PELV)

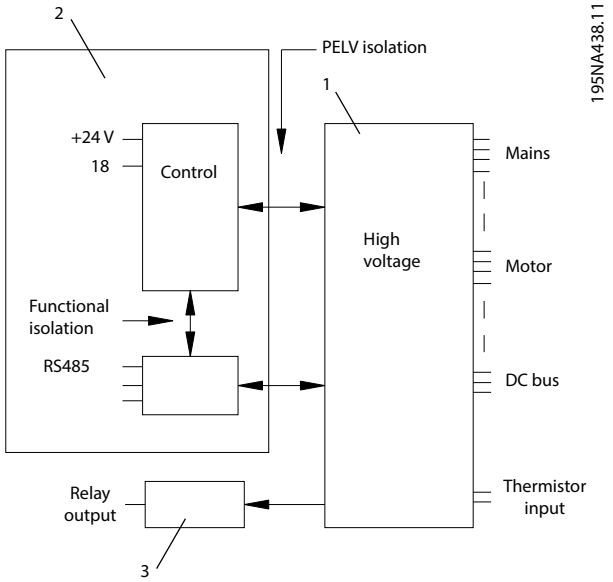
PELV bietet Schutz durch Kleinspannung. Ein Schutz gegen elektrischen Schlag gilt als gewährleistet, wenn die Stromversorgung vom Typ PELV (Schutzkleinspannung – Protective Extra Low Voltage) ist und die Installation gemäß den örtlichen bzw. nationalen Vorschriften für PELV-Versorgungen ausgeführt wurde.

Alle Steuerklemmen und die Relaisklemmen 01-03/04-06 entsprechen PELV (gilt nicht bei geerdetem Dreieck-Netz größer 300 V).

Sie erreichen die galvanische (sichere) Trennung, indem Sie die Anforderungen für höhere Isolierung erfüllen und die entsprechenden Kriech-Luftabstände beachten. Diese Anforderungen sind in der Norm EN/IEC 61800-5-1 beschrieben.

Die Bauteile, die die elektrische Trennung bilden, erfüllen ebenfalls die Anforderungen für höhere Isolierung und der entsprechenden Tests gemäß Beschreibung in EN/IEC 61800-5-1.
Die galvanische PELV-Isolierung wird in *Abbildung 2.25* dargestellt.

Um den PELV-Schutzgrad beizubehalten, müssen alle steuerklemmenseitig angeschlossenen Geräte den PELV-Anforderungen entsprechen.



1	Hochspannungskreis
2	I/O-Steuerkarte
3	Ausgangsrelais

Abbildung 2.25 Galvanische Trennung

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

HINWEIS

GROSSE HÖHENLAGE

Bei Höhenlagen über 2000 m über NN ziehen Sie bitte die Danfoss-Hotline bezüglich PELV zurate.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

3 Systemintegration

3.1 Einführung

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den Aspekten, die bei der Integration des Frequenzumrichters in eine Systemauslegung zu berücksichtigen sind. Das Kapitel ist in 4 Abschnitte unterteilt:

- Netzseitiger Eingang in den Umrichter, einschließlich:
  - Leistung.
  - Oberschwingungen.
  - Überwachung
  - Verdrahtung.
  - Sicherungen.
  - Weitere Aspekte (*Kapitel 3.2 Netzeingang*).
- Ausgang vom Umrichter zum Motor, einschließlich:
  - Motortypen.
  - Last.
  - Überwachung.
  - Verdrahtung.
  - Weitere Aspekte (*Kapitel 3.3 Motoren*).
- Integration von Frequenzumrichterein- und -ausgang für ein optimales Systemdesign einschließlich:
  - Anpassung von Frequenzumrichter/Motor.
  - Systemmerkmale.
  - Weitere Aspekte (*Kapitel 3.4 Auswahl Frequenzumrichter/Optionen*).
- Betriebsumgebungsbedingungen für den Frequenzumrichter, einschließlich:
  - Umgebung.
  - Gehäuse.
  - Temperatur.
  - Leistungsreduzierung.
  - Weitere Aspekte (*Kapitel 3.6 Umgebungsbedingungen*).

3.1.1 FCM 106 - Integrierter Frequenzumrichter und Motor

Der auf den Asynchron- oder Permanentmagnet-Motor integrierte Danfoss VLT® Frequenzumrichter ermöglicht die Drehzahlregelung in einem einzigen Gerät.

Der FCM 106 ist eine kompakte Alternative zu einer zentralen Lösung, bei der Frequenzumrichter und Motor als separate Geräte installiert sind.

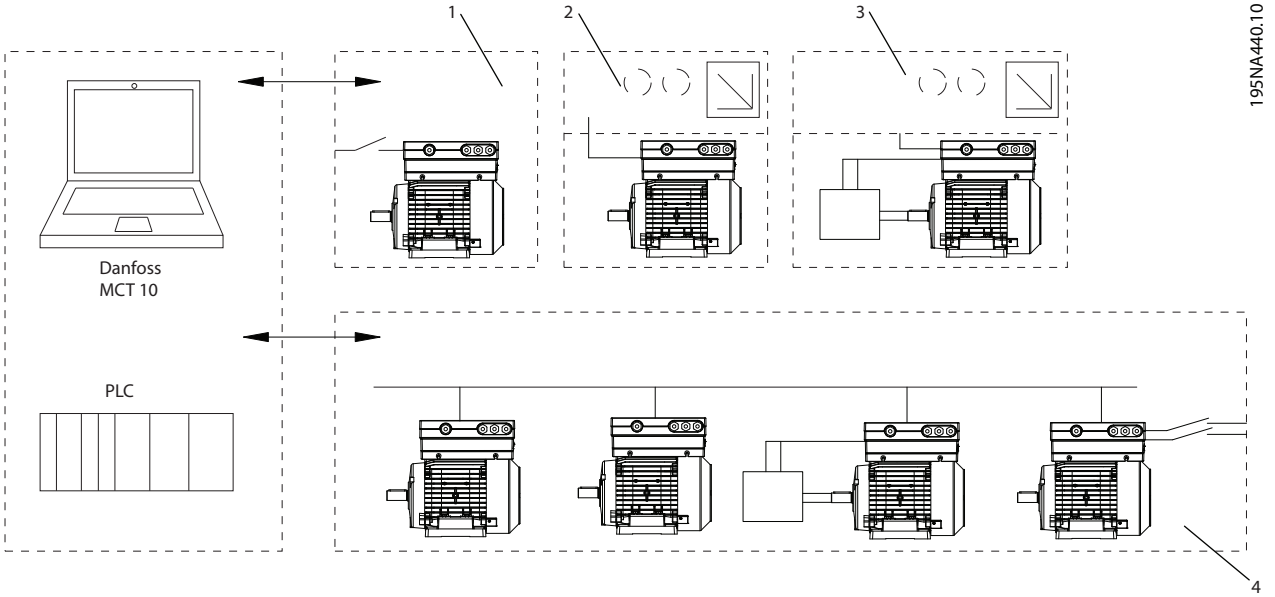
- Kein Schaltschrank erforderlich.
- Der Frequenzumrichter ist direkt am Motor installiert, anstatt über den Motor-Klemmkasten angeschlossen zu werden.
- Die elektrische Installation besteht nur aus Netz- und Steuerkabeln. Zur Erfüllung der EMV-Richtlinie sind keine speziellen Details zur Verkabelung erforderlich, da keine Motorkabel benötigt werden.

Die werkseitige Anpassung zwischen FCM 106 und Motor ermöglicht eine genaue und energieeffiziente Regelung und macht darüber hinaus die Voreinstellung vor Ort überflüssig.

Der FCM 106 kann in Stand-Alone-Systemen mit konventionellen Regelsignalen, z. B. Start/Stopp-Signalen, Drehzahlsollwerten und Prozessregelung mit Rückführung eingesetzt werden. Er lässt sich auch in Systemen mit mehreren Frequenzumrichtern verwenden, in denen die Regelsignalen per Feldbus übertragen werden.

Eine Kombination aus Feldbus- und konventionellen Regelsignalen mit PI-Regelung mit Rückführung ist möglich.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.



1	Start/Stopp	3	Prozessregelung mit Rückführung
2	2-Drehzahl-Sollwert	4	Kombination aus Feldbus- und konventionellen Regelsignalen

Abbildung 3.1 Beispiel für Regelungsstrukturen

3.2 Netzeingang

3.2.1 Netzversorgungsstörung/-rückwirkung

3.2.1.1 Allgemeine Aspekte zur Oberwellenemission

Ein Frequenzumrichter nimmt vom Netz einen nicht sinusförmigen Strom auf, der den Eingangsstrom I_{eff} erhöht. Nicht sinusförmige Ströme können mithilfe einer Fourier-Analyse in Sinusströme verschiedener Frequenz, d. h. in verschiedene Oberwellenströme I_n mit einer Grundfrequenz von 50 Hz, zerlegt werden:

Oberschwingungsströme	I_1	I_5	I_7
Hz	50	250	350

Tabelle 3.1 Oberschwingungsströme

Die Oberschwingungsströme führen zu größeren Wärmeverlusten in der Installation (Transformator, Kabel), aber sie beeinflussen die Leistungsaufnahme nicht direkt. Erhöhte Wärmeverluste können zu einer Überlastung des Transformators und zu hohen Temperaturen in den Kabeln führen. Halten Sie die Oberschwingungen daher durch folgende Maßnahmen auf einem niedrigen Niveau:

- Verwendung von Frequenzumrichtern mit integrierten Oberschwingungsfiltern.
- Verwendung externer Oberschwingungsfilter (aktiv oder passiv).

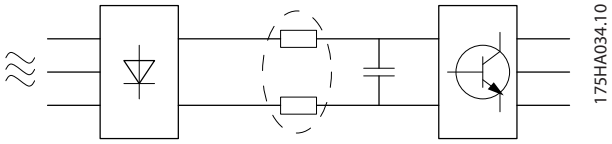


Abbildung 3.2 Filter

HINWEIS

Oberwellenströme können Kommunikationsgeräte stören, die an denselben Transformator angeschlossen sind, oder Resonanzen mit Blindstromkompensationsanlagen verursachen.

Um die Netzrückwirkung gering zu halten, sind Frequenzumrichter bereits serienmäßig mit Drosseln im Zwischenkreis ausgestattet. Diese Drosseln reduzieren den Eingangsstrom I_{eff} um 40 %.

Die Spannungsverzerrung in der Netzversorgung hängt von der Größe der Oberschwingungsströme multipliziert mit der internen Netzimpedanz der betreffenden Frequenz ab. Die gesamte Spannungsverzerrung THDv wird aus den einzelnen Spannungsoberschwingungen nach folgender Formel berechnet:

$$THD\,\% = \sqrt{U_5^2 + U_7^2 + \ldots + U_N^2}$$

(U_N % von U)

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

3

3.2.1.2 Oberschwingungsemission-sanforderungen

An das öffentliche Versorgungsnetz angeschlossene Geräte müssen die folgenden Standards erfüllen:

Standard	Gerätetyp	Leistungsgröße[1] FCP 106 und FCM 106
IEC/EN 61000-3-2, Klasse A	Professionelle Dreiphasengeräte, nur bis zu 1 kW Gesamtleistung.	0,55-0,75 kW
IEC/EN 61000-3-12, Tabelle 4	Gerät 16-75 A, und professionell genutzte Geräte ab 1 kW bis 16 A Phasenstrom.	1,1-7,5 kW

Tabelle 3.2 Konformität mit Oberschwingungsemissions-standards

1) Nennleistungen beziehen sich auf NO, siehe Kapitel 6.2 Elektrische Daten.

IEC 61000-3-2, Grenzwerte für Oberschwingungsströme (Geräte-Eingangsstrom ≤ 16 A je Leiter)
Die Norm IEC 61000-3-2 befasst sich mit Geräten für das öffentliche Niederspannungs-Stromversorgungsnetz mit einem Eingangsstrom ≤ 16 A je Leiter. Vier Klassen der Störaussendung sind definiert: Klasse A bis D. Die Danfoss Frequenzumrichter befinden sich in der Klasse A. Jedoch gibt es keine Grenzwerte für Profigeräte mit einer Gesamtnennleistung über 1 kW.

IEC 61000-3-12, Grenzwerte für Oberschwingungsströme von Geräten für das öffentliche Niederspannungs-Stromversorgungsnetz mit einem Eingangsstrom >16 A und ≤75 A
Die Norm IEC 61000-3-12 befasst sich mit Geräten für das öffentliche Niederspannungs-Stromversorgungsnetz mit einem Eingangsstrom von 16-75 A. Die Grenzwerte für die Störaussendung gelten derzeit nur für Systeme mit 230/400 V / 50 Hz; Grenzwerte für andere Systeme werden künftig ergänzt. Die Grenzwerte für Frequenzumrichter sind in Tabelle 4 der Norm aufgeführt. Es sind Anforderungen für einzelne Oberschwingungen (5., 7., 11. und 13.) sowie für THDi und PWHD vorhanden.

3.2.1.3 Prüfergebnisse für Oberschwingungsströme (Emission)

MH1[1]	Einzelner Oberschwingungsstrom I_n/I_{ref} (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	13
0,55-1,5 kW, 380-480 V	32,33	17,15	6,8	3,79
Grenzwert für R_{sce}	98	86	59	48
	Oberschwingungsstrom Verzerrungsfaktor (%)			
	THC		PWHC	
0,55-1,5 kW, 380-480 V (typisch)	38		30,1	
Grenzwert für R_{sce}	95		63	

Tabelle 3.3 MH1

1) Nennleistungen beziehen sich auf NO, siehe Kapitel 6.2 Elektrische Daten.

MH2[1]	Einzelner Oberschwingungsstrom I_n/I_{ref} (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	13
2,2-4 kW, 380-480 V	35,29	35,29	7,11	5,14
Grenzwert für R_{sce}	107	99	61	61
	Oberschwingungsstrom Verzerrungsfaktor (%)			
	THC		PWHC	
2,2-4 kW, 380-480 V (typisch)	42,1		36,3	
Grenzwert für R_{sce}	105		86	

Tabelle 3.4 MH2

1) Nennleistungen beziehen sich auf NO, siehe Kapitel 6.2 Elektrische Daten.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

MH3[1)]	Einzelner Oberschwingungsstrom I_n/I_{ref} (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	13
5,5-7,5 kW, 380-480 V	30,08	15,00	07,70	5,23
Grenzwert für R_{sce}	91	75	66	62
	Oberschwingungsstrom Verzerrungsfaktor (%)			
	THC		**PWHC**	
5,5-7,5 kW, 380-480 V (typisch)	35,9		39,2	
Grenzwert für R_{sce}	90		97	

Tabelle 3.5 MH3

1) Nennleistungen beziehen sich auf NO, siehe Kapitel 6.2 Elektrische Daten.

Stellen Sie sicher, dass die Kurzschlussleistung der Netzversorgung S_{sc} mindestens:

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

an der Schnittstelle zwischen der Benutzerversorgung und der öffentlichen Versorgung (R_{sce}) beträgt.

Der Monteur oder der Benutzer des Geräts muss sicherstellen, dass das Gerät nur an eine Versorgung mit einer Kurzschlussleistung S_{sc} ≥dem oben angegebenen Wertangeschlossen wird. Ggf. beim Betreiber des Verteilernetzes nachfragen.
Andere Leistungsgrößen dürfen Sie nur nach Absprache mit dem Betreiber des Verteilernetzes an das öffentliche Stromversorgungsnetz anschließen.

Übereinstimmung mit verschiedenen Systemebenen-Richtlinien:
Die in Tabelle *Tabelle 3.3* bis *Tabelle 3.5* aufgeführten Angaben zum Oberwellenstrom entsprechen der Norm IEC/EN 61000-3-12 mit Bezug zur Produktnorm der Antriebssysteme. Diese Daten können:

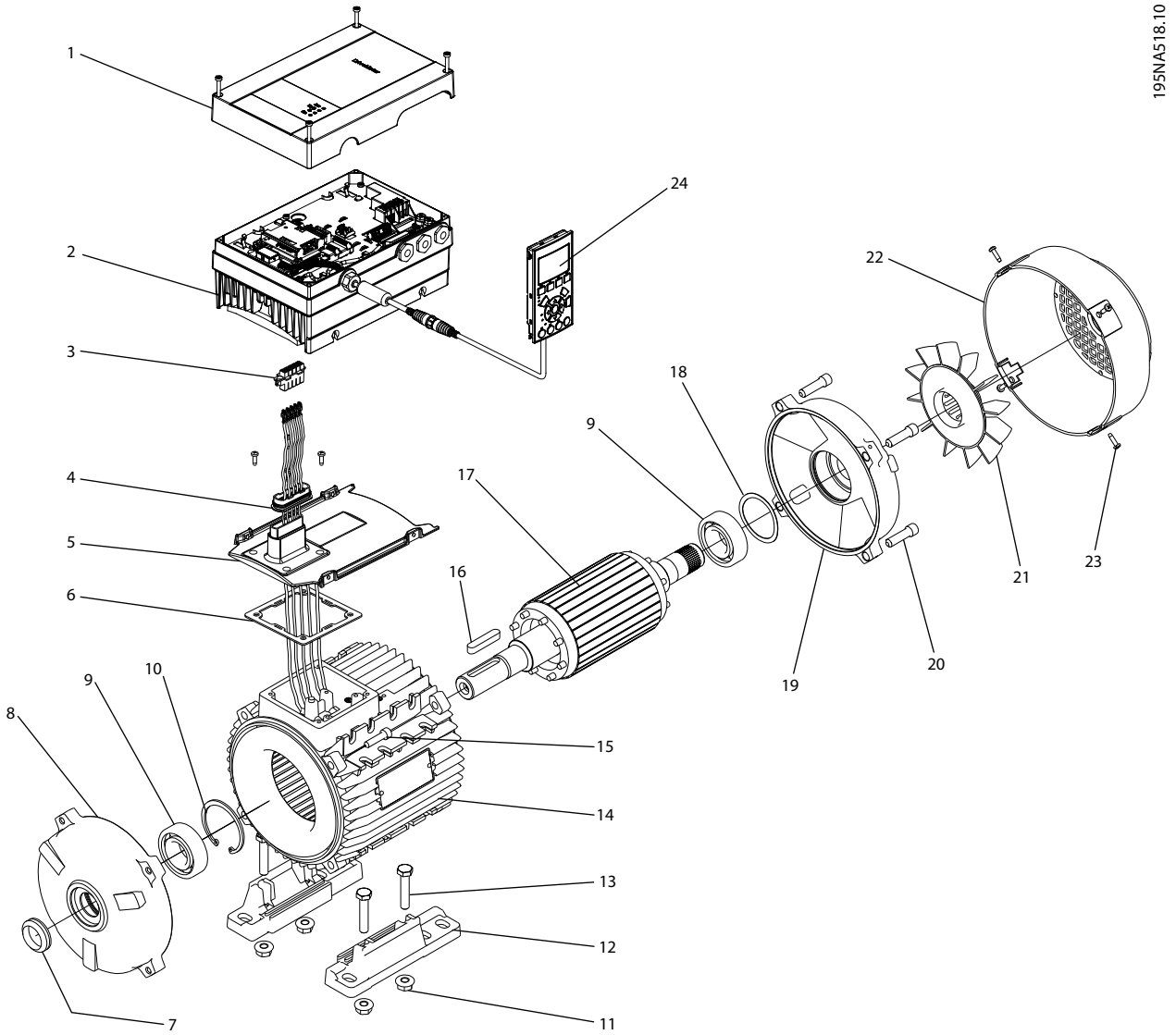
- als Grundlage zur Berechnung der Einflüsse der Oberschwingungsströme auf das Stromversorgungssystem und
- zur Dokumentation der Übereinstimmung mit den relevanten regionalen Richtlinien verwendet werden: IEEE 519 -1992; G5/4.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

3

3.3 Motoren

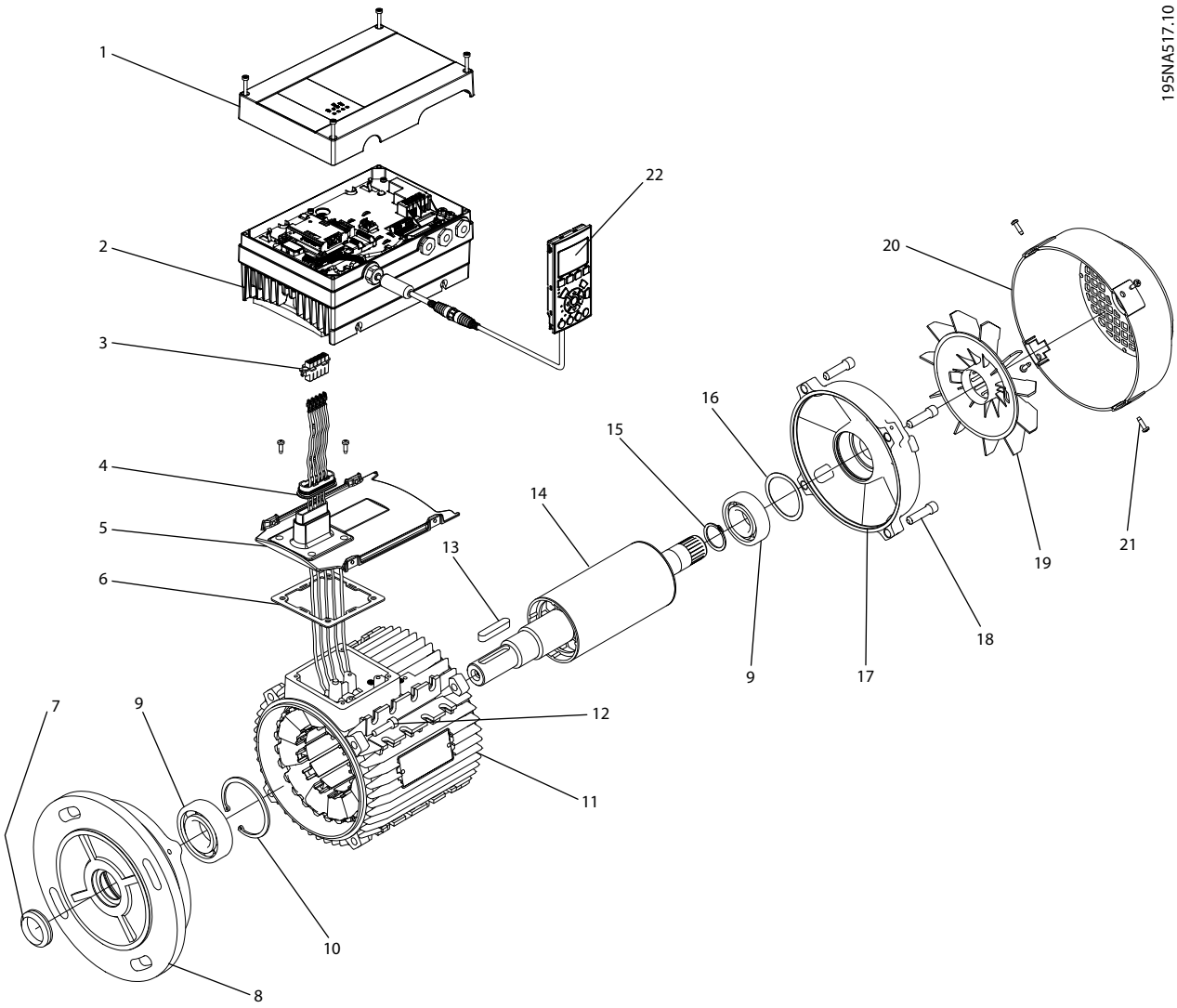
3.3.1 Explosionszeichnungen



1	Frequenzumrichter-Abdeckung	13	Fuß-Befestigungsschraube
2	Bauform des Frequenzumrichters	14	Baugröße des Stators
3	Motorstecker	15	Befestigungsschraube Gehäuseschild Antriebsseite
4	Motoranschlussdichtung	16	Wellenstift
5	Motoradapterplatte	17	Rotor
6	Dichtung zwischen Motor und Motor-Adapterplatte	18	Vorlast-Beilagscheibe
7	Staubdichtung Antriebsende	19	Gehäuseschild Nicht-Antriebsende
8	Gehäuseschild Antriebsende	20	Befestigungsschraube Gehäuseschild Nicht-Antriebsseite
9	Lager	21	Lüfter
10	Sprengring	22	Lüfterabdeckung
11	Fußbefestigung	23	Schraube der Lüfterabdeckung
12	Abnehmbare Füße	24	LCP

Abbildung 3.3 FCM 106 mit Asynchronmotor, Explosionszeichnung B3

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.



1	Frequenzumrichter-Abdeckung	12	Befestigungsschraube Gehäuseschild Antriebsseite
2	Bauform des Frequenzumrichters	13	Wellenstift
3	Motorstecker	14	Rotor
4	Motoranschlussdichtung	15	Sprengring
5	Motoradapterplatte	16	Vorlast-Beilagscheibe
6	Dichtung zwischen Motor und Motor-Adapterplatte	17	Gehäuseschild Nicht-Antriebsende
7	Staubdichtung Antriebsende	18	Befestigungsschraube Gehäuseschild Nicht-Antriebsseite
8	Flansch-Gehäuseschild	19	Lüfter
9	Lager	20	Lüfterabdeckung
10	Sprengring	21	Schraube der Lüfterabdeckung
11	Stator-Rahmen	22	LCP

Abbildung 3.4 FCM 106 mit PM-Motor, Explosionszeichnung B5

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

3.3.2 Heben

HINWEIS

HEBEN - GEFAHR VON SACHSCHÄDEN
Ein nicht ordnungsgemäßes Heben kann Sachschäden verursachen.

- **Verwenden Sie beide Hebeösen, sofern vorhanden.**
- **Vermeiden Sie bei vertikalem Anheben unkontrollierte Drehungen.**
- **Heben Sie mit Hubvorrichtungen keine Geräte an, die nur über Hebepunkte am Motor verfügen.**

Die Bedienung und das Heben des Geräts darf nur durch qualifiziertes Personal erfolgen. Stellen Sie Folgendes sicher:

- Verfügbarkeit der gesamten Produktdokumentation sowie der für ein sicheres Arbeiten erforderlichen Werkzeuge und Geräte.
- Krane, Hebevorrichtungen, Hebegurte und Traversen müssen für die zu hebenden Geräte ausgelegt sein. Angaben zum Gewicht des Geräts finden Sie unter *Kapitel 6.1.5 Gewicht*.
- Wenn Sie eine Hebeöse verwenden, müssen Sie vor dem Heben sicherstellen, dass der Schaft der Hebeöse fest auf der Oberfläche des Rahmens angezogen ist.

Die mit dem Gerät mitgelieferten Hebeösen oder Lagerzapfen sind nur für das Gewicht des Geräts ausgelegt, nicht jedoch für zusätzlich daran befestigte Geräte.

3.3.3 Lager

Die Standardlösung ist ein festes Lager an der Antriebsseite des Motors (Wellenleistungsseite).
Zur Vermeidung von statisch bedingten Verformungen muss der Lagerbereich vibrationsfrei sein. Wenn einige Vibrationen unvermeidbar sind, verriegeln Sie die Welle. Lager müssen mit einer Vorrichtung zur Verriegelung der Welle ausgestattet sein, die bei der Lagerung an der Welle verbleiben muss. Drehen Sie die Wellen im regelmäßigen Abstand von einer Woche manuell um eine Vierteldrehung. Die Lager werden ab Werk vollständig mit Lithium-basierten Schmierfett befüllt.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

3.3.4 Lagerlebensdauer und Schmierung

Die Lebensdauer von Kugellagern entspricht *Tabelle 3.6* und *Tabelle 3.7*, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Temperatur von 80 °C (176 °F).
- Radialkräfte am Lastpunkt bei halber Motorwellendehnung überschreiten nicht die in *Tabelle 3.6* und *Tabelle 3.7* angegebenen Werte.

IE2 50 Hz 3-phasige Motoren		Zulässige Radialkräfte		Zulässige Axialkräfte (IMB3)		Zulässige Axialkräfte (IMV1)		Zulässige Axialkräfte (IMV1)	
				Beide Richtungen		Kraft nach oben		Kraft nach unten	
		20000 h	40000 h	20000 h	40000 h	20000 h	40000 h	20000 h	40000 h
Motorgröße	Anzahl der Pole	F rad [N]	F rad [N]	F ax [N]	F ax [N]	F ax [N]	F ax [N]	F ax [N]	F ax [N]
71	2	460	370	230	175	260	205	210	170
	4	580	465	330	250	350	275	300	240
80	2	590	475	320	255	340	280	290	220
	4	830	665	440	350	470	380	410	310
90	2	670	535	340	260	380	315	310	235
	4	940	750	480	365	470	385	440	330
100	2	920	735	480	360	540	460	430	325
	4	1290	1030	680	530	740	620	620	465
112	2	930	745	480	380	560	475	400	300
	4	1300	1040	680	540	750	630	600	450
132 S	2	1350	1080	800	625	1000	845	610	460
	4	1900	1520	1130	880	1320	1095	930	700
132 M	2	1400	1120	780	610	990	835	580	435
	4	1970	1575	1090	850	1300	1080	890	670
160 M	2	1550	1240	840	685	1180	975	500	395
	4	2170	1735	1180	950	1520	1245	830	640
160 L	2	1580	1265	820	675	1180	980	460	365
	4	2220	1775	1150	925	1510	1245	790	610

Tabelle 3.6 Zulässige Kräfte, IE2 50 Hz 3-phasige Motoren

Zulässige Radialkräfte: Lastpunkt bei halber Motorwellendehnung, 0 Axialkraft zugrunde gelegt.

Zulässige Axialkräfte: 0 Radialkraft zugrunde gelegt.

Zulässige Lasten mit simultanen Radial- und Axialkräften sind auf Anfrage erhältlich.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

HPS-Motoren		Zulässige Radialkräfte		Zulässige Axialkräfte (IMB3)		Zulässige Axialkräfte (IMV1)		Zulässige Axialkräfte (IMV1)	
				Beide Richtungen		Kraft nach oben		Kraft nach unten	
		20000 h	40000 h	20000 h	40000 h	20000 h	40000 h	20000 h	40000 h
Motorgröße	Drehzahl [U/min]	F rad [N]	F rad [N]	F ax [N]	F ax [N]	F ax [N]	F ax [N]	F ax [N]	F ax [N]
71	1500	580	465	330	250	350	275	300	240
	1800	520	420	295	225	315	250	270	215
	3000	460	370	230	175	260	205	210	170
	3600	415	335	205	155	235	185	190	150
90	1500	940	750	480	365	470	385	440	330
	1800	845	675	430	330	420	345	395	300
	3000	670	535	340	260	380	315	310	235
	3600	600	480	305	235	340	285	280	210
112	1500	1300	1040	680	540	750	630	600	450
	1800	1170	935	610	485	675	565	540	405
	3000	930	745	480	380	560	475	400	300
	3600	835	670	430	340	505	430	360	270
132 M	1500	–	–	–	–	–	–	–	–
	1800	1710	1370	1015	790	1190	985	835	630
	3000	1350	1080	800	625	1000	845	610	460
	3600	1215	970	720	565	900	760	550	415
132 XL	1500	1970	1575	1090	850	1300	1080	890	670
	1800	–	–	–	–	–	–	–	–
	3000	1400	1120	780	610	990	835	580	435
	3600	1260	1010	700	550	890	750	520	390
132 XXL	1500	1970	1575	1090	850	1300	1080	890	670
	1800	1770	1415	980	765	1170	970	800	600
	3000	1400	1120	780	610	990	835	580	435
	3600	1260	1010	700	550	890	750	520	390

Tabelle 3.7 Zulässige Kräfte, HPS-Motoren

Zulässige Radialkräfte: Lastpunkt bei halber Motorwellendehnung, 0 Axialkraft zugrunde gelegt.
Zulässige Axialkräfte: 0 Radialkraft zugrunde gelegt.
Zulässige Lasten mit simultanen Radial- und Axialkräften sind auf Anfrage erhältlich.

Motortyp	Motorbaugröße	Schmiermitteltyp	Temperaturbereich
Asynchron	80–180	Lithium-Basis	-40 bis +140 °C (-40 bis +280 °F)
PM	71–160		

Tabelle 3.8 Schmierung

Motorbaugröße	Drehzahl [U/min]	Lagertyp, Asynchronmotoren		Lagertyp, PM-Motoren	
		Antriebsende	Nicht-Antriebsende	Antriebsende	Nicht-Antriebsende
71	1500/3000	–	–	6205 2ZC3	6303 2ZC3
80	1500/3000	6204 2ZC3	6204 2ZC3	–	–
90	1500/3000	6205 2ZC3	6205 2ZC3	6206 2ZC3	6205 2ZC3
100	1500/3000	6206 2ZC3	6206 2ZC3	–	–
112	1500/3000	6306 2ZC3	6306 2ZC3	6208 2ZC3	6306 2ZC3
132	1500/3000	6208 2ZC3	6208 2ZC3	6309 2ZC3	6208 2ZC3
160	1500/3000	1)	1)	–	–
180	1500/3000	1)	1)	–	–

Tabelle 3.9 Standard-Lagerbezeichnungen und Öldichtungen für Motoren

1) Daten bei künftiger Veröffentlichung verfügbar.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

3.3.5 Auswuchten

Der FCM 106 ist nach Klasse R gemäß ISO 8821 ausgewuchtet (reduziertes Auswuchten). Bei kritischen Anwendungen, insbesondere solchen mit hohen Drehzahlen (>4000 U/min) ist ggf. eine besondere Auswuchtung (Klasse S) erforderlich.

3.3.6 Antriebswellen

Antriebswellen werden aus hochfestem Stahl (35/40 Tonnen; 460/540 MN/m^2) gefertigt. Antriebswellen verfügen standardmäßig über eine Gewindebohrung gemäß DIN 332 Form D und eine Keilnut mit geschlossenem Profil.

3.3.7 FCM 106 Trägheitsmoment

Trägheits-moment J FCM 106[1)]	Asynchronmotor		PM-Motor	
[kW]	3000 U/min	1500 U/min	3000 U/min	1500 U/min
0,55	–	–	–	0,00047
0,75	0,0007	0,0025	0,00047	0,0007
1,1	0,00089	0,00373	0,00047	0,00091
1,5	0,00156	0,00373	0,0007	0,0011
2,2	0,0018	0,00558	0,00091	0,00082
3,0	0,00405	0,00703	0,00082	0,00104
4,0	0,00648	0,0133	0,00107	0,00131
5,5	0,014	0,03	0,00131	0,0136
7,5	0,016	0,036	0,0136	0,0206

Tabelle 3.10 Trägheitsmoment [kgm^2]

1) Nennleistungen beziehen sich auf NO, siehe Kapitel 6.2 Elektrische Daten.

3.3.8 FCM 106 Motorbaugröße

Leistungsgröße[1)]	Asynchronmotor		PM-Motor	
[kW]	1500 U/min	3000 U/min	1500 U/min	3000 U/min
0,55	–	–	71	–
0,75	80	71	71	71
1,1	90	80	71	71
1,5	90	80	71	71
2,2	100	90	90	71
3	100	90	90	90
4	112	100	90	90
5,5	112	112	112	90
7,5	132	112	112	112

Tabelle 3.11 FCM 106 - Motorbaugröße für PM- und Asynchronmotoren

1) Nennleistungen beziehen sich auf NO, siehe Kapitel 6.2 Elektrische Daten.

3.3.9 Thermischer Motorschutz

Der Motorüberlastschutz kann über eine Reihe von Verfahren realisiert werden:

- Elektronisches Thermorelais (ETR).
- Thermistorsensor ist zwischen den Motorwicklungen positioniert.
- Mechanischer Thermoschalter.

3.3.9.1 Elektronisches Thermorelais

ETR ist nur für Asynchronmotoren zweckmäßig. Der ETR-Schutz umfasst die Simulation eines Bimetallrelais, die auf den Frequenzumrichter-eigenen internen Messwerten zu Iststrom und -Drehzahl basiert. Die Kennlinie wird in *Abbildung 3.5* gezeigt.

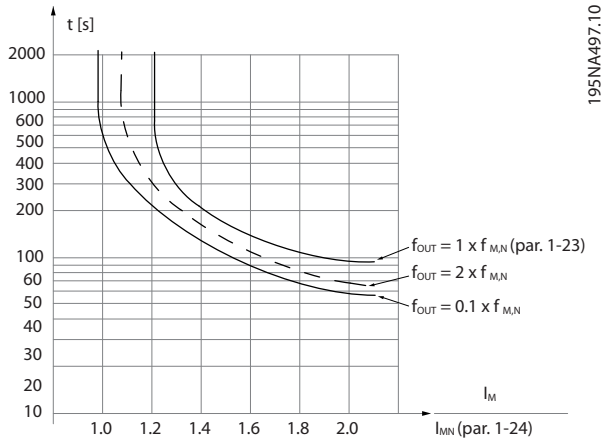


Abbildung 3.5 ETR-Schutzeigenschaft

Die X-Achse zeigt das Verhältnis zwischen Motorstrom (I_{motor}) und Motornennstrom ($I_{motor, nom}$). 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 0,1.
Es ist klar, dass ETR bei niedriger Drehzahl durch die geringere Kühlung des Motors bei niedrigerer Wärmeentwicklung abschaltet. So wird der Motor auch in niedrigen Drehzahlbereichen vor Überhitzung geschützt.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

Fazit

ETR ist nur für Asynchronmotoren zweckmäßig. Das ETR schützt den Motor vor Überhitzung. Ein weiterer Motorüberlastschutz ist nicht notwendig. So regelt das ETR bei Erhitzung des Motors, wie lange der Motor mit hoher Temperatur laufen kann, bevor er gestoppt wird, um Überhitzung zu vermeiden.
Wenn der Motor überlastet ist, ohne dass die Temperatur erreicht wird, bei der das ETR den Motor abschaltet, schützt die Stromgrenze den Motor und die Anwendung vor Überlast. In diesem Fall wird das ETR nicht aktiviert, weshalb eine andere thermische Schutzmethode erforderlich ist.

Aktivieren Sie das ETR in *Parameter 1-90 Thermischer Motorschutz*. Das ETR wird in *Parameter 4-18 Current Limit Mode* geregelt.

3.3.9.2 Thermistor (nur FCP 106)

Der Thermistorsensor wird zwischen den Motorwicklungen positioniert. Der Thermistor wird über den Motorstecker bei Klemmenpositionen T1 und T2 angeschlossen. Informationen zu den Klemmenpositionen und zur Verkabelung finden Sie im Abschnitt *Motoranschluss* im Produkthandbuch VLT® DriveMotor FCP 106 *und FCM 106*.

Stellen Sie *Parameter 1-90 Motor Thermal Protection* auf *[1] Thermistorwarnung* oder *[2] Thermistorabschaltung*.

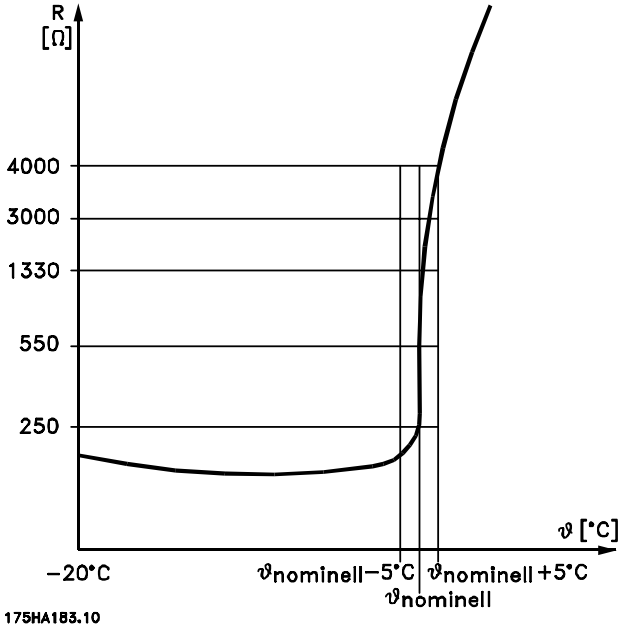


Abbildung 3.6 Typisches Thermistorverhalten

Wenn der Thermistorwert aufgrund der Motortemperatur über 2,9 kΩ steigt, schaltet der Frequenzumrichter ab. Wenn der Thermistorwert unter 0,8 kΩ sinkt, wird der Frequenzumrichter wird neu gestartet.

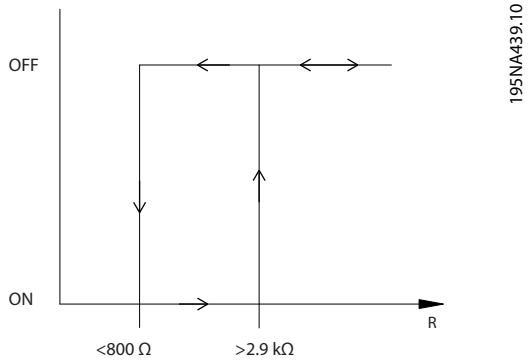


Abbildung 3.7 Frequenzumrichterbetrieb mit Thermistor

HINWEIS

Wählen Sie den Thermistor gemäß der Spezifikation in *Abbildung 3.6* und *Abbildung 3.7*.

HINWEIS

Wenn der Thermistor nicht galvanisch isoliert ist, kann das Vertauschen von Thermistorkabeln und Motorkabeln untereinander den Frequenzumrichter dauerhaft beschädigen.

Anstelle eines Thermistors kann ein mechanischer Thermoschalter (Klixon-Schalter) verwendet werden.

3.4 Auswahl Frequenzumrichter/Optionen

3.4.1 Fern-Einbausatz

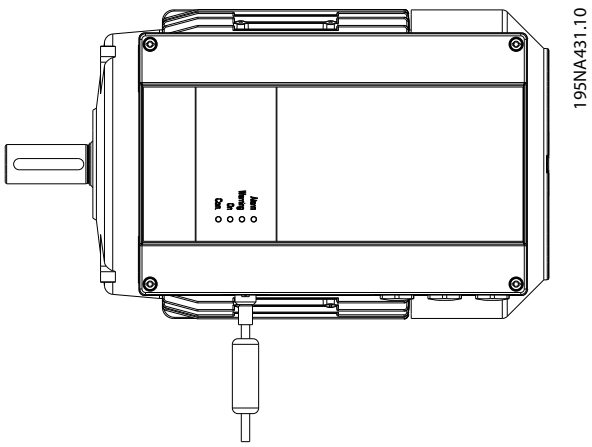
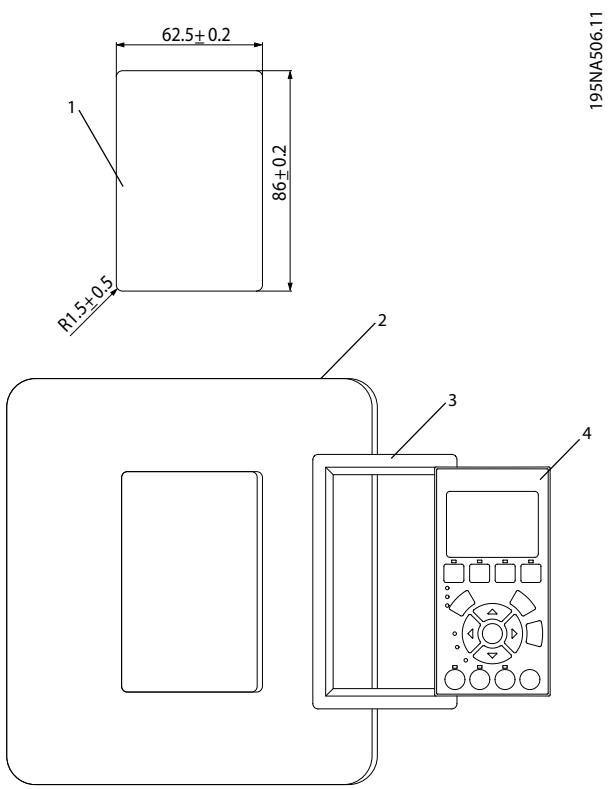
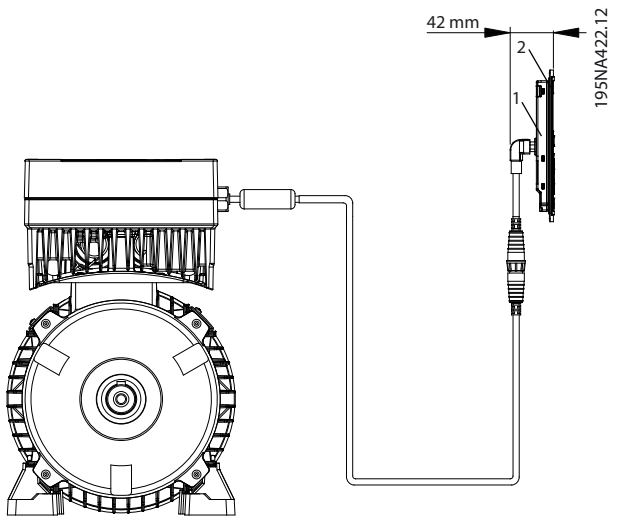


Abbildung 3.8 Fern-Einbausatz-Anschlüsse



1	Wandausschnitt. Wanddicke 1-3 mm
2	Schaltschrank
3	Dichtung
4	LCP

Abbildung 3.9 Stecker für Fern-Einbausatz



1	Bedieneinheit
2	Schaltschranktür

Abbildung 3.10 LCP-Ferneinbau

3.4.2 LOP-Einheit

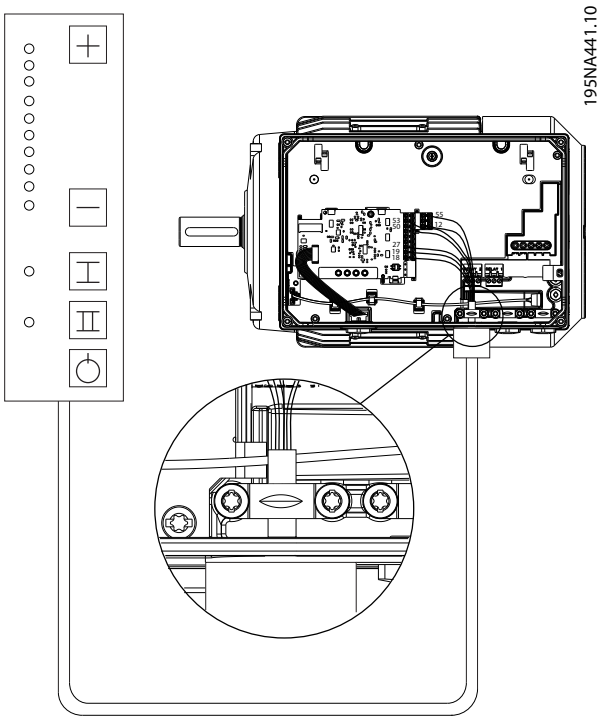


Abbildung 3.11 LOP-Anschlüsse

Taste	2-Drehzahl-Betrieb	Dual-Modus-Betrieb	2-Richtungs-Betrieb
Taste +/-	Festlegen des Sollwerts		
Taste I	Betrieb mit Sollwert	Betrieb mit Datensatz 1	Vorwärtslauf
Taste II	Betrieb mit Festdrehzahl JOG	Betrieb mit Datensatz 2	Rückwärtslauf
Taste O	Stopp + Reset		

Tabelle 3.12 Funktion

Anschluss	2-Drehzahl-Betrieb	Dual-Modus-Betrieb	2-Richtungs-Betrieb
18	Violett		Grau
19	–		
27	Braun		
29	Grün		
12	Rot		
50	Gelb		
55	Blau		

Tabelle 3.13 Elektrische Anschlüsse

Parameter	2-Drehzahl-Betrieb	Dual-Modus-Betrieb	2-Richtungs-Betrieb
Parameter 5-10 Klemme 18 Digitaleingang Klemme 18	Start*		
Parameter 5-12 Klemme 27 Digitaleingang Klemme 27	Reset		
Parameter 5-13 Klemme 29 Digitaleingang Klemme 29	Festdrehzahl JOG*	Anwahl Datensatz	Start + Reversierung
Zusätzliche Parameter	*Parameter 3-11 Festdrehzahl Jog [Hz]*	*Parameter 0-10 Aktiver Satz = [9] Externe Anwahl*	*Parameter 4-10 Motor Drehrichtung = [2] Beide Richtungen*

Tabelle 3.14 Parametereinstellungen

** Kennzeichnet die Werkseinstellung.*

Alarme werden bei jedem Start quittiert. Lassen Sie zur Vermeidung dieses Resets:

- den braunen Draht unangeschlossen oder
- stellen Sie *Parameter 5-12 Terminal 27 Digital Input* auf *[0] Ohne Funktion*.

Beim Einschalten befindet sich das Gerät im Stoppmodus. Der eingestellte Sollwert wird beim Ausschalten gespeichert.

Deaktivieren Sie zur Einstellung der permanenten Startfunktion wie folgt die Stoppfunktion am LOP:

- Schließen Sie Klemme 12 an Klemme 18 an.
- Schließen Sie den violetten/grauen Draht nicht an Klemme 18 an.

3.5 Besondere Betriebsbedingungen

3.5.1 Zweck der Leistungsreduzierung

Berücksichtigen Sie Leistungsreduzierung bei Verwendung des Frequenzumrichters unter folgenden Bedingungen:

- Bei niedrigem Luftdruck (große Höhenlagen).
- Bei niedrigen Drehzahlen.
- Mit langen Motorkabeln,
- Kabel mit großem Querschnitt.
- Hohe Umgebungstemperatur.

Dieser Abschnitt beschreibt die erforderlichen Maßnahmen.

3.5.2 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur und Taktfrequenz

Siehe *Kapitel 6.10 Leistungsreduzierung aufgrund Umgebungstemperatur und Taktfrequenz* in diesem Handbuch.

3.5.3 Automatische Anpassungen zur Sicherstellung der Leistung

Der Frequenzumrichter überprüft ständig, ob kritische Werte bei Innentemperatur, Laststrom, Hochspannung im Zwischenkreis und niedrige Motordrehzahlen vorliegen. Als Reaktion auf einen kritischen Wert kann der Frequenzumrichter die Taktfrequenz anpassen und/oder den Schaltmodus ändern, um die Leistung des Frequenzumrichters zu sichern. Die Fähigkeit zur automatischen Reduzierung des Ausgangsstroms erweitert die akzeptablen Betriebsbedingungen noch weiter.

3.5.4 Leistungsreduzierung wegen niedrigem Luftdruck

Bei niedrigerem Luftdruck nimmt die Kühlfähigkeit der Luft ab.

- Unterhalb einer Höhe von 1000 m über NN ist keine Leistungsreduzierung erforderlich.
- Oberhalb einer Höhe von 1000 m muss die Umgebungstemperatur oder der max. Ausgangsstrom entsprechend reduziert werden.
  - Reduzieren Sie den Ausgangsstrom um 1 % pro 100 m Höhe über 1000 m bzw.
  - die max. Umgebungstemperatur um 1 ° C pro 200 m.
- Bei Höhen über 2.000 m ziehen Sie bitte Danfoss zu PELV (Schutzkleinspannung - Protective extra low voltage) zurate.

Eine Alternative ist die Reduzierung der Umgebungstemperatur bei großen Höhen und damit die Sicherstellung von 100 % Ausgangsstrom bei großen Höhen. Beispiel: Bei einer Höhe von 2000 m und einer Temperatur von 45 °C ($T_{AMB, MAX}$ - 3.3 K) sind 91 % des Ausgangsnennstroms verfügbar. Bei einer Temperatur von 41,7 °C sind 100 % des Ausgangsnennstroms verfügbar.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

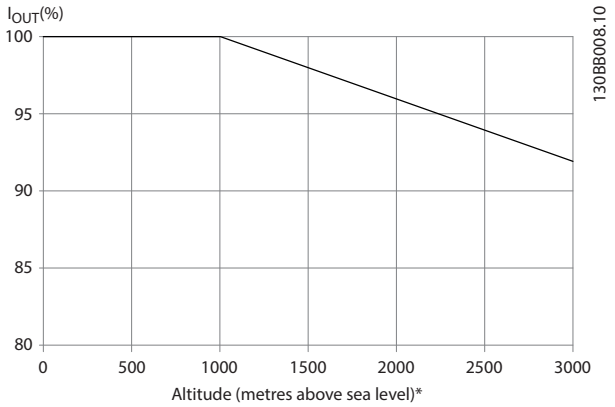


Abbildung 3.12 Beispiel

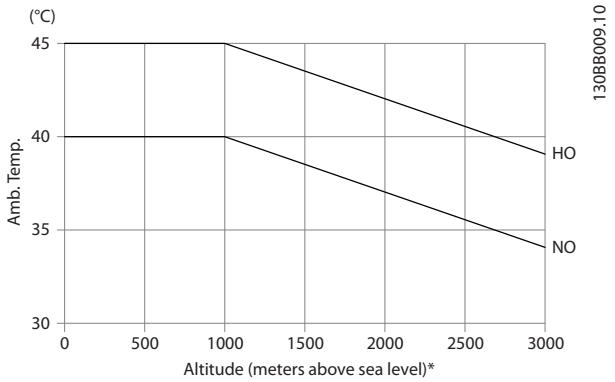


Abbildung 3.13 Höhenabhängige Ausgangsstromreduzierung bei $T_{AMB, MAX}$

3.5.5 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.

Schalten am Ausgang
Das Schalten am Ausgang, zwischen Motor und Frequenzumrichter, ist zulässig. Es können Fehlermeldungen auftreten. Aktivieren Sie zum Abfangen eines drehenden Motors *[2] Immer aktiviert* in *Parameter 1-73 Motorfangschaltung*.

Vom Motor erzeugte Überspannung
Die Spannung im Zwischenkreis erhöht sich beim generatorischen Betrieb des Motors. Dieser Spannungsanstieg tritt in folgenden Fällen auf:

- Die Last treibt den Motor an (bei konstanter Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters), d. h., die Last erzeugt Energie.
- Während der Verzögerung (Rampe Ab) ist die Reibung bei hohem Trägheitsmoment niedrig und die Rampenzeit zu kurz, um die Energie als Verlustleistung im Frequenzumrichter, Motor oder in der Anlage abzugeben.
- Eine falsche Einstellung beim Schlupfausgleich 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. Zur Vermeidung dieser Beschädigungsgefahr wird der Wert von *Parameter 4-19 Max. Ausgangsfrequenz* automatisch begrenzt. Die Grenze basiert auf einer internen Berechnung anhand der Werte von:
  - *Parameter 1-40 Gegen-EMK bei 1000 UPM*.
  - *Parameter 1-25 Motornenndrehzahl*.
  - *Parameter 1-39 Motorpolzahl*.

  Wenn die Gefahr eines Überdrehens des Motors besteht (z. B. durch den Windmühlen-Effekt, bei dem der Motor durch die Last gedreht wird), verwenden Sie einen Bremswiderstand.

Die Bedieneinheit versucht ggf. die Rampe zu kompensieren (*Parameter 2-17 Überspannungssteuerung*).
Wenn ein bestimmtes Spannungsniveau erreicht ist, wird der Frequenzumrichter abgeschaltet, um die Transistoren und die Zwischenkreiskondensatoren zu schützen.
Wählen Sie die Methode zur Regelung des Zwischenkreis-Spannungsniveaus über:

- *Parameter 2-10 Bremsfunktion*.
- *Parameter 2-17 Überspannungssteuerung*.

HINWEIS

Sie können OVC nicht aktivieren, wenn Sie einen PM-Motor betreiben (d. h. 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, typischerweise 15 % unter der niedrigsten Versorgungsnennspannung des Frequenzumrichters. Die Höhe der Netzspannung vor dem Ausfall und die aktuelle Motorbelastung bestimmen, wie lange der Frequenzumrichter im Freilauf ausläuft.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

Statische Überlast im Modus VVC+
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 etwa 5-10 s zum Abschalten zwingt.

3.6 Umgebungsbedingungen

3.6.1 Luftfeuchtigkeit

Obwohl der Frequenzumrichter bei hoher Feuchtigkeit (bis 95 % relativer Feuchte) ordnungsgemäß betrieben werden kann, müssen Sie Kondensation möglichst vermeiden. Insbesondere besteht die Gefahr von Kondensation, wenn der Frequenzumrichter kälter als feuchte Umgebungsluft ist. Luftfeuchtigkeit kann auch an den elektronischen Komponenten kondensieren und Kurzschlüsse verursachen. Kondensation tritt an stromlosen Geräten auf. Installieren Sie eine Schaltschrankheizung, wenn aufgrund der Umgebungsbedingungen Kondensation möglich ist. Vermeiden Sie eine Installation in Bereichen, in denen Frost auftritt.

Alternativ kann die Gefahr von Kondensation durch den Standby-Betrieb des Frequenzumrichters (Gerät am Netz angeschlossen) reduziert werden. Stellen Sie jedoch sicher, dass der Leistungsverlust ausreichend ist, damit die Frequenzumrichterschaltung frei von Feuchtigkeit bleibt.

Der Frequenzumrichter erfüllt die folgenden Standards:

- IEC/EN 60068-2-3, EN 50178 9.4.2.2 bei 50 °C.
- IEC 600721 Klasse 3K4

3.6.2 Temperatur

Für alle Frequenzumrichter sind Ober- und Untergrenzen für die Umgebungstemperatur festgelegt. Durch die Vermeidung extremer Umgebungstemperaturen wird die Lebensdauer der Betriebsmittel verlängert und die allgemeine Anlagenzuverlässigkeit optimiert. Befolgen Sie die Empfehlungen für die maximale Leistung und die Langlebigkeit der Geräte.

- Frequenzumrichter können zwar bei Temperaturen bis -10 °C eingesetzt werden, jedoch ist ein einwandfreier Betrieb bei Nennlast nur bei Temperaturen von 0 °C und höher gewährleistet.
- Überschreiten Sie nicht die Temperatur-Höchstwerte.
- Die Lebensdauer der elektronischen Komponenten reduziert sich je 10 °C im Betrieb über der Auslegungstemperatur um 50 %.
- Auch Geräte der Schutzarten IP54, IP55 oder IP66 müssen den festgelegten Umgebungstemperaturbereichen entsprechen.
- Eine zusätzliche Klimatisierung des Schaltschranks oder des Installationsorts ist ggf. notwendig.

3.6.3 Kühlung

Frequenzumrichter geben Energie in Form von Wärme ab. Für eine effektive Kühlung der Geräte müssen die folgenden Empfehlungen berücksichtigt werden.

- Die Höchsttemperatur der Luft, die in den Schaltschrank eintritt, darf niemals 40 °C [104 °F] überschreiten.
- Die tägliche/nächtliche Durchschnittstemperatur darf 35 °C [95 °F] nicht überschreiten.
- Befestigen Sie das Gerät so, dass die ungehinderte Luftzirkulation zur Kühlung gewährleistet ist. Siehe *Kapitel 6.1.1 Abstände* für korrekte Montageabstände.
- Halten Sie die Mindestanforderungen für den vorderen und hinteren Abstand zur Luftzirkulation für die Kühlung ein. Siehe das VLT® DriveMotor FCP 106und FCM 106 *Produkthandbuch* für die ordnungsgemäßen Installationsanforderungen.

3.6.4 Aggressive Umgebungsbedingungen

Ein Frequenzumrichter besteht aus vielen mechanischen und elektronischen Komponenten. Alle reagieren mehr oder weniger empfindlich auf Umwelteinflüsse.

HINWEIS

Der Frequenzumrichter darf nicht in Umgebungen installiert werden, deren Atmosphäre Flüssigkeiten, Partikel 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.

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 verwenden Sie Geräte gemäß Schutzart IP54.

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

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

Anzeichen für einen hohen Grad an Schwebepartikeln. In sehr staubiger Umgebung verwenden Sie Geräte gemäß Schutzart IP54 oder einen Schaltschrank für Geräte der Schutzart IP20/Typ1.

In Umgebungen mit hohen Temperaturen und viel Feuchtigkeit lösen korrosionsfördernde Gase, z. B. Schwefel, Stickstoff und Chlorgemische, chemische Prozesse aus, die sich auf die Bauteile des Frequenzumrichters auswirken.

Derartige chemischen 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.

Vor der Installation des Frequenzumrichters muss die Umgebungsluft auf Flüssigkeiten, Stäube und Gase geprüft werden. Diese Prüfungen können vorgenommen werden, indem man in der jeweiligen Umgebung bereits vorhandene Installationen näher in Augenschein nimmt. Typische Anzeichen für schädliche, schwebend in der Luft übertragene 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 bei vorhandenen Installationen.

3.6.5 Umgebungstemperatur

Siehe *Kapitel 6.5 Umgebungsbedingungen* und *Kapitel 6.10 Leistungsreduzierung aufgrund Umgebungstemperatur und Taktfrequenz* für die empfohlene Umgebungstemperatur bei Lagerung und Betrieb.

3.6.6 Störgeräusche

FCP 106
Störgeräusche haben die folgenden Ursachen:

- Externer Lüfter.
- DC-Zwischenkreisdrosseln.
- EMV-Filterdrossel.

Taktfrequenz	MH1	MH2	MH3
[kHz]	[dB]	[dB]	[dB]
5	55	55,5	52

Tabelle 3.15 FCP 106 Störgeräuschniveaus, Lüfter in Betrieb, gemessen im Abstand von 1 m zum Gerät

FCM 106
Störgeräusche haben die folgenden Ursachen:

- Motorlüfter.
- Externer Lüfter.
- Motorstator und -rotor.
- DC-Zwischenkreisdrosseln.
- EMV-Filterdrossel.

Motordrehzahl	Taktfrequenz	Lüfter	MH1	MH2	MH3
[U/min]	[kHz]	[on/off]	[dB]	[dB]	[dB]
0	5	ein	55	55,5	52
150	5	aus	57,5	50	57
150	5	ein	61	57	59
1500	5	aus	65,5	64	71,5
1500	5	ein	66	65,5	71,5
1500	10	aus	65	61,5	66,5
1500	16	aus	64	60	65,5
1500	16	ein	64,5	62	65,5

Tabelle 3.16 FCM 106 Störgeräuschniveaus, gemessen im Abstand von 1 m zum Gerät

3.6.7 Vibrationen und Erschütterungen

Der Frequenzumrichter entspricht den Anforderungen für Geräte zur Wand- oder Bodenmontage in Produktionsräumen, sowie bei Montage an Maschinengestellen oder in Schaltschränken.

Der Frequenzumrichter wurde gemäß den in *Tabelle 3.17* definierten Verfahren getestet.

IEC 61800-5-1 Ed.2	Vibrationstest, Kl. 5.2.6.4
IEC/EN 60068-2-6	Schwingung (sinusförmig) - 1970
IEC/EN 60068-2-64	Schwingung, Breitbandrauschen (digital geregelt)
IEC 60068-2-34, 60068-2-35, 60068-2-36	Kurve D (1-3) Langzeitprüfung 2,52 g eff

Tabelle 3.17 Konformität mit Vibrations- und Erschütterungstestverfahren

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

3.7 Energieeffizienz

Die Norm *EN 50598 Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen* liefert Richtlinien für die Bewertung der Energieeffizienz von Frequenzumrichtern.

Die Norm stellt eine neutrale Methode zur Bestimmung von Effizienzklassen und Leistungsverlusten unter Volllast und Teillast bereit. Die Norm lässt die Kombination aus einem beliebigen Motor mit einem beliebigen Frequenzumrichter zu.

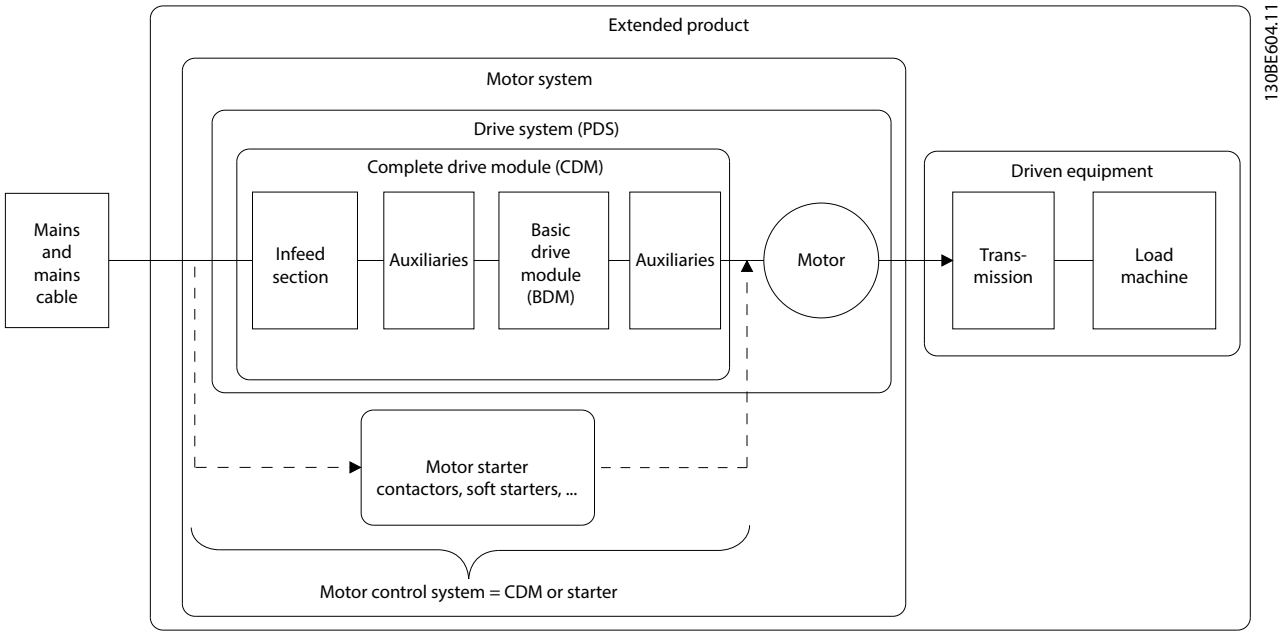


Abbildung 3.14 Antriebssystem (PDS) und komplettes Antriebsmodul (CDM)

Hilfseinrichtungen: Advanced Harmonic Filter AHF 005 AHF 010, Netzdrossel MCC 103, Sinusfilter MCC 101, dU/dt-Filter MCC 102.

3.7.1 IES- und IE-Klassen

Komplette Antriebsmodule (CDM)
Gemäß der Norm EN 50598-2 umfasst das komplette Antriebsmodul (CDM) den Frequenzumrichter, seinen Speiseabschnitt und seine Hilfseinrichtungen.

Energieeffizienzklassen für CDM:

- IE0 = unter dem Stand der Technik
- IE1 = Stand der Technik.
- IE2 = über dem Stand der Technik.

Danfoss Frequenzumrichter erfüllen die Werte der Effizienzklasse IE2. Die Energieeffizienzklasse bezieht sich auf den Nennpunkt des CDM.

Antriebssysteme (PDS)
Ein Antriebssystem (PDS) besteht aus einem kompletten Antriebsmodul (CDM) und einem Motor.

Energieeffizienzklassen für PDS:

- IES0 = unter dem Stand der Technik.
- IES1 = Stand der Technik.
- IES2 = über dem Stand der Technik.

Abhängig vom Motorwirkungsgrad erfüllen von einem Danfoss VLT® Frequenzumrichter angetriebene Motoren normalerweise die Energieeffizienzklasse IES2.

Die Energieeffizienzklasse bezieht sich auf den Nennpunkt des PDS und kann auf der Basis von CDM und Motorverlusten berechnet werden.

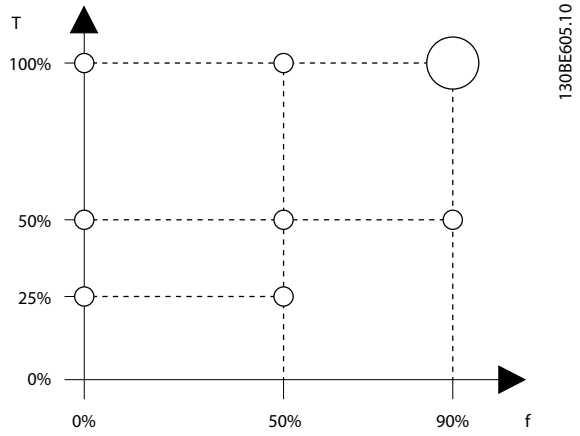
3.7.2 Verlustleistungsdaten und Wirkungsgraddaten

Leistungsverlust und Wirkungsgrad eines Frequenzumrichters sind abhängig von der Konfiguration und den Zusatzeinrichtungen. Um konfigurationsspezifische Daten zu Verlustleistung und Wirkungsgrad zu erhalten, verwenden Sie das DanfossDanfoss ecoSmart Tool.

Die Verlustleistungdaten werden als Prozentsatz der Nennscheinleistung angegeben und gemäß EN 50598-2 bestimmt. Bei der Bestimmung der Verlustleistungsdaten verwendet der Frequenzumrichter die Werkseinstellungen

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

mit Ausnahme der Motordaten, die für den Betrieb des Motors erforderlich sind.



T	Drehmoment [%]
f	Frequenz [%]

Abbildung 3.15 Betriebspunkte des Frequenzumrichters gemäß EN 50598-2

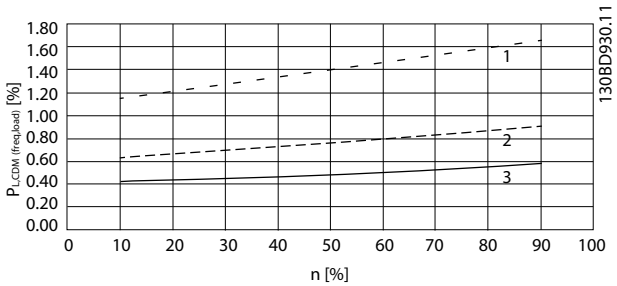
Unter *www.danfoss.com/vltenergyefficiency* finden Sie Informationen zu den Verlustleistungs- und Wirkungsgraddaten des Frequenzumrichters an den Betriebspunkten, die in *Abbildung 3.15* angegeben sind.

Mit der Danfoss ecoSmart-Anwendung können die Effizienzklassen IE und IES berechnet werden. Die Anwendung ist verfügbar unter *ecosmart.danfoss.com*.

Beispiel für verfügbare Daten
Die folgenden Beispiele zeigt Verlustleistungs- und Wirkungsgraddaten für einen Frequenzumrichter mit den folgenden Eigenschaften:

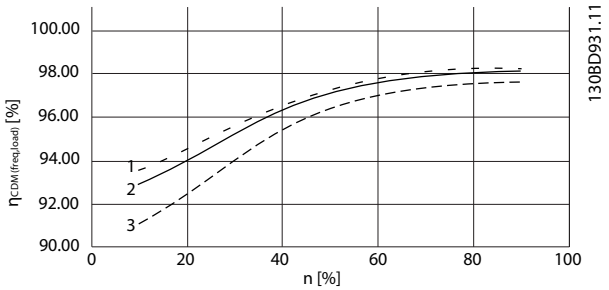
- Nennleistung 55 kW, Nennspannung bei 400 V.
- Nennscheinleistung, Sr, 67,8 KVa.
- Nennleistung, P_{CDM}, 59,2 kW.
- Nennwirkungsgrad, η_r, 98,3 %.

Abbildung 3.16 und *Abbildung 3.17* zeigen Verlustleistungs- und Wirkungsgradkurven. Die Drehzahl ist proportional zur Frequenz.



1	100 % Last
2	50 % Last
3	25 % Last

Abbildung 3.16 Verlustleistungsdaten des Frequenzumrichters. CDM relative Verluste ($P_{L,\ CDM}$) [%] bezogen auf Drehzahl (n) [% der Nenndrehzahl].



1	100 % Last
2	50 % Last
3	25 % Last

Abbildung 3.17 Effizienzdaten des Frequenzumrichters. CDM Wirkungsgrad ($\eta_{CDM(freq,\ load)}$) [%] bezogen auf Drehzahl (n) [% der Nenndrehzahl].

Interpolation der Verlustleistung
Die Verlustleistung wird an einem zufälligen Betriebspunkt unter Verwendung einer zweidimensionalen Interpolation bestimmt.

3.7.3 Verluste und Wirkungsgrad eines Motors

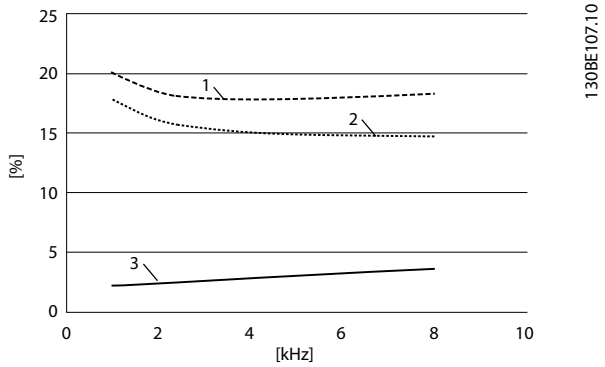
Der Wirkungsgrad eines Motor, der mit 50-100 % der Motornenndrehzahl und mit 75-100 % des Nenndrehmoments läuft, ist praktisch konstant. Dies gilt sowohl dann, wenn der Motor vom Frequenzumrichter geregelt wird als auch dann, wenn der Motor direkt im Netz betrieben wird.

Der Wirkungsgrad ist abhängig vom Motortyp und vom Niveau der Magnetisierung.

Weitere Informationen zu Motortypen finden Sie in der Motortechnologie-Broschüre unter *www.vlt-drives.danfoss.com*.

Taktfrequenz

Die Taktfrequenz beeinflusst die Magnetisierungsverluste im Motor und die Schaltverluste im Frequenzumrichter, wie in *Abbildung 3.18* dargestellt.



1	Motor und Frequenzumrichter
2	Nur Motor
3	Nur Frequenzumrichter

Abbildung 3.18 Verluste [%] bezogen auf Taktfrequenz [kHz]

HINWEIS

Ein Frequenzumrichter erzeugt zusätzliche Oberwellenverluste im Motor. Diese Verluste nehmen bei steigender Taktfrequenz ab.

3.7.4 Verluste und Wirkungsgrad eines Antriebssystems

Um die Verlustleistung für ein Antriebssystem an verschiedenen Arbeitspunkten zu bestimmen, summieren Sie die Verlustleistung jeder Systemkomponente am jeweiligen Arbeitspunkt.

- Frequenzumrichter
- Motor
- Zusatzeinrichtungen

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

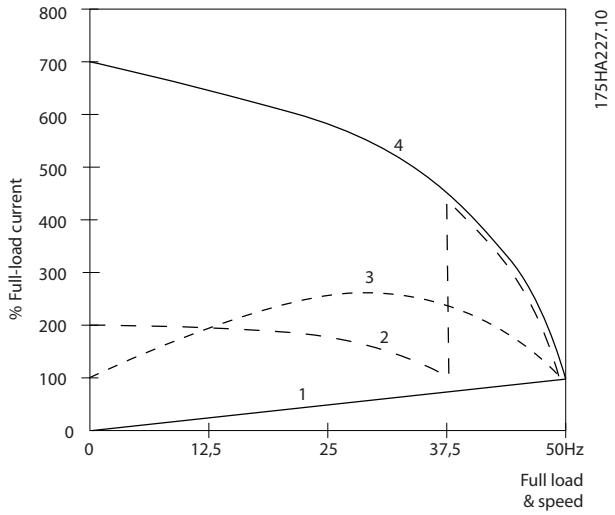
4 Anwendungsbeispiele

4.1 HLK-Anwendungsbeispiele

4.1.1 Stern-/Dreieckstarter oder Softstarter nicht erforderlich

Wenn größere Motoren gestartet werden, müssen in vielen Ländern Geräte verwendet werden, die den Startstrom begrenzen. In konventionelleren Systemen sind Stern-/Dreieckstarter oder Softstarter weit verbreitet. Solche Motorstarter sind bei Verwendung eines Frequenzumrichters nicht erforderlich.

Wie in *Abbildung 4.1* gezeigt, benötigt ein Frequenzumrichter nicht mehr als den Nennstrom.



1	VLT® DriveMotor
2	Stern-/Dreieckstarter
3	Sanftstarter
4	Start direkt am Netz

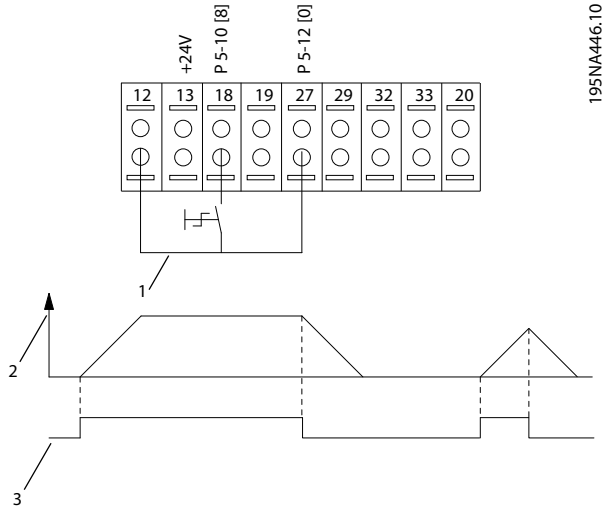
Abbildung 4.1 Startstrom

4.1.2 Start/Stopp

Klemme 18 = Start/Stopp *Parameter 5-10 Klemme 18 Digitaleingang [8] Start*.
Klemme 27 = Ohne Funktion *Parameter 5-12 Klemme 27 Digitaleingang [0] Ohne Funktion* (Werkseinstellung *[2] Motorfreilauf invers*).

Parameter 5-10 Klemme 18 Digitaleingang = [8] Start (Werkseinstellung).

Parameter 5-12 Klemme 27 Digitaleingang = [2] Motorfreilauf invers (Werkseinstellung).



1	Start/Stopp
2	Drehzahl
3	Start/Stopp [18]

Abbildung 4.2 Start/Stopp und Drehzahl

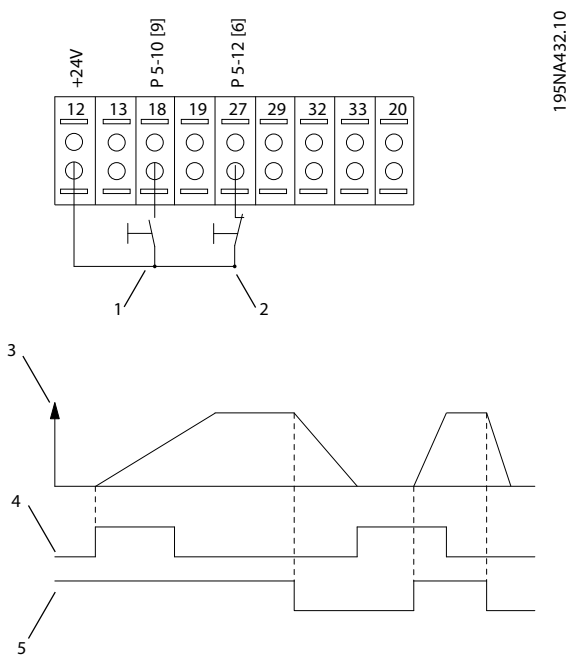
4.1.3 Puls-Start/Stopp

Klemme 18 = Start/Stopp *Parameter 5-10 Klemme 18 Digitaleingang [9] Puls-Start*.
Klemme 27 = Stopp *Parameter 5-12 Klemme 27 Digitaleingang [6] Stopp invers*.

Parameter 5-10 Klemme 18 Digitaleingang = [9] Puls-Start.

Parameter 5-12 Klemme 27 Digitaleingang = [6] Stopp invers.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.



1	Start
2	Stopp (invers)
3	Drehzahl
4	Start (18)
5	Stopp (27)

Abbildung 4.3 Puls-Start/Stopp

4.1.4 Potenziometer-Sollwert

Spannungssollwert über ein Potenziometer

Parameter 3-15 Variabler Sollwert 1 [1] = *Analogeingang 53*.

Parameter 6-10 Klemme 53 Skal. Min.Spannung = 0 V.

Parameter 6-11 Klemme 53 Skal. Max.Spannung = 10 V.

Parameter 6-14 Klemme 53 Skal. Min.-Soll/Istwert = 0 U/min.

Parameter 6-15 Klemme 53 Skal. Max.-Soll/Istwert = 1500 U/min.

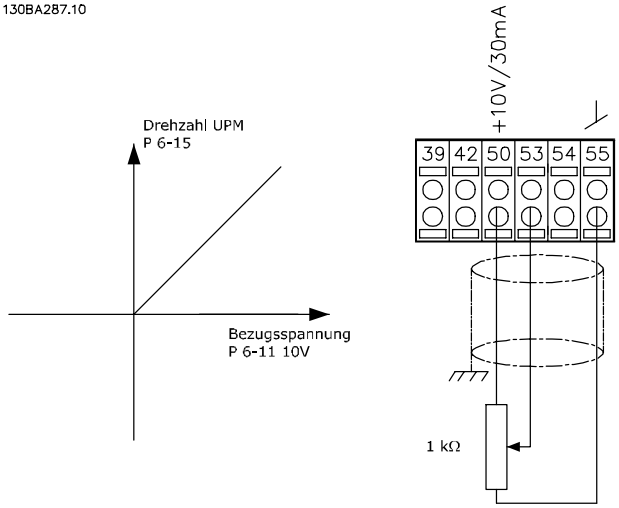


Abbildung 4.4 Potenziometer-Sollwert

4.1.5 Automatische Motoranpassung (AMA)

Die AMA ist ein Testalgorithmus, der die elektrischen Motorparameter bei einem Motor im Stillstand misst. Die AMA selbst liefert kein Drehmoment.
Die AMA lässt sich vorteilhaft bei der Inbetriebnahme von Anlagen und bei der Optimierung der Anpassung des Frequenzumrichters an den verwendeten Motor einsetzen. Diese Funktion wird oft verwendet, wenn die Werkseinstellung für den angeschlossenen Motor nicht gilt.
In *Parameter 1-29 Autom. Motoranpassung* wählen Sie zwischen *[1] Komplette AMA* und *[2] Reduzierte AMA*. Die komplette AMA bestimmt alle elektrischen Motorparameter. Die reduzierte AMA bestimmt nur den Statorwiderstand Rs.
Eine komplette AMA kann von ein paar Minuten bei kleinen Motoren bis ca. 15 Minuten bei großen Motoren dauern.

Einschränkungen und Voraussetzungen:

- Damit die AMA die Motorparameter optimal bestimmen kann, müssen die korrekten Typenschilddaten in *Parameter 1-20 Motornennleistung [kW]* bis *Parameter 1-28 Motordrehrichtungsprüfung* eingegeben werden. Geben Sie für Asynchronmotoren die korrekten Motor-Typenschilddaten in *Parameter 1-24 Motor Current* und *Parameter 1-37 d-axis Inductance (Ld)* ein.
- Zur besten Anpassung des Frequenzumrichters wird die AMA an einem kalten Motor durchgeführt. Wiederholter AMA-Betrieb kann zu einer Erwärmung des Motors führen, was wiederum eine Erhöhung des Statorwiderstands Rs bewirkt. Normalerweise ist dies jedoch nicht kritisch.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

- Die AMA ist nur durchführbar, wenn der Motornennstrom mindestens 35 % des Ausgangsnennstroms des Frequenzumrichters beträgt. Die AMA ist bis zu einer Motorstufe (Leistungsstufe) größer möglich.
- Bei installiertem Sinusfilter ist es möglich, einen reduzierten AMA-Test durchzuführen. Von einer kompletten AMA mit Sinusfilter ist abzuraten. Soll eine Komplettanpassung vorgenommen werden, so kann das Sinusfilter überbrückt werden, während eine komplette AMA durchgeführt wird. Nach Abschluss der AMA wird das Sinusfilter wieder dazugeschaltet.
- Bei parallel geschalteten Motoren ist ausschließlich eine reduzierte AMA durchzuführen.
- Während einer AMA erzeugt der Frequenzumrichter kein Motordrehmoment. Während einer AMA darf jedoch auch die Anwendung kein Anlaufen der Motorwelle hervorrufen. Dies kann beispielsweise bei Auftreten eines Windmühlen-Effekts in Lüftungssystemen vorkommen. Die laufende Motorwelle stört die AMA-Funktion.
- Beim Betrieb eines PM-Motors (wenn *Parameter 1-10 Motorart* auf *[1] PM Vollpol SPM* eingestellt ist), kann nur *[1] Komplette AMA aktivieren* gewählt werden.

4.1.6 Lüfteranwendung mit Resonanzvibrationen

In den folgenden Anwendungen können resonante Vibrationen auftreten, wodurch der Lüfter beschädigt werden kann:

- Motor mit direkt an der Motorwelle installiertem Lüfter.
- Laufpunkt im Feldschwächungsbereich.
- Laufpunkt nahe oder über Nennpunkt.

Übermodulation ist eine Methode zur Erhöhung der vom Frequenzumrichter für f_{mot} zwischen 45 Hz und 65 Hz gelieferten Motorspannung.

- Vorteile der Übermodulation:
  - Niedrigere Ströme und eine höhere Effizienz können im Feldschwächungsbereich erreicht werden.
  - Der Frequenzumrichter kann bei nominaler Netzfrequenz nominale Netzspannung liefern.
  - Wenn die Netzspannung gelegentlich unter die korrekte Motorspannung abfällt, zum Beispiel bei 43 Hz, kann die Übermodulation dies bis zum erforderlichen Motorspannungsniveau kompensieren.
- Nachteil der Übermodulation: Die nicht sinusförmigen Spannungen führen zu höheren Spannungsoberschwingungen. Diese Steigerung führt zu Drehmoment-Rippel, wodurch der Lüfter beschädigt werden kann.

Lösungen zur Vermeidung von Beschädigungen des Lüfters:

- Die beste Lösung ist, die Übermodulation zu deaktivieren, wodurch Vibrationen auf ein Minimum reduziert werden. Diese Lösung kann jedoch auch eine Leistungsreduzierung des geregelten Motors von 5–10 % zur Folge haben, da die fehlende Spannung nicht mehr von der Übermodulation kompensiert wird.
- Eine alternative Lösung für Anwendungen, in denen die Übermodulation nicht deaktiviert werden kann, ist die Umstellung auf ein kleines Frequenzband der Ausgangsfrequenzen. Wenn der Motor zur Begrenzung der Lüfteranwendung ausgelegt ist, führen die Spannungsverluste im Frequenzumrichter zu einem unzureichenden Drehmoment. In solchen Fällen kann das Vibrationsproblem deutlich reduziert werden, indem ein kleines Frequenzband im Bereich der mechanischen Resonanzfrequenz übersprungen wird, zum Beispiel an der sechsten Oberschwingung. Dieses Überspringen kann durch die Einstellung der entsprechenden Parameter (Parametergruppe *4-6* Drehz.ausblendung*) oder durch Verwendung der Konfiguration Semi-Auto-Bypass umgesetzt werden*Parameter 4-64 Semi-Auto Bypass Set-up*. Jedoch gibt es bei dieser Vorgehensweise keine allgemeine Regel zum optimalen Überspringen der Frequenzbänder, da dies von der Breite der Resonanzspitze abhängt. In den meisten Fällen ist die Resonanz hörbar.

4.2 Beispiele für Energieeinsparungen

4.2.1 Gründe für den Einsatz eines Frequenzumrichters zur Regelung von Lüftern und Pumpen

Der Frequenzumrichter nutzt die Tatsache , dass Zentrifugallüfter und Kreiselpumpen den Proportionalitätsgesetzen für Strömungsgeräte folgen. Nähere Informationen finden Sie im Abschnitt *Kapitel 4.2.3 Beispiele für Energieeinsparungen*.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

4.2.2 Der klare Vorteil: Energieeinsparung

Der klare Vorteil beim Einsatz eines Frequenzumrichters zur Drehzahlregelung von Lüftern oder Pumpen sind die erreichbaren Einsparungen im Hinblick auf den Energieverbrauch.
Im Vergleich zu alternativen Regelsystemen bietet ein Frequenzumrichter die höchste Energieeffizienz zur Regelung von Lüftungs- und Pumpenanlagen.

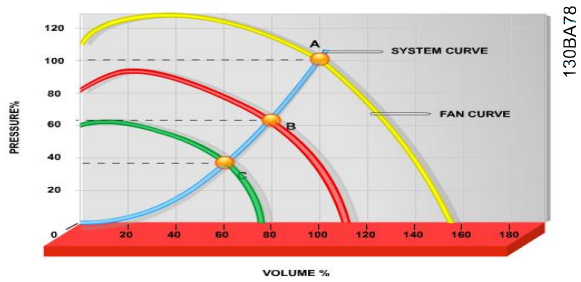


Abbildung 4.5 Die Grafik zeigt Lüfterkurven (A, B und C) für reduzierte Lüftervolumen.

Wenn die Lüfterkapazität mit einem Frequenzumrichter auf 60 % reduziert wird, können in Standardanwendungen Energieeinsparungen von mehr als 50 % erzielt werden.

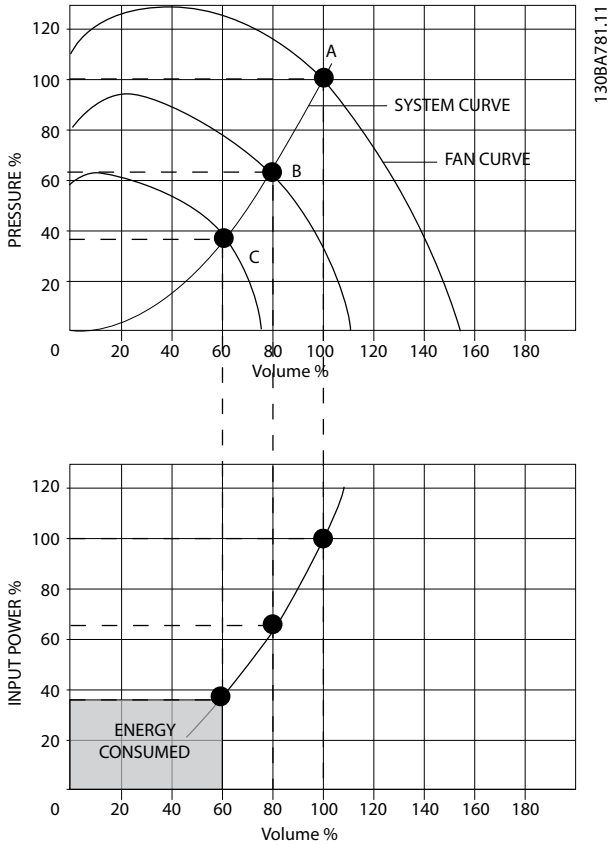


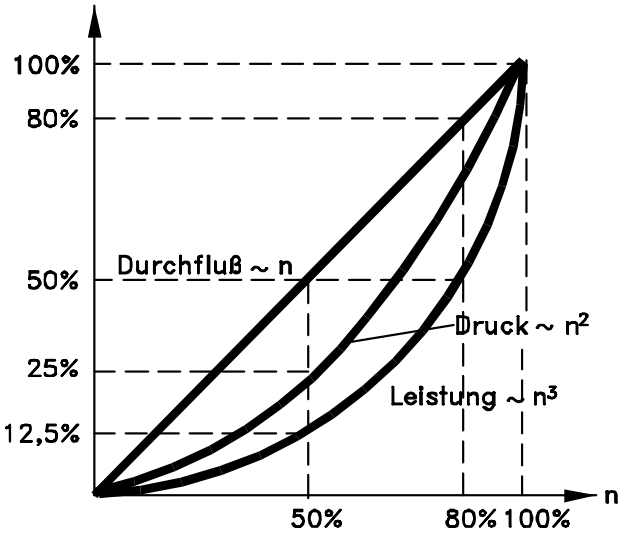
Abbildung 4.6 Energieeinsparungen mit reduzierter Lüfterkapazität

4.2.3 Beispiele für Energieeinsparungen

Wie in *Abbildung 4.7* dargestellt, wird der Durchfluss durch Änderung der Drehzahl geregelt. Durch Reduzierung der Drehzahl um nur 20 % gegenüber der Nenndrehzahl wird auch der Durchfluss um 20 % reduziert, da der Durchfluss direkt proportional zur Drehzahl ist. Der Stromverbrauch wird dagegen um 50 % reduziert.
Soll eine Anlage an nur wenigen Tagen im Jahr einen Durchfluss erzeugen, der 100 % entspricht, im übrigen Teil des Jahres jedoch im Durchschnitt unter 80 % des Nenndurchflusswertes, so erreicht man eine Energieeinsparung von mehr als 50 %.

Abbildung 4.7 beschreibt die Abhängigkeit von Durchfluss, Druck und Leistungsaufnahme von der Drehzahl.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.



175HA208.10
Abbildung 4.7 Proportionalitätsgesetze

$$Durchfluss: \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

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

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

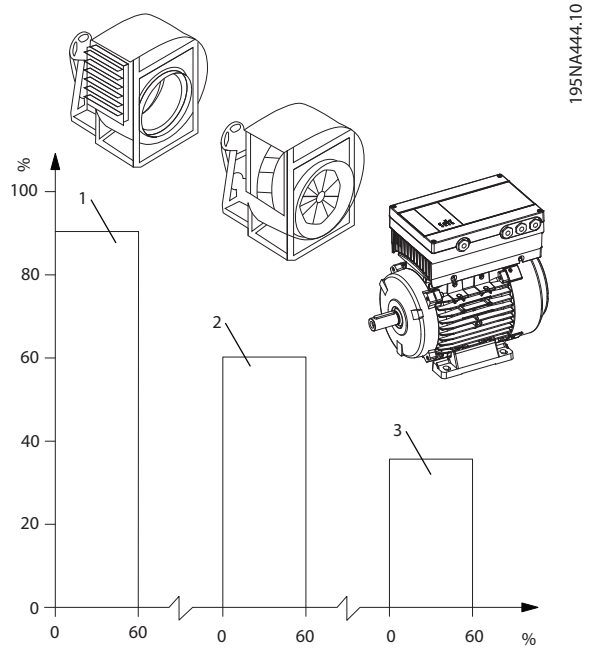
Q = Durchfluss	P = Leistung
Q_1= Nenndurchfluss	P_1= Nennleistung
Q_2= Reduzierter Durchfluss	P_2= Reduzierte Leistung
H = Druck	n = Drehzahlregelung
H_1= Nenndruck	n_1= Nenndrehzahl
H_2= Reduzierter Druck	n_2= Reduzierte Drehzahl

Tabelle 4.1 Legende für Gleichung

4.2.4 Vergleich der Energieeinsparungen

Mit der Frequenzumrichter-Lösung von Danfoss können größere Einsparungen erzielt werden als mit herkömmlichen Energiesparlösungen. So kann der Frequenzumrichter die Lüfterdrehzahl entsprechend der thermischen Belastung des Systems steuern. Weiterhin weist der Frequenzumrichter eine integrierte Einrichtung auf, mit der der Frequenzumrichter die Funktion eines Gebäudeleitsystems (BMS) übernehmen kann.

Abbildung 4.8 zeigt die typischen Energieeinsparungen, die mit drei wohlbekannten Lösungen möglich sind, wenn das Lüftervolumen auf beispielsweise 60 % reduziert wird. Durch den Einsatz einer VLT-Lösung in typischen Anwendungen können Energieeinsparungen von mehr als 50 % erzielt werden.



1	Entladedämpferlösung – geringere Energieeinsparungen
2	IGV-Lösung – hohe Installationskosten
3	VLT-Lösung – maximale Energieeinsparungen

Abbildung 4.8 Komparativer Energieverbrauch für energiesparende Systeme, Eingangsleistung (%) vs Volumen (%)

Durch Entladungsdämpfer wird die Leistungsaufnahme leicht gesenkt. Durch Leitschaufeln ist eine Reduzierung um 40 % möglich; deren Installation ist allerdings kostspielig. Mit der leicht zu installierenden Frequenzumrichter-Lösung von Danfoss wird der Energieverbrauch um über 50 % reduziert.

4.2.5 Beispiel mit variablem Durchfluss über 1 Jahr

Das Beispiel wurde auf Basis einer Pumpenkennlinie berechnet, die von einem Pumpendatenblatt stammt. Das erzielte Ergebnis zeigt Energieeinsparungen von über 50 % bei der gegebenen Durchflussverteilung über ein Jahr. Die Amortisationszeit hängt vom Preis pro kWh sowie vom Preis des Frequenzumrichters ab. In diesem Beispiel beträgt die Amortisationszeit weniger als 1 Jahr im Vergleich zu Ventilen und konstanter Drehzahl. Nutzen Sie zur Berechnung der Energieeinsparungen bestimmter Anwendungen die VLT® Energy Box-Software.

Energieeinsparungen

$P_{Welle}=P_{Wellenausgang}$

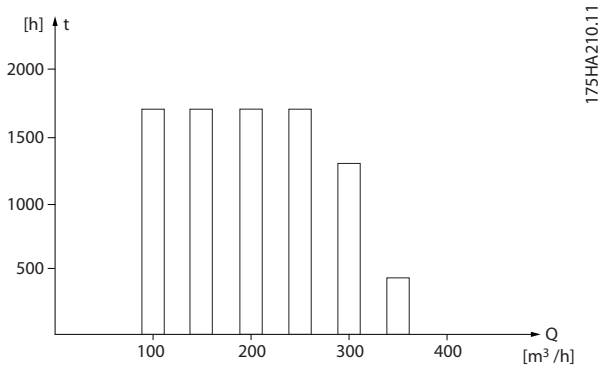


Abbildung 4.9 Durchflussverteilung über 1 Jahr

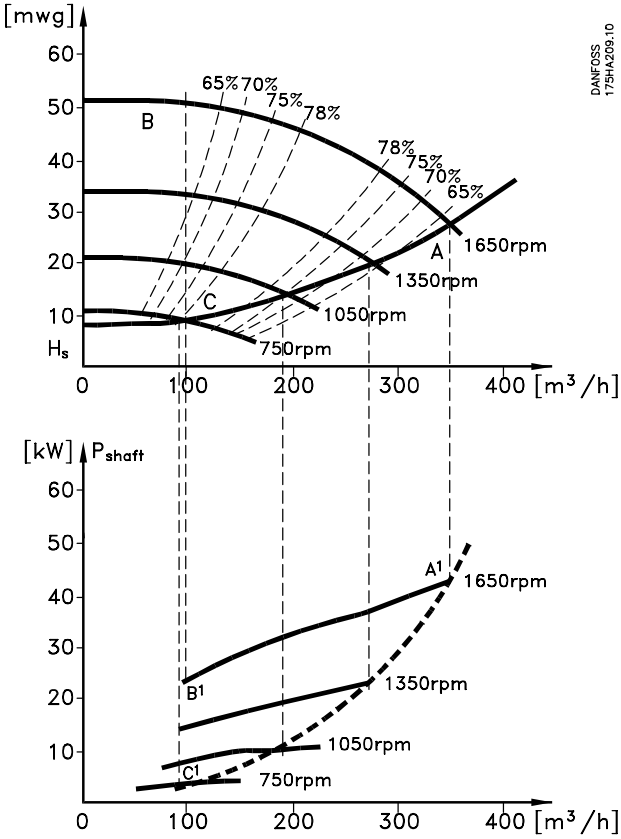


Abbildung 4.10 Pumpenleistung

m³/h	Verteilung		Ventilregelung		Frequenzumrichter-Regelung	
	%	Stunden	Leistung	Verbrauch	Leistung	Verbrauch
			A_1–B_1	[kWh]	A_1–C_1	[kWh]
350	5	438	42,5	18,615	42,5	18,615
300	15	1314	38,5	50,589	29,0	38,106
250	20	1752	35,0	61,320	18,5	32,412
200	20	1752	31,5	55,188	11,5	20,148
150	20	1752	28,0	49,056	6,5	11,388
100	20	1752	23,0	40,296	3,5	6,132
Σ	100	8760	–	275,064	–	26,801

Tabelle 4.2 Pumpenleistung

4.3 Regelung – Beispiele

4.3.1 Verbesserte Regelung

Durch die Verwendung eines Frequenzumrichters zur Regelung des Durchflusses oder des Drucks eines Systems können Sie die Regelung verbessern.
Mithilfe eines Frequenzumrichters können Sie die Drehzahl eines Lüfters oder einer Pumpe stufenlos ändern, sodass sich auch eine stufenlose Regelung des Durchflusses und des Drucks ergibt.
Darüber hinaus passt ein Frequenzumrichter die Lüfter- oder Pumpendrehzahl schnell an die geänderten Durchfluss- oder Druckbedingungen in der Anlage an.
Über den integrierten PI-Regler ist eine einfache Prozessregelung (Durchfluss, Pegel oder Druck) möglich.

4.3.2 Smart Logic Control

Eine nützliche Funktion des Frequenzumrichters ist die Smart Logic Control (SLC).
In Anwendungen, in denen eine SPS eine einfache Sequenz generiert, kann der SLC von der Hauptsteuerung elementare Aufgaben übernehmen.
SLC reagiert auf Ereignisse, die an den Frequenzumrichter gesendet oder darin generiert wurden. Der Frequenzumrichter führt anschließend die programmierte Aktion aus.

4.3.3 Programmierung des Smart Logic Controllers

Der SLC enthält eine Folge benutzerdefinierter Aktionen (siehe *Parameter 13-52 SL-Controller Aktion*), die ausgeführt werden, wenn das zugehörige Ereignis (siehe *Parameter 13-51 SL-Controller Ereignis*) durch den SLC als WAHR bewertet wird.
Ereignisse und Aktionen sind jeweils nummeriert und paarweise verknüpft (Zustände). Wenn also Ereignis [1] erfüllt ist (d. h. WAHR ist), wird die Aktion [1] ausgeführt. Danach werden die Bedingungen von Ereignis [2] ausgewertet, und wenn WAHR, wird Aktion [2] ausgeführt

usw. Ereignisse und Aktionen werden in sogenannten Arrayparametern eingestellt.

Es wird jeweils nur ein Ereignis ausgewertet. Ist das Ereignis FALSCH, wird während des aktuellen Abtastintervalls keine Aktion im SLC ausgeführt. Es werden auch keine sonstigen Ereignisse ausgewertet. Dies bedeutet, dass der SLC, wenn er startet, Ereignis [1] (und nur Ereignis [1]) in jedem Abtastintervall auswertet. Nur wenn Ereignis [1] als WAHR bewertet wird, führt der SLC Aktion [1] aus und beginnt, Ereignis[2] auszuwerten.

Es ist möglich, zwischen 0 und 20 Ereignisse und Aktionen zu programmieren. Wenn das letzte Ereignis/die letzte Aktion ausgeführt worden ist, beginnt die Sequenz neu bei Ereignis [1]/Aktion [1]. *Abbildung 4.11* zeigt ein Beispiel mit drei Ereignissen/Aktionen:

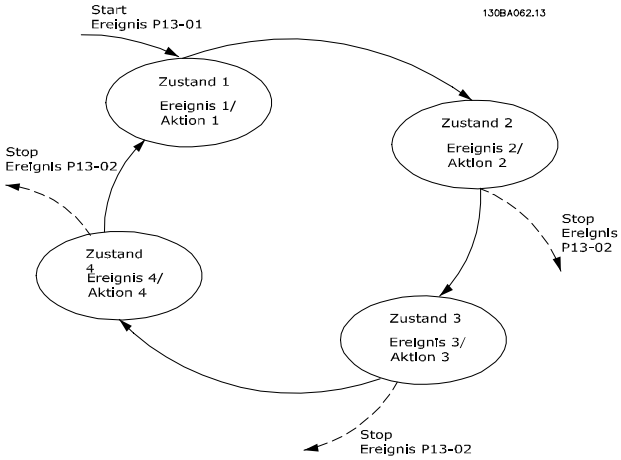
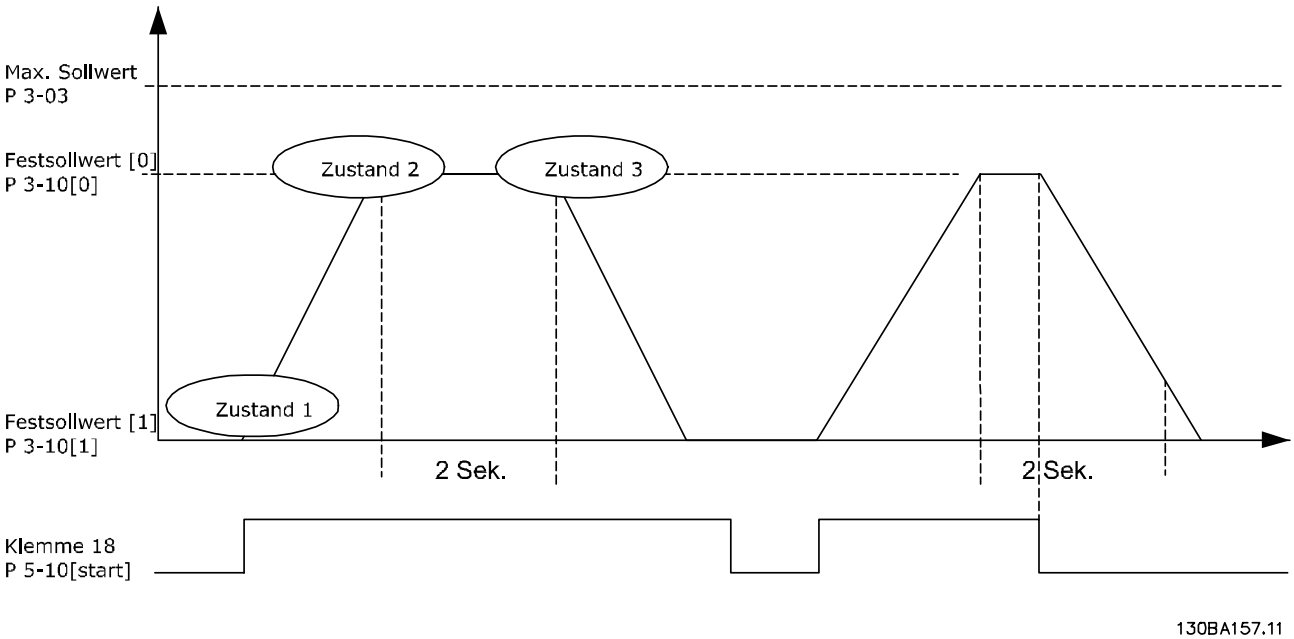


Abbildung 4.11 Beispiel mit 3 Ereignissen/Aktionen

4.3.4 SLC-Anwendungsbeispiel



Zustand 1	Start und Rampe auf.
Zustand 2	2 Sek. Sollwertdrehzahl fahren
Zustand 3	Rampe ab und Nulldrehzahl bis Stopp.

Abbildung 4.12 Beispiel einer Sequenz

1. Rampenzeiten in *Parameter 3-41 Rampenzeit Auf 1* und *Parameter 3-42 Rampenzeit Ab 1* auf die gewünschten Zeiten einstellen.

   $$t_{Rampe} = \frac{t_{Beschl.} \times n_{Norm}\,(Par..\,1 - 25)}{Sollw.\,[U/min]}$$

2. Stellen Sie Klemme 27 auf *[0] Ohne Funktion* (*Parameter 5-12 Klemme 27 Digitaleingang*) ein.
3. Stellen Sie den Festsollwert 0 auf gewünschte Sollwertdrehzahl (*Parameter 3-10 Festsollwert* [0]) in Prozent von max. Sollwertdrehzahl (*Parameter 3-03 Maximaler Sollwert*) ein. Beispiel: 60 %.
4. Stellen Sie den Festsollwert 1 auf die zweite Festdrehzahl ein (*Parameter 3-10 Festsollwert* [1]) ein. Beispiel: 0 % (Null).

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

5. Stellen Sie den Timer 0 für eine konstante Drehzahl in *Parameter 13-20 SL-Timer* [0] ein. Beispiel: 2 s.
6. Stellen Sie Ereignis 1 in *Parameter 13-51 SL-Controller Ereignis* auf *[1] Wahr* ein.
7. Stellen Sie Ereignis 2 in *Parameter 13-51 SL-Controller Ereignis* auf *[4] Ist=Sollwert* ein.
8. Stellen Sie Ereignis 3 in *Parameter 13-51 SL-Controller Ereignis* auf *[30] Timeout 0* ein.
9. Stellen Sie Ereignis 4 in *Parameter 13-51 SL-Controller Ereignis* auf *[0] Falsch* ein.
10. Stellen Sie Aktion 1 in *Parameter 13-52 SL-Controller Aktion* auf *[10] Anwahl Festsollw. 0* ein.
11. Stellen Sie Aktion 2 in *Parameter 13-52 SL-Controller Aktion* auf *[29] Start Timer 0* ein.
12. Stellen Sie Aktion 3 in *Parameter 13-52 SL-Controller Aktion* auf *[11] Anwahl Festsollw. 1* ein.
13. Stellen Sie Aktion 4 in *Parameter 13-52 SL-Controller Aktion* auf *[1] Keine Aktion* ein.
14. Stellen Sie Smart Logic Control in *Parameter 13-00 Smart Logic Controller* auf *[1] EIN* ein.

Start-/Stopp-Befehl liegt an Klemme 18 an. Bei anliegendem Stoppsignal werden die Rampe im Frequenzumrichter verringert und der Motorfreilauf aktiviert.

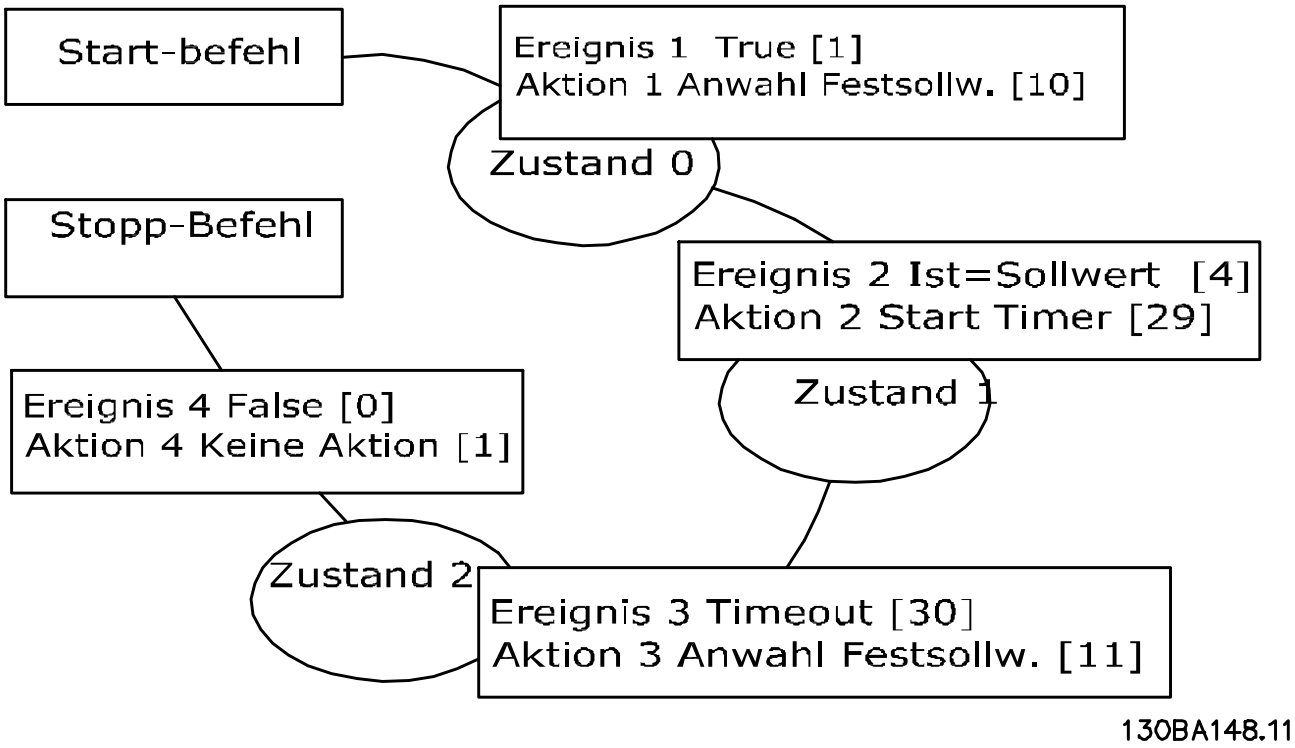


Abbildung 4.13 Einstellen von Ereignis und Aktion

4.4 EC+ Konzept für Asynchron- und PM-Motoren

Systementwickler berücksichtigen das gesamte System, um effektive Energieeinsparungen gewährleisten zu können. Ihnen ist nämlich bewusst, dass der entscheidende Faktor nicht die Effizienz einzelner Komponenten, sondern vielmehr die Effizienz des gesamten Systems ist. Eine hocheffiziente Motorkonstruktion hat keine Vorteile, wenn andere Systemkomponenten die Gesamteffizienz des Systems verringern. Das EC+-Konzept ermöglicht unabhängig von der Quelle eine automatische Leistungsoptimierung der Komponenten. Daher kann der Systementwickler bei Frequenzumrichter, Motor und Lüfter/Pumpe aus Standardkomponenten eine optimale Kombination zusammenstellen und nach wie vor optimale Systemeffizienz erreichen.

Beispiel
Ein praktisches Beispiel aus dem Bereich HLK ist die Plug Fans-Ausführung EC mit externen Rotormotoren. Damit die kompakte Bauweise möglich ist, ragt der Motor bis in den Einlassbereich des Laufrads hinein. Durch dieses Hineinragen wird die Effizienz des Lüfters beeinträchtigt und letztendlich die Effizienz der gesamten Lüftungsanlage reduziert. In diesem Fall hat die hohe Motoreffizienz keine hohe Systemeffizienz zur Folge.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

Vorteile

Durch die Flexibilität von EC+ kann eine solche Reduzierung der Systemeffizienz vermieden werden. EC+ bietet dem Systementwickler und dem Endbenutzer die folgenden Vorteile:

- Erhöhte Systemeffizienz dank einer Kombination aus einzelnen Komponenten mit optimaler Effizienz
- Freie Wahl der Motortechnologie: Asynchron- oder PM-Motor.
- Hersteller-unabhängige Komponentenbeschaffung.
- Einfache und kostengünstige Nachrüstung bei vorhandenen Systemen.

FCP 106 und FCM 106 mit EC+ ermöglichen dem Systementwickler die Optimierung der Systemeffizienz ohne Einbuße bei Flexibilität und Zuverlässigkeit.

- Der FCP 106 kann an einen Asynchron- oder Permanentmagnet-Motor angeschlossen werden
- Der FCM 106 wird mit einem Asynchron- oder Permanentmagnet-Motor ausgeliefert. Durch den Einsatz von Standard-Motoren und -Frequenzumrichtern kann die Langlebigkeit der Komponenten gewährleistet werden.

Die Programmierung von FCP 106 und FCM 106 erfolgt auf identische Weise wie die Programmierung aller anderen Danfoss-Frequenzumrichter.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

5 Typencode und Auswahlhilfe

5.1 Antriebskonfigurator

Sie können einen Frequenzumrichter unter Verwendung des Typencodesystems individuell gemäß den Anwendungsanforderungen auslegen.

Frequenzumrichtermotoren können standardmäßig oder mit integrierten Optionen mittels eines Typencodes bestellt werden, d. h.

FCM106P4K0T4C55H1FSXXANXE4N4K0150B03000

Siehe Abschnitt *Kapitel 5.2 Typencode* für eine detaillierte Spezifikation der einzelnen Zeichen im Code. Im obigen Beispiel ist ein Motor der Effizienzklasse IE4 und mit dem Lastprofil „normale Überlast“ im Frequenzumrichter zu finden. Die Bestellnummern für die Standardausführungen des Frequenzumrichtermotors sind in *Kapitel 5.3 Bestellnummern* zu finden.
Verwenden Sie zur Konfiguration des korrekten Frequenzumrichters oder Frequenzumrichtermotors für eine Anwendung sowie zur Erzeugung des Typencodes den Internet-basierten Antriebskonfigurator. Der Antriebskonfigurator erzeugt automatisch eine 8-stellige Bestellnummer, mit der Sie den Frequenzumrichter über eine Vertriebsniederlassung vor Ort bestellen können. Außerdem können Sie eine Projektliste mit mehreren Produkten aufstellen und an Ihre Danfoss-Vertriebsvertretung senden.
Den Antriebskonfigurator können Sie hier aufrufen: *www.danfoss.com/drives*.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

5.2 Typencode

Beispiel der Schnittstellenkonfiguration des Antriebskonfigurators: Die Zahlen in den Feldern geben die Anzahl der im Typencode enthaltenen Buchstaben/Ziffern an. Sie sind von links nach rechts zu lesen.

Produkt		Bezeichnung	Position	Auswahloptionen
FCM 106	FCP 106	Produktgruppe	1–3	FCP FCM
		Baureihen	4–6	106
		Lastprofil, Frequenzumrichter	7	N: Normale Überlast H: Hohe Überlast
		Nennleistung	8–10	0,55-7,5 kW (K55-7K5)
		Netzspannung	11–12	T4: 380–480 V AC
		Gehäuse	13–15	C66: IP66/UL TYP 4X (nur FCP 106) C55: IP55/Typ 12 (nur FCM 106)
		EMV-Filter	16–17	H1: EMV-Filter Klasse C1
		Lüfteroption	18	F: mit Lüfter
		Spezielle Ausführung	19–21	SXX: Aktuelle Version - Standard-Software
		Optionen	22–23	AN: VLT® Memory Module MCM 101, ohne Feldbus AM: VLT® Memory Module MCM 101, VLT® PROFIBUS DP MCA 101
		Nicht zugewiesen	24	X: Reserviert
		Motortypen	25	E: Standard-Motoren
		Effizienzklasse	26	2: Motoreffizienz IE2 4: Motoreffizienz IE4
		Lastprofil, Motor	27	N: Normale Überlast H: Hohe Überlast
		Wellenleistung	28–30	0,55-7,5 kW (K55-7K5)
		Motornenndrehzahl	31–33	150: 1500 U/min 180: 1800 U/min 300: 3000 U/min 360: 3600 U/min
		Motormontageoption	34–36	B03: Fußmontage B05: B5 Flansch B14: B14 Oberfläche B34: Fuß und B14-Oberfläche B35: Fuß- und B5-Flansch
		Motorflansch	37–39	000: Nur Fußmontage 085: Motorflanschgröße 85 mm 100: Motorflanschgröße 100 mm 115: Motorflanschgröße 115 mm 130: Motorflanschgröße 130 mm 165: Motorflanschgröße 165 mm 215: Motorflanschgröße 215 mm 265: Motorflanschgröße 265 mm 300: Motorflanschgröße 300 mm 350: Motorflanschgröße 350 mm

Tabelle 5.1 Typencodespezifikation

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

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	M	1	0	6					T	4	P	5	5	H	1		S	X	X			X	E									B					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
F	C	P	1	0	6					T	4	P	6	6	H	1		S	X	X			X

195NA445.10

Abbildung 5.1 Typencode – Beispiel

5.2.1 Motorbaugrößen und -flansche

Die Flanschgrößen entsprechend der Motorbaugröße und der FCM 106-Nennleistung sind in *Tabelle 5.2* aufgeführt.

5

FCM 106 Nennleistung [kW]	Motor rahmengröße	Bauformen	Flanschgröße, Standard (S)	Flanschgröße, Alternativen (B)
	4-polig		[mm]	[mm]
0,55	80	B5/B35	165	–
		B14/B34	100	75/85/115/130
0,75	80	B5/B35	165	–
		B14/B34	100	75/85/115/130
1,1	90	B5/B35	165	215
		B14/B34	115	85/100/130/165
1,5	90	B5/B35	165	215
		B14/B34	115	85/100/130/165
2,2	100	B5/B35	215	–
		B14/B34	130	85/100/115
3,0	100	B5/B35	215	–
		B14/B34	130	85/100/115
4,0	112	B5/B35	215	–
		B14/B34	130	85/100/115
5,5	132	B5/B35	265	–
		B14/B34	165	–
7,5	132	B5/B35	265	–
		B14/B34	165	–

Tabelle 5.2 Flanschgrößen entsprechend der FCM 106-Nennleistung

S: Erhältlich als Standardwelle.

B: Alternativ erhältlich mit Standardwelle für die Baugröße, keine Änderung erforderlich.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

5.3 Bestellnummern

5.3.1 Optionen und Zubehör

Beschreibung	Gehäusegröße[1)] Netzspannung T4 (380-480 V AC)		
	MH1 [kW]	MH2 [kW]	MH3 [kW]
	0,55-1,5/ 0,75-2	2,2-4/ 3-5,5	5,5-7,5/ 7-5-10
Bedieneinheit (LCP), IP55	130B1107		
Einbausatz inkl. 3-m-FCP 106Kabel, IP55, für LCP	134B0564		
Local Operating Pad (LOP), IP65	175N0128		
Motoradapterplatten-Satz: Motoradapterplatte, Motorstecker, PE-Stecker, Motoranschlussdichtung, 4 Schrauben	134B0340	134B0390	134B0440
Wandadapterplatte	134B0341	134B0391	134B0441
VLT® PROFIBUS DP MCA 101	130B1200		
VLT® Memory Module MCM 101	134B0791		
Potentiometeroption	177N0011		

Tabelle 5.3 Optionen und Zubehör, Bestellnummern

1) Nennleistungen beziehen sich auf NO, siehe Kapitel 6.2 Elektrische Daten.

5.3.2 Ersatzteile

Bestellnummern und Bestellinformationen siehe:

- VLT Shop unter *vltshop.danfoss.com*.
- Antriebskonfigurator unter *www.danfoss.com/drives*.

Pos.	Beschreibung	Bestellnummer
Lüfterbaugruppe, MH1	Lüfterbaugruppe, Bauform MH1	134B0345
Lüfterbaugruppe, MH2	Lüfterbaugruppe, Bauform MH2	134B0395
Lüfterbaugruppe, MH3	Lüfterbaugruppe, Bauform MH3	134B0445
Beutel mit Zubehör, MH1	Beutel mit Zubehör, Bauform MH1	134B0346
Beutel mit Zubehör, MH2	Beutel mit Zubehör, Bauform MH2	134B0346
Beutel mit Zubehör, MH3	Beutel mit Zubehör, Bauform MH3	134B0446

Tabelle 5.4 Bestellnummern, Ersatzteile

5.3.3 Für den Einbau erforderliche Teile

Zusätzliche für den Motoranschluss erforderliche Komponenten:

Crimpklemmen:

- 3 Stück für die Motorklemmen, UVW
- 2 Stück für den Thermistor (optional).

Die Bestellnummern für AMP-Standard-Federkontakte finden Sie unter:

- 134B0495 (0,2–0,5 mm^2) [AWG 24–20].
- 134B0496 (0,5–1 mm^2) [AWG 20–17].
- 134B0497 (1–2,5 mm^2) [AWG 17–13.5].
- 134B0498 (2,5–4 mm^2) [AWG 13–11].
- 134B0499 (4–6 mm^2) [AWG 12–10].

Informationen zur vollständigen Installation einschließlich Motoranschluss finden Sie im VLT® DriveMotor FCP 106- *und* FCM 106-*Produkthandbuch*.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

6 Technische Daten

6.1 Abstände, Abmessungen und Gewichte

6.1.1 Abstände

Beachten Sie alle in *Tabelle 6.1* aufgeführten Mindestabstände, damit ein ausreichender Luftstrom zum Frequenzumrichter gewährleistet ist.
Wenn der Luftstrom in der Nähe des Frequenzumrichters behindert wird, stellen Sie sicher, dass der Einlass von kühler Luft und der Auslass von heißer Luft aus dem Gerät gewährleistet ist.

Gehäuse			Leistung[1] [kW]	Abstand an den Enden [mm (in)]	
Baugröße	Schutzart		3x380–480 V	Motor-Flanschende	Kühllüfterende
	FCP 106	FCM 106			
MH1	IP66/Typ 4X[2]	IP55	0,55–1,5	30 (1,2)	100 (4,0)
MH2	IP66/Typ 4X[2]	IP55	2,2–4,0	40 (1,6)	100 (4,0)
MH3	IP66/Typ 4X[2]	IP55	5,5–7,5	50 (2,0)	100 (4,0)

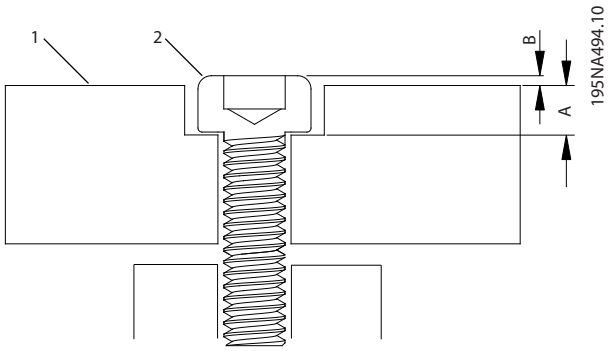
Tabelle 6.1 Mindestabstand zur Kühlung

1) Die Nennleistungen beziehen sich auf HO, siehe Kapitel 6.2 Elektrische Daten.

2) Die angegebenen IP- und Typ-Nennwerte gelten nur, wenn der FCP 106 an einer Wandmontageplatte oder an einem Motor mit der Adapterplatte montiert ist. Stellen Sie sicher, dass die Dichtung zwischen Adapterplatte und Motor über eine Schutzart verfügt, die der eingesetzten Kombination aus Motor und Frequenzumrichter entspricht. Für die Stand-alone-Anwendung ist die Schutzart IP00, offener Typ.

Baugröße	Maximale Tiefe der Bohrung in der Adapterplatte (A) [mm (in)]	Maximale Höhe der Schraube über der Adapterplatte (B) [mm (in)]
MH1	3 (0,12)	0,5 (0,02)
MH2	4 (0,16)	0,5 (0,02)
MH3	3,5 (0,14)	0,5 (0,02)

Tabelle 6.2 Enthält Einzelheiten zu den Schrauben für die Motoradapterplatte



1	Adapterplatte
2	Schraube
A	Maximale Tiefe der Bohrung in der Adapterplatte
B	Maximale Höhe der Schraube über der Adapterplatte

Abbildung 6.1 Schrauben zur Befestigung der Motoradapterplatte

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

6.1.2 Motorbaugröße gemäß Bauform FCP 106

PM-Motor		Asynchronmotor		FCP 106	
U/min [UPM]				Gehäuse	Leistung [kW (HP)]
1500	3000	3000	1500		
71	–	–	–	MH1	0,55 (0,75)
71	71	71	80		0,75 (1,0)
71	71	80	90		1,1 (1,5)
71	71	80	90		1,5 (2,0)
90	71	90	100	MH2	2,2 (3,0)
90	90	90	100		3 (4,0)
90	90	100	112		4 (5,0)
112	90	112	112	MH3	5,5 (7,5)
112	112	112	132		7,5 (10)

Tabelle 6.3 Motorbaugröße gemäß Bauform FCP 106

6

6.1.3 FCP 106 Abmessungen

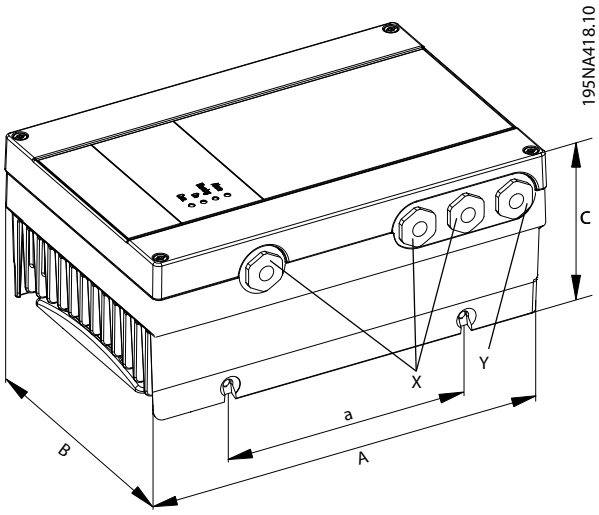


Abbildung 6.2 FCP 106-Abmessungen

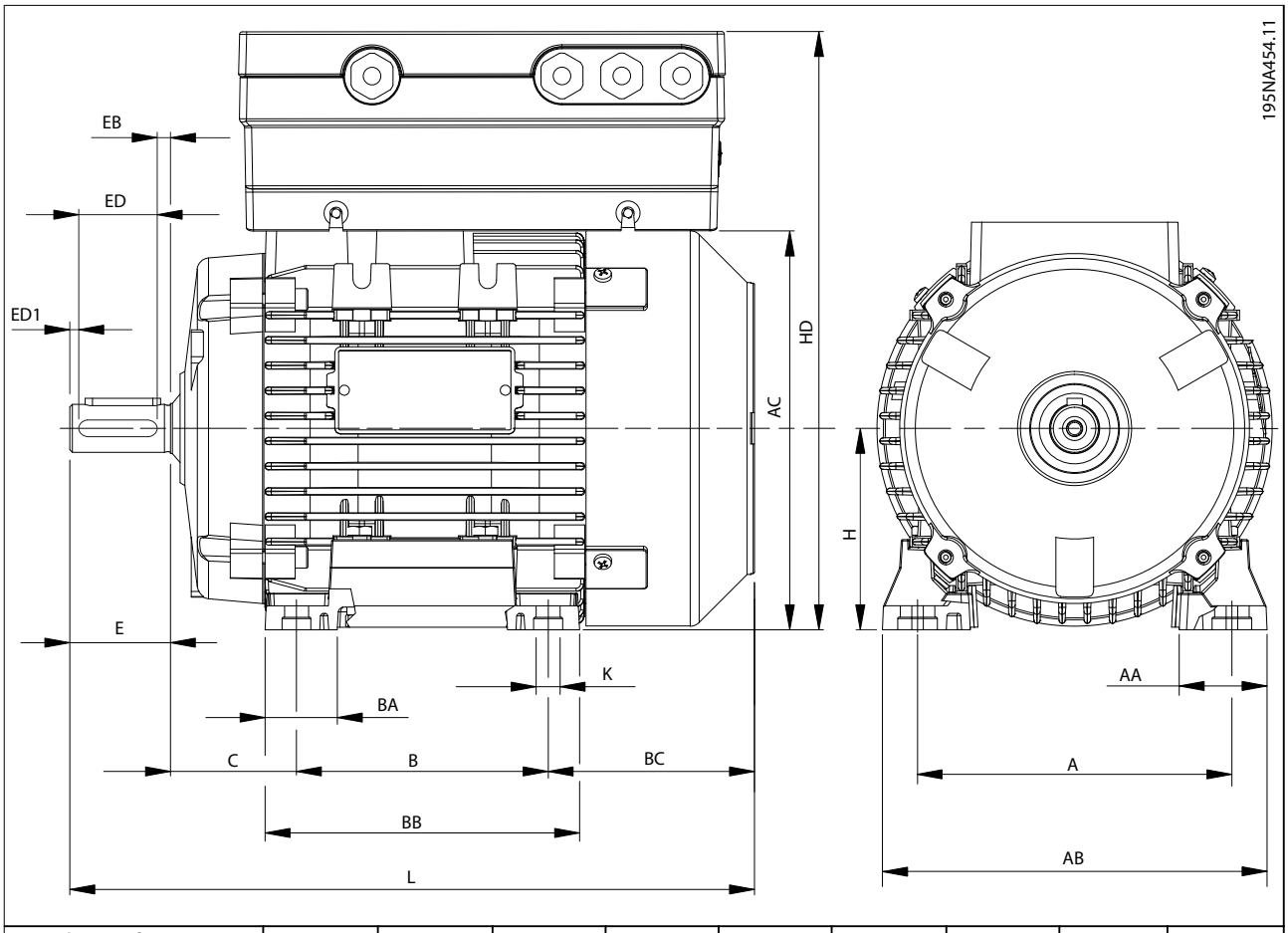
Gehäusetyp	Leistung[1] [kW]	Länge [mm (in)]		Breite [mm (in)]	Höhe [mm (in)]		Kabelverschraubung Durchmesser		Befestigungs bohrung
					Normaler Deckel	Hoher Deckel für VLT® PROFIBUS DP MCA 101-Option			
	3x380–480 V	A	a	B	C	C	X	Y	
MH1	0,55–1,5	231,4 (9,1)	130 (5,1)	162,1 (6,4)	106,8 (4,2)	121,4 (4,8)	M20	M20	M6
MH2	2,2–4,0	276,8 (10,9)	166 (6,5)	187,1 (7,4)	113,2 (4,5)	127,8 (5,0)	M20	M20	M6
MH3	5,5–7,5	321,7 (12,7)	211 (8,3)	221,1 (8,7)	123,4 (4,9)	138,1 (5,4)	M20	M25	M6

Tabelle 6.4 FCP 106-Abmessungen

1) Die Nennleistungen beziehen sich auf HO, siehe Kapitel 6.2 Elektrische Daten.

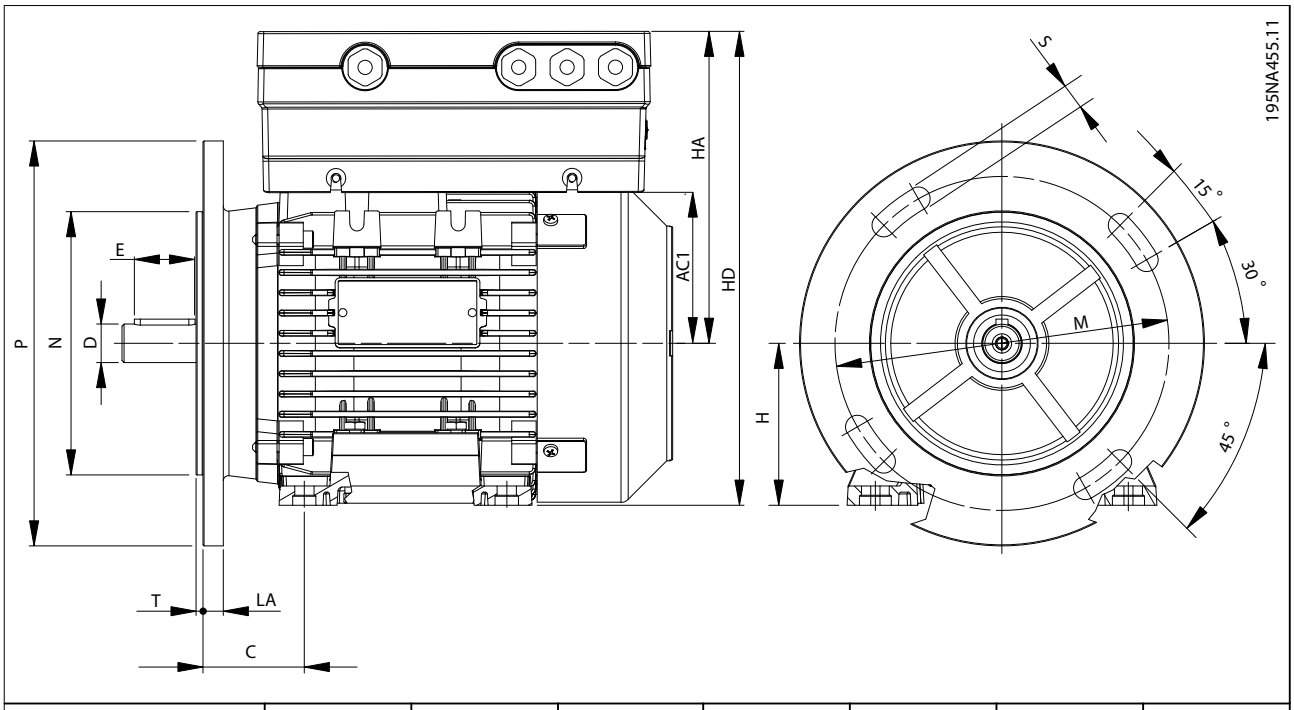
 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

6.1.4 FCM 106 Abmessungen



Motorbaugröße	71	80	90S	90L	100S	100L	112M	132S	132M
A [mm (in)]	112 (4,4)	125 (4,9)	140 (5,5)	140 (5,5)	160 (6,3)	160 (6,3)	190 (7,5)	216 (8,5)	216 (8,5)
B [mm (in)]	90 (3,5)	100 (4,0)	100 (4,0)	125 (4,9)	140 (5,5)	140 (5,5)	140 (5,5)	140 (5,5)	178 (7,0)
C [mm (in)]	45 (1,8)	50 (2,0)	56 (2,2)	56 (2,2)	63 (2,5)	63 (2,5)	70 (2,6)	89 (3,5)	89 (3,5)
H [mm (in)]	71 (2,8)	80 (3,1)	90 (3,5)	90 (3,5)	100 (4,0)	100 (4,0)	112 (4,4)	132 (5,2)	132 (5,2)
K [mm (in)]	8 (0,3)	10 (0,4)	10 (0,4)	10 (0,4)	11 (0,43)	11 (0,43)	12,5 (0,5)	12 (0,47)	12 (0,47)
AA [mm (in)]	31 (1,2)	34,5 (1,4)	37 (1,5)	37 (1,5)	44 (1,7)	44 (1,7)	48 (1,9)	59 (2,3)	59 (2,3)
AB [mm (in)]	135 (5,3)	153 (6,0)	170 (6,7)	170 (6,7)	192 (7,6)	192 (7,6)	220 (8,7)	256 (10,1)	256 (10,1)
BB [mm (in)]	108 (4,3)	125 (4,9)	150 (5,9)	150 (5,9)	166 (6,5)	166 (6,5)	176 (6,9)	180 (7,1)	218 (8,6)
BC [mm (in)]	83 (3,3)	89 (3,5)	116 (4,6)	91 (3,6)	110 (4,3)	144 (5,7)	126 (5,0)	134 (5,3)	136 (5,4)
L [mm (in)]	246 (9,7)	272 (10,7)	317 (12,5)	317 (12,5)	366 (14,4)	400 (15,7)	388 (15,3)	445 (17,5)	485 (19,1)
AC [mm (in)]	139 (5,5)	160 (6,3)	180 (7,1)	180 (7,1)	196 (7,7)	194 (7,6)	225 (8,9)	248 (9,8)	248 (9,8)
E [mm (in)]	30 (1,2)	40 (1,6)	50 (2,0)	50 (2,0)	60 (2,4)	60 (2,4)	60 (2,4)	80 (3,1)	80 (3,1)
ED [mm (in)]	20 (0,8)	30 (1,2)	30 (1,2)	40 (1,6)	40 (1,6)	50 (2,0)	50 (2,0)	70 (2,6)	70 (2,6)
EB [mm (in)]	4 (0,16)	4 (0,16)	4 (0,16)	4 (0,16)	4 (0,16)	4 (0,16)	4 (0,16)	4 (0,16)	4 (0,16)
HD [mm (in)] ohne VLT® PROFIBUS DP MCA 101									
MH1	247 (9,7)	267 (10,5)	286 (11,3)	286 (11,3)	–	–	–	–	–
MH2	248 (9,8)	268 (10,6)	287 (11,4)	287 (11,4)	304 (12)	304 (12)	332 (13,1)	–	–
MH3	–	–	299 (11,8)	299 (11,8)	316 (12,4)	316 (12,4)	344 (13,5)	379 (14,9)	379 (14,9)
HD [mm (in)] mit VLT® PROFIBUS DP MCA 101									
MH1/	262 (10,3)	282 (11,1)	301 (11,9)	301 (11,9)	–	–	–	–	–
MH2	263 (10,4)	283 (11,1)	302 (11,9)	302 (11,9)	319 (12,6)	319 (12,6)	347 (13,7)	–	–
MH3	–	–	314 (12,4)	314 (12,4)	331 (13,0)	331 (13,0)	359 (14,1)	394 (15,5)	394 (15,5)

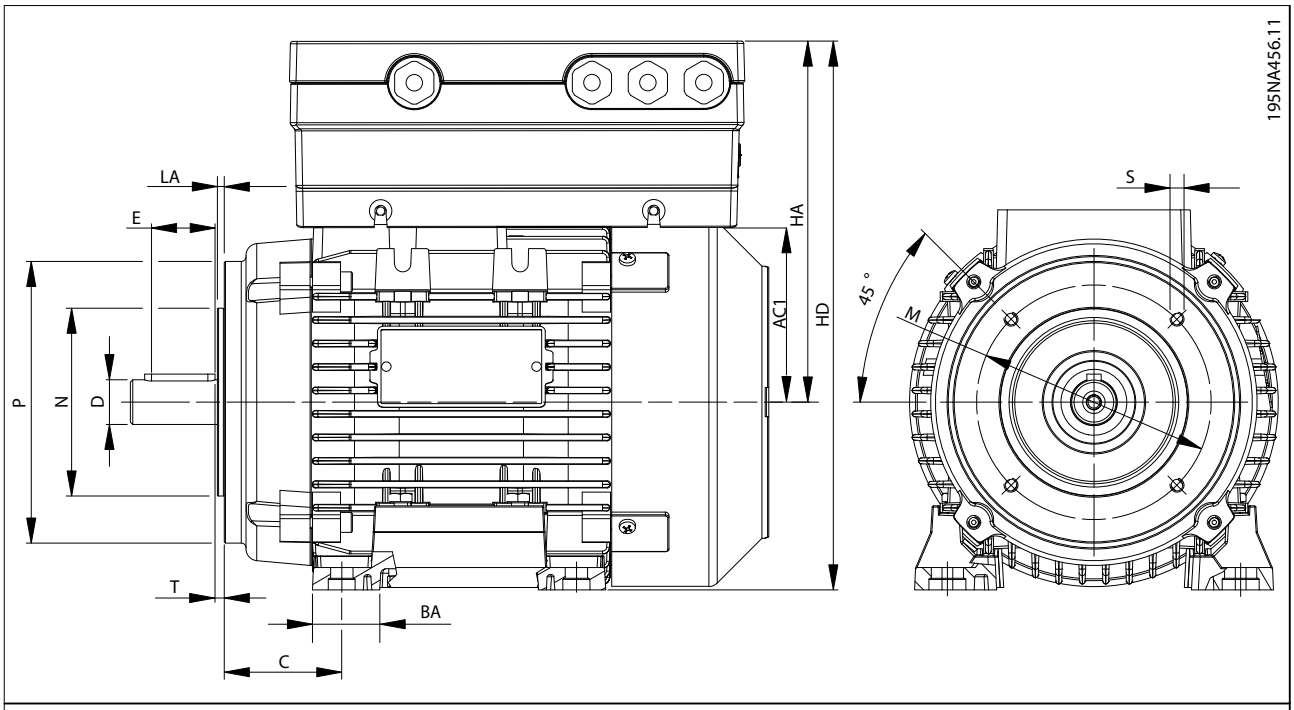
Tabelle 6.5 FCM 106-Abmessungen: Fußmontage - B3 Asynchron- oder PM-Motor



Motorbaugröße	71	80	90S	90L	100L	112M	132S
M [mm (in)]	130 (5,1)	165 (6,5)	165 (6,5)	165 (6,5)	215 (8,5)	215 (8,5)	265 (10,4)
N [mm (in)]	110 (4,3)	130 (5,1)	130 (5,1)	130 (5,1)	180 (7,8)	180 (7,8)	230 (9,1)
P [mm (in)]	160 (6,3)	200 (7,9)	200 (7,9)	200 (7,9)	250 (9,8)	250 (9,8)	300 (11,8)
S [mm (in)]	M8	M10	M10	M10	M12	M12	M12
T [mm (in)]	3,5 (0,14)	3,5 (0,14)	3,5 (0,14)	3,5 (0,14)	4 (0,16)	4 (0,16)	4 (0,16)
LA [mm (in)]	10 (0,4)	10 (0,4)	12 (0,5)	12 (0,5)	14 (0,6)	14 (0,6)	14 (0,6)
HA [mm (in)]	HA = AC1 + Höhe des Frequenzumrichters. Weitere Informationen zu Abmessungen des Frequenzumrichters finden Sie unter *Tabelle 6.4*.						
HD [mm (in)] ohne VLT® PROFIBUS DP MCA 101							
MH1	247 (9,7)	267 (10,5)	286 (11,3)	286 (11,3)	–	–	–
MH2	248 (9,8)	268 (10,6)	287 (11,4)	287 (11,4)	304 (12)	332 (13,1)	–
MH3	–	–	299 (11,8)	299 (11,8)	316 (12,4)	244 (9,6)	379 (14,9)
HD [mm (in)] mit VLT® PROFIBUS DP MCA 101							
MH1	262 (10,3)	282 (11,1)	301 (11,9)	301 (11,9)	–	–	–
MH2	263 (10,4)	283 (11,2)	302 (11,9)	302 (11,9)	319 (12,6)	347 (13,7)	–
MH3	–	–	314 (12,4)	314 (12,4)	331 (13,1)	359 (14,1)	394 (15,5)

Tabelle 6.6 FCM 106-Abmessungen: Flanschmontage - B5, B35 für Asynchron- oder PM-Motor

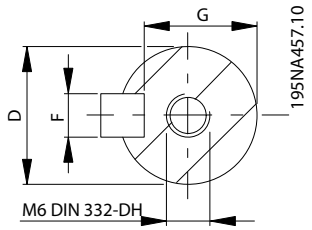
 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.



Kleiner Flansch B14						
Motorbaugröße	**71**	**80**	**90S**	**100L**	**112M**	**132S**
M [mm (in)]	85 (3,3)	100 (4,0)	115 (4,5)	130 (5,1)	130 (5,1)	165 (6,5)
N [mm (in)]	70 (2,8)	80 (3,1)	95 (3,7)	110 (4,3)	110 (4,3)	130 (5,1)
P [mm (in)]	105 (4,1)	120 (4,7)	140 (5,5)	160 (6,3)	160 (6,3)	200 (7,9)
S [mm (in)]	M6	M6	M8	M8	M8	M10
T [mm (in)]	2,5 (0,1)	3 (0,12)	3 (0,12)	3,5 (0,14)	3,5 (0,14)	3,5 (0,14)
LA [mm (in)]	11 (0,4)	9 (0,35)	9 (0,35)	10 (0,4)	10 (0,4)	30 (0,4)
Großer Flansch B14						
Motorbaugröße	**71**	**80**	**90S**	**100L**	**112M**	**132S**
M [mm (in)]	115 (4,5)	130 (5,1)	130 (5,1)	165 (6,5)	165 (6,5)	215 (8,5)
N [mm (in)]	95 (3,7)	110 (4,3)	110 (4,3)	130 (5,1)	130 (5,1)	180 (7,1)
P [mm (in)]	140 (5,5)	160 (6,3)	160 (6,3)	200 (7,9)	200 (7,9)	250 (9,8)
S [mm (in)]	M8	M8	M8	M10	M10	M12
T [mm (in)]	2,5 (0,1)	3,5 (0,14)	3,5 (0,14)	3,5 (0,14)	3,5 (0,14)	4 (0,16)
LA [mm (in)]	8 (0,31)	8,5 (0,33)	9 (0,35)	12 (0,5)	12 (0,5)	12 (0,5)
HA [mm (in)]	HA = AC1 + Höhe des Frequenzumrichters. Weitere Informationen zu Abmessungen des Frequenzumrichters finden Sie unter *Tabelle 6.4*.					
HD [mm (in)] ohne VLT® PROFIBUS DP MCA 101						
MH1	247 (9,7)	267 (10,5)	286 (11,3)	–	–	–
MH2	248 (9,8)	268 (10,6)	287 (11,4)	304 (12)	332 (13,1)	–
MH3	–	–	299 (11,8)	316 (12,4)	244 (9,6)	379 (14,9)
HD [mm (in)] mit VLT® PROFIBUS DP MCA 101						
MH1	262 (10,3)	282 (11,1)	301 (11,9)	–	–	–
MH2	263 (10,4)	283 (11,2)	302 (11,9)	319 (12,6)	347 (13,7)	–
MH3	–	–	314 (12,4)	331 (13)	359 (14,1)	394 (15,5)

Tabelle 6.7 FCM 106-Abmessungen: Oberflächenmontage - B14, B34 für Asynchron- oder PM-Motor

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.



FCM 106 mit Asynchron- oder PM-Motor						
Motorbaugröße	**71**	**80**	**90S**	**100L**	**112M**	**132S**
D [mm (in)]	14 (0,6)	19 (0,7)	24 (1,0)	28 (1,1)	28 (1,1)	38 (1,5)
F [mm (in)]	5 (0,2)	6 (0,25)	8 (0,3)	8 (0,3)	8 (0,3)	10 (0,4)
G [mm (in)]	11 (0,4)	15,5 (0,6)	20 (0,8)	24 (1,0)	24 (1,0)	33 (1,3)
DH	M5	M6	M8	M10	M10	M12

Tabelle 6.8 FCM 106-Abmessungen: Welle Antriebsende - Asynchron- oder PM-Motor

6

6.1.5 Gewicht

Addieren Sie zur Berechnung des Gesamtgewichts der Einheit das

- Gewicht von Frequenzumrichter und Adapterplatte, siehe *Tabelle 6.9*.
- Gewicht des Motors, siehe *Tabelle 6.10*.

Gehäusetyp	Gewicht		
	FCP 106 [kg (lb)]	**Motoradapterplatte [kg (lb)]**	**Kombination von FCP 106 und Motoradapterplatte [kg (lb)]**
MH1	3,9 (8,6)	0,7 (1,5)	4,6 (10,1)
MH2	5,8 (12,8)	1,12 (2,5)	6,92 (15,3)
MH3	8,1 (17,9)	1,48 (3,3)	9,58 (21,2)

Tabelle 6.9 Gewicht des FCP 106

Wellenleistung [kW]	PM-Motor				Asynchronmotor			
	1500 U/min		3000 U/min		1500 U/min		3000 U/min	
	Motor-bau-größe	Gewicht [kg (lb)]	Motor-bau-größe	Gewicht [kg (lb)]	Motor-bau-größe	Gewicht [kg (lb)]	Motor-bau-größe	Gewicht [kg (lb)]
0,55	71	4,8 (10,6)	–		–		–	
0,75	71	5,4 (11,9)	71	4,8 (10,6)	80S	11 (24,3)	71	9,5 (20,9)
1,1	71	7,0 (15,4)	71	4,8 (10,6)	90S	16,4 (36,2)	80	11 (24,3)
1,5	71	10 (22)	71	6,0 (13,2)	90L	16,4 (36,2)	80	14 (30,9)
2,2	90	12 (26,5)	71	6,6 (14,6)	100L	22,4(49,4)	90L	16 (35,3)
3	90	14 (30,9)	90S	12 (26,5)	100L	26,5 (58,4)	100L	23 (50,7)
4	90	17 (37,5)	90S	14 (30,9)	112M	30,4 (67)	100L	28 (61,7)
5,5	112	30 (66)	90S	16 (35,3)	132S	55 (121,3)	112M	53 (116,8)
7,5	112	33 (72,8)	112M	26 (57,3)	132M	65 (143,3)	112M	53 (116,8)

Tabelle 6.10 Ungefähres Motorgewicht

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

6.2 Elektrische Daten

6.2.1 Netzversorgung 3 x 380-480 VAC – Normale und hohe Überlast

Gehäuse	MH1							MH2						MH3
	PK55	PK75		P1K1		P1K5		P2K2		P3K0		P4K0		P5K5
Überlast[1]	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO
Typische Wellenleistung [kW]	0,55		0,75		1,1		1,5		2,2		3,0		4,0	
Maximaler Kabelquerschnitt der Klemmen[2] (Netz, Motor) [mm²/AWG]	4/12		4/12		4/12		4/12		4/12		4/12		4/12	
Ausgangsstrom														
40 °C Umgebungstemperatur														
Dauerbetrieb (3x380–440 V) [A]	1,7		2,2		3,0		3,7		5,3		7,2		9,0	
Überlast (3x380–440 V) [A]	1,9	2,7	2,4	3,5	3,3	4,8	4,1	5,9	5,8	8,5	7,9	11,5	9,9	14,4
Dauerbetrieb (3x440–480 V) [A]	1,6		2,1		2,8		3,4		4,8		6,3		8,2	
Überlast (3x440–480 V) [A]	1,8	2,6	2,3	3,4	3,1	4,5	3,7	5,4	5,3	7,7	6,9	10,1	9,0	13,2
Max. Eingangsstrom														
Dauerbetrieb (3x380–440 V) [A]	1,3		2,1		2,4		3,5		4,7		6,3		8,3	
Überlast (3x380–440 V) [A]	1,4		2,3	2,6	2,6	3,7	3,9	4,6	5,2	7,0	6,9	9,6	9,1	12,0
Dauerbetrieb (3x440–480 V) [A]	1,2		1,8		2,2		2,9		3,9		5,3		6,8	
Überlast (3x440–480 V) [A]	1,3	1,9		2,5	2,4	3,5	3,2	4,2	4,3	6,3	5,8	8,4	7,5	11,0
Maximale Netzsicherungen	Siehe *Kapitel 6.9 Spezifikationen für Sicherung und Trennschalter*.													
Geschätzte Verlustleistung [W], Bestfall/typisch[3]	38			44		57		73		91		129		143
Wirkungsgrad [%], Bestfall/typisch[4][5]	0,96			0,97		0,97		0,97		0,97		0,97		0,97

Tabelle 6.11 Netzversorgung 3 x 380-480 VAC – Normale und hohe Überlast: Bauform MH1, MH2 und MH3

1) NO: Normale Überlast, 110 % für 1 Minute. HO: Hohe Überlast, 160 % für 1 Minute.
Für einen für hohe Überlast bestimmten Frequenzumrichter sind entsprechende Motornenndaten erforderlich. Zum Beispiel zeigt Tabelle 6.11, dass bei einem 1,5-kW-Motor für hohe Überlast ein P2K2-Frequenzumrichter erforderlich ist.
2) Der maximale Kabelquerschnitt ist der größte Kabelquerschnitt, den Sie an die Klemmen anschließen können. Beachten Sie immer nationale und örtliche Vorschriften.
3) Gilt für die Dimensionierung der Kühlung des Frequenzumrichters. Wenn die Schaltfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung bedeutend steigen. Die Leistungsaufnahme der LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Verlustleistungsdaten gemäß EN 50-598-2 finden Sie unter www.danfoss.com/vltenergyefficiency.
4) Bei Nennstrom gemessener Wirkungsgrad. Die Energieeffizienzklasse finden Sie unter Kapitel 6.5 Umgebungsbedingungen. Für Teillastverluste siehe www.danfoss.com/vltenergyefficiency.
5) Gemessen mit 4 m abgeschirmten Motorkabeln bei Nennlast und Nennfrequenz.

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

Gehäuse	MH3		
	P5K5	P7K5	
Überlast[1]	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung [kW]	5,5		7,5
	7,5		10
Maximaler Kabelquerschnitt der Klemmen[2] (Netz, Motor) [mm²/AWG]	4/12		4/12
Ausgangsstrom			
40 °C Umgebungstemperatur			
Dauerbetrieb (3x380–440 V) [A]	12		15,5
Überlast (3x380–440 V) [A]	13,2	19,2	17,1
Dauerbetrieb (3x440–480 V) [A]	11		14
Überlast (3x440–480 V) [A]	12,1	13,2	15,4
Max. Eingangsstrom			
Dauerbetrieb (3x380–440 V) [A]	11		15
Überlast (3x380–440 V) [A]	12	17	17
Dauerbetrieb (3x440–480 V) [A]	9,4		13
Überlast (3x440–480 V) [A]	10	15	14
Maximale Netzsicherungen	Siehe *Kapitel 6.9 Spezifikationen für Sicherung und Trennschalter*.		
Geschätzte Verlustleistung [W], Bestfall/typisch[3]	143	236	
Wirkungsgrad [%], Bestfall/typisch[4][5]	0,97	0,97	

Tabelle 6.12 Netzversorgung 3 x 380-480 VAC – Normale und hohe Überlast: Bauform MH3

1) NO: Normale Überlast, 110 % für 1 Minute. HO: Hohe Überlast, 160 % für 1 Minute.
Für einen für hohe Überlast bestimmten Frequenzumrichter sind entsprechende Motornenndaten erforderlich. Zum Beispiel zeigt Tabelle 6.11, dass bei einem 1,5-kW-Motor für hohe Überlast ein P2K2-Frequenzumrichter erforderlich ist.
2) Der maximale Kabelquerschnitt ist der größte Kabelquerschnitt, den Sie an die Klemmen anschließen können. Beachten Sie immer nationale und örtliche Vorschriften.
3) Gilt für die Dimensionierung der Kühlung des Frequenzumrichters. Wenn die Schaltfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung bedeutend steigen. Die Leistungsaufnahme der LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Verlustleistungsdaten gemäß EN 50-598-2 finden Sie unter www.danfoss.com/vltenergyefficiency.
4) Bei Nennstrom gemessener Wirkungsgrad. Die Energieeffizienzklasse finden Sie unter Kapitel 6.5 Umgebungsbedingungen. Für Teillastverluste siehe www.danfoss.com/vltenergyefficiency.
5) Gemessen mit 4 m abgeschirmten Motorkabeln bei Nennlast und Nennfrequenz.

6.3 Netzversorgung

Netzversorgung (L1, L2, L3)

Versorgungsspannung	380–480 V ±10%

Niedrige Netzspannung/Netzausfall:

- *Bei einer niedrigen Netzspannung oder einem Netzausfall arbeitet der Frequenzumrichter weiter, bis die Zwischenkreisspannung unter den minimalen Stopppegel abfällt, typischerweise 15 % unter der niedrigsten Versorgungsnennspannung des Frequenzumrichters. Bei einer Netzspannung von weniger als 10 % unterhalb der niedrigsten Versorgungsnennspannung des Frequenzumrichters erfolgt kein Netz-Ein und es wird kein volles Drehmoment erreicht.*

Netzfrequenz	50 Hz

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

Maximale kurzzeitige Asymmetrie zwischen Netzphasen	3,0 % der Versorgungsnennspannung
Wirkleistungsfaktor (λ)	≥0,9 bei Nennlast
Verschiebungsleistungsfaktor (cosφ)	Nahe 1 (> 0,98)
Schalten am Netzeingang L1, L2, L3 (Einschaltvorgang)	max. 2 x/Min.
Umgebung gemäß EN 60664-1 und IEC 61800-5-1	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

Das Gerät eignet sich für Netze, die einen Kurzschlussstrom von maximal

- 100.000 Aeff (symmetrisch) bei maximal je 480 V liefern, mit als Abzweigschutz eingesetzten Trennschaltern.
- Siehe *Tabelle 6.14* und *Tabelle 6.15* bei mit als Abzweigschutz eingesetzten Trennschaltern.

6.4 Schutzfunktionen und Eigenschaften

Schutzfunktionen und Eigenschaften

- Elektronischer thermischer Motorüberlastschutz
- Die Temperaturüberwachung des Kühlkörpers stellt sicher, dass der Frequenzumrichter bei Erreichen einer Temperatur von 90 °C (194 °F) ±5 °C (41 °F) abschaltet. Sie können eine Überlastabschaltung durch hohe Temperatur erst zurücksetzen, nachdem die Kühlkörpertemperatur wieder unter 70 °C (158 °F) ±5 °C (41 °F) gesunken ist. Beachten Sie, dass diese Temperaturen je nach Leistungsgröße, Gerätebaugröße, Schutzart usw. abweichen können. Die automatische Leistungsreduzierung des Frequenzumrichters sorgt dafür, dass die Kühlkörpertemperatur keine 90 °C (194 °F) erreicht.
- Die Motorklemmen U, V und W des Frequenzumrichters sind bei Netz-Einschaltung und beim Start des Motors gegen Erdschluss geschützt.
- Bei fehlender Motorphase schaltet der Frequenzumrichter ab und gibt eine Warnung aus.
- Bei fehlender Netzphase schaltet der Frequenzumrichter ab oder gibt eine Warnung aus (je nach Last).
- Die Überwachung der Zwischenkreisspannung stellt sicher, dass das Frequenzumrichter abschaltet, wenn die Zwischenkreisspannung zu niedrig oder zu hoch ist.
- Der Frequenzumrichter ist an den Motorklemmen U, V und W gegen Erdschluss geschützt.
- Alle Steuerklemmen und die Relaisklemmen 01-03/04-06 entsprechen PELV. Dies gilt jedoch nicht für den geerdeten Dreieck-Zweig über 300 V.

6.5 Umgebungsbedingungen

Umgebung

Schutzart der Baugröße	IP66/Typ 4X[1)]
Schutzart der Baugröße FCP 106 zwischen Deckel und Kühlkörper	IP66/Type 4X
Schutzart der Baugröße FCP 106 zwischen Kühlkörper und Adapterplatte	IP66/Type 4X
FCP 106-Wandmontagesatz	IP66
Stationäre Vibration IEC61800-5-1 Ed.2	Cl. 5.2,6.4
Nicht-stationäre Vibration (IEC 60721-3-3 Klasse 3M6)	25,0 g
Relative Luftfeuchtigkeit (IEC 60721-3-3; Klass 3K4 (nicht kondensierend))	5–95 % während des Betriebs
Aggressive Umgebungsbedingungen (IEC 60721-3-3)	Klasse 3C3
Prüfverfahren nach IEC 60068-2-43	H2S (10 Tage)
Umgebungstemperatur	40 °C (104 °F) (24-Stunden-Mittelwert)
Min. Umgebungstemperatur bei Volllast	-10 °C (14 °F)
Min. Umgebungstemperatur bei reduzierter Leistung	-20 °C (-4 °F)
Minimale Umgebungstemperatur bei reduzierter Leistung	50 °C (122 °F)
Temperatur bei Lagerung	-25 bis +65 °C (-13 bis +149 °F)
Temperatur bei Transport	-25 bis +70 °C (-13 bis +158 °F)
Max. Höhe über dem Meeresspiegel ohne Leistungsreduzierung	1000 m (3280 ft)
Max. Höhe über dem Meeresspiegel mit Leistungsreduzierung	3000 m (9842 ft)
Sicherheitsnormen	EN/IEC 60204-1, EN/IEC 61800-5-1, UL 508C
EMV-Normen, Störaussendung	EN 61000-3-2, EN 61000-3-12, EN 55011, EN 61000-6-4

Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

EMV-Normen, Störfestigkeit	EN 61800-3, EN 61000-6-1/2
Energieeffizienzklasse, VLT® DriveMotor FCP 106[2)]	IE2
Energieeffizienzklasse, VLT® DriveMotor FCM 106	IES

1) Die angegebenen IP- und Typ-Nennwerte gelten nur, wenn der FCP 106 an einer Wandmontageplatte oder an einem Motor mit der Adapterplatte montiert ist. Stellen Sie sicher, dass die Dichtung zwischen Adapterplatte und Motor über eine Schutzart verfügt, die der eingesetzten Kombination aus Motor und Frequenzumrichter entspricht. Für die Stand-alone-Anwendung ist die Schutzart IP00, offener Typ.
2) Bestimmt gemäß EN50598-2 bei:

- *Nennlast*
- *90 % der Nennfrequenz*
- *Schaltfrequenz-Werkseinstellung.*
- *Schaltmodus-Werkseinstellung*

6.6 Kabelspezifikationen

Kabellängen und Querschnitte	
Maximale Motorkabellänge für Wandmontagesatz, abgeschirmt/geschirmt	2 m
Maximaler Querschnitt für Motor, Netz für MH1-MH3	4 mm^2/11 AWG
Maximaler Querschnitt DC-Klemmen an Bauformen MH1-MH3	4 mm^2/11 AWG
Max. Querschnitt für Steuerklemmen, starrer Draht	2,5 mm^2/13 AWG
Max. Querschnitt für Steuerklemmen, flexibles Kabel	2,5 mm^2/13 AWG
Mindestquerschnitt für Steuerklemmen	0,05 mm^2/30 AWG
Maximaler Querschnitt für Thermistoreingang (am Motoranschluss)	4 mm^2/11 AWG

6.7 Steuereingang/-ausgang und Steuerdaten

Digitaleingänge	
Programmierbare Digitaleingänge	4
Klemme Nr.	18, 19, 27, 29
Logik	PNP oder NPN
Spannungsniveau	0–24 V DC
Spannungsniveau, logisch 0 PNP	<5 V DC
Spannungsniveau, logisch 1 PNP	>10 V DC
Spannungspegel, logisch 0 NPN	>19 V DC
Spannungspegel, logisch 1 NPN	<14 V DC
Maximale Spannung am Eingang	28 V DC
Eingangswiderstand, R_i	Ca. 4 kΩ
Digitaleingang 29 als Pulseingang	Maximale Frequenz 32 kHz Gegentakt und 5 kHz (O.C.)

Analogeingänge	
Anzahl Analogeingänge	2
Klemme Nr.	53, 54
Klemme 53 Modus	*Parameter 6-19 Terminal 53 mode*: 1=Spannung, 0=Strom
Klemme 54 Modus	*Parameter 6-29 Klemme 54 Funktion*: 1=Spannung, 0=Strom
Spannungsniveau	0–10 V
Eingangswiderstand, R_i	Ca. 10 kΩ
Höchstspannung	20 V
Strombereich	0/4 bis 20 mA (skalierbar)
Eingangswiderstand, R_i	<500 Ω
Maximaler Strom	29 mA

Analogausgang	
Anzahl programmierbarer Analogausgänge	2
Klemme Nr.	42, 45[1)]
Strombereich am Analogausgang	0/4–20 mA

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

Maximale Last zum Bezugspotential am Analogausgang	500 Ω
Maximale Spannung am Analogausgang	17 V
Genauigkeit am Analogausgang	Maximale Abweichung: 0,4 % der Gesamtskala
Auflösung am Analogausgang	10 Bit

1) Sie können die Klemmen 42 und 45 auch als Digitalausgänge programmieren.

Digitalausgang	
Anzahl Digitalausgänge	4
Klemmen 27 und 29	
Klemme Nr.	27, 29[1)]
Spannungsniveau am Digitalausgang	0–24 V
Maximaler Ausgangsstrom (Körper und Quelle)	40 mA
Klemmen 42 und 45	
Klemme Nr.	42, 45[2)]
Spannungsniveau am Digitalausgang	17 V
Maximaler Ausgangsstrom am Digitalausgang	20 mA
Maximale Last am Digitalausgang	1 kΩ

1) Sie können die Klemmen 27 und 29 auch als Eingang programmieren.
2) Sie können die Klemmen 42 und 45 auch als Analogausgang programmieren.
Die Digitalausgänge sind von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen galvanisch getrennt.

Steuerkarte, RS485 serielle Schnittstelle	
Klemme Nr.	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
Klemme Nr.	61 Masse für Klemmen 68 und 69

Steuerkarte, 24 V DC-Ausgang	
Klemme Nr.	12
Maximale Last	80 mA

Relaisausgang	
Programmierbarer Relaisausgang	2
Relais 01 und 02	01-03 (NC), 01-02 (NO), 04-06 (NC), 04-05 (NO)
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-1)[1)] auf 01-02/04-05 (NO/Schließer) (ohmsche Last)	250 V AC, 3 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-15)[1)] auf 01-02/04-05 (NO/Schließer) (induktive Last bei cosφ 0,4)	250 V AC, 0,2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-1)[1)] auf 01-02/04-05 (NO/Schließer) (ohmsche Last)	30 V DC, 2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-13)[1)] auf 01-02/04-05 (NO/Schließer) (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-1)[1)] auf 01-03/04-06 (NC/Öffner) (ohmsche Last)	250 V AC, 3 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-15)[1)] auf 01-03/04-06 (NC/Öffner) (induktive Last bei COSφ 0,4)	250 V AC, 0,2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-1)[1)] auf 01-03/04-06 (NC/Öffner) (ohmsche Last)	30 V DC, 2 A Minimaler Belastungsstrom der Klemme an 01-03 (NC/Öffner), 01-02 (NO/Schließer) 24 V DC 10 mA, 24 V AC 20 mA
Umgebung nach EN 60664-1	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

1) IEC 60947 Abschnitte 4 und 5.

Steuerkarte, 10 V DC-Ausgang	
Klemme Nr.	50
Ausgangsspannung	10,5 V ±0,5 V
Maximale Last	25 mA

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

6.8 Technische Daten des FCM 106-Motors

Motorausgang (U, V, W)	
Ausgangsspannung	0–100 % der Versorgungsspannung
Ausgangsfrequenz, Asynchronmotor	0–200 Hz (VVC+), 0–400 Hz (u/f)
Ausgangsfrequenz, PM-Motor	0–390 Hz (VVC+ PM)
Schalten am Ausgang	Unbegrenzt
Rampenzeiten	0,05–3600 s

Thermistoreingang (bei Motoranschluss)	
Eingangsbedingungen	Fehler: >2,9 kΩ, kein Fehler: <800 Ω

6.8.1 Motorüberlastdaten, VLT DriveMotor FCM 106

Typ	Größe	Drehzahl [UPM]	Pn [kW (HP)]	TN100 [Nm (in-lb)]	Frequenzumrichterstrom [A] 100 %	T110 [Nm (in-lb)]	Frequenzumrichterstrom [A] 110 %	T160 [Nm (in-lb)]	Frequenzumrichterstrom [A] 160 %
HPS	71	1500	0,55 (0,74)	4,54 (40,2)	1,7	4,91 (43,5)	1,9	6,74 (59,7)	2,7
HPS	71	1500	0,75 (1,0)	6,07 (53,7)	2,2	6,38 (56,5)	2,4	8,99 (79,6)	3,5
HPS	71	1500	1,10 (1,47)	8,37 (74,1)	3	8,96 (79,3)	3,3	12,55 (111,1)	4,8
HPS	71	1500	1,50 (2,0)	10,18 (90,1)	3,7	11,08 (98,1)	4,1	15,35 (135,9)	5,9
HPS	71	1800	0,55 (0,74)	4,52 (40)	1,7	4,81 (42,6)	1,9	6,63 (58,7)	2,7
HPS	71	1800	0,75 (1,0)	5,06 (44,8)	2,2	5,32 (47,1)	2,4	7,48 (66,2)	3,5
HPS	71	1800	1,10 (1,47)	6,93 (61,3)	3	7,44 (65,8)	3,3	10,40 (92)	4,8
HPS	71	1800	1,50 (2,0)	8,97 (79,4)	3,7	9,70 (85,9)	4,1	13,43 (118,9)	5,9
HPS	71	3000	0,75 (1,0)	3,03 (26,8)	2,2	3,17 (28,1)	2,4	4,50 (39,8)	3,5
HPS	71	3000	1,10 (1,47)	4,18 (37)	3	4,48 (39,7)	3,3	6,27 (55,5)	4,8
HPS	71	3000	1,50 (2,0)	5,25 (46,5)	3,7	5,71 (50,5)	4,1	7,90 (69,9)	5,9
HPS	71	3000	2,20 (2,95)	7,56 (66,9)	5,3	8,13 (72)	5,8	11,44 (101,3)	8,5
HPS	71	3600	0,75 (1,0)	2,53 (22,4)	2,2	2,66 (23,5)	2,4	3,74 (3,1)	3,5
HPS	71	3600	1,10 (1,47)	3,47 (30,7)	3	3,72 (32,9)	3,3	5,20 (46)	4,8
HPS	71	3600	1,50 (2,0)	4,53 (40,1)	3,7	4,91 (43,5)	4,1	6,79 (60,1)	5,9
HPS	71	3600	2,20 (2,95)	6,26 (55,4)	5,3	6,74 (59,7)	5,8	9,48 (83,9)	8,5
HPS	90	1500	1,50 (2,0)	10,18 (90,1)	3,7	11,08 (98,1)	4,1	15,35 (135,6)	5,9
HPS	90	1500	2,20 (2,95)	14,49 (128,2)	5,3	15,63 (138,3)	5,8	21,99 (194,6)	8,5
HPS	90	1500	3,00 (4,02)	19,70 (174,4)	7,2	21,37 (189,1)	7,9	29,83 (264)	11,5
HPS	90	1500	4,00 (5,36)	29,81 (263,8)	9	32,19 (284,9)	9,9	44,81 (396,6)	14,4
HPS	90	1800	2,20 (2,95)	12,63 (111,8)	5,3	13,59 (120,3)	5,8	19,12 (166,2)	8,5
HPS	90	1800	3,00 (4,02)	16,40 (145,2)	7,2	17,79 (157,5)	7,9	24,84 (219,9)	11,5
HPS	90	1800	4,00 (5,36)	22,42 (198,4)	9	24,27 (214,8)	9,9	33,88 (299,9)	14,4
HPS	90	3000	2,20 (2,95)	7,25 (64,2)	5,3	7,81 (69,1)	5,8	10,99 (97,3)	8,5
HPS	90	3000	3,00 (4,02)	9,90 (87,6)	7,2	10,73 (95)	7,9	14,99 (132,7)	11,5
HPS	90	3000	4,00 (5,36)	13,29 (117,6)	9	14,32 (126,7)	9,9	20,03 (177,3)	14,4
HPS	90	3000	5,50 (7,37)	18,32 (162,1)	12	19,91 (176,2)	13,2	27,78 (245,9)	19,2
HPS	90	3600	3,00 (4,02)	8,25 (73)	7,2	8,95 (79,2)	7,9	12,50 (110,6)	11,5
HPS	90	3600	4,00 (5,36)	10,67 (94,4)	9	11,61 (102,8)	9,9	16,21 (143,5)	14,4
HPS	90	3600	5,50 (7,37)	15,40 (136,3)	12	16,61 (147)	13,2	23,23 (205,6)	19,2
HPS	112	1500	5,50 (7,37)	36,62 (324,1)	12	39,66 (351)	13,2	55,41 (490,4)	19,2
HPS	112	1500	7,50 (10,05)	49,59 (438,9)	15,5	53,98 (477,8)	17,1	71,01 (628,5)	23,3
HPS	112	1800	5,50 (7,37)	30,36 (268,7)	12	32,94 (291,5)	13,2	45,99 (407)	19,2
HPS	112	1800	7,50 (10,05)	42,14 (373)	15,5	45,80 (405,4)	17,1	60,25 (533,3)	23,3
HPS	112	3000	7,50 (10,05)	24,66 (218,5)	15,5	26,83 (237,5)	17,1	35,30 (312,4)	23,3
HPS	112	3600	7,50 (10,05)	21,33 (188,8)	15,5	23,23 (205,6)	17,1	30,52 (270,1)	23,3
AMHE	71Z	2865	0,75 (1,0)	2,89 (25,6)	2,2	3,55 (31,4)	2,4	5,10 (45,1)	3,5

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

Typ	Größe	Drehzahl [UPM]	Pn [kW (HP)]	TN100 [Nm (in-lb)]	Frequenzumrichterstrom [A] 100 %	T110 [Nm (in-lb)]	Frequenzumrichterstrom [A] 110 %	T160 [Nm (in-lb)]	Frequenzumrichterstrom [A] 160 %
AMHE	80Z	1430	0,75 (1,0)	6,11 (54,1)	2,2	7,67 (67,9)	2,4	11,20 (99,1)	3,5
AMHE	80Z	2880	1,10 (1,47)	4,32 (38,2)	3	5,78 (15,2)	3,3	8,77 (77,6)	4,8
AMHE	80Z	2880	1,50 (2,0)	5,44 (48,1)	3,7	6,96 (61,6)	4,1	10,61 (93,9)	5,9
AMHE	90S	1430	1,10 (1,47)	8,76 (77,5)	3	11,30 (100)	3,3	16,91 (149,7)	4,8
AMHE	90L	1430	1,50 (2,0)	10,88 (96,3)	3,7	13,29 (117,6)	4,1	20,52 (181,6)	5,9
AMHE	90L	2860	2,20 (2,95)	8,79 (77,8)	5,3	10,48 (92,8)	5,8	15,62 (138,2)	8,5
AMHE	90L	2880	3,00 (4,02)	11,69 (103,5)	7,2	14,33 (126,8)	7,9	19,61 (173,6)	11,5
AMHE	100L	1450	2,20 (2,95)	15,07 (133,4)	5,3	18,21 (161,2)	5,8	28,62 (253,3)	8,5
AMHE	100L	1440	3,00 (4,02)	19,63 (173,7)	7,2	22,61 (200,1)	7,9	32,93 (291,5)	11,5
AMHE	100L	2920	4,00 (5,36)	15,12 (133,8)	9	18,75 (166)	9,9	27,23 (241)	14,4
AMHE	112M	1450	4,00 (5,36)	27,85 (246,5)	9	33,22 (294)	9,9	51,53 (456,1)	14,4
AMHE	112M	1450	5,50 (7,37)	36,50 (323,1)	12	42,60 (377)	13,2	62,05 (549,2)	19,2
AMHE	112M	2920	5,50 (7,37)	20,88 (184,8)	12	26,45 (234,1)	13,2	34,27 (303,3)	19,2
AMHE	112M	2900	7,50 (10,05)	28,79 (254,8)	15,5	31,84 (281,8)	17,1	42,09 (372,5)	23,3
AMHE	132M	1450	7,50 (10,05)	49,18 (435,3)	15,5	56,62 (501,1)	17,1	78,74 (696,9)	23,3

Tabelle 6.13 Motorüberlastdaten

6.9 Spezifikationen für Sicherung und Trennschalter

Überspannungsschutz

Sorgen Sie für einen Überlastschutz, um eine Überhitzung der Kabel in der Anlage auszuschließen. Führen Sie den Überspannungsschutz stets gemäß den örtlichen und nationalen Vorschriften aus. Die Sicherungen müssen für den Schutz eines Kreislaufs ausgelegt sein, der imstande ist, höchstens 100.000 A_{eff} (symmetrisch), 480 V max. zu liefern. Siehe *Tabelle 6.14* und *Tabelle 6.15* für die Bremskapazität des Danfoss CTI25M-Trennschalters bei max. 480 V.

UL-Konformität/Nicht-UL-Konformität

Verwenden Sie die in *Tabelle 6.14*, *Tabelle 6.15* und *Tabelle 6.16* aufgelisteten Trennschalter und Sicherungen, damit die Übereinstimmung mit UL 508C oder IEC 61800-5-1 gewährleistet ist.

HINWEIS

SACHSCHÄDEN

Im Falle einer Fehlfunktion kann das Nichtbeachten der Empfehlung zu Schäden am Frequenzumrichter führen.

Gehäusegröße	Leistung[1)] [kW] 3x380–480 V	Hauptschalter			
		Empfohlen, mit UL-Zertifizierung	Bremskapazität	Maximale UL	Bremskapazität
MH1	0,55	CTI25M - 47B3146	100000	CTI25M - 047B3149	50000
	0,75	CTI25M - 47B3147	100000	CTI25M - 047B3149	50000
	1,1	CTI25M - 47B3147	100000	CTI25M - 047B3150	6000
	1,5	CTI25M - 47B3148	100000	CTI25M - 047B3150	6000
MH2	2,2	CTI25M - 47B3149	50000	CTI25M - 047B3151	6000
	3,0 (4,0)	CTI25M - 47B3149	50000	CTI25M - 047B3151	6000
	4,0 (5,0)	CTI25M - 47B3150	6000	CTI25M - 047B3151	6000
MH3	5,5	CTI25M - 47B3150	6000	CTI25M - 047B3151	6000
	7,5	CTI25M - 47B3151	6000	CTI25M - 047B3151	6000

Tabelle 6.14 Trennschalter, mit UL-Zertifizierung

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

Gehäusegröße	Leistung[1)] [kW] 3x380–480 V	Hauptschalter			
		nicht UL empfohlen	Brems-kapazität	Maximal ohne UL	Brems-kapazität
MH1	0,55	CTI25M - 47B3146	100000	CTI25M - 47B3149	100000
	0,75	CTI25M - 47B3147	100000	CTI25M - 47B3149	100000
	1,1	CTI25M - 47B3147	100000	CTI25M - 47B3150	50000
	1,5	CTI25M - 47B3148	100000	CTI25M - 47B3150	50000
MH2	2,2	CTI25M - 47B3149	100000	CTI25M - 047B3151	15000
	3,0 (4,0)	CTI25M - 47B3149	100000	CTI25M - 047B3151	15000
	4,0 (5,0)	CTI25M - 47B3150	50000	CTI25M - 047B3102[1)]	15000
MH3	5,5	CTI25M - 47B3150	50000	CTI25M - 047B3102[1)]	15000
	7,5	CTI25M - 47B3151	15000	CTI25M - 047B3102[1)]	15000

Tabelle 6.15 Trennschalter, ohne UL-Zertifizierung

1) Maximaler Abschaltwert auf 32 A eingestellt.

Gehäusegröße	Leistung[1)] [kW] 3x380–480 V	Sicherung							
		Empfohlen, mit UL-Zertifizierung	Maximale UL					Empfohlen ohne UL	Maximal ohne UL
		Typ							
		RK5, RK1, J, T, CC	RK5	RK1	J	T	CC	gG	gG
MH1	0,55	6	6	6	6	6	6	10	10
	0,75	6	6	6	6	6	6	10	10
	1,1	6	10	10	10	10	10	10	10
	1,5	6	10	10	10	10	10	10	10
MH2	2,2	6	20	20	20	20	20	16	20
	3,0 (4,0)	15	25	25	25	25	25	16	25
	4,0 (5,0)	15	30	30	30	30	30	16	32
MH3	5,5	20	30	30	30	30	30	25	32
	7,5	25	30	30	30	30	30	25	32

Tabelle 6.16 Sicherungen

1) Die Nennleistungen beziehen sich auf HO, siehe Kapitel 6.2 Elektrische Daten.

6.10 Leistungsreduzierung aufgrund Umgebungstemperatur und Taktfrequenz

Der über 24 Stunden gemessene Durchschnittswert für die Umgebungstemperatur muss mindestens 5 °C (41 °F) unter der maximal zulässigen Umgebungstemperatur liegen. Betreiben Sie den Frequenzumrichter bei hoher Umgebungstemperatur, müssen Sie den konstanten Ausgangsstrom reduzieren.

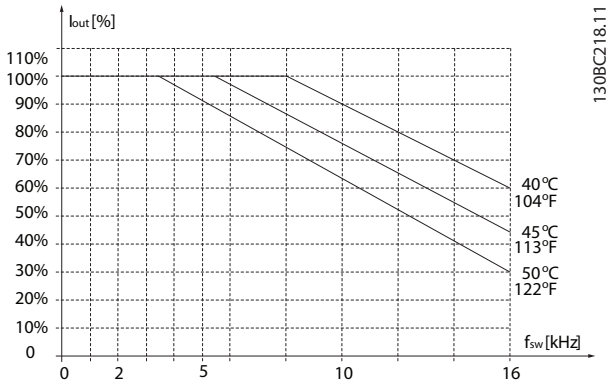


Abbildung 6.3 400 V MH1 0,55–1,5 kW (0,75–2,0 HP)

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

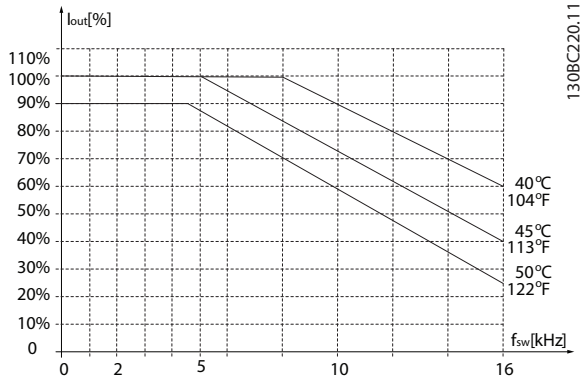


Abbildung 6.4 400 V MH2 2,2–4,0 kW (3,0–5,0 HP)

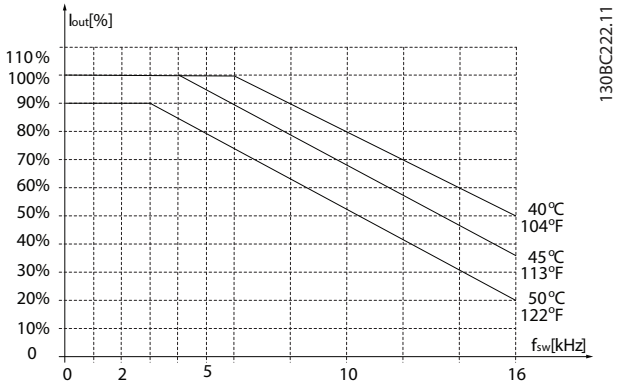


Abbildung 6.5 400 V MH3 5,5–7,5 kW (7,5–10 HP)

6

6.11 dU/dt

Wellenleistung [kW (HP)]	Kabellänge [m (ft)]	Netzspannung [V]	Anstiegzeit [µs]	V_{peak} [kV]	dU/dt [kV/µs]
0,55 (0,75)	0,5 (1,6)	400	0,1	0,57	4,5
0,75 (1,0)	0,5 (1,6)	400	0,1	0,57	4,5
1,1 (1,5)	0,5 (1,6)	400	0,1	0,57	4,5
1,5 (2,0)	0,5 (1,6)	400	0,1	0,57	4,5
2,2 (3,0)	<0,5 (1,6)	400	1)	1)	1)
3,0 (4,0)	<0,5 (1,6)	400	1)	1)	1)
4,0 (5,0)	<0,5 (1,6)	400	1)	1)	1)
5,5 (7,5)	<0,5 (1,6)	400	1)	1)	1)
7,5 (10)	<0,5 (1,6)	400	1)	1)	1)

Tabelle 6.17 dU/dt, MH1–MH3

1) Daten bei künftiger Veröffentlichung verfügbar.

6.12 Wirkungsgrad

Wirkungsgrad des Frequenzumrichters (η_{VLT})
Die Last am Frequenzumrichter hat kaum Auswirkung auf seinen Wirkungsgrad. In der Regel ist der Wirkungsgrad bei der Motornennfrequenz $f_{M,N}$ derselbe, selbst wenn der Motor 100 % des Wellennenndrehmoments oder, im Fall von Teillasten, nur 75 % liefert.

Das heißt auch, dass sich der Wirkungsgrad des Frequenzumrichters selbst dann nicht ändert; wenn Sie eine andere U/f-Kennlinie wählen.
Dennoch haben die U/f-Kennlinien Einfluss auf den Wirkungsgrad des Motors. Der Wirkungsgrad nimmt leicht ab, wenn die Taktfrequenz auf einen Wert von über 5 kHz eingestellt ist. Der Wirkungsgrad nimmt auch leicht ab, wenn die Netzspannung 480 V beträgt.

Berechnung des Frequenzumrichter-Wirkungsgrads
Berechnen Sie den Wirkungsgrad des Frequenzumrichters bei unterschiedlichen Lasten auf Grundlage von *Abbildung 6.6*. Multiplizieren Sie den Faktor in dieser Abbildung mit dem spezifischen Wirkungsgradfaktor, der in den Spezifikationstabellen zu finden ist.

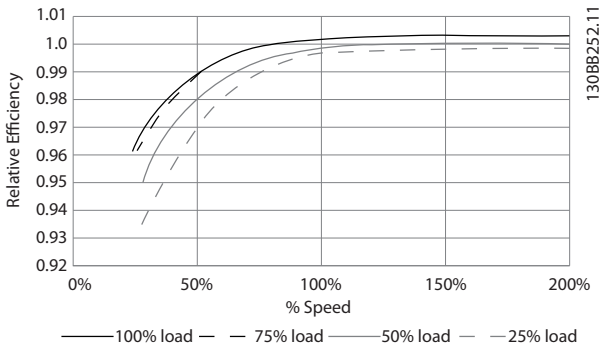


Abbildung 6.6 Typische Wirkungsgradkurven

Beispiel: Legen Sie zugrunde, dass ein Frequenzumrichter mit 22 kW (30 HP) bei 25 % Last und 50 % der Drehzahl läuft. Das Diagramm zeigt 0,97 an, während der Nennwirkungsgrad eines 22-kW-Frequenzumrichters (30 HP) 0,98 beträgt. Der tatsächliche Wirkungsgrad ist gleich: 0,97 x 0,98 = 0,95.

Motorwirkungsgrad (η_{MOTOR})
Der Wirkungsgrad eines an den Frequenzumrichter angeschlossenen Motors hängt von der Magnetisierungsstufe ab. In der Regel ist der Wirkungsgrad genauso

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

gut wie bei Netzbetrieb. Der Wirkungsgrad des Motors hängt vom Motortyp ab.

Im Nenndrehmomentbereich von 75–100 % ist der Motorwirkungsgrad praktisch konstant, sowohl wenn dieser vom Frequenzumrichter geregelt wird, als auch wenn er direkt im Netz betrieben wird.

Bei kleinen Motoren haben die U/f-Kennlinien nur einen minimalen Einfluss auf den Wirkungsgrad. Allerdings ergeben sich beachtliche Vorteile bei Motoren mit mindestens 11 kW (15 HP).

Im Allgemeinen hat die Taktfrequenz keinen Einfluss auf den Wirkungsgrad von kleinen Motoren. Bei Motoren mit einer Leistung von mindestens 11 kW (15 HP) wird der Wirkungsgrad erhöht (1–2 %). Dies liegt daran, dass die Form der Sinuskurve des Motorstroms bei hoher Taktfrequenz fast perfekt ist.

Wirkungsgrad des Systems (η_{SYSTEM})
Zur Berechnung des Systemwirkungsgrads wird der Wirkungsgrad des Frequenzumrichters (η_{VLT}) mit dem Motorwirkungsgrad (η_{MOTOR}) multipliziert:
$\eta_{SYSTEM} = \eta_{VLT} \times \eta_{MOTOR}$

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

Index

A

Abgeschirmtes Kabel ... 21, 25
Abkürzungen ... 6
Ableitstrom ... 9, 21
Abmessungen ... 64, 65, 66, 67
Abmessungen mit Asynchron- und PM-Motor ... 64
Abmessungen, FCM 106 ... 64
Abmessungen, FCP 106 ... 63
Abstand ... 23, 44, 62
Aggressive Umgebungsbedingungen ... 44, 70
Alarm quittieren ... 19
AMA ... 50
Amortisationszeit ... 53
Antriebskonfigurator ... 58
Antriebswelle ... 39
Anwendungen
- Puls-Start/Stopp ... 49
- Start/Stopp ... 49

Asynchronmotor ... 50, 57
Ausgänge
- Analogausgang ... 12, 72
- Digitalausgang ... 12, 72
- Relaisausgang ... 72

Automatische Anpassungen zur Sicherstellung der Leistung ... 42
Automatische Motoranpassung ... 50

B

Beispiel mit variablem Durchfluss über 1 Jahr ... 53
Beispiele für Energieeinsparungen ... 52
Bessere Regelung ... 54
Betauung ... 44

C

CDM ... 46

D

DeviceNet ... 5
Diskrepanz ... 5

E

EC+ Konzept ... 56
Effizienz
- Effizienzklasse ... 46
- Energieeffizienz ... 46
- Energieeffizienzklasse ... 46

Effizienzklasse ... 59
Eingänge
- Analogeingang ... 71
- Analogeingang 53 ... 50
- Digitaleingang ... 5, 19, 21, 71

Elektrische Anschlussübersicht ... 13
Elektronik-Altgeräte ... 8
Elektronisches Thermorelais ... 39
EMV
- Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen ... 21
- Emissionsanforderungen ... 22, 25, 32
- EMV-Filter ... 27
- EMV-gerechte elektrische Installation ... 23
- EMV-gerechte Installation ... 23
- Störfestigkeitsanforderungen ... 22, 26

Energieeinsparungen ... 52, 53, 56
Entladezeit ... 9
Erdung ... 27
ETR ... 39
Exportkontrollvorschriften ... 8
Extreme Betriebszustände ... 43

F

Filter
- EMV-Filter ... 27
- Motorkabellänge ... 27

G

Galvanische Trennung ... 28
Gebäudeleitsystem, BMS ... 53

H

Hauptdiagramm ... 12
Hauptschalter ... 27, 70, 74
Heben ... 36
Hochspannung ... 9, 15

I

Installation
- EMV-gerechte elektrische Installation ... 23
- EMV-gerechte Installation ... 23

Integrierter Frequenzumrichter und Motor ... 30
Istwertumwandlung ... 21

K

Kabel
- Kabellängen und Querschnitte ... 71
- Kabelquerschnitt ... 68, 69
- Motorkabellänge ... 27

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

Klemmen
DC-Klemme 71
Klemme 12 72
Klemme 18 15, 71
Klemme 19 15, 71
Klemme 27 15, 71
Klemme 29 71
Klemme 42 71
Klemme 45 71
Klemme 50 72
Klemme 53 71
Klemme 54 71
Klemme 68 (P, TX+, RX+) 72
Klemme 69 (N, TX-, RX-) 72
Motorklemmen 70
Relaisklemme 70
Steuerklemme 12, 14, 70, 71
Steuerklemmenfunktionen 15

Konformität
CE 7
CE-Zeichen 7
C-Tick 8
UL-gelistet 8
UL-Zulassung 8

Konvention 6

Kühlung 44, 62

Kurzschluss (Motorphase – Phase) 43

L

Lager 34, 35, 36, 37

LCP 19, 61

LCP-Anschluss 14

LCP-Steuertasten 19

Leistungsreduzierung
Automatische Leistungsreduzierung 70
Leistungsreduzierung, erhöhte Umgebungstemperatur 75
Leistungsreduzierung, niedriger Luftdruck 42
Leistungsreduzierung, Taktfrequenz 42, 75
Leistungsreduzierung, Umgebungstemperatur 42
Ziel 42

Luftfeuchtigkeit 44, 45

Luftzirkulation 44

M

Magnetisierungsverlust 48

Modbus 5

Modbus RTU 15

Motor
Asynchronmotor 0 , 39
Motorausgang (U, V, W) 73
Motorkabel 27
Motorklemmen 70
Motorparameter 50
Motorphasen 43
Motorschutz 70
PM-Motor 35, 0 , 39, 43
Thermischer Motorschutz 39
Vom Motor erzeugte Überspannung 43

N

Netz
Netzausfall 43, 69
Netzversorgung (L1, L2, L3) 69
Netzversorgung 3 x 380-480 VAC – Normale und hohe Überlast 68

Normen
EN 50598 46
EN 50598-2 46

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

Normen und Richtlinien
Cl. 5.2,6.4 ... 70
Die EMV-Richtlinie 2004/108/EG ... 6
Die Niederspannungsrichtlinie (2006/95/EG) ... 6
DIN 332 Form D ... 39
EIA-422/485 ... 6
EN 50178 9.4.2.2 bei 50 ... 44
EN 50598-2 ... 46
EN 55011 ... 25, 70
EN 55011 Klasse A, Gruppe 1 ... 25
EN 55011 Klasse B ... 25
EN 60664-1 ... 70, 72
EN 61000-3-12 ... 70
EN 61000-3-2 ... 70
EN 61000-6-1/2 ... 71
EN 61000-6-4 ... 70
EN 61800-3 ... 71
EN 61800-3 (2004) ... 6
EN 61800-5-1 (2007) ... 6
EN/IEC 60204-1 ... 70
EN/IEC 61000-4-2 ... 26
EN/IEC 61000-4-3 ... 26
EN/IEC 61000-4-4 ... 26
EN/IEC 61000-4-5 ... 26
EN/IEC 61000-4-6 ... 26
EN/IEC 61000-6-3 ... 25
EN/IEC 61000-6-4 ... 25
EN/IEC 61800-3:2004 ... 25
EN/IEC 61800-5-1 ... 28, 70
IEC 60068-2-34 ... 45
IEC 60068-2-35 ... 45
IEC 60068-2-36 ... 45
IEC 60068-2-43 ... 70
IEC 60204-1 ... 6
IEC 60364-4-41 ... 6
IEC 60721-3-3 ... 70
IEC 60721-3-3; Klasse 3K4 ... 70
IEC 60947 ... 72
IEC 61800-5-1 ... 70, 74
IEC 61800-5-1 Ed.2 ... 45
IEC/EN 60068-2-3 ... 44
IEC/EN 60068-2-6 ... 45
IEC/EN 60068-2-64 ... 45
IEC/EN 61000-3-12 ... 32, 33
IEC/EN 61000-3-2, Klasse A ... 32
IEC600721 Klasse 3K4 ... 44
IEC61800-5-1 Ed.2 ... 70
IEEE 519 -1992; G5/4 ... 33
ISO 8821 ... 39
UL 508C ... 70

Ö

Öffentliches Versorgungsnetz ... 32, 33

O

Optionen und Zubehör, Bestellnummern ... 61

P

PELV ... 6, 28, 42, 70
PELV (Schutzkleinspannung - Protective Extra Low Voltage) ... 6, 28, 70
PM-Motor ... 51
Potential ... 25
Potenziometer-Sollwert ... 50
PROFIBUS ... 5, 59, 61
Programmierung des Smart Logic Controllers ... 54
Proportionalitätsgesetze ... 52

Q

Qualifiziertes Personal ... 9

R

RCD ... 27
Regelung von Lüftern und Pumpen ... 51
Regelungsstrukturen
Regelung mit Rückführung ... 20
Regelung mit Rückführung PI ... 18, 30
Regelung ohne Rückführung ... 18, 19, 20
Regelungsstruktur, Beispiel ... 30
Relais
Ausgangsrelais ... 28
Relais ... 14
Relaisausgang ... 72
Relaisklemme ... 70
Reset ... 6, 42
Richtlinie
EMV-Richtlinie ... 7
Richtlinien
EMV- ... 7
Maschinen- ... 7
Maschinenrichtlinie ... 7
Niederspannungs- ... 7
Niederspannungsrichtlinie ... 7
Ökodesign- ... 8

S

Schalten
Schaltverlust ... 48
Taktfrequenz ... 27, 48
Schalten am Ausgang ... 43
Schalten am Netzeingang ... 69
Schaltschrankheizung ... 44
Schmierung ... 38
Schutzart ... 5, 11, 28, 44, 74
Schutzfunktionen und Eigenschaften ... 70
Schutzmaßnahmen ... 8
Sicherheit ... 8, 10
Sicherungen ... 75
Smart Logic Control ... 54, 56
Softwareversion ... 8
Sollwertverarbeitung ... 18, 20
Speichermodul ... 6

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

Speichermodul-Programmierung.... 6
Statische Überlast im Modus VVC+.... 44
Stern-/Dreieckstarter.... 49
Steuerkarte, 10 V DC-Ausgang.... 72
Steuerkarte, 24 V DC-Ausgang.... 72
Steuerkarte, RS485 serielle Schnittstelle.... 72
Steuerung/Regelung
  Steuerkarte.... 12
  Steuerklemme.... 12
Störgeräusche.... 45
Störgeräuschniveaus.... 45
Strom
  Ableitstrom.... 27
Stufenlose Regelung von Durchfluss oder Druck.... 54
Symbole.... 5

T

Temperatur
  Durchschnittstemperatur.... 44
  Höchsttemperatur.... 44
  Umgebungstemperatur.... 44
Thermistor.... 40
Thermistoreingang (bei Motoranschluss).... 73
Trägheitsmoment.... 39, 43
Transiente.... 27
Typencode und Auswahlhilfe.... 58

Ü

Überspannungsschutz.... 74

U

UL-Konformität.... 74
Umgebung.... 70
Unerwartete Motordrehung.... 10
Unerwarteter Anlauf.... 9

V

Vergleich der Energieeinsparungen.... 53
Verlustleistung.... 46
Vibrationen und Erschütterungen.... 45

W

Was unter die Richtlinien fällt.... 6
Windmühlen-Effekt.... 10
Wirkungsgrad
  Wirkungsgrad.... 46
Wirkungsgrad.... 51, 56, 76

Z

Zertifizierung.... 6
Zubehör
  Fern-Einbausatz.... 40
  LCP-Ferneinbau.... 41
  LOP-Einheit.... 41
  Stecker für Fern-Einbausatz.... 41
Zulassungen.... 6
Zwischenkreis.... 12, 43, 45, 69, 70
Zwischenkreiskopplung.... 9

 Danfoss A/S © 06/2016 Alle Rechte vorbehalten.

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