

Projektierungshandbuch VLT[®] DriveMotor FCP 106 und FCM 106



Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	4
1.1 Zweck des Projektierungshandbuchs	4
1.2 Zusätzliche Materialien	5
1.3 Symbole, Abkürzungen und Konventionen	5
1.4 Zulassungen	6
1.5 Softwareversion	7
1.6 Vorgaben zur Entsorgung	7
1.7 Sicherheit	8
2 Produktübersicht	9
2.1 Einführung	9
2.1.1 Dichtung	9
2.1.2 Hauptdiagramm	10
2.1.3 Elektrische Anschlussübersicht	11
2.1.4 Steuerklemmen	12
2.1.5 (Feldbus-) Netzwerke für serielle Kommunikation	12
2.2 Steuerungsaufbau	13
2.2.1 Regelstruktur ohne Rückführung	13
2.2.2 Regelungsstruktur (Regelung mit Rückführung) (PI)	13
2.3 Hand-Steuerung (Hand on) und Fern-Betrieb (Auto on)	14
2.4 Ist- und Sollwertverarbeitung	15
2.5 Allgemeine EMV-Aspekte	17
2.5.1 EMV-gerechte elektrische Installation	18
2.6 Erdableitstrom	22
2.6.1 Schutz durch einen Fehlerstromschutzschalter	22
2.7 Galvanische Trennung (PELV)	22
3 Systemintegration	23
3.1 Einführung	23
3.2 Netzeingang	24
3.2.1 Netzversorgungsstörung/-rückwirkung	24
3.2.1.1 Allgemeine Aspekte zur Oberwellenemission	24
3.2.1.2 Oberwellenemissionsanforderungen	25
3.2.1.3 Prüfergebnisse für Oberwellenströme (Emission)	25
3.3 Motoren	27
3.3.1 Explosionszeichnungen	27
3.3.2 Heben	29
3.3.3 Lager	29
3.3.4 Lagerlebensdauer und Schmierung	30
3.3.5 Auswuchten	30

3.3.6 Antriebswellen	30
3.3.7 FCM 106 Trägheitsmoment	31
3.3.8 FCM 106 - Motorbaugröße	31
3.3.9 Thermischer Motorschutz	31
3.3.9.1 Elektronisches Thermorelais	31
3.3.9.2 Thermistor (nur FCP 106)	32
3.4 Auswahl Frequenzumrichter/Optionen	32
3.4.1 Fern-Einbausatz	32
3.4.2 LOP-Einheit	33
3.5 Besondere Betriebsbedingungen	34
3.5.1 Zweck der Leistungsreduzierung	34
3.5.2 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur und Taktfrequenz	34
3.5.3 Automatische Anpassungen zur Sicherstellung der Leistung	34
3.5.4 Leistungsreduzierung wegen niedrigem Luftdruck	34
3.5.5 Extreme Betriebszustände	35
3.6 Umgebungsbedingungen	36
3.6.1 Luftfeuchtigkeit	36
3.6.2 Temperatur	36
3.6.3 Kühlung	36
3.6.4 Aggressive Umgebungsbedingungen	36
3.6.5 Umgebungstemperatur	37
3.6.6 Störgeräusche	37
3.6.7 Vibrationen und Erschütterungen	37
4 Anwendungsbeispiele	38
4.1 HLK-Anwendungsbeispiele	38
4.1.1 Stern-/Dreieckstarter oder Softstarter nicht erforderlich	38
4.1.2 Start/Stopp	38
4.1.3 Puls-Start/Stopp	39
4.1.4 Potentiometer-Sollwert	39
4.1.5 Automatische Motoranpassung (AMA)	39
4.1.6 Lüfteranwendung mit Resonanzvibrationen	40
4.2 Beispiele für Energieeinsparungen	41
4.2.1 Gründe für den Einsatz eines Frequenzumrichters zur Regelung von Lüftern und Pumpen?	41
4.2.2 Der klare Vorteil: Energieeinsparungen	41
4.2.3 Beispiele für Energieeinsparungen	41
4.2.4 Beispiel für Energieeinsparungen	42
4.2.5 Beispiel mit variablem Fluss über ein Jahr	42
4.3 Regelung – Beispiele	43

4.3.1 Bessere Regelung	43
4.3.2 Smart Logic Control	43
4.3.3 Programmierung des Smart Logic Controllers	43
4.3.4 SLC-Anwendungsbeispiel	44
4.4 EC+ Konzept für Asynchron- und PM-Motoren	46
5 Typencode und Auswahlhilfe	47
5.1 Antriebskonfigurator	47
5.2 Typencode	48
5.3 Bestellnummern	49
6 Technische Daten	51
6.1 Abstände, Abmessungen und Gewichte	51
6.1.1 Abstände	51
6.1.2 Motorbaugröße entsprechend der Bauform FCP 106	51
6.1.3 FCP 106 Abmessungen	52
6.1.4 FCM 106 Abmessungen	53
6.1.5 Gewicht	56
6.2 Elektrische Daten	57
6.3 Netzversorgung	59
6.4 Schutzfunktionen und Eigenschaften	59
6.5 Umgebungsbedingungen	60
6.6 Kabelspezifikationen	60
6.7 Steuereingang/-ausgang und Steuerdaten	61
6.8 Technische Daten des FCM Motors	62
6.9 Spezifikationen für Sicherung und Trennschalter	63
6.10 Leistungsreduzierung aufgrund Umgebungstemperatur und Taktfrequenz	64
6.11 dU/dt	64
6.12 Wirkungsgrad	65
Index	66

1 Einführung

1.1 Zweck des Projektierungshandbuchs

Das Projektierungshandbuch enthält notwendige Informationen zur Integration des Frequenzumrichters in eine Vielzahl von Anwendungen.

Verfügbare Literatur:

- *Das VLT® DriveMotor FCP 106 und FCM 106 Produkthandbuch* enthält Informationen zur Installation und Inbetriebnahme des Frequenzumrichters.
- *Das VLT® DriveMotor FCP 106 und FCM 106 Projektierungshandbuch* enthält die notwendigen Informationen für die Integration des Frequenzumrichters in eine Vielzahl von Anwendungen.
- *Das VLT® DriveMotor FCP 106 und FCM 106 Programmierungshandbuch* beschreibt die Programmierung des Frequenzumrichters und enthält die vollständigen Parameterbeschreibungen.
- *Die VLT® LCP-Anleitung* zum Betrieb der LCP-Bedieneinheit.
- *Die VLT® LOP-Anleitung* zum Betrieb der LOP-Bedieneinheit.
- *Das Modbus RTU Produkthandbuch, VLT® DriveMotor FCP 106, FCM 106 BACnet Produkthandbuch, VLT® DriveMotor FCP 106 und FCM 106 Metasys Produkthandbuch* enthalten Informationen zur Regelung, Überwachung und Programmierung des Frequenzumrichters.
- Die PC-gestützte Konfigurationssoftware MCT 10, MG10R ermöglicht Ihnen das Konfigurieren des Frequenzumrichters auf einem Windows™-PC.
- *Danfoss VLT® Energy Box-Software* zur Energieberechnung in HVAC-Anwendungen.

Die technische Literatur und Angaben zu den Zulassungen sind online verfügbar unter www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.

Die Danfoss VLT® Energy Box-Software ist verfügbar unter www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions im PC-Software-Downloadbereich.

Dieses Handbuch enthält Informationen, die Eigentum von Danfoss sind. Durch die Annahme und Verwendung dieses Handbuchs erklärt sich der Benutzer damit einverstanden, die darin enthaltenen Informationen ausschließlich für Geräte von Danfoss oder solche anderer Hersteller zu verwenden, die ausdrücklich für die Kommunikation mit Danfoss-Geräten über die serielle Kommunikationsverbindung bestimmt sind. Dieses Handbuch ist durch Urheberrechtsgesetze Dänemarks und der meisten anderen Länder geschützt.

Danfoss übernimmt keine Gewährleistung dafür, dass die nach den im vorliegenden Handbuch enthaltenen Richtlinien erstellten Softwareprogramme in jedem physischen Umfeld bzw. jeder Hard- oder Softwareumgebung einwandfrei laufen.

Obwohl die im Umfang dieses Handbuchs enthaltene Dokumentation von Danfoss überprüft und überarbeitet wurde, leistet Danfoss in Bezug auf die Dokumentation einschließlich Beschaffenheit, Leistung oder Eignung für einen bestimmten Zweck keine vertragliche oder gesetzliche Gewähr.

Danfoss übernimmt keinerlei Haftung für unmittelbare, mittelbare oder beiläufig entstandene Schäden, Folgeschäden oder sonstige Schäden aufgrund der Nutzung oder Unfähigkeit zur Nutzung der in diesem Handbuch enthaltenen Informationen. Dies gilt auch dann, wenn auf die Möglichkeit solcher Schäden hingewiesen wurde. Danfoss haftet insbesondere nicht für Kosten, einschließlich aber nicht beschränkt auf entgangenen Gewinn oder Umsatz, Verlust oder Beschädigung von Ausrüstung, Verlust von Computerprogrammen, Datenverlust, Kosten für deren Ersatz oder Ansprüche Dritter jeglicher Art.

Danfoss behält sich das Recht vor, jederzeit Überarbeitungen oder inhaltliche Änderungen an dieser Druckschrift ohne Vorankündigung oder eine verbindliche Mitteilungspflicht vorzunehmen.

1.2 Zusätzliche Materialien

Verfügbare Literatur:

- Das VLT® DriveMotor FCP 106 und FCM 106 Produkthandbuch enthält Informationen zur Installation und Inbetriebnahme des Frequenzumrichters.
- Das VLT® DriveMotor FCP 106 und FCM 106 Projektierungshandbuch enthält die notwendigen Informationen für die Integration des Frequenzumrichters in eine Vielzahl von Anwendungen.
- Das VLT® DriveMotor FCP 106 und FCM 106 Programmierungshandbuch beschreibt die Programmierung des Frequenzumrichters und enthält die vollständigen Parameterbeschreibungen.
- Die VLT® LCP-Anleitung zum Betrieb der LCP-Bedieneinheit.
- Die VLT® LOP-Anleitung zum Betrieb der LOP-Bedieneinheit.
- Das Modbus RTU Produkthandbuch, VLT® DriveMotor FCP 106, FCM 106 BACnet Produkthandbuch, VLT® DriveMotor FCP 106 und FCM 106 Metasys Produkthandbuch enthalten Informationen zur Regelung, Überwachung und Programmierung des Frequenzumrichters.
- Die PC-gestützte Konfigurationssoftware MCT 10, MG10R ermöglicht Ihnen das Konfigurieren des Frequenzumrichters auf einem Windows™-PC.
- Danfoss VLT® Energy Box-Software zur Energieberechnung in HVAC-Anwendungen.

Die technische Literatur und Angaben zu den Zulassungen sind online verfügbar unter www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.

Die Danfoss VLT® Energy Box-Software ist verfügbar unter www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions im PC-Software-Downloadbereich.

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

AC	Wechselstrom
AEO	Automatische Energieoptimierung
AWG	American Wire Gauge
AMA	Automatische Motoranpassung
°C	Grad Celsius
DC	Gleichstrom
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
ETR	Elektronisches Thermorelais
f _{M,N}	Motornennfrequenz
FC	Frequenzumrichters
HO	Hohe Überlast
IP	Schutzart
I _{LIM}	Stromgrenze
I _{INV}	Wechselrichter-Nennausgangsstrom
I _{M,N}	Motornennstrom
I _{VLT,MAX}	Der maximale Ausgangsstrom
I _{VLT,N}	Der vom Frequenzumrichter gelieferte Nennausgangsstrom
LCP	LCP Bedienteil
N.v.	Not applicable (keine Angabe)
NO	Normale Überlast
P _{M,N}	Motornennleistung
PCB	Leiterplatte
PE	Schutzleiter
PELV	Schutzkleinspannung – Protective extra low voltage
rückspeisefähig	Generatorische Klemmen
U/min [UPM]	Umdrehungen pro Minute
T _{LIM}	Drehmomentgrenze
U _{M,N}	Motornennspannung

Tabelle 1.1 Abkürzungen

Konventionen

Die nummerierten Listen enthalten Hinweise zu den Verfahren.

Die Aufzählungen enthalten zusätzliche Informationen und Erläuterungen zu Abbildungen.

Text in kursiv kennzeichnet

- Querverweise
- Links
- Fußnoten
- Parameternamen, Parametergruppennamen, Parameteroptionen

1.4 Zulassungen

Zertifizierung		FCP 106	FCM 106
EG-Konformitätserklärung		✓	✓
UL gelistet		-	✓
UL anerkannt		✓	-
C-Tick		✓	✓

Tabelle 1.2 Zulassungen

Die EG-Konformitätserklärung basiert auf den folgenden Richtlinien:

- Niederspannungsrichtlinie (2006/95/EG) basiert auf EN61800-5-1 (2007)
- EMV-Richtlinie 2004/108/EG basiert auf EN61800-3 (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 anerkannt:

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.

Der Frequenzumrichter erfüllt die Anforderungen der UL508C bezüglich der thermischen Sicherung. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt *Kapitel 3.3.9 Thermischer Motorschutz*.

1.4.1 CE-Konformität und CE-Kennzeichnung

Sinn und Zweck der CE-Kennzeichnung ist ein Abbau technischer Handelsbarrieren innerhalb der EFTA und der EU. Die EU hat die CE-Kennzeichnung als einfachen Hinweis auf die Übereinstimmung eines Produkts mit den entsprechenden EU-Richtlinien eingeführt. Über die Spezifikationen oder die Qualität eines Produkts sagt die CE-Kennzeichnung nichts aus. Frequenzumrichter fallen unter drei EU-Richtlinien:

Die Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)

Alle Maschinen mit kritischen beweglichen Teilen unterliegen der Maschinenrichtlinie vom 1. Januar 1995. Da ein Frequenzumrichter ein weitgehend elektrisches System ist, fällt er nicht unter die Maschinenrichtlinie. Wird ein Frequenzumrichter jedoch für den Einsatz in einer Maschine geliefert, so stellt Danfoss Informationen zu Sicherheitsaspekten des Motors zur Verfügung. Dies tut Danfoss mithilfe der Herstellerdeklaration.

Die Niederspannungsrichtlinie (2006/95/EG)

Frequenzumrichter müssen seit dem 5. Oktober 2007 die CE-Kennzeichnung (Version 2) in Übereinstimmung mit der Niederspannungsrichtlinie erfüllen. Die Richtlinie gilt für alle elektrischen Betriebsmittel, Bauteile und Geräte im Spannungsbereich 50-1000 V AC und 75-1500 V DC. Danfoss nimmt die CE-Kennzeichnung gemäß der Richtlinie vor und liefert auf Wunsch eine Konformitätserklärung.

Die EMV-Richtlinie (2004/108/EG)

EMV ist die Abkürzung für elektromagnetische Verträglichkeit. Elektromagnetische Verträglichkeit bedeutet, dass die gegenseitigen elektronischen Störungen zwischen verschiedenen Bauteilen bzw. Geräten so gering sind, dass sie die Funktion der Geräte nicht beeinflussen. Die EMV-Richtlinie trat am 1. Januar 1996 in Kraft. Danfoss nimmt die CE-Kennzeichnung gemäß der Richtlinie vor und liefert auf Wunsch eine Konformitätserklärung. In diesem Projektierungshandbuch erfahren Sie im entsprechenden Abschnitt, wie eine EMV-gerechte Installation auszuführen ist. Danfoss gibt außerdem die Normen an, denen unsere diversen Produkte entsprechen. Danfoss bietet die in den technischen Daten angegebenen Filter und weitere Unterstützung zum Einhalten der jeweils geforderten EMV-Grenzwerte an.

Fachleute setzen Frequenzumrichter als Teil eines größeren Geräts, eines komplexen Systems oder einer größeren Anlage ein. Beachten Sie, dass die Einhaltung der EMV-Grenzwerte des Frequenzumrichters in Ihrer Verantwortung liegt. Der Installateur muss dazu die Installationsanweisungen des Herstellers befolgen. Der Installateur trägt die Verantwortung für die Installation des Systems.

1.4.2 Was unter die Richtlinien fällt

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

1. Der Frequenzumrichter wird direkt im freien Handel an den Endkunden verkauft. Für derartige Anwendungen bedarf der Frequenzumrichter der CE-Kennzeichnung gemäß der EMV-Richtlinie.
2. 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.
3. 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.

1.4.3 Danfoss Frequenzumrichter und CE-Kennzeichnung

Das CE-Zeichen ist eine gute Sache, wenn es seinem eigentlichen Zweck entsprechend eingesetzt wird, nämlich der Vereinfachung des Handelsverkehrs innerhalb der EU und der EFTA.

Allerdings kann das CE-Zeichen viele verschiedene technische Daten abdecken. Sie müssen also prüfen, was durch ein bestimmtes CE-Zeichen tatsächlich gedeckt ist.

Die abgedeckten Spezifikationen können sehr unterschiedlich sein, und ein CE-Zeichen kann einem Installateur auch durchaus ein falsches Sicherheitsgefühl vermitteln, wenn ein Frequenzumrichter als Bauteil eines Systems oder Geräts eingesetzt wird.

Danfoss CE kennzeichnet die Frequenzumrichter gemäß der Niederspannungsrichtlinie. Dadurch garantiert Danfoss, dass der Frequenzumrichter bei korrekter Installation der Niederspannungsrichtlinie entspricht. Zur Bestätigung, dass die CE-Kennzeichnung der Niederspannungsrichtlinie entspricht, stellt Danfoss eine Konformitätserklärung aus.

Das CE-Zeichen gilt auch für die EMV-Richtlinie, unter der Voraussetzung, dass die Hinweise in diesem Handbuch zur EMV-gerechten Installation und Filterung beachtet werden. Auf dieser Grundlage wird eine Konformitätserklärung gemäß EMV-Richtlinie ausgestellt.

Das Projektierungshandbuch bietet detaillierte Anweisungen für eine EMV-gerechte Installation. Außerdem gibt Danfoss die Normen an, denen unsere verschiedenen Produkte entsprechen.

Danfoss bietet gerne weitere Unterstützung, damit optimale EMV-Ergebnisse erzielt werden können.

1.4.4 Konformität mit der EMV-Richtlinie und der CE-Kennzeichnung

Meistens setzen Fachleuchte Frequenzumrichter als komplexes Bauteil ein, das Teil eines größeren Geräts, Systems bzw. einer Anlage ist. Es ist zu beachten, dass die Verantwortung für die endgültigen EMV-Eigenschaften des Geräts, der Anlage oder der Installation beim Installateur liegt. Als Hilfe für den Installateur stehen EMV-Installationsrichtlinien für das Power-Drive-System zur Verfügung. Siehe *Kapitel 2.5.2 EMV-gerechte elektrische Installation* und *Kapitel 2.5.3 Störfestigkeitsanforderungen* für Standards und Prüfniveaus. Die für Power-Drive-Systeme angegebenen Standards und Prüfniveaus werden unter der Voraussetzung eingehalten, dass die Hinweise zur EMV-gerechten Installation befolgt wurden.

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. Sie müssen sie separat mit Elektro- und Elektronik-Altgeräten gemäß den lokalen Bestimmungen und den aktuell gültigen Gesetzen entsorgen.

1.7 Sicherheit

Frequenzumrichter enthalten Hochspannungskomponenten und können bei unsachgemäßer Handhabung tödliche Verletzungen verursachen. Die Geräte sollten nur von ausgebildeten Technikern installiert und betrieben werden. Reparaturarbeiten dürfen erst begonnen werden, wenn der Frequenzumrichter vom Netz getrennt und der festgelegte Zeitraum für die Entladung gespeicherter elektrischer Energie verstrichen ist.

Im mitgelieferten und online verfügbaren *VLT® DriveMotor FCP 106 und FCM 106-Produkt*handbuch erhalten Sie Informationen zu:

- Entladungszeit und
- detaillierte Sicherheitshinweise und Warnungen.

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

2 Produktübersicht

2.1 Einführung

Die Produktübersicht gilt für FCP 106 und FCM 106.

2.1.1 Dichtung

Zur Montage des FCP 106 am Motor muss eine spezielle Dichtung angebracht werden. Die Dichtung kann zwischen Motor-Adapterplatte und Motor eingebaut werden.

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

Daher muss vor der Installation eine Dichtung ausgelegt und getestet werden, damit die Anforderungen der Schutzart erfüllt sind (zum Beispiel IP55, IP66 oder Typ 4X).

Anforderungen für Dichtung:

- Sorgen Sie für eine Erdverbindung zwischen Frequenzumrichter und Motor. Der Frequenzumrichter ist zur Erdung mit der Motor-Adapterplatte verbunden. Verwenden Sie eine Drahtbrücke zwischen Motor und Frequenzumrichter oder stellen Sie einen metallischen Kontakt zwischen Motor-Adapterplatte und Motor sicher.
- Verwenden Sie für die Dichtung ein UL-zugelassenes Material, wenn eine UL-Zulassung oder -Klassifizierung für das verbaute Produkt erforderlich ist.

2.1.2 Hauptdiagramm

2

195NA492.11

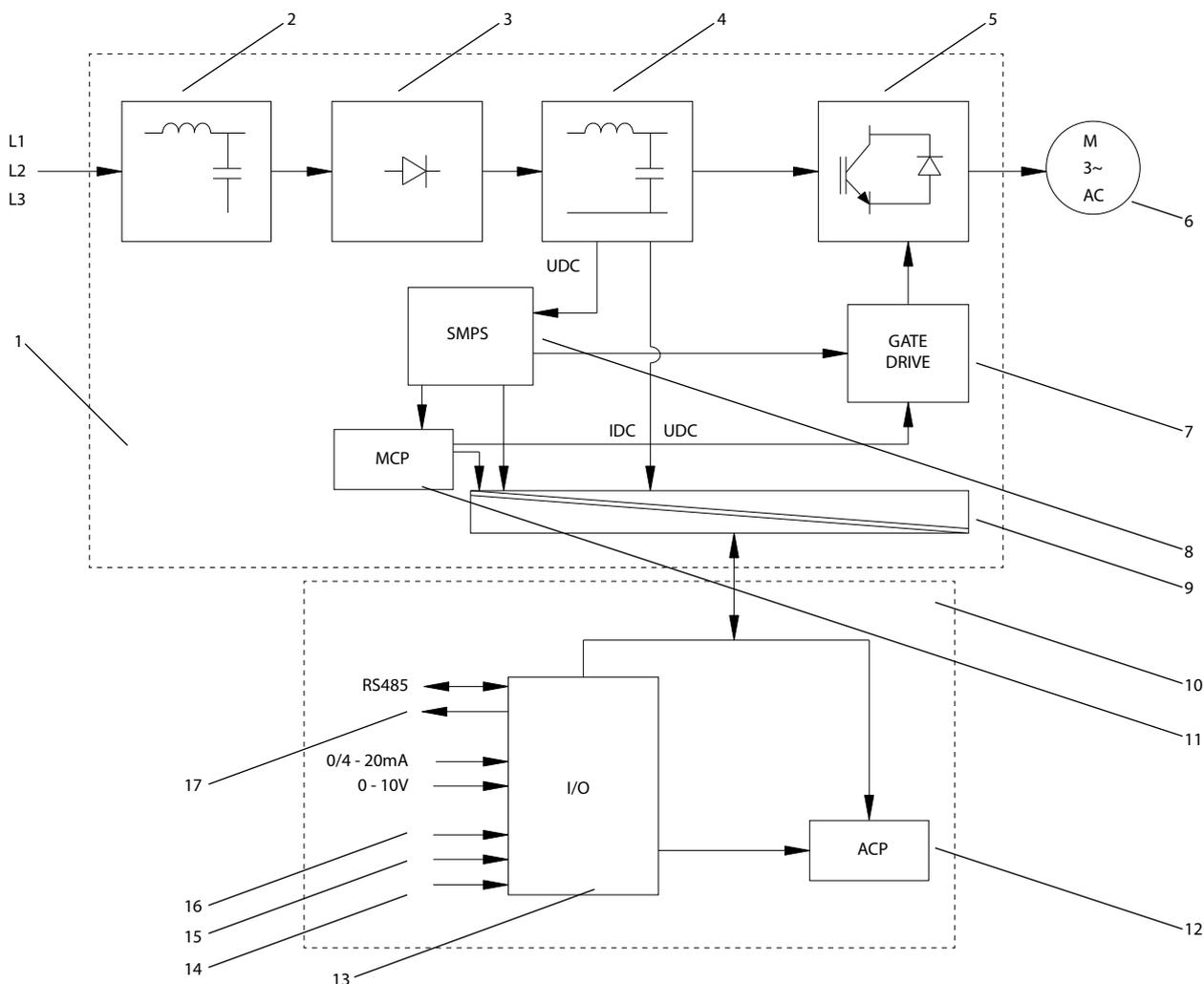


Abbildung 2.1 Hauptdiagramm

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

Tabelle 2.1 Legende für Abbildung 2.1

2.1.3 Elektrische Anschlussübersicht

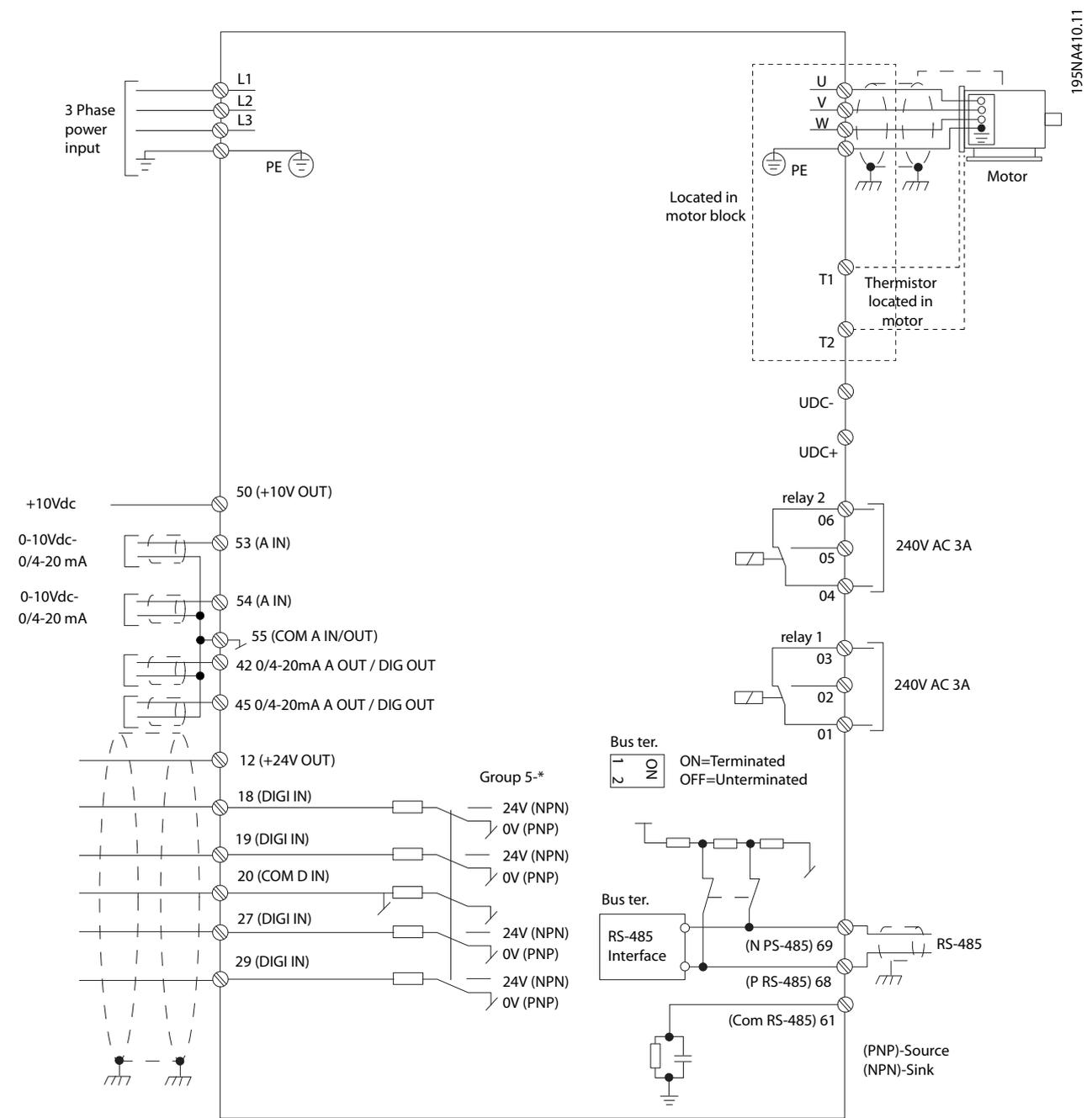


Abbildung 2.2 Elektrische Anschlussübersicht

2.1.4 Steuerklemmen

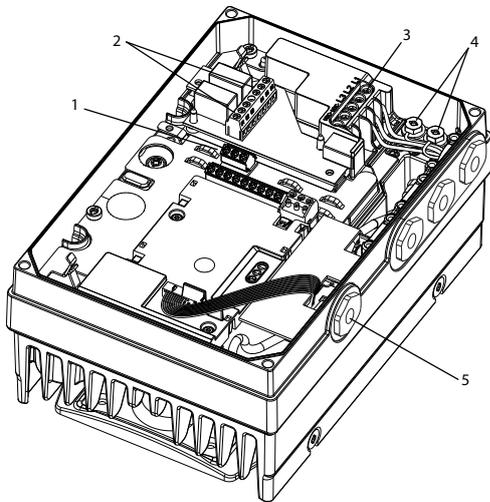


Abbildung 2.3 Position der Klemmen und Relais, MH1

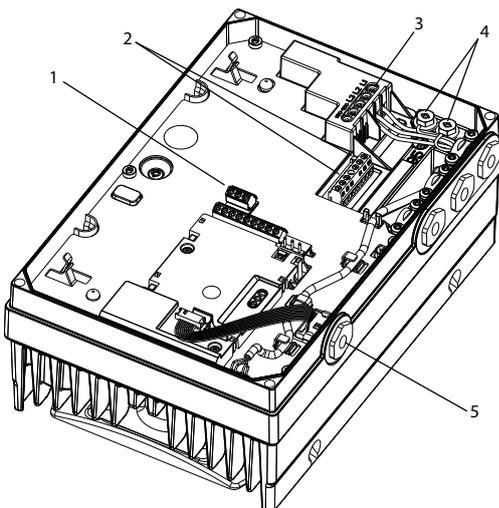


Abbildung 2.4 Position der Klemmen und Relais, MH2-MH3

1	Steuerklemmen
2	Relais
3	UDC+, UDC-, Leitung (L3, L2, L1)
4	PE
5	LCP-Anschluss

Tabelle 2.2 Legende zu Abbildung 2.4, Abbildung 2.3

Steuerklemmen

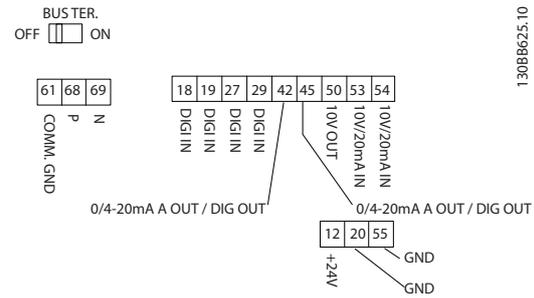


Abbildung 2.5 Steuerklemmen

Klemme Nr.	Funktion	Konfiguration	Werkseinstellung
12	+24 V-Ausgang		
18	Digital-eingang	*PNP/NPN	Start
19	Digital-eingang	*PNP/NPN	Ohne Funktion
20	Masse		
27	Digital-eingang	*PNP/NPN	Motorfreilauf (inv.)
29	Digital-eingang	*PNP/NPN	Festdrz. 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	12 Bit	*0-20 mA/4-20 mA/DO	Analog
45	12 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 2.3 Steuerklemmenfunktionen

* Kennzeichnet die Werkseinstellung

Hinweis: PNP/NPN ist Masse für Klemmen 18, 19 und 27

2.1.5 (Feldbus-) Netzwerke für serielle Kommunikation

Die folgenden Protokolle sind in den Frequenzrichter integriert:

- BACnet MSTP
- Modbus RTU
- N2 Metasys
- FC-Protokoll

2.2 Steuerungsaufbau

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

2.2.1 Regelstruktur ohne Rückführung

In der in *Abbildung 2.6* dargestellten Konfiguration wird 1-00 Regelverfahren auf [0] Drehzahlsteuerung eingestellt. Der Frequenzumrichter empfängt aus dem Sollwertsystem den resultierenden Sollwert oder den Ortsollwert. Er verarbeitet sie in der Rampen- und Drehzahlbegrenzung, bevor er sie an die Motorsteuerung sendet. Der Ausgang der Motorsteuerung wird dann durch die maximale Frequenzgrenze beschränkt.

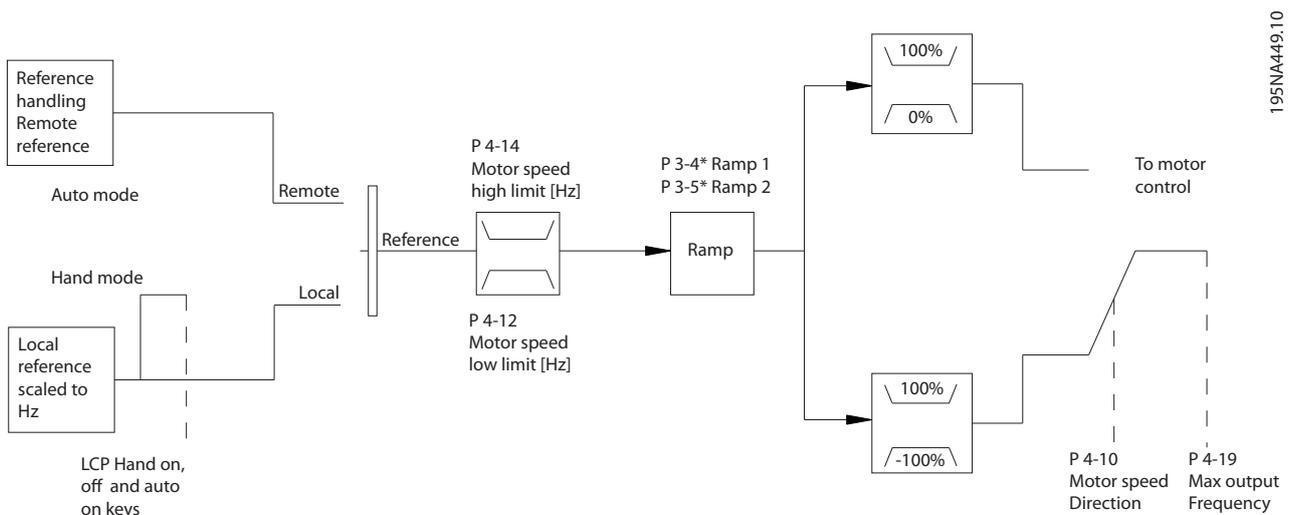


Abbildung 2.6 Struktur ohne Rückführung

2.2.2 Regelungsstruktur (Regelung mit Rückführung) (PI)

Durch den internen Regler wird der Frequenzumrichter ein 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, in der die Drehzahl der Pumpe so geregelt werden muss, 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, wird der Frequenzumrichter verlangsamt und verringert so den Druck. In ähnlicher Weise, wenn der Leitungsdruck niedriger ist als der Sollwert, beschleunigt der Frequenzumrichter automatisch zur Erhöhung des von der Pumpe gelieferten Drucks.

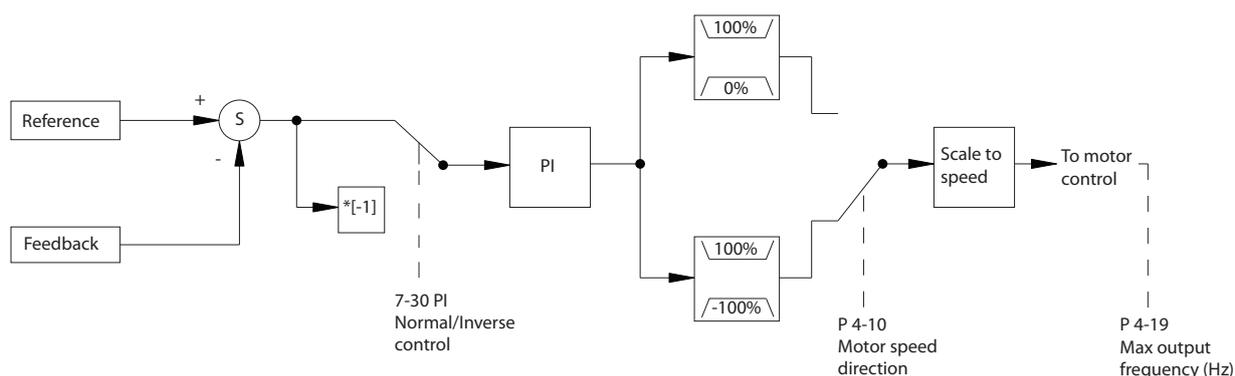


Abbildung 2.7 Regler mit Rückführung

Auch wenn der Regler des Frequenzumrichters oft bereits mit den voreingestellten Werten für zufriedenstellende Leistung sorgt, kann die Regelung des Systems durch Anpassung einiger Reglerparameter oft noch verbessert werden.

2.3 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 serielle Schnittstellen betrieben werden.

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

- 0-40 [Hand On]-LCP Taste,
- 0-44 [Off/Reset]-LCP Taste und
- 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.

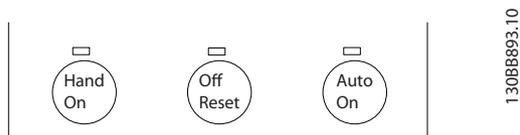


Abbildung 2.8 LCP-Steuertasten

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

Der Ortsollwert wird bei einem Ausschalten wiederhergestellt.

Der Fernsollwert besteht aus:

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

Im Frequenzrichter 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:

- 3-15 Variabler Sollwert 1,
- 3-16 Variabler Sollwert 2 und
- 3-17 Variabler Sollwert 3

Alle variablen Sollwerte sowie der Bus-Sollwert ergeben durch Addition den gesamten externen Sollwert. Der externe Sollwert, der Festsollwert oder die Summe aus beiden kann als aktiver Sollwert ausgewählt werden. Schließlich kann dieser Sollwert mithilfe von 3-14 Relativer Festsollwert skaliert werden.

Der skalierte Sollwert wird wie folgt berechnet:

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

Mit X als externem Sollwert ist der Festsollwert oder die Summe aus den beiden und Y 3-14 Relativer Festsollwert in [%].

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

2.4.2 Istwertverarbeitung

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

2.4.3 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 2.10*.

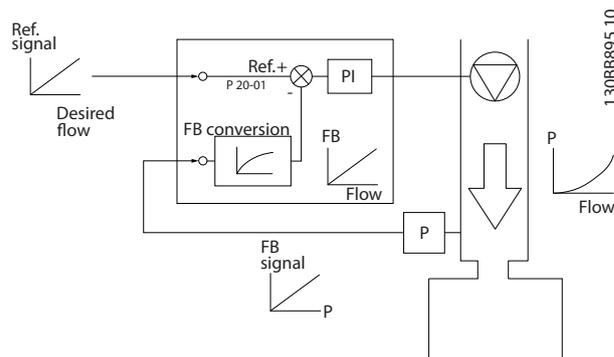


Abbildung 2.10 Istwertumwandlung

2.5 Allgemeine EMV-Aspekte

Elektromagnetische Störungen sind leitungsgebunden im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz. Feldgebundene Störungen des Frequenzumrichtersystems im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 GHz werden durch den Wechselrichter, das Motorkabel und den Motor erzeugt.

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

Die Verwendung eines abgeschirmten Motorkabels erhöht den Ableitstrom (siehe *Abbildung 2.11*), 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) vom abgeschirmten Motorkabel.

Die Abschirmung verringert zwar die abgestrahlte Störung, erhöht jedoch die Niederfrequenzstörungen am Netz. Die Motorkabel-Abschirmung muss am Gehäuse des Frequenzumrichters sowie am Motorgehäuse angeschlossen sein. Dies geschieht am besten durch die Verwendung von integrierten Schirmbügeln, um verdrehte Abschirmungsenden (Pigtails) zu vermeiden. Die verdrehten Abschirmungsenden erhöhen die Abschirmungsimpedanz bei höheren Frequenzen, wodurch der Abschirmungseffekt reduziert und der Ableitstrom (I_4) erhöht wird.

Wenn abgeschirmte Kabel für Relais, Steuerkabel, Signalschnittstelle und Bremse verwendet werden, ist die Abschirmung an beiden Enden mit dem Gehäuse zu verbinden. In einigen Situationen ist zum Vermeiden von Stromschleifen jedoch eine Unterbrechung der Abschirmung notwendig.

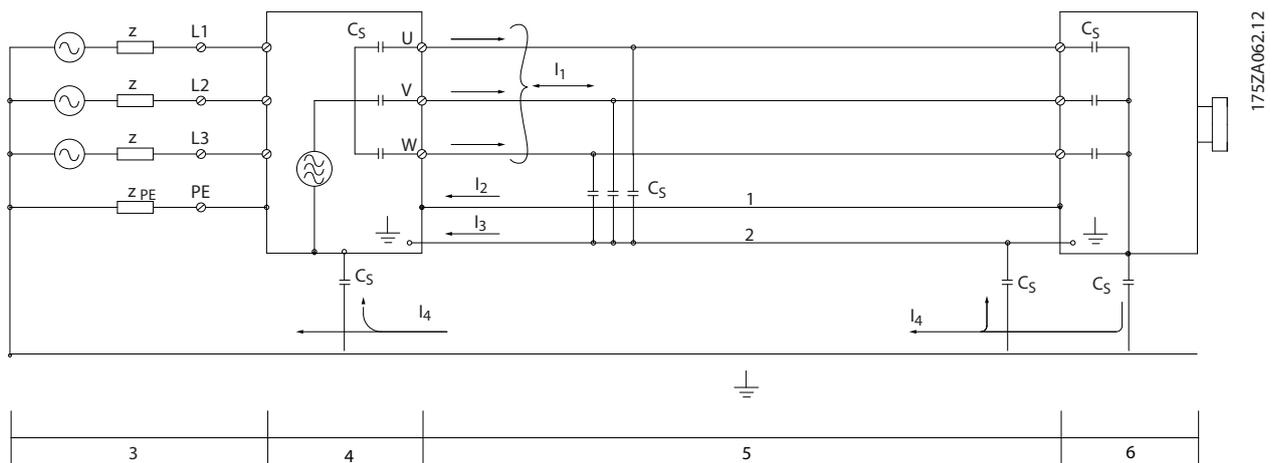


Abbildung 2.11 Ersatzschaltbild: Kopplung der Kondensatoren, wodurch Ableitströme erzeugt werden

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

Tabelle 2.4 Legende zu *Abbildung 2.11*

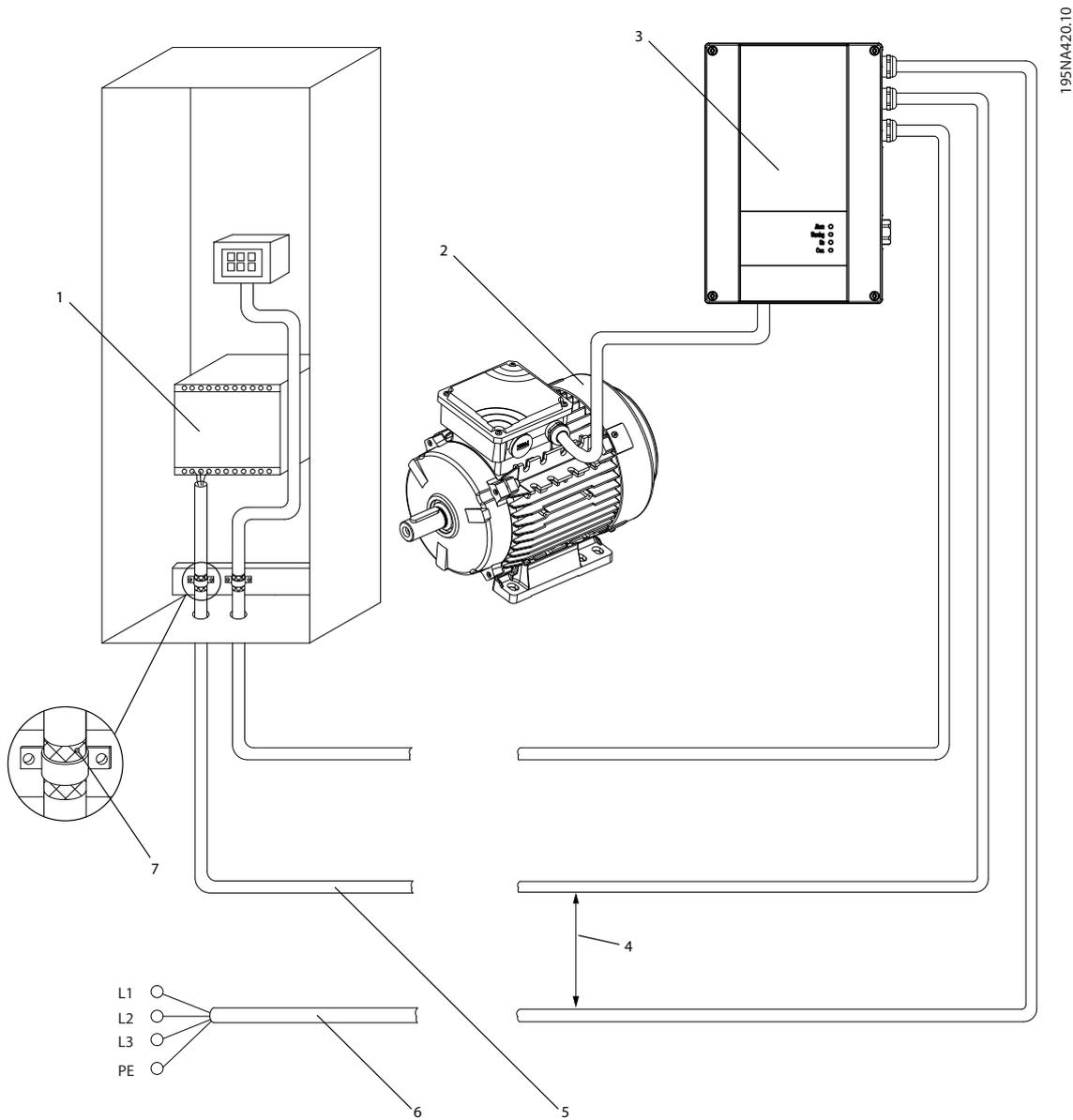
Wenn eine Abschirmung auf einer Montageplatte für den Frequenzumrichter angebracht wird, muss diese Montageplatte aus Metall gefertigt sein, damit die Ableitströme zum Gerät zurückgeführt werden. Außerdem muss durch die Montage-schrauben stets ein guter elektrischer Kontakt von der Montageplatte zur 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. Interferenzen von mehr als 50 MHz (in der Luft) werden insbesondere von der Regelelektronik erzeugt. Weitere Informationen zu EMV finden Sie unter *Kapitel 2.5.1 EMV-gerechte elektrische Installation*.

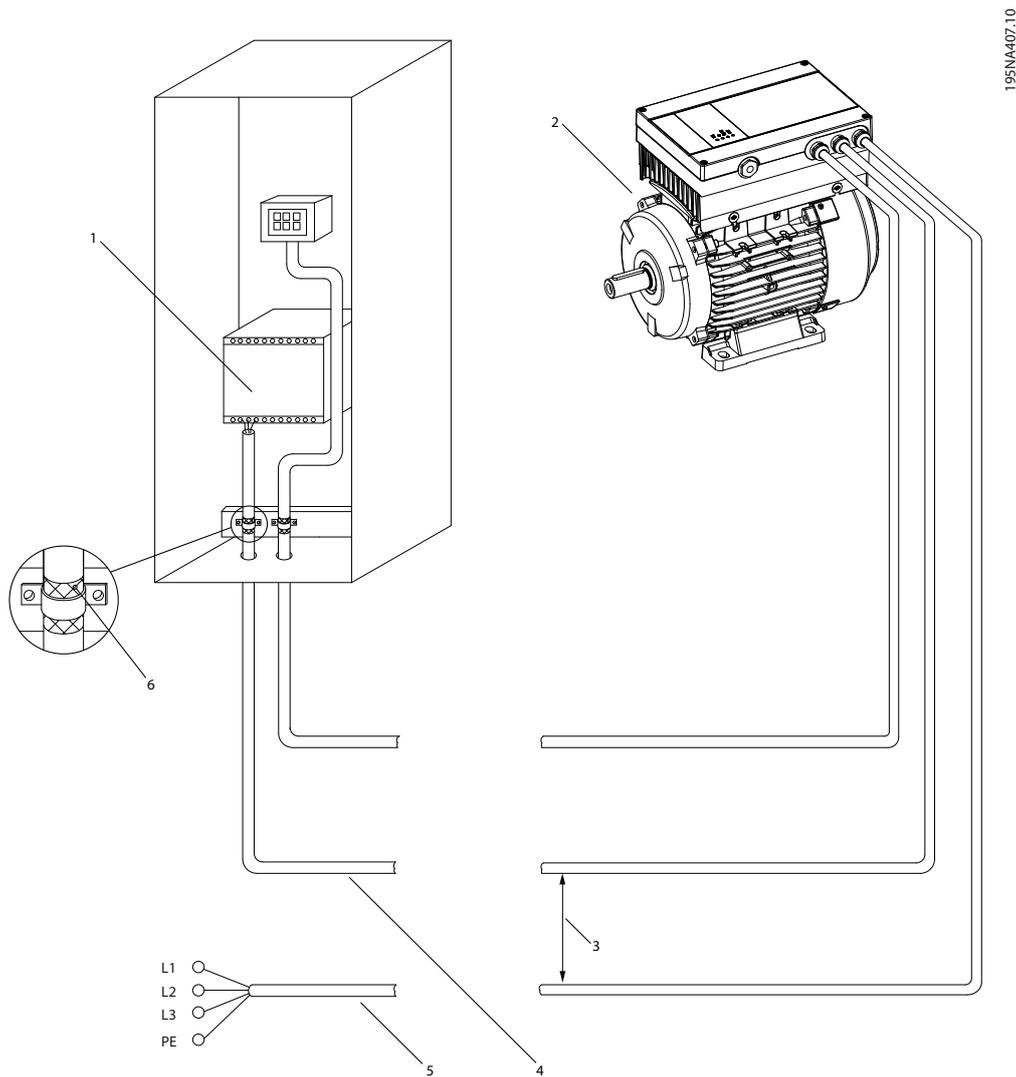
2.5.1 EMV-gerechte elektrische Installation

2



1	SPS	5	Steuerkabel
2	Motor	6	Netz, 3 Phasen und verstärkter PE-Leiter
3	Frequenzumrichter	7	Auflegen des Schirms (EMV-Schutz)
4	Min. 200 mm Abstand zwischen Steuerkabel, Netzkabel und Motorkabel.		

Abbildung 2.12 EMV-gerechte elektrische Installation, FCP 106



1	SPS	4	Steuerkabel
2	DriveMotor	5	Netz, 3 Phasen und verstärkter PE-Leiter
3	Min. 200 mm Abstand zwischen Steuerkabel, Netzkabel und Motorkabel.	6	Auflegen des Schirms (EMV-Schutz)

Abbildung 2.13 EMV-gerechte elektrische Installation, FCM 106

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

- Verwenden Sie nur abgeschirmte Motor- und Steuerkabel.
- Verbinden Sie den Schirm beidseitig mit der Erde.
- Vermeiden Sie die Installation mit verdrehten Kabelenden (Pig-Tails) am Schirm, 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.

2.5.2 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 – zusammen mit den Anforderungen für Störaussendungen von Netzversorgungsspannung – in *Tabelle 2.5* definiert sind.

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 Grenzlinie. Es sollte ein EMV-Plan erstellt werden.

Tabelle 2.5 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 2.6 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:

- Integrierte EMV-Filter sind vorhanden
- Frequenzumrichter ist auf die Nenn-Schaltfrequenz eingestellt
- das abgeschirmte Motorkabel hat eine Maximallänge von 0,5 m

2.5.3 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 in Industriebereichen und dementsprechend auch die niedrigeren Anforderungen in Wohn- und Bürobereichen.

Um die Störfestigkeit gegenüber EMV-Emissionen durch andere zugeschaltete elektrische Geräte zu dokumentieren, wurde entsprechend den grundlegenden Standards der nachfolgende Störfestigkeitstest durchgeführt:

- EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2): Elektrostatische Entladung (ESD): Simulation elektrostatischer Entladungen von Personen.
- EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3): Elektromagnetisches Einstrahlungsfeld, 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): Überspannungs-Transienten: Simulation von Transienten, z. B. durch Blitzschlag in nahe gelegenen Installationen.
- 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-Gleichtaktspannung IEC 61000-4-6
Abnahme-kriterium	B	B	B	A	A
Leitung (keine Abschirmung)	4 kV	2 kV/2Ω DM4 kV/12Ω CM	N.v.	N.v.	10 V _{eff}
LCP-Kabel	2 kV	2 kV/2 Ω ¹⁾	N.v.	N.v.	10 V _{eff}
Steuerkabel	2 kV	2 kV/2 Ω ¹⁾	N.v.	N.v.	10 V _{eff}
Externe 24 V DC	2 kV	2 kV/2 Ω ¹⁾	N.v.	N.v.	10 V _{eff}
Relaisleitungen	2 kV	42 kV/42 Ω	N.v.	N.v.	10 V _{eff}
Gehäuse	N.v.	N.v.	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	N.v.

Tabelle 2.7 Störfestigkeitsanforderungen

1) Einspritzung an Kabelschirm

Abkürzungen:

- AD - Air Discharge (Luftentladung)
- CD - Contact Discharge (Kontaktentladung)
- CM - Common Mode (Gleichtakt)
- DM - Difference Mode (Differenzbetrieb)

2.6 Erdableitstrom

EN 61800-5-1 (Produktnorm für Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl) stellt besondere Anforderungen, wenn der Erdableitstrom 3,5 mA übersteigt. Befolgen Sie im Hinblick auf die Schutzterdung von Geräten mit einem Ableitstrom gegen Erde von mehr als 3,5 mA alle nationalen und lokalen Vorschriften. Die Frequenzumrichtertechnik nutzt hohe Schaltfrequenzen bei gleichzeitig hoher Leistung. Durch das hochfrequente Schalten wird ein Ableitstrom im Erdanschluss erzeugt. Ein Fehlerstrom an den Ausgangsleistungsklemmen des Frequenzumrichters kann eine Gleichstromkomponente enthalten, die die Filterkondensatoren laden und einen transienten Erdstrom verursachen kann. Der Ableitstrom hängt von verschiedenen Faktoren bei der Systemkonfiguration ab, wie EMV-Filter, abgeschirmte Motorkabel und Leistung des Frequenzumrichters. Die Erdverbindung muss auf eine der folgenden Arten verstärkt werden:

- Schutzleiter mit einem Durchmesser von min. 10 mm² oder.
- zwei getrennt verlegte Schutzleiter, bei denen die vorgeschriebene Dimensionierung eingehalten wird.

Weitere Informationen in EN 60364-5-54 § 543,7.

2.6.1 Schutz durch einen Fehlerstromschutzschalter

Dieses Produkt kann einen Gleichstrom im Schutzleiter verursachen. Wird zum Schutz bei direktem oder indirektem Berühren ein Fehlerstromschutzschalter (Residual Current Device, RCD) verwendet, darf nur der Typ B auf der Versorgungsseite des Produkts eingesetzt werden. Ergreifen Sie andernfalls andere Schutzmaßnahmen, wie die Trennung von der Umgebung durch doppelte oder verstärkte Isolierung oder die Trennung vom Versorgungssystem durch einen Transformator. Die Schutzterdung des Frequenzumrichters und die Verwendung von Fehlerstromschutzschaltern müssen immer den einschlägigen Vorschriften entsprechen. Nichtbeachtung der Empfehlungen zu Ableitstrom und Fehlerstromschutzschalter könnte zu Tod oder schweren Verletzungen führen.

2.7 Galvanische Trennung (PELV)

PELV bietet Schutz durch Kleinspannung gemäß EN 50178. 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 400 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 wie beschrieben bilden, erfüllen ebenfalls die Anforderungen für höhere Isolierung und der entsprechenden Tests gemäß Beschreibung in EN/IEC 61800-5-1.

Die galvanische PELV-Isolierung kann in *Abbildung 2.14* gezeigt werden.

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

1. Hochspannungskreis
2. I/O-Steuerkarte
3. Ausgangsrelais

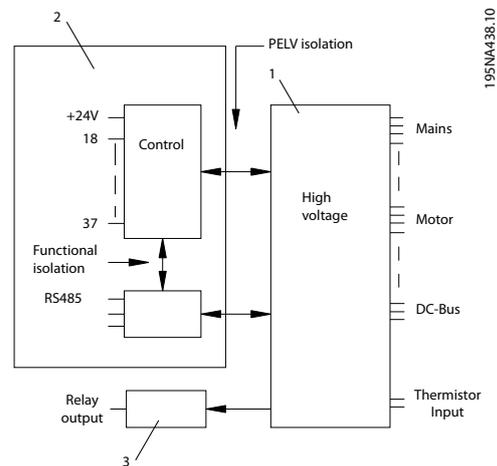


Abbildung 2.14 Galvanische Trennung

HINWEIS

GROSSE HÖHENLAGE

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

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:

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

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.

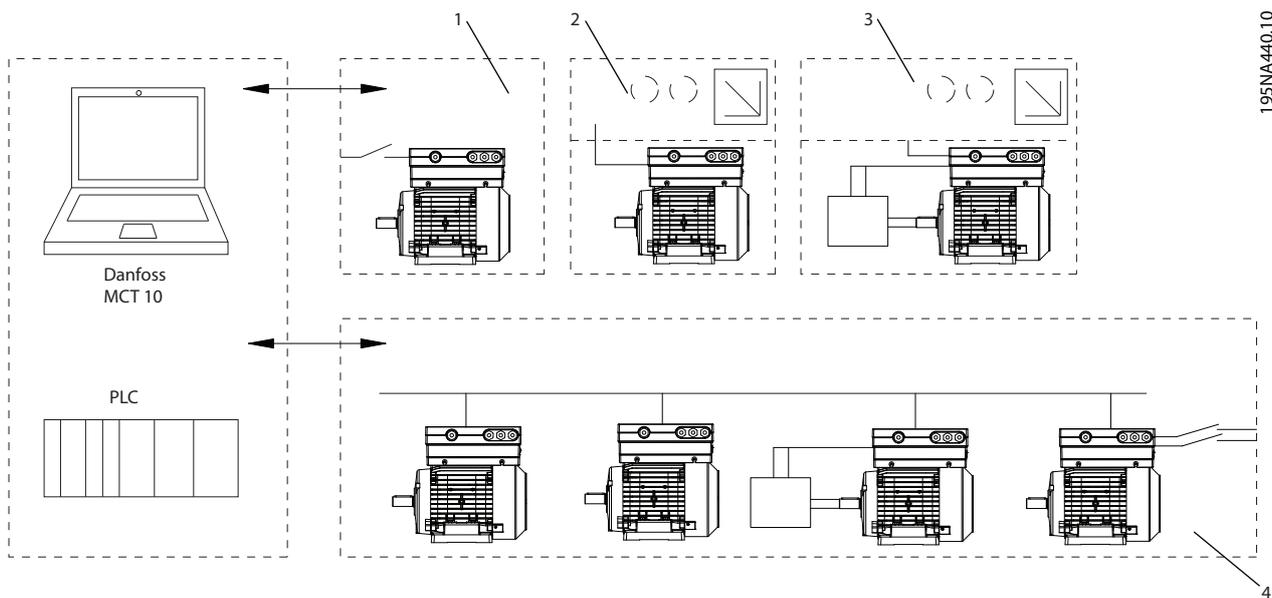
Der FCM 106 ist eine sehr kompakte Alternative zu einer zentralen Lösung, bei der Frequenzumrichter und Motor als separate Geräte installiert sind.

- 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/Stop-Signalen, Drehzahl Sollwerten und Prozessregelung mit Rückführung oder in mehreren Antriebssystemen mit per Feldbus übertragenen Regelsignalen eingesetzt werden.

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



195NA440.10

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

Abbildung 3.1 Beispiel für den Steuerungsaufbau

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:

Oberwellenströme	I_1	I_5	I_7
Hz	50	250	350

Tabelle 3.1 Oberwellenströme

Die Oberschwingungsströme führen zu größeren Wärmeverlusten in der Installation (Transformator, Kabel), auch wenn sie die Leistungsaufnahme nicht direkt beeinflussen. 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)

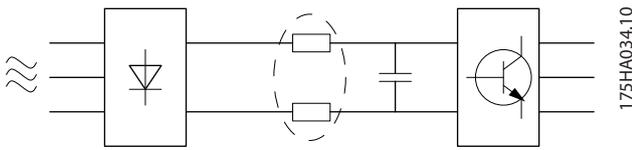


Abbildung 3.2 Filter

175HA034.10

HINWEIS

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

Um die Netzurückwirkung gering zu halten, sind Danfoss 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 Oberwellenströme multipliziert mit der internen Netzimpedanz der betreffenden Frequenz ab. Die gesamte Spannungsverzerrung THD wird aus den einzelnen Spannungsüberschwingungen nach folgender Formel berechnet:

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

($U_N\%$ von U)

3.2.1.2 Oberwellenemissionsanforderungen

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 Oberschwingungsemissionsstandards

1) Die Nennleistung bezieht sich auf Normale Überlast (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 von maximal 16 A je Leiter. Drei 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 die Störaussendung von Frequenzumrichtern sind in Tabelle 4 der Norm aufgeführt. Es sind Anforderungen für einzelne Oberschwingungen (5., 7., 11. und 13.) sowie für THD und PWHC vorhanden.

3.2.1.3 Prüfergebnisse für Oberwellenströme (Emission)

MH1 ¹⁾	Einzelner Oberschwingungsstrom I_n/I_{ref} (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{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
	Oberwellenstrom			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) Die Nennleistung bezieht sich auf Normale Überlast (NO), siehe Kapitel 6.2 Elektrische Daten.

MH2 ¹⁾	Einzelner Oberschwingungsstrom I_n/I_{ref} (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
2,2-4 kW, 380-480 V	35,29	35,29	7,11	5,14
Grenzwert für R_{sce}	107	99	61	61
	Oberwellenstrom 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) Die Nennleistung bezieht sich auf Normale Überlast (NO), siehe Kapitel 6.2 Elektrische Daten.

MH3 ¹⁾	Einzelner Oberschwingungsstrom I_n/I_{ref} (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{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
	Oberwellenstrom 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) Die Nennleistung bezieht sich auf Normale Überlast (NO), siehe Kapitel 6.2 Elektrische Daten.

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

$$SSC = \sqrt{3} \times RSCE \times UNetz \times I_{equ} = \sqrt{3} \times 120 \times 400 \times I_{equ}$$

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

Der Monteur oder der Benutzer des Geräts muss – ggf. durch Nachfrage beim Betreiber des Verteilernetzes – sicherstellen, dass das Gerät nur an eine Versorgung mit einer Kurzschlussleistung S_{sc} angeschlossen wird, die mindestens dem oben angegebenen Wert entspricht. Andere Leistungsgrößen dürfen Sie nur nach Absprache mit dem Betreiber des Verteilernetzes an das öffentliche Stromversorgungsnetz anschließen.

Übereinstimmung mit verschiedenen Systemebenen-Richtlinien:

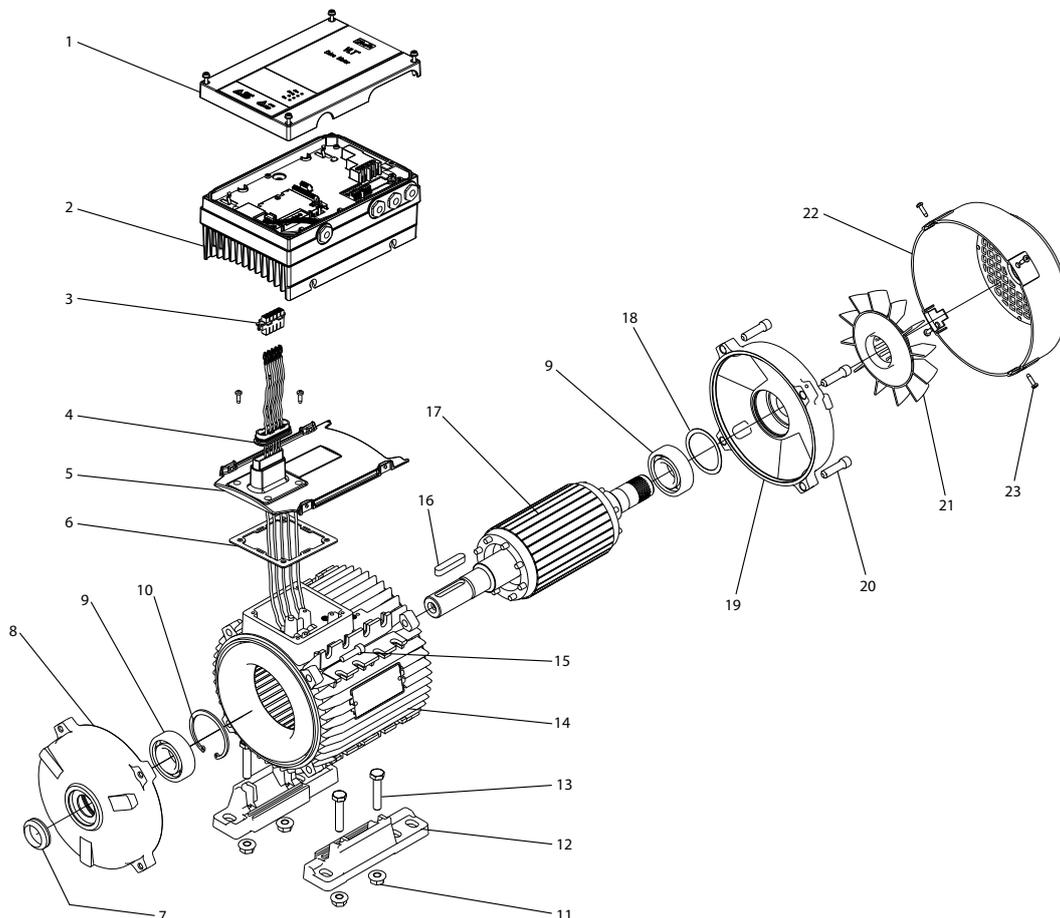
Die in der Tabelle vorhandenen Daten zu Oberschwingungsströmen entsprechen IEC/EN 61000-3-12 mit Bezug zur Produktnorm der Leistungsfrequenzumrichtersysteme. Diese Daten können

- 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.

3.3 Motoren

3.3.1 Explosionszeichnungen

Der FCM 106 besteht aus den folgenden Teilen:



195NA465.10

3

Abbildung 3.3 FCM 106 mit Asynchronmotor, Explosionszeichnung B3

Pos.	Beschreibung	Pos.	Beschreibung
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	Motor-Adapterplatte	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		

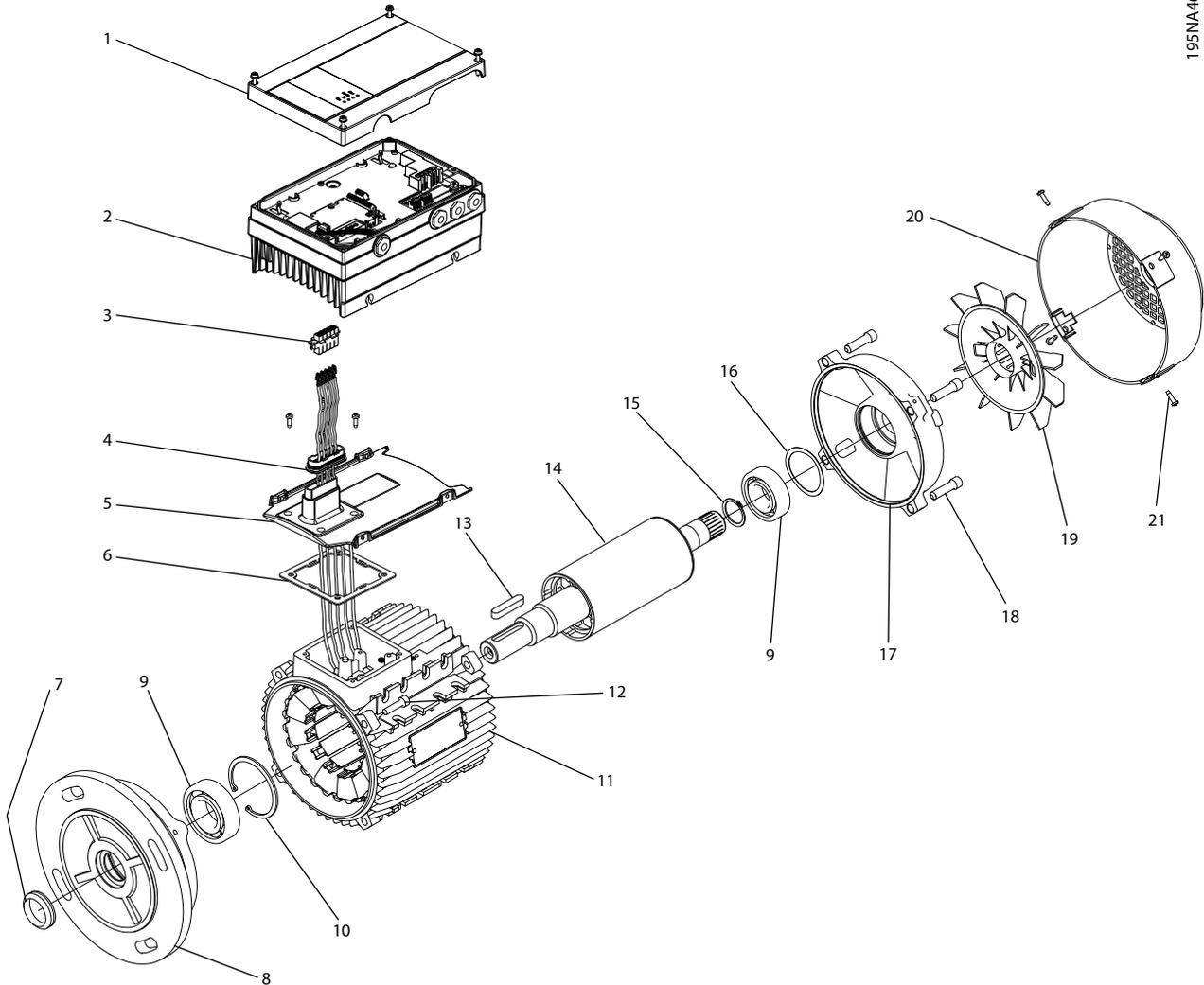


Abbildung 3.4 FCM 106 mit PM-Motor, Explosionszeichnung B5

Pos.	Beschreibung	Pos.	Beschreibung
1	Frequenzumrichter-Abdeckung	12	Befestigungsschraube Gehäuseschild Antriebsseite
2	Bauform des Frequenzumrichters	13	Wellenstift
3	Motorstecker	14	Rotor
4	Motoranschlussdichtung	15	Sprengring
5	Motor-Adapterplatte	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		

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.

Handhabung und Anheben des Geräts dürfen ausschließlich von qualifiziertem Personal vorgenommen werden. Stellen Sie folgendes sicher:

- zur Gewährleistung einer sicheren Arbeitsweise steht neben allen erforderlichen Werkzeugen und Geräten die vollständige Produktdokumentation zur Verfügung.
- Kräne, Hubzüge, Seilschlingen und Hubtraversen werden zum Anheben des Gewichts der Geräte als geeignet eingestuft. Das Gewicht des Geräts entnehmen Sie *Kapitel 6.1.5 Gewicht*.
- bei Verwendung einer Aufhängeöse, dass die Schulter der Öse vor dem Anheben fest am Statorrahmen anliegt.

Mit dem Gerät mitgelieferte Aufhängeösen oder Hebezapfen sind nur zum Tragen des Gerätegewichts ausgelegt, nicht zum Anheben des zusätzlichen Gewichts der angebauten Hilfsgeräte.

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, muss die Welle verriegelt werden. Lager müssen mit einer Vorrichtung zur Verriegelung der Welle ausgestattet sein, die bei der Lagerung an der Welle verbleiben muss. Wellen müssen im regelmäßigen Abstand von einer Woche manuell um eine Vierteldrehung gedreht werden. Die Lager werden ab Werk vollständig mit Lithium-basierten Schmierfett befüllt.

3.3.4 Lagerlebensdauer und Schmierung

Die Lebensdauer von Kugellagern entspricht dem Standard, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind::

- Temperatur von 80 °C
- Radialkräfte am Lastpunkt bei halber Motorwellendehnung überschreiten nicht die vom Motorhersteller angegebenen Werte

Motortyp	Gerätebaugröße	Schmiermitteltyp	Temperaturbereich
Asynchron	80-180	Lithiumbasis	-40 bis 140 °C
PM	71-160		

Tabelle 3.6 Schmierung

Geräte- baugröße	Drehzahl [UPM]	Lagertyp, Asynchronmotoren		Lagertyp, PM-Motoren	
		Antriebsende	Nicht-Antriebsende	Antriebsende	Nicht-Antriebsende
71	1500/3000	N.v.	N.v.	6203 2ZC3	6203 2ZC3
80	1500/3000	6204 2ZC3	6204 2ZC3	N.v.	N.v.
90	1500/3000	6205 2ZC3	6205 2ZC3	6206 2ZC3	6205 2ZC3
100	1500/3000	6206 2ZC3	6206 2ZC3	N.v.	N.v.
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	a)	a)	N.v.	N.v.
180	1500/3000	a)	a)	N.v.	N.v.

Tabelle 3.7 Standard-Lagerbezeichnungen und Öldichtungen für Motoren

a) Daten bei künftiger Veröffentlichung verfügbar.

3.3.5 Auswuchten

Der FCM 106 ist nach Klasse R gemäß ISO8821 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/m²) gefertigt. Antriebswellen verfügen standardmäßig über eine Gewindebohrung gemäß DIN332 Form D und eine Keilnut mit geschlossenem Profil.

3.3.7 FCM 106 Trägheitsmoment

Trägheitsmoment J	Asynchronmotor		PM Motor	
	3000 UPM	1500 U/min	3000 UPM	1500 U/min
FCM 106 ¹⁾				
0,55	N.v.	N.v.	N.v.	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 3.8 Trägheitsmoment [kgm²]

1) Die Nennleistung bezieht sich auf Normale Überlast (NO), siehe Kapitel 6.2 Elektrische Daten.

3.3.8 FCM 106 - Motorbaugröße

Frequenzumrichter LeistungsgroÙe ¹⁾	Asynchronmotor		PM Motor	
	1500 U/min	3000 UPM	1500 U/min	3000 UPM
[kW]				
0,55	N.v.	N.v.	71	N.v.
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 3.9 FCM 106 - Motorbaugröße für PM- und Asynchronmotoren

1) Die Nennleistung bezieht sich auf Normale Überlast (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); der Thermistorsensor ist zwischen den Motorwicklungen oder einem mechanischen Thermoschalter (Klixon-Schalter) positioniert.

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.

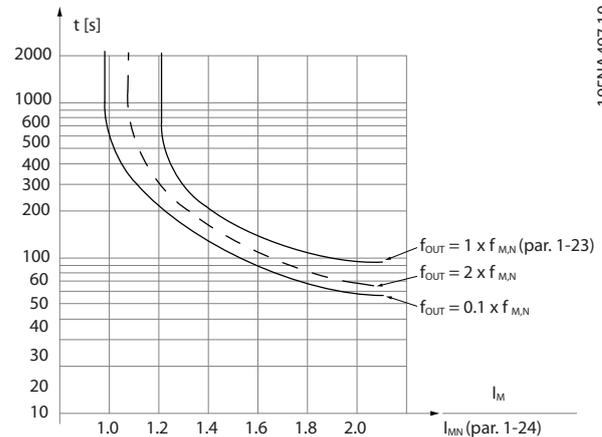


Abbildung 3.5 ETR-Schutzzeigenschaft

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.

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.

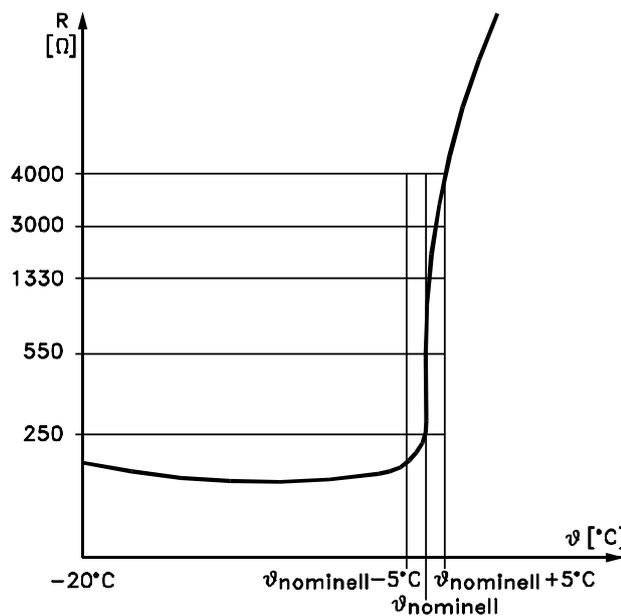
Wenn der Motor überlastet ist, ohne dass die Temperatur erreicht wird, bei der das ETR den Motor abschaltet, schützt die Stromgrenze den Motor und die Anwendung vor Überlast. In diesem Fall wird das ETR nicht aktiviert, weshalb eine andere thermische Schutzmethode erforderlich ist.

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

3.3.9.2 Thermistor (nur FCP 106)

Der Thermistor wird zwischen den Motorwicklungen positioniert. Der Thermistor wird über den Motorstecker angeschlossen: Klemmenpositionen T1 und T2. Informationen zu den Klemmenpositionen und zur Verkabelung finden Sie im Abschnitt *Motoranschluss* im *Produkt-handbuch VLT® DriveMotor FCP 106 und FCP 106*.

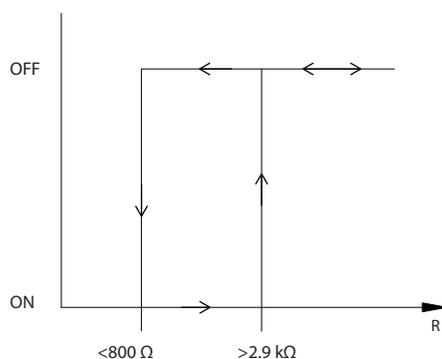
Stellen Sie den Parameter *1-90 Motor Thermal Protection* zur Überwachung des Thermistors auf [1] *Thermistorwarnung* oder [2] *Thermistorabschaltung*.



175HA183.10

Abbildung 3.6 Typisches Thermistorverhalten

Der Frequenzumrichter schaltet ab, wenn der Thermistorwert aufgrund der Motortemperatur über 2,9 kΩ steigt. Der Frequenzumrichter wird aktiviert, wenn der Thermistorwert unter 0,8 kΩ sinkt.



195NA439.10

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 Thermo-schalter (Klixon-Schalter) verwendet werden.

3.4 Auswahl Frequenzumrichter/Optionen

3.4.1 Fern-Einbausatz

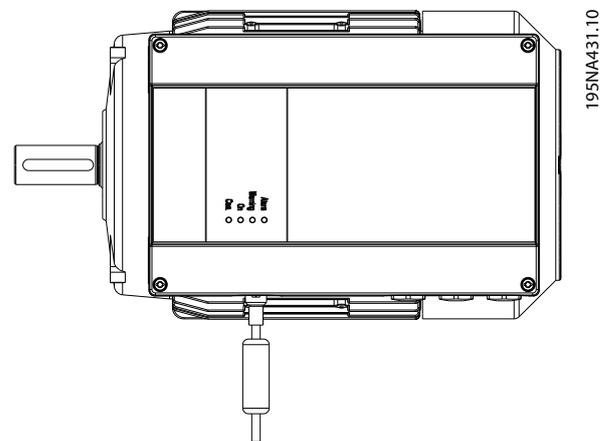


Abbildung 3.8 Fern-Einbausatz-Anschlüsse

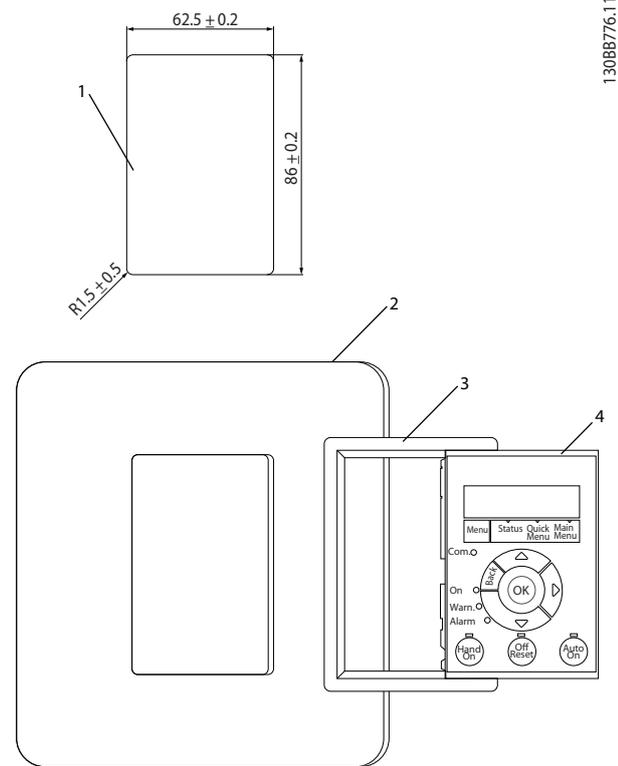
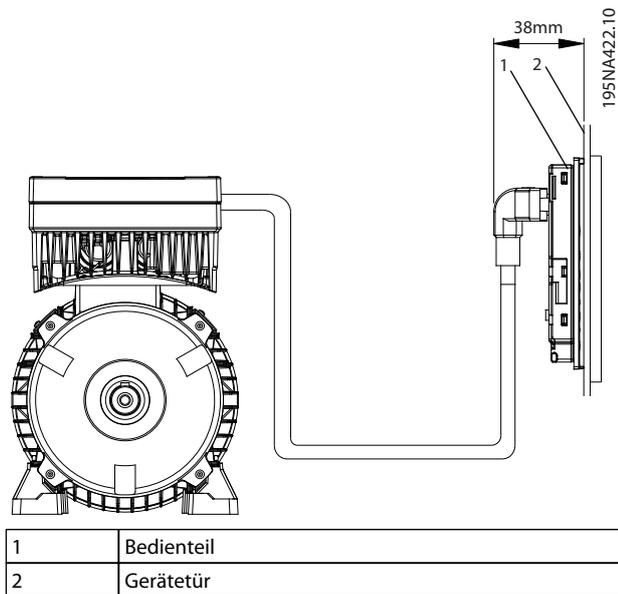


Abbildung 3.9 Stecker für Fern-Einbausatz

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

Tabelle 3.10 Legende zu Abbildung 3.9



1	Bedienteil
2	Gerätetür

Abbildung 3.10 LCP-Fern-Einbau

3.4.2 LOP-Einheit

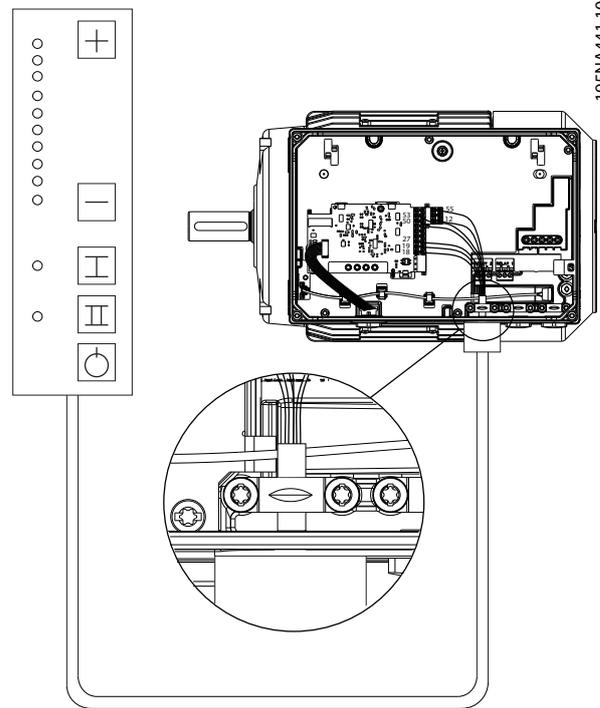


Abbildung 3.11 LOP-Anschlüsse

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 3.11 Funktion

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

Tabelle 3.12 Elektrische Anschlüsse

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

Tabelle 3.13 Parametereinstellungen

* kennzeichnet die Werkseinstellung

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

- den braunen Draht unangeschlossen oder.
- stellen Sie 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, wenn der Frequenzumrichter bei niedrigem Luftdruck (Höhenlage), niedrigen Drehzahlen, mit langen Motorleitungen, Kabeln mit großem Querschnitt oder bei hoher Umgebungstemperatur betrieben wird. Dieser Abschnitt beschreibt die erforderlichen Maßnahmen.

3.5.2 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur und Taktfrequenz

Siehe Abschnitt 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 1.000 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 Höhen über 2.000 m und einer Temperatur von 45 °C ($T_{AMB, MAX} - 3,3 K$) sind 91 % des Nennausgangsstroms verfügbar. Bei einer Temperatur von 41,7 °C sind 100 % des Nennausgangsstroms verfügbar.

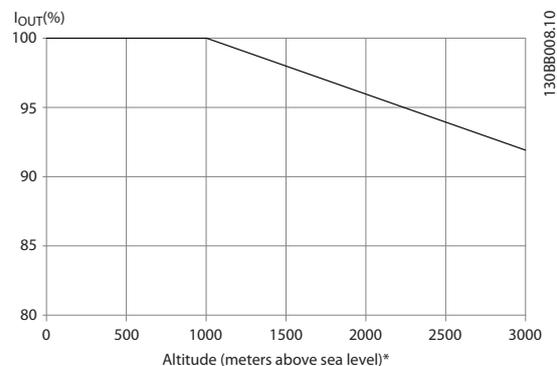


Abbildung 3.12 Beispiel

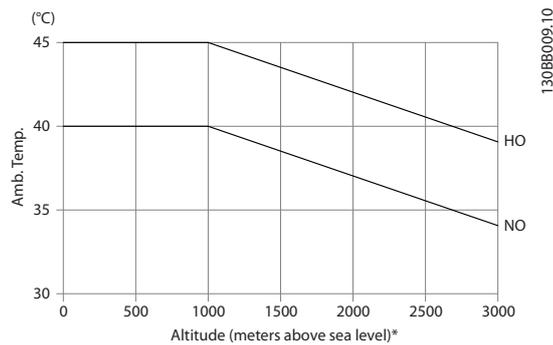


Abbildung 3.13 Höhenabhängige Ausgangsstromreduzierung bei T_{AMB, MAX}

3.5.5 Extreme Betriebszustände

Kurzschluss (Motorphase – Phase)

Der Frequenzumrichter ist durch seine Strommessung in jeder der drei 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 die Motorfangschaltung.

Vom Motor erzeugte Überspannung

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

1. Die Last treibt den Motor an (bei konstanter Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters), d. h., die Last erzeugt Energie.
2. Während der Verzögerung („Rampe ab“), bei hohem Trägheitsmoment, niedriger Reibung und zu kurzer Rampenzeit, um die Energie als Verlust an Frequenzumrichter, Motor und der Installation weitergeben zu können.
3. Eine falsche Einstellung beim Schlupfgleichgewicht kann eine höhere DC-Zwischenkreisspannung hervorrufen.

4. Gegen-EMK durch PM-Motorbetrieb. Bei Freilauf mit hoher Drehzahl kann die Gegen-EMK des PM-Motors möglicherweise die maximale Spannungstoleranz des Frequenzumrichters überschreiten und Schäden verursachen. Der Wert von 4-19 Max. Ausgangsfrequenz wird zur Vermeidung dieser Beschädigungsgefahr automatisch berechnet, basierend auf einer internen Berechnung anhand des Werts von

- 1-40 Gegen-EMK bei 1000 UPM,
- 1-25 Motornendrehzahl
- 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), wird ein Bremswiderstand empfohlen.

Die Bedieneinheit versucht ggf. die Rampe zu kompensieren (2-17 Überspannungssteuerung).

Der Wechselrichter wird nach Erreichen eines bestimmten Spannungsniveaus abgeschaltet, um die Transistoren und die Zwischenkreiskondensatoren zu schützen.

Wählen Sie die Methode zur Regelung des Zwischenkreisspannungsniveaus über

- 2-10 Bremsfunktion und
- 2-17 Überspannungssteuerung

HINWEIS

Sie können OVC nicht aktivieren, wenn Sie einen PM-Motor betreiben (d. h. wenn 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 Wechselrichter im Freilauf ausläuft.

Statische Überlast im Modus VVC^{plus}

Wird der Frequenzumrichter überlastet, reduziert der Frequenzumrichter automatisch die Ausgangsfrequenz, um so die Belastung zu reduzieren.

Bei extremer Überlast kann jedoch ein Strom auftreten, der den Frequenzumrichter nach ca. 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. Wenn aufgrund der Umgebungsbedingungen Kondensation möglich ist, wird die Installation einer Schaltschrankheizung empfohlen. 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
- IEC600721 Klasse 3K4

3.6.2 Temperatur

Für alle Frequenzumrichter sind Ober- und Untergrenzen für die Umgebungstemperatur festgelegt. Durch die Vermeidung extremer Umgebungstemperaturen kann die Lebensdauer der Geräte verlängert und die Gesamt-Systemzuverlässigkeit maximiert werden. Befolgen Sie die Empfehlungen für die maximale Leistung und die Langlebigkeit der Geräte.

- Obwohl Umrichter bei Temperaturen bis -10 °C betrieben werden können, ist ein ordnungsgemäßer Betrieb bei Nennlast erst bei Temperaturen ab 0 °C oder höher garantiert.
- Überschreiten Sie nicht die Temperatur-Höchstgrenze.
- 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 106 und 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, Stäube oder Gase enthält, die die elektronischen Bauteile beeinflussen oder beschädigen können. Werden in solchen Fällen nicht die erforderlichen Schutzmaßnahmen getroffen, so verkürzt sich die Lebensdauer des Frequenzumrichters und es erhöht sich das Risiko von Ausfällen.

Flüssigkeiten können sich schwebend in der Luft befinden und im Frequenzumrichter kondensieren. Dadurch können Bauteile und Metallteile korrodieren. Dampf, Öl und Salzwasser können ebenfalls zur Korrosion von Bauteilen und Metallteilen führen. Für solche Umgebungen empfehlen sich Geräte gemäß Schutzart IP54.

Schwebende Partikel, wie z. B. Staub, können zu mechanisch, elektrisch oder thermisch bedingten Ausfällen des Frequenzumrichters führen. Eine Staubschicht um den Ventilator des Frequenzumrichters ist ein typisches Anzeichen für einen hohen Grad an Schwebepartikeln. Verwenden Sie in staubigen Umgebungen Geräte der Schutzart IP54 oder einen Schaltschrank für Geräte der Schutzart IP20.

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.

Solche chemischen Reaktionen haben schnell Auswirkungen auf die elektronischen Bauteile und beschädigen diese. 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. Dies kann z. B. geschehen, 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:

1. Externer Lüfter
2. DC-Zwischenkreisdrosseln
3. Funkentstörfilterdrossel

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

Tabelle 3.14 FCP 106 Störgeräuschniveaus, Lüfter in Betrieb, gemessen im Abstand von 1 m zum Gerät

FCM 106

Störgeräusche haben die folgenden Ursachen:

1. Motorlüfter
2. Externer Lüfter
3. Motorstator und -rotor
4. DC-Zwischenkreisdrosseln
5. Funkentstörfilterdrossel

Motordrehzahl	Taktfrequenz	Lüfter	MH1	MH2	MH3
[rpm]	[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 3.15 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 Wandmontage, sowie bei Montage an Maschinengestellen oder in Schaltschränken.

Der Frequenzumrichter wurde gemäß den in Tabelle 3.16 definierten Verfahren getestet.

IEC/EN 60721-3-3	Schlag 3M6 (2g-/25g-Schlag)
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 3.16 Konformität mit Vibrations- und Erschütterungstestverfahren

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.

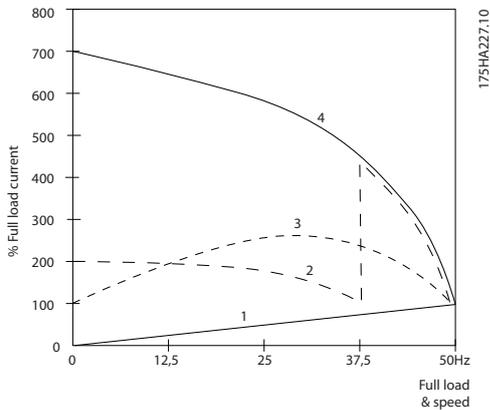


Abbildung 4.1 Startstrom

1	VLT® DriveMotor FCM 106
2	Stern-/Dreieckstarter
3	Softstarter
4	Start direkt am Netz

Tabelle 4.1 Legende für *Abbildung 4.1*

4.1.2 Start/Stop

Klemme 18 = Start/Stop 5-10 Klemme 18 Digitaleingang [8] Start

Klemme 27 = Ohne Funktion 5-12 Klemme 27 Digitaleingang [0] Ohne Funktion (Werkseinstellung Motorfreilauf invers)

5-10 Klemme 18 Digitaleingang = Start (Werkseinstellung)

5-12 Klemme 27 Digitaleingang = Motorfreilauf invers (Werkseinstellung)

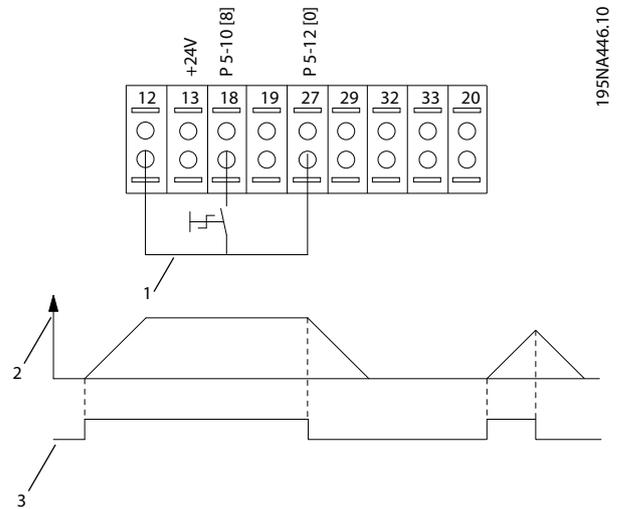


Abbildung 4.2 Start/Stop und Drehzahl

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

Tabelle 4.2 Legende für *Abbildung 4.2*

4.1.3 Puls-Start/Stopp

Klemme 18 = Start/Stopp 5-10 Klemme 18 Digitaleingang [9] Puls-Start

Klemme 27 = Stopp invers 5-12 Klemme 27 Digitaleingang [6] Stopp (inv.)

5-10 Klemme 18 Digitaleingang = Puls-Start
 5-12 Klemme 27 Digitaleingang = Stopp (inv.)

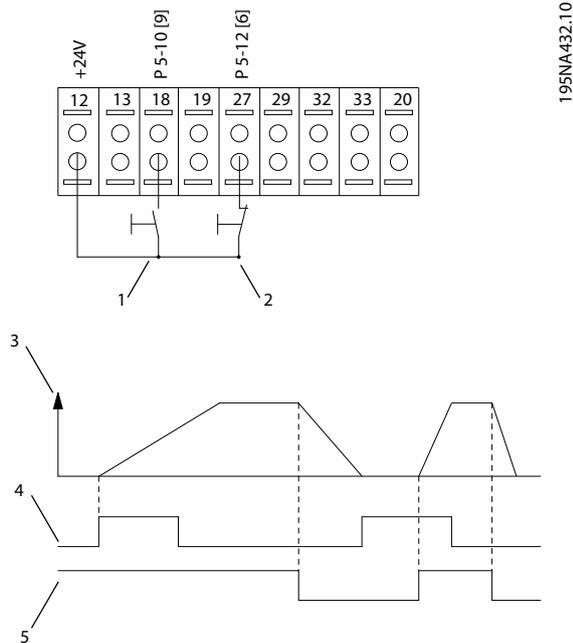


Abbildung 4.3 Puls-Start/Stopp

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

Tabelle 4.3 Legende für Abbildung 4.3

4.1.4 Potentiometer-Sollwert

Spannungssollwert über ein Potentiometer

- 3-15 Variabler Sollwert 1 [1] = Analogeingang 53
- 6-10 Klemme 53 Skal. Min.Spannung = 0 V
- 6-11 Klemme 53 Skal. Max.Spannung = 10 V
- 6-14 Klemme 53 Skal. Min.-Soll/Istwert = 0 U/min
- 6-15 Klemme 53 Skal. Max.-Soll/Istwert = 1.500 U/min

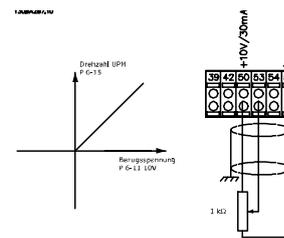


Abbildung 4.4 Potentiometer-Sollwert

4.1.5 Automatische Motoranpassung (AMA)

AMA ist ein Algorithmus zur Messung der elektrischen Motorparameter an einem Motor bei Stillstand. Das heißt, dass AMA selbst kein Drehmoment liefert. AMA lässt sich vorteilhaft bei der Inbetriebnahme von Anlagen und bei der Optimierung der Anpassung des Frequenzumrichters an den verwendeten Motor einsetzen. Dies kommt insbesondere dann zum Tragen, wenn die Werkseinstellung zur optimalen Motorregelung nicht anwendbar ist.

1-29 Autom. Motoranpassung bietet die Wahl zwischen einer kompletten AMA mit Ermittlung aller elektrischen Motorparameter und einer reduzierten AMA, bei der lediglich der Statorwiderstand R_s ermittelt wird. 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 1-20 Motornennleistung [kW] bis 1-28 Motordrehrichtungsprüfung eingegeben werden. Geben Sie für Asynchronmotoren die korrekten Motor-Typenschilddaten in 1-24 Motor Current und 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 R_s bewirkt. In der Regel ist dies kein kritischer Zustand.

- Sie können die AMA nur durchführen, 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.
- Führen Sie bei parallel geschalteten Motoren ausschließlich eine reduzierte AMA durch.
- Während einer AMA erzeugt der Frequenzumrichter kein Motordrehmoment. Während einer AMA darf jedoch auch die Anwendung kein Anlaufen der Motorwelle hervorrufen, was z. B. bei Ventilatoren in Lüftungssystemen vorkommen kann. Hierdurch wird die AMA-Funktion beeinträchtigt.
- Beim Betrieb eines PM-Motors können Sie nur eine Vollständige AMA durchführen (wenn 1-10 Motorart auf [1] PM non salient SPM eingestellt ist).
- 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 Spannungsüberschwingungen. 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 4-64 *Semi-Auto Bypass Set-up* umgesetzt werden. Jedoch gibt es bei dieser Vorgehensweise keine allgemeine Regel zum optimalen Überspringen der Frequenzbänder, da dies in hohem Maße von der Breite der Resonanzspitze abhängt. In den meisten Fällen ist die Resonanz hörbar.

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 und
- 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.

4.2 Beispiele für Energieeinsparungen

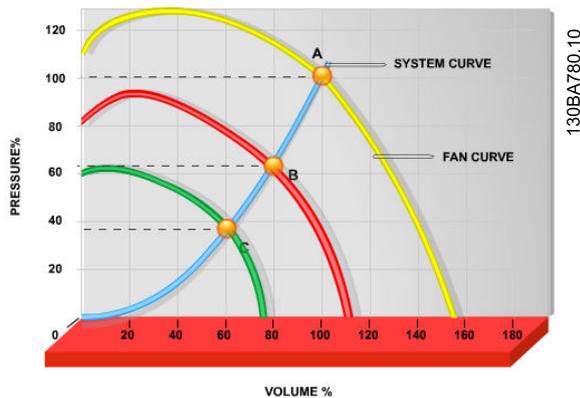
4.2.1 Gründe für den Einsatz eines Frequenzumrichters zur Regelung von Lüftern und Pumpen?

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*.

4.2.2 Der klare Vorteil: Energieeinsparungen

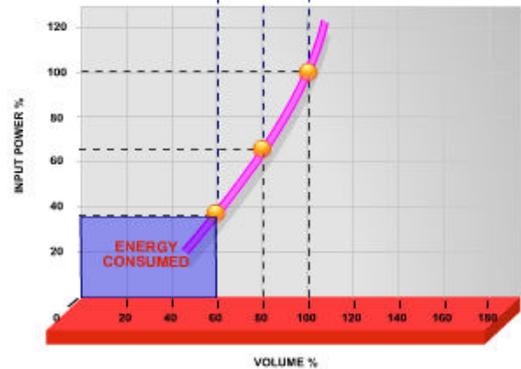
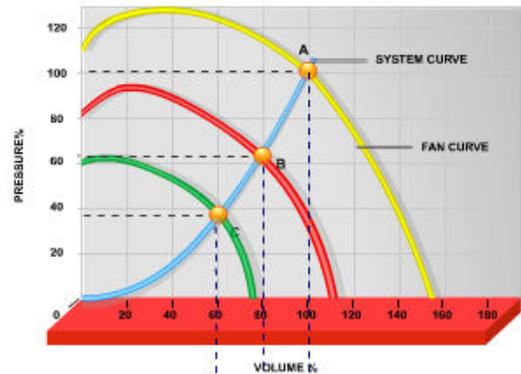
Der klare Vorteil beim Einsatz eines Frequenzumrichters zur Drehzahlregelung von Lüftern oder Pumpen sind die erreichbaren Einsparungen im Hinblick auf den Energieverbrauch.

Im Vergleich zu alternativen Regelsystemen bietet ein Frequenzumrichter die höchste Energieeffizienz zur Regelung von Lüftungs- und Pumpenanlagen.



130BA780.10

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



130BA781.10

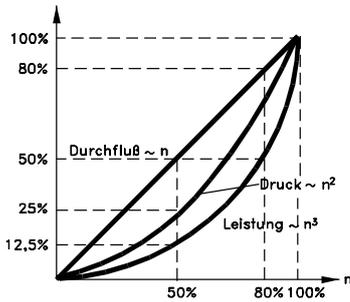
Abbildung 4.6 Wenn die Lüfterkapazität mit einem Frequenzumrichter auf 60 % reduziert wird, können in Standardanwendungen Energieeinsparungen von mehr als 50 % erzielt werden.

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.

Wenn das fragliche System einen Durchfluss liefern muss, der nur an einigen Tagen im Jahr 100 % entspricht, während der Durchschnitt für den Rest des Jahres unter 80 % des Nenndurchflusses liegt, beträgt die gesparte Energie mehr als 50 %.

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



175HA208.10

Abbildung 4.7 Proportionalitätsgesetze

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

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

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

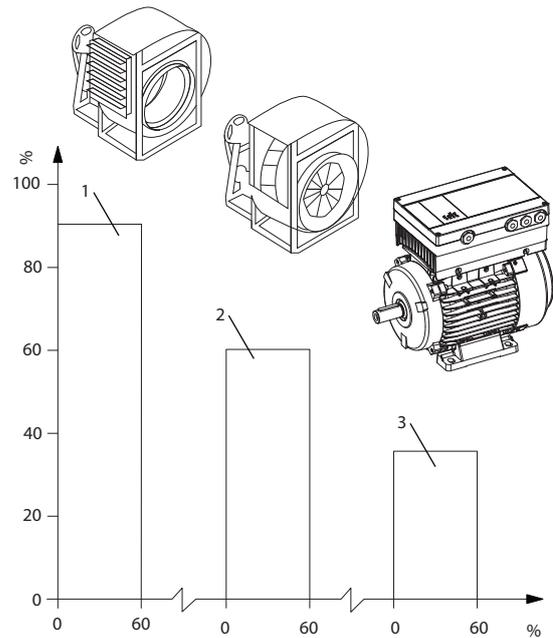
Q = Durchfluss	P = Leistung
Q ₁ = Nenndurchfluss	P ₁ = Nennleistung
Q ₂ = Reduzierter Durchfluss	P ₂ = Reduzierte Leistung
H = Druck	n = Drehzahlregelung
H ₁ = Nenndruck	n ₁ = Nennzahl
H ₂ = Reduzierter Druck	n ₂ = Reduzierte Drehzahl

Tabelle 4.4 Legende für Abbildung 4.7

4.2.4 Beispiel für Energieeinsparungen

Mit der Frequenzumrichter-Lösung von Danfoss können größere Energieeinsparungen 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.



195NA444.10

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

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

Durch Entladungsdämpfer wird die Leistungsaufnahme leicht gesenkt. Durch Leitschaukeln 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 Fluss über ein 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

$$P_{\text{Welle}} = P_{\text{Wellenausgang}}$$

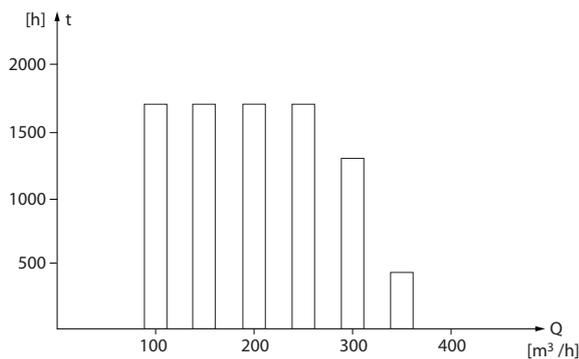


Abbildung 4.9 Durchflussverteilung über 1 Jahr

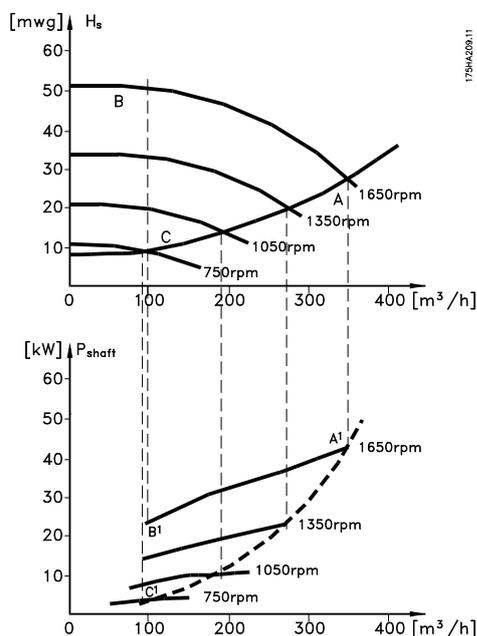


Abbildung 4.10 Pumpenleistung

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 4.5 Pumpenleistung

4.3 Regelung – Beispiele

4.3.1 Bessere Regelung

Durch den Einsatz eines Frequenzumrichters zur Durchfluss- oder Druckregelung ergibt sich ein Regelsystem, das sich sehr genau regulieren lässt. Mithilfe eines Frequenzumrichters kann die Drehzahl eines Lüfters oder einer Pumpe stufenlos geändert werden, 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 dann die vorprogrammierte Aktion durch.

4.3.3 Programmierung des Smart Logic Controllers

Der SLC enthält eine Folge benutzerdefinierter Aktionen (siehe 13-52 SL-Controller Aktion), die ausgeführt werden, wenn das zugehörige Ereignis (siehe 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 Array-Parametern 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, bis zu 20 Ereignisse und Aktionen (0–20) 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:

4

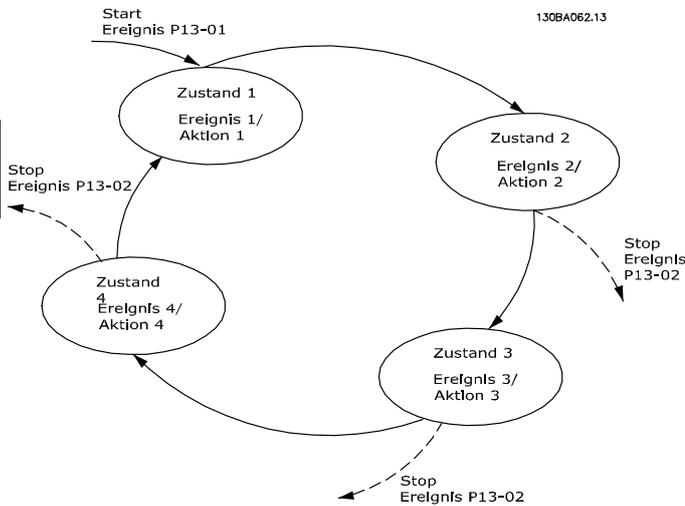
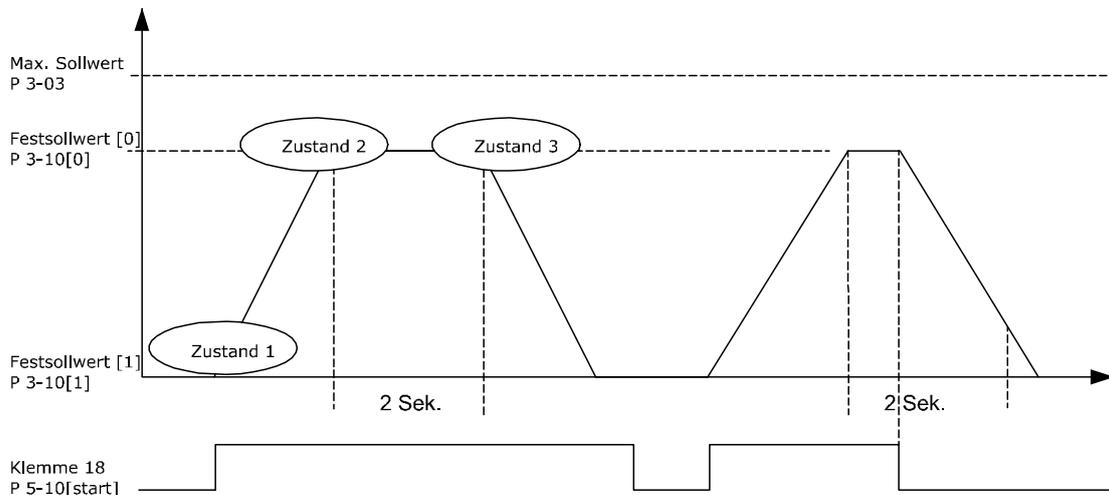


Abbildung 4.11 Beispiel mit 3 Ereignissen/Aktionen

4.3.4 SLC-Anwendungsbeispiel



130BA157.11

Abbildung 4.12 Einfache Sequenz 1: Start – Rampe auf – 2 Sek. Sollwertdrehzahl fahren – Rampe ab und Nulldrehzahl bis zum Stoppsignal

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

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

Klemme 27 auf Ohne Funktion (5-12 Klemme 27 Digitaleingang) einstellen.

Festsollwert 0 auf gewünschte Sollwertdrehzahl (3-10 Festsollwert [0]) in Prozent von max. Sollwertdrehzahl (3-03 Maximaler Sollwert) einstellen. Ein Beispiel: 60 %

Stellen Sie den Festsollwert 1 auf die zweite Sollwertdrehzahl (3-10 Festsollwert [1]) ein. Beispiel: 0 % (Null).

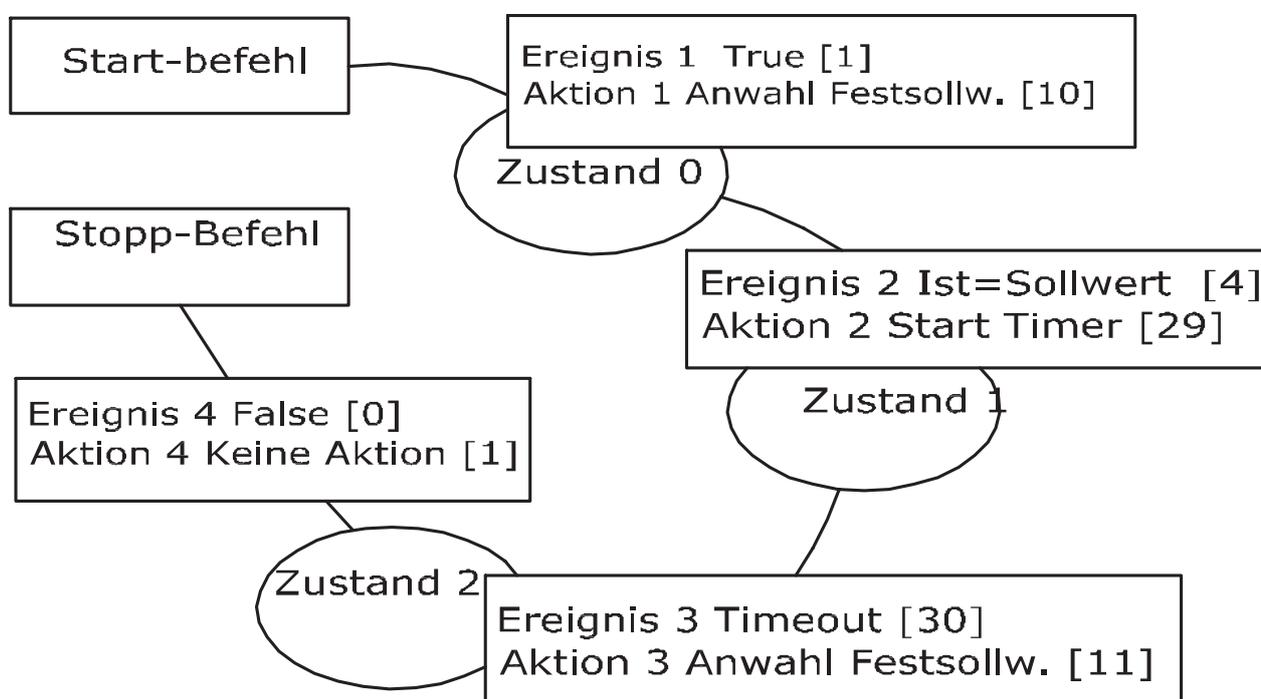
Stellen Sie den Timer 0 für eine konstante Drehzahl in 13-20 SL-Timer [0] ein. Beispiel: 2 s.

Ereignis 1 in 13-51 SL-Controller Ereignis [1] auf WAHR [1] einstellen.
 Ereignis 2 in 13-51 SL-Controller Ereignis [2] auf Ist=Sollwert [4] einstellen.
 Ereignis 3 in 13-51 SL-Controller Ereignis[3] auf Timeout 0 [30] einstellen.
 Ereignis 4 in 13-51 SL-Controller Ereignis [4] auf FALSCH [0] einstellen.

Aktion 1 in 13-52 SL-Controller Aktion [1] auf Anwahl Festsollw. 0 [10] einstellen.
 Aktion 2 in 13-52 SL-Controller Aktion [2] auf Start Timer 0 [29] einstellen.
 Aktion 3 in 13-52 SL-Controller Aktion [3] auf Anwahl Festsollw. 1 [11] einstellen.
 Aktion 4 in 13-52 SL-Controller Aktion [4] auf Keine Aktion [1] einstellen.

Stellen Sie die Smart Logic Control in 13-00 Smart Logic Controller auf [1] EIN.

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



130BA148.11

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.

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.

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.

FCM106P4K0T4C55H1FSXXAXXE4N4K0150B03000

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 Frequenzumrichtermotor zu finden. Die Bestellnummern für die Standardausführungen des Frequenzumrichtermotors sind auch nachstehend in diesem Kapitel 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, die an die Vertriebsniederlassung vor Ort übermittelt wird. 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.

5.2 Typencode

Konfigurationsbeispiele für die Oberfläche des Antriebskonfigurators: Die Zahlen in den Feldern geben die Anzahl der im Typencode enthaltenen Buchstaben/Ziffern an - von links nach rechts zu lesen.

5

Produkt	Bezeichnung	Position	Auswahloptionen
FCM 106	FCP 106	Produktgruppe	1-3 FCP FCM
		Baureihen	4-6 106
		Nennleistung	7-10 0,55-7,5 kW (PK55 - P7K5)
		Netzspannung	11-12 T4: 380-480 V AC
		Gehäuse	13-15 C66: IP66/UL TYP 4X (nur FCP 106) C55: IP 55/NEMA 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 - Std.- Software
		Optionen	22-23 AX: Keine Option AN: Speicher-Modul, ohne Feldbus ^{a)} AM: Speicher-Modul, Profibus DP V1 ^{a)}
		Nicht zugewiesen	24 X: Reserviert
		Motortypen	25 E: Standard-Motoren
		Effizienzklasse	26 2: Motoreffizienz IE2 4: Motoreffizienz IE4
		Lastprofil	27 N: Normale Überlast H: Hohe Überlast
		Wellenleistung	28-30 0,55-7,5 kW (K55-7K5)
		Motorenndrehzahl	31-33 150: 1500 U/min 180: 1800 UPM 300: 3000 UPM 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

a) Verfügbar zur künftigen Veröffentlichung

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

Abbildung 5.1 Typencode – Beispiel

195NA445.10

5.2.1 Motorbaugrößen und -flansche

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

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

5

Tabelle 5.2 Flanschgrößen entsprechend der FCM 106-Nennleistung

S: Erhältlich als Standardwelle

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

5.3 Bestellnummern

5.3.1 Optionen und Zubehör

Beschreibung	Baugröße 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	132B0200		
Einbausatz inkl. 3m-Kabel, IP55, für LCP	132B0557		
Local Operating Pad (LOP), IP65	175N0128		
Motoradapterplatten-Satz: Motoradapterplatte, Motorstecker, PE-Stecker, Dichtung zur Verwendung zwischen dem FCP 106 und der Adapterplatte, 4 Schrauben	134B0340	134B0390	134B0440
Wandadapterplatten-Satz	a)	a)	a)
Potentiometeroption	177N0011		

Tabelle 5.3 Optionen und Zubehör, Bestellnummern

1) Die Nennleistung bezieht sich auf Normale Überlast (NO), siehe Kapitel 6.2 Elektrische Daten.

a) Daten bei künftiger Veröffentlichung verfügbar.

5.3.2 Ersatzteile

Bestellnummern und Bestellinformationen finden Sie im

- VLT Shop unter <http://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 Stck. für Motorklemmen, UVW
- 2 Stck. für Thermistor (optional)

AMP-Kontakte, TE-Bestellnummern:

- 927827 (0,5-1 mm²) [AWG 20-17]
- 927833 (1,5-2,5 mm²) [AWG 15,5-13,5]
- 927824 (2,5-4 mm²) [AWG 13-11]

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

6 Technische Daten

6.1 Abstände, Abmessungen und Gewichte

6.1.1 Abstände

Vor der Montage des FCP 106 am Motor, müssen folgende Abstände eingehalten werden.

Gehäuse		Leistung [kW]	Abstand oben/unten [mm]	
Baugröße	IP-Klasse		Motor-Flanschende	Kühllüfterende
		3x380-480 V		
MH1	IP66/Type 4X	0.55-1.5	30	100
MH2	IP66/Type 4X	2.2-4.0	40	100
MH3	IP66/Type 4X	5.5-7.5	50	100
MH4	IP66/Type 4X	11.0-15.0	75	100

Tabelle 6.1 Abstand

6.1.2 Motorbaugröße entsprechend der Bauform FCP 106

PM Motor		Asynchronmotor		FCP 106	
1500 U/min	3000 UPM	3000 UPM	1500 U/min	Gehäuse	Leistung [kW]
71	N.v.	N.v.	N.v.	MH1	0,55
71	71	71	80		0,75
71	71	80	90		1,1
71	71	80	90		1,5
90	71	90	100		2,2
90	90	90	100	MH2	3
90	90	100	112		4
112	90	112	112	MH3	5,5
112	112	112	132		7,5

Tabelle 6.2 Motorbaugröße entsprechend der Bauform FCP 106

6.1.3 FCP 106 Abmessungen

6

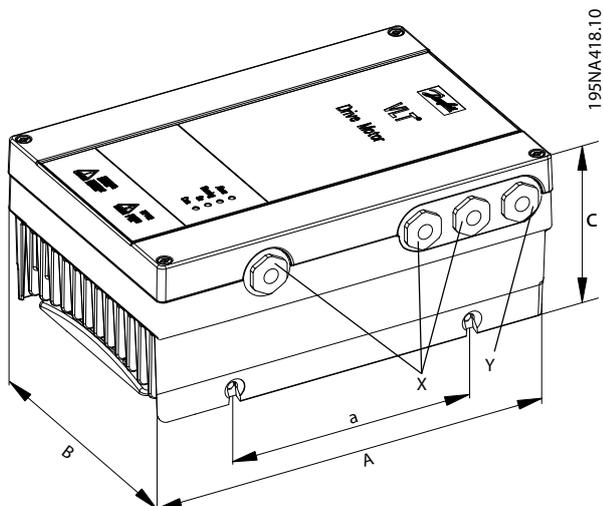


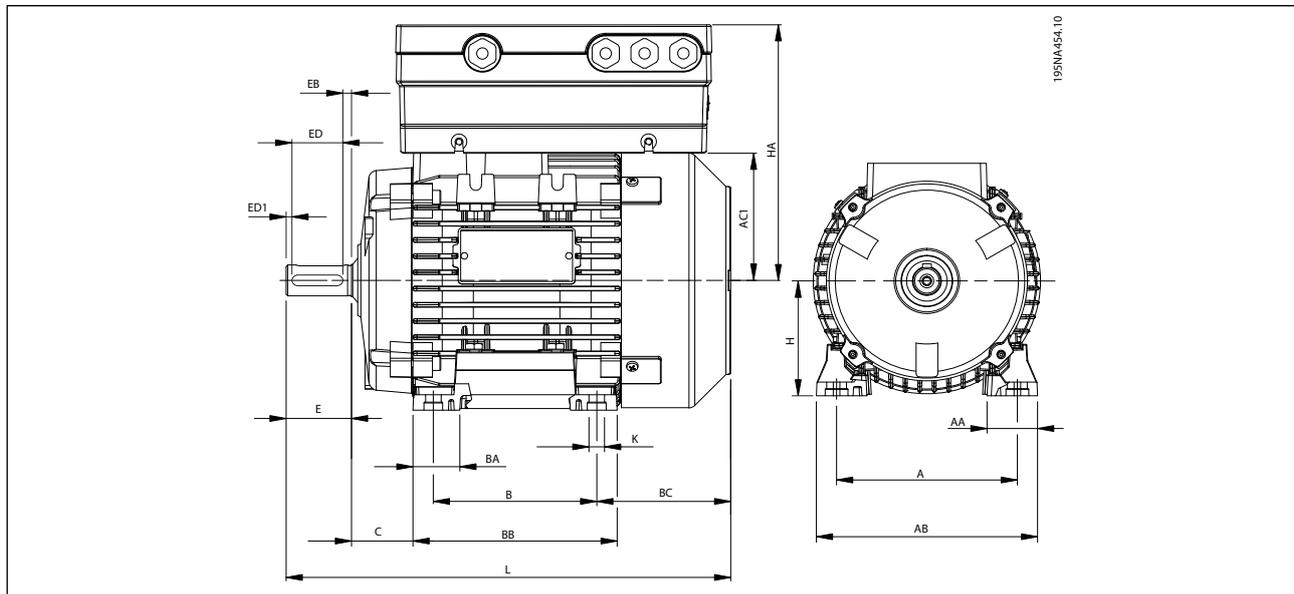
Abbildung 6.1 FCP 106

Gehäuse	Leistung [kW]	Länge [mm]		Breite [mm]		Höhe [mm]		Kabelverschraubung Durchmesser	Befestigungsbohrung	Maximalgewicht [kg]
		A	a	B	C	X	Y			
Baugröße	3x380-480 V									
MH1	0.55-1.5	231.4	130	162.1	106.8	M20	M20	M6	-	
MH2	2.2-4.0	276.8	166	187.1	113.2	M20	M20	M6	-	
MH3	5.5-7.5	321.7	211	221.1	123.4	M20	M25	M6		

Tabelle 6.3 FCP 106 Abmessungen

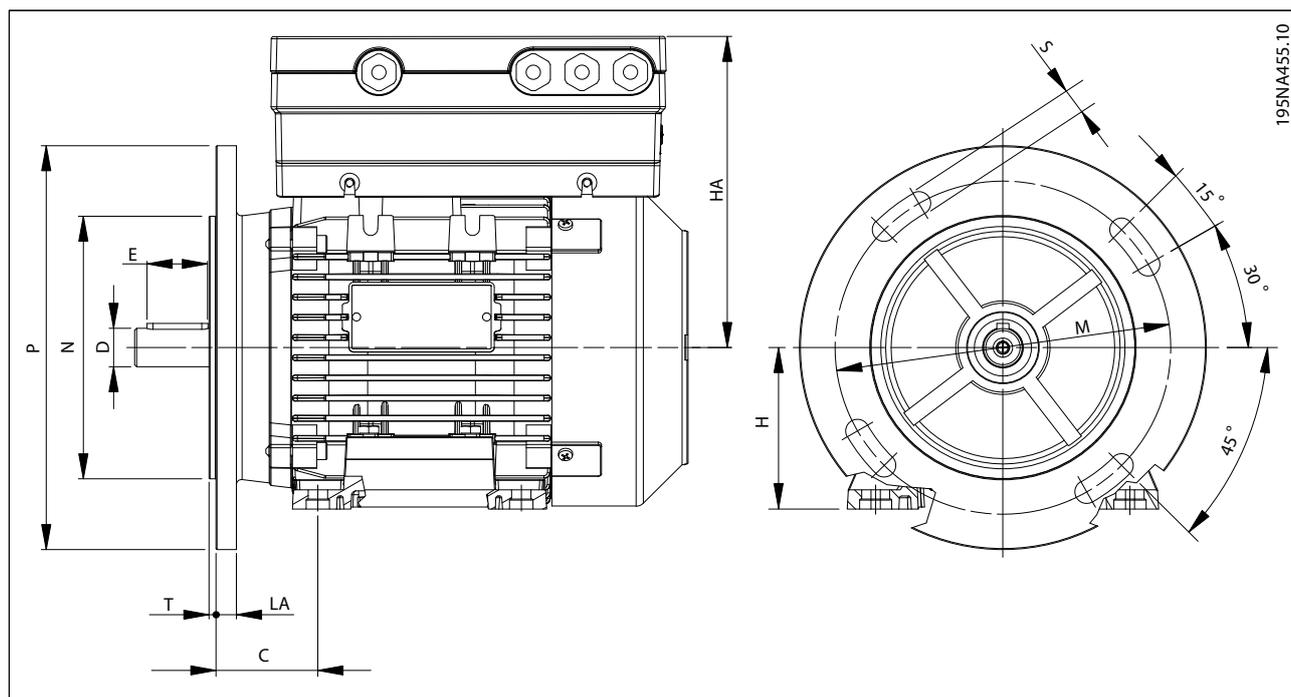
6.1.4 FCM 106 Abmessungen

Detaillierte Abmessungen von FCM 106 finden Sie im VLT® DriveMotor FCM 106 Projektierungshandbuch.



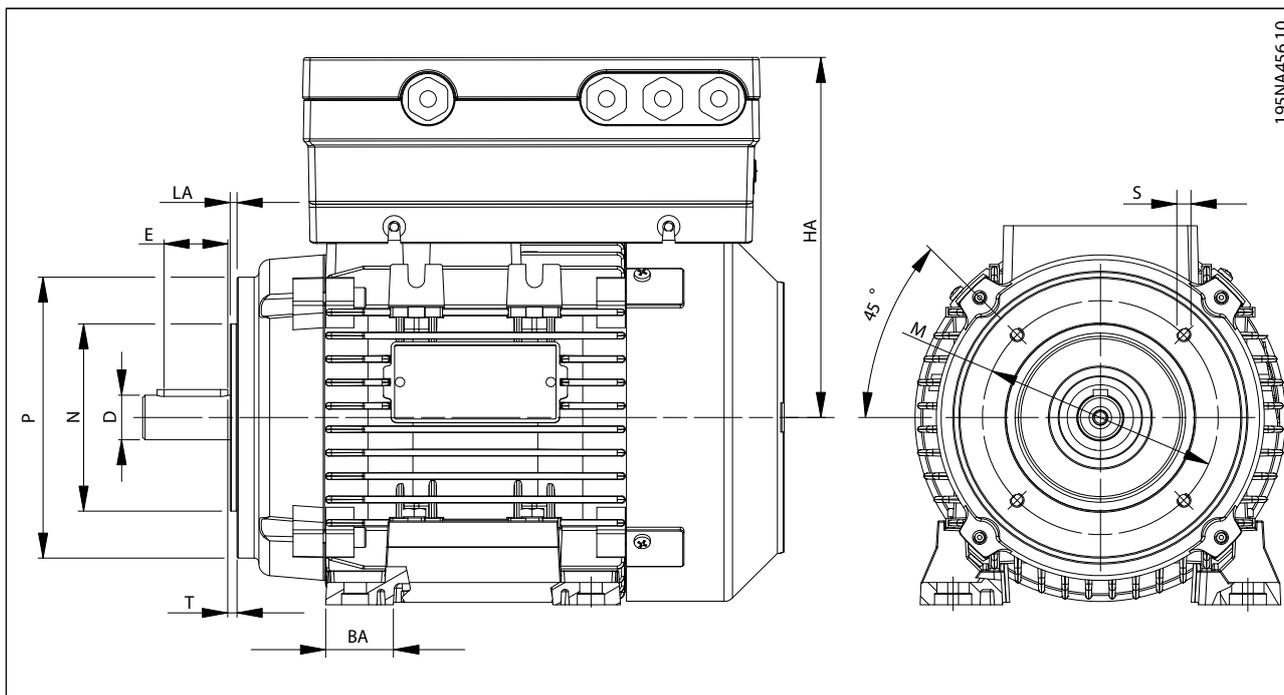
Motor rahmen- größe	71	80	90S	90L	100L	100L	112M	132S	132M	160M	160L	180M	180L
A [mm]	112	125	140	140	160	160	190	216	216	254	254	279	279
B [mm]	90	100	100	125	140	140	140	140	178	210	254	241	279
C [mm]	45	50	56	56	63	63	70	89	89	108	108	121	121
H [mm]	71	80	90	90	100	100	112	132	132	160	160	180	180
K [mm]	8	10	10	10	11	11	12,5	12	12	14	14	15	15
AA [mm]	31	34,5	37	37	44	44	48	59	59	76	76	75	75
AB [mm]	135	153	170	170	192	192	220	256	256	320	320	348	348
BB [mm]	108	125	150	150	166	166	176	180	218	270	310	310	348
BC [mm]	83	89	116	91	110	144	126	134	136	180	180	256	256
L [mm]	246	272	317	317	366	400	388	445	485	608	652	687	725
AC [mm]	139	160	180	180	196	194	225	248	248	317	317	360	360
E [mm]	30	40	50	50	60	60	60	80	80	110	110	110	110
ED [mm]	20	30	30	40	40	50	50	70	70	100	100	100	100
EB [mm]	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5
FCL [mm]													
FCW [mm]													
HA [mm]	HA = H + (Höhe des Frequenzumrichters) Weitere Informationen zu Abmessungen des Frequenzumrichters finden Sie unter .												

Tabelle 6.4 FCM 106 Abmessungen: Fußmontage - B3 Asynchron- oder PM-Motor



Motor rahmengröße	71	80	90S	90L	100L	112M	132S	160M	180M
M [mm]	130	165	165	165	215	215	265	300	300
N [mm]	110	130	130	130	180	180	230	250	250
P [mm]	160	200	200	200	250	250	300	350	350
S [mm]	M8	M10	M10	M10	M12	M12	M12	M16	M16
T [mm]	3,5	3,5	3,5	3,5	4	4	4	5	5
LA [mm]	10	10	12	12	14	14	14	15	13
HA [mm]	HA = H + (Höhe des Frequenzumrichters) Weitere Informationen zu Abmessungen des Frequenzumrichters finden Sie unter .								

Tabelle 6.5 FCM 106 Abmessungen: Flanschmontage - B5, B35 für Asynchron- oder PM-Motor



Kleiner Flansch B14

Motor rahmengröße	71	80	90S	100L	112M	132S	160M/L	180M
M [mm]	85	100	115	130	130	165	215	-
N [mm]	70	80	95	110	110	130	180	-
P [mm]	105	120	140	160	160	200	250	-
S [mm]	M6	M6	M8	M8	M8	M10	M12	-
T [mm]	2,5	3	3	3,5	3,5	3,5	4	-
LA [MM]	11	9	9	10	10	30	12	-

Großer Flansch B14

Motor rahmengröße	71	80	90S	100L	112M	132S	160M/L	180M
M [mm]	115	130	130	165	165	215	265	-
N [mm]	95	110	110	130	130	180	230	-
P [mm]	140	160	160	200	200	250	300	-
S [mm]	M8	M8	M8	M10	M10	M12	M16	-
T [mm]	2,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4	5	-
LA [MM]	8	8,5	9	12	12	12	12	-

HA [mm] HA = H + (Höhe des Frequenzumrichters)
 Weitere Informationen zu Abmessungen des Frequenzumrichters finden Sie unter .

Tabelle 6.6 FCM 106 Abmessungen: Oberflächenmontage - B14, B34 für Asynchron- oder PM-Motor

FCM 106 mit Asynchron- oder PM-Motor								
Motor rahmengröße	71	80	90S	100L	112M	132S	160M/L	180M
D [mm]	14	19	24	28	28	38	42	48
F [mm]	5	6	8	8	8	10	12	14
G [mm]	11	15,5	20	24	24	33	37	42,5
DH	M5	M6	M8	M10	M10	M12	M16	M16

Tabelle 6.7 FCM 106 Abmessungen: Welle Antriebsende - Asynchron- oder PM-Motor

6.1.5 Gewicht

Fügen Sie zur Berechnung des Gesamtgewichts des Geräts

- die Kombination des Gewichts des Frequenzumrichters und der Adapterplatte hinzu, siehe *Tabelle 6.8* und
- Motorgewicht, siehe *Tabelle 6.9*.

Gehäusotyp	Gewicht		
	FCP 106 [kg]	Motoradapterplatte [kg]	Kombination aus FCP 106 und Motoradapterplatte [kg]
MH1	3,9	0,42	4,3
MH2	5,8	0,54	6,3
MH3	8,1	0,78	8,9

Tabelle 6.8 Gewicht des FCP 106

Wellenleistung [kW]	PM Motor				Asynchronmotor			
	1500 UPM		3000 UPM		1500 UPM		3000 UPM	
	Geräte baugröße	Gewicht [kg]						
0,55	71	4,8	N.v.		N.v.		N.v.	
0,75	71	5,4	71	4,8	80S	11	71	9,5
1,1	71	7,0	71	4,8	90S	16,4	80	11
1,5	71	10	71	6,0	90L	16,4	80	14
2,2	90	12	71	6,6	100L	22,4	90L	16
3	90	14	90S	12	100L	26,5	100L	23
4	90	17	90S	14	112M	30,4	100L	28
5,5	112	30	90S	16	132S	55	112M	53
7,5	112	33	112M	26	132M	65	112M	53

Tabelle 6.9 Ungefähres Motorgewicht

6.2 Elektrische Daten

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	HO
Typische Wellenleistung [kW]	0.55		0.75		1.1		1.5		2.2		3.0		4.0		
Typische Wellenleistung [PS]	0.75		1.0		1.5		2.0		3.0		4.0		5.0		
Max. Kabelquerschnitt der Klemmen (Netz und Motor) [mm ² /AWG]	4/10		4/10		4/10		4/10		4/10		4/10		4/10		
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	2.0	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 (3 x 440-480 V) [A]	1.3	1.9	2.0	2.5	2.4	3.5	3.2	4.2	4.3	6.3	5.8	8.4	7.5	11.0	
Max. Netzsicherungen	Siehe Kapitel 6.9.1 Sicherungen und Trennschalter/Kapitel 6.9 Spezifikationen für Sicherung und Trennschalter														

6

Tabelle 6.10 Netzversorgung 3 x 380-480 VAC – Normale und hohe Überlast: MH1, MH2 und MH3 Baugröße

1) NO: Normale Überlast, HO: Hohe Überlast.

AWG: American Wire Gauge. Der max. Kabelquerschnitt ist der größte Kabelquerschnitt, den Sie an die Klemmen anschließen können. Beachten Sie immer nationale und örtliche Vorschriften.

Gehäuse	MH3			MH4 ²⁾			
	P5K5	P7K5		P11K		P15K	
Überlast ¹⁾	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung [kW]	5.5		7.5		11		15
Typische Wellenleistung [PS]	7.5		10		15		20
Max. Kabelquerschnitt der Klemmen (Netz und Motor) [mm ² /AWG]	4/10		4/10		16/6		16/6
Ausgangsstrom							
40 °C Umgebungstemperatur							
Dauerbetrieb (3x380-440 V) [A]	12		15.5		23		31
Überlast (3x380-440 V) [A]	13.2	14.4	17.1	19.2	25.3	24.8	34.0
Dauerbetrieb (3x440-480 V) [A]	11		14		21		27
Überlast (3x440-480 V) [A]	12.1	13.2	15.4	17.6	23.1	22.4	29.7
Max. Eingangsstrom							
Dauerbetrieb (3x380-440 V) [A]	11		15		22		30
Überlast (3x380-440 V) [A]	12	17	17	22	24	33	32
Dauerbetrieb (3x440-480 V) [A]	9.4		13		18		25
Überlast (3 x 440-480 V) [A]	10	15	14	20	21	30	28
Max. Netzsicherungen Siehe Kapitel 6.9.1 Sicherungen und Trennschalter Kapitel 6.9 Spezifikationen für Sicherung und Trennschalter							

Tabelle 6.11 Netzversorgung 3 x 380-480 VAC – Normale und hohe Überlast: MH3 und MH4

1) NO: Normale Überlast, HO: Hohe Überlast.

2) Version 2014.

AWG: American Wire Gauge. Der max. Kabelquerschnitt ist der größte Kabelquerschnitt, den Sie an die Klemmen anschließen können. Beachten Sie immer nationale und örtliche Vorschriften.

6.3 Netzversorgung

Netzversorgung (L1, L2, L3)

Versorgungsspannung 380-480 V \pm 10 %

Niedrige Netzspannung/Netzausfall:

- Bei einer niedrigen Netzspannung oder einem Netzausfall arbeitet der Frequenzumrichter weiter, bis die Zwischenkreisspannung unter den minimalen Stopppiegel abfällt, der normalerweise 15 % unter der niedrigsten Versorgungsnennspannung des Frequenzumrichters liegt. Bei einer Netzspannung von mehr als 10 % unter der niedrigsten Versorgungsnennspannung des Frequenzumrichters schaltet der Umrichter nicht ein und er kann kein volles Drehmoment erreichen.

Netzfrequenz 50/60 Hz

Max. kurzzeitiges Ungleichgewicht zwischen Netzphasen 3,0 % der Versorgungsnennspannung

Wirkleistungsfaktor (λ) \geq 0,9 bei Nennlast

Verschiebungsfaktor ($\cos\phi$) nahe 1 (>0.98)

Schalten am Netzeingang L1, L2, L3 (Einschaltvorgang) Max. 2 Mal/min.

Umgebung nach EN 60664-1 Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

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

- 100.000 ARMS (symmetrisch) bei maximal je 480 V liefern können, mit als Abweigschutz eingesetzten Sicherungen
- 10, 000 ARMS (symmetrisch) bei maximal je 480 V liefern, mit als Abweigschutz 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 \pm 5 °C abschaltet. Sie können eine Überlastabschaltung durch hohe Temperatur erst zurücksetzen, nachdem die Kühlkörpertemperatur wieder unter 70 °C \pm 5 °C gesunken ist (dies ist nur ein Richtwert: Temperaturen können je nach Leistungsgröße, Schutzart usw. verschieden sein). Der Frequenzumrichter besitzt eine Funktion zur automatischen Leistungsreduzierung, um einen Anstieg der Kühlkörpertemperatur auf 90 °C zu vermeiden.
- Der Frequenzumrichter ist gegen Kurzschlüsse zwischen den Motorklemmen U, V, W 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 der Frequenzumrichter abschaltet, wenn die Zwischenkreisspannung zu gering 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 aber nicht bei geerdetem Dreieck-Netz größer 400 V.

6.5 Umgebungsbedingungen

Umgebungen

Gehäuse	IP66/Type 4X
Vibrationstest (IEC 600721-3-3 Klasse 3M6)	2.0 g
Max. relative Feuchtigkeit	5%-95% (IEC 60721-3-3; Klasse 4K3 (nicht kondensierend) bei Betrieb
Aggressive Umgebungsbedingungen (IEC 60721-3-3)	Klasse 3C3
Prüfverfahren nach IEC 60068-2-43 Hydrogensulfid (10 Tage)	
Umgebungstemperatur	Max. 40 °C (durchschnittliches Maximum 24 Stunden)
Min. Umgebungstemperatur bei Vollast	0 °C
Min. Umgebungstemperatur bei reduzierter Leistung, Gehäuserahmen MH1-MH5	-20 °C
Temperatur bei Lagerung/Transport	-30 to +65/+70 °C
Max. Höhe über dem Meeresspiegel ohne Leistungsreduzierung	1000 m
Max. Höhe über dem Meeresspiegel mit Leistungsreduzierung	3000 m
Sicherheitsnormen	EN/IEC 60204-1, EN/IEC 61800-5-1, UL 508C
EMV-Normen, Störaussendung	EN61000-3-2, EN61000-3-12, EN55011, EN61000-6-4
EMV-Normen, Störfestigkeit	EN 61800-3, EN 61000-6-1/2

6.6 Kabelspezifikationen

Kabellängen und Querschnitte

Max. Motorkabellänge, abgeschirmt	0,5 m
Max. Querschnitt für Motor, Netz für MH1-MH3.	4 mm ² /10 AWG
Max. Querschnitt DC-Klemmen für Gehäuserahmen MH1-MH3	4 mm ² /10 AWG
Max. Querschnitt für Steuerklemmen, starrer Draht	2,5 mm ² /14 AWG
Max. Querschnitt für Steuerklemmen, flexibles Kabel	2,5 mm ² /14 AWG
Mindestquerschnitt für Steuerklemmen	0,05 mm ² /30 AWG
Max. Querschnitt für Thermistoreingang (am Motoranschluss)	4,0 mm ²

6.7 Steuereingang/-ausgang und Steuerdaten

Digitaleingänge^{A)}

Programmierbare Digitaleingänge	4
Klemme Nr.	18, 19, 27, 29
Logik	PNP oder NPN
Spannungspegel	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

Analogeingänge^{A)}

Anzahl Analogeingänge	2
Klemme Nr.	53, 54
Klemme 53 Modus	Parameter 6-19: 1=Spannung, 0=Strom
Klemme 54 Modus	Parameter 6-29: 1=Spannung, 0=Strom
Spannungspegel	0-10 V
Eingangswiderstand, R _i	ca. 10 kΩ
Max. Spannung	20 V
Strombereich	0/4 bis 20 mA (skalierbar)
Eingangswiderstand, R _i	<500 Ω
Max. Strom	29 mA

Analogausgang^{A)}

Anzahl programmierbarer Analogausgänge	2
Klemme Nr.	42, 45 ¹⁾
Strombereich am Analogausgang	0/4-20 mA
Max. Last GND - Analogausgang	500 Ω
Max. Spannung am Analogausgang	17 V
Genauigkeit am Analogausgang	Max. Abweichung: 0,4 % der Gesamtskala
Auflösung am Analogausgang	10 Bit

1) Klemme 42 und 45 können auch als Digitalausgänge programmiert werden. Analogausgang.

Digitalausgang

Anzahl Digitalausgänge	2
Klemme Nr.	42, 45 ¹⁾
Spannungspegel am Digitalausgang	17 V
Max. Ausgangsstrom am Digitalausgang	20 mA
Max. Last am Digitalausgang	1 kΩ

1) Klemmen 42 und 45 können auch als Analogausgang programmiert werden.

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^{A)}

Klemme Nr.	12
Max. Lastgehäuse-Rahmen MH1-MH5	80 mA

Relaisausgang^{A)}

Programmierbarer Relaisausgang	2
Relais 01 und 02	01-03 (NC), 01-02 (NO), 04-06 (NC), 04-05 (NO)
Max. Klemmenleistung (AC-1) ¹⁾ an 01-02/04-05 (NO/schließen) (ohmsche Last)	250 V AC, 3 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) ¹⁾ auf 01-02/04-05 (NO/Schließer) (induktive Last bei $\cos\phi$ 0,4)	250 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) ¹⁾ auf 01-02/04-05 (NO/Schließer) (ohmsche Last)	30 V DC, 2 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) ¹⁾ auf 01-02/04-05 (NO/Schließer) (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Max. Klemmenleistung (AC-1) ¹⁾ auf 01-03/04-06 (NC/Öffner) (ohmsche Last)	250 V AC, 3 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) ¹⁾ auf 01-03/04-06 (NC/Öffner) (induktive Last bei $\cos\phi$ 0,4)	250 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) ¹⁾ auf 01-03/04-06 (NC/Öffner) (ohmsche Last)	30 V DC, 2 A
Min. Klemmenleistung an 01-03 (NC/öffnen), 01-02 (NO/schließen)	24 V DC 10 mA
Umgebung nach EN 60664-1	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2
1) IEC 60947 Teil 4 und 5.	

 Steuerkarte, 10-V-DC-Ausgang^{A)}

Klemme Nr.	50
Ausgangsspannung	10.5 V \pm 0.5 V
Max. Last	25 mA

A) Alle Eingänge, Ausgänge, Kreise, DC-Stromversorgungen und Relaiskontakte sind galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.

6.8 Technische Daten des FCM Motors

Motorausgang (U, V, W)

Ausgangsspannung	0-100 % der Versorgungsspannung
Ausgangsfrequenz, Asynchronmotor	0-200 Hz (VVC ^{plus}), 0-400 Hz (u/f)
Ausgangsfrequenz, PM-Motor	0-390 Hz (VVC ^{plus} PM)
Schalten am Ausgang	Unbegrenzt
Rampenzeiten	0.05-3600 s

Thermistoreingang (bei Motoranschluss)

Eingangsbedingungen (siehe auch Abschnitt)	Fehler: >2.9 k Ω , kein Fehler: <800 Ω
--------------------------------------------	------------------------------------------------------

6.9 Spezifikationen für Sicherung und Trennschalter

Schutz von Nebenstromkreisen

Zum Schutz der Installation vor elektrischen Gefahren und Bränden müssen alle Abzweigkreise in einer Installation, in Getrieben, Maschinen usw. gemäß nationalen und lokalen Richtlinien vor Kurzschluss und Überstrom geschützt sein.

Kurzschluss-Schutz

Danfoss empfiehlt die Verwendung der in *Tabelle 6.12* und aufgeführten Sicherungen, um Servicepersonal und Geräte im Fall eines internen Defekts im Frequenzumrichter oder eines Kurzschlusses im DC-Zwischenkreis zu schützen. Der Frequenzumrichter bietet vollständigen Kurzschluss-Schutz bei einem Kurzschluss am Motor.

Überspannungsschutz

Sorgen Sie für einen Überlastschutz, um eine Überhitzung der Kabel in der Anlage auszuschließen. Führen Sie den Überspannungsschutz stets gemäß den nationalen Vorschriften aus. Die Sicherungen müssen für den Schutz eines Kreislaufs ausgelegt sein, der imstande ist, höchstens 100.000 Aeff (symmetrisch), 480 V max. zu liefern.

UL/ nicht UL-Übereinstimmung

Verwenden Sie die in *Tabelle 6.12* aufgelisteten Trennschalter und Sicherungen, damit die Einhaltung von UL oder IEC 61800-5-1 gewährleistet werden kann.

Die Trennschalter müssen für den Schutz eines Kreislaufs ausgelegt sein, der imstande ist, höchstens 10.000 Aeff (symmetrisch), 480 V max. zu liefern.

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

Gehäusegröße	Leistung [kW] 3x380-480 V	Trennschalter				Sicherung							
		Empf. UL	Max. UL	Empf. nicht UL	Max. nicht UL	Empf. UL	Maximale UL					Empf. nicht UL	Max. nicht UL
							Typ						
						RK5, RK1, J, T, CC	RK5	RK1	J	T	CC	gG	gG
MH1	0.55	CTI25M - 047B3146	CTI25M - 047B3149	CTI25M - 047B3146	CTI25M - 047B3149	6	6	6	6	6	6	10	10
	0.75	CTI25M - 047B3147	CTI25M - 047B3149	CTI25M - 047B3147	CTI25M - 047B3149	6	6	6	6	6	6	10	10
	1.1	CTI25M - 047B3147	CTI25M - 047B3150	CTI25M - 047B3147	CTI25M - 047B3150	6	10	10	10	10	10	10	10
	1.5	CTI25M - 047B3148	CTI25M - 047B3150	CTI25M - 047B3148	CTI25M - 047B3150	6	10	10	10	10	10	10	10
MH2	2.2	CTI25M - 047B3149	CTI25M - 047B3152	CTI25M - 047B3149	CTI25M - 047B3152	6	20	20	20	20	20	16	20
	3.0	CTI25M - 047B3149	CTI25M - 047B3152	CTI25M - 047B3149	CTI25M - 047B3152	15	25	25	25	25	25	16	25
	4.0	CTI25M - 047B3150	CTI25M - 047B3102	CTI25M - 047B3150	CTI25M - 047B3102	15	30	30	30	30	30	16	32
MH3	5.5	CTI25M - 047B3150	CTI25M - 047B3102	CTI25M - 047B3150	CTI25M - 047B3102	20	30	30	30	30	30	25	32
	7.5	CTI25M - 047B3151	CTI25M - 047B3102	CTI25M - 047B3151	CTI25M - 047B3102	25	30	30	30	30	30	25	32

Tabelle 6.12 Sicherungen und Trennschalter

6.10 Leistungsreduzierung aufgrund Umgebungstemperatur und Taktfrequenz

Die Umgebungstemperatur wird über 24 h gemessen und muss mindestens 5 °C unter dem maximal zulässigen Wert liegen. Betreiben Sie den Frequenzumrichter bei hoher Umgebungstemperatur, so ist eine Reduzierung des Dauerausgangsstroms notwendig.

6

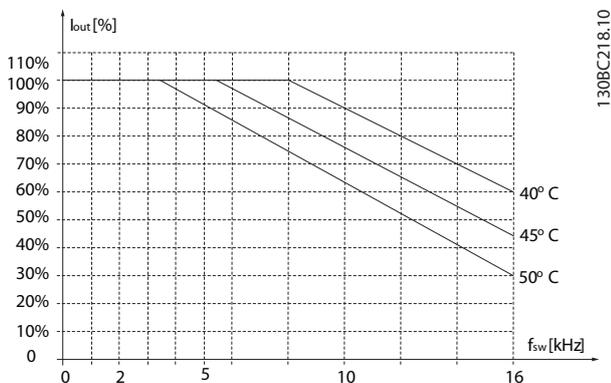


Abbildung 6.2 400 V MH1 0,55-1,5 kW

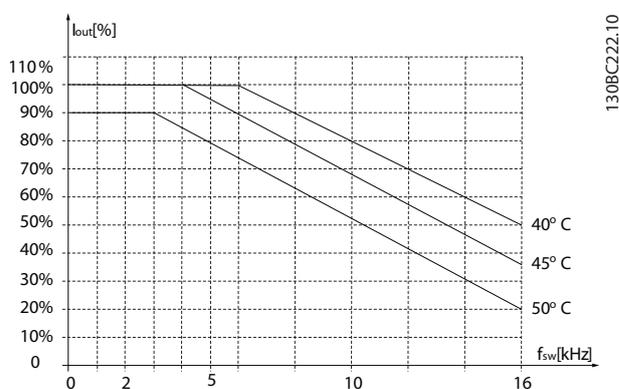


Abbildung 6.4 400 V MH3 5,5-7,5 kW

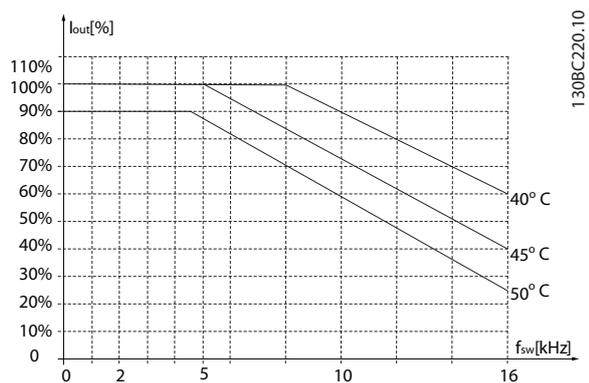


Abbildung 6.3 400 V MH2 2,2-4,0 kW

6.11 dU/dt

Wellenausgangsleistung [kW]	Kabellänge [m]	AC-Netzspannung [V]	Anstiegszeit [µs]	V _{peak} [kV]	dU/dt [kV/µs]
0,55	0,5	400	0,1	0,57	4,5
0,75	0,5	400	0,1	0,57	4,5
1,1	0,5	400	0,1	0,57	4,5
1,5	0,5	400	0,1	0,57	4,5
2,2	<0,5	400	a)	a)	a)
3,0	<0,5	400	a)	a)	a)
4,0	<0,5	400	a)	a)	a)
5,5	<0,5	400	a)	a)	a)
7,5	<0,5	400	a)	a)	a)

Tabelle 6.13 dU/dt, MH1-MH3

a) 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 Wellennendrehmoments oder, im Falle 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 6.5*. Der Faktor in dieser Abbildung muss mit dem spezifischen Wirkungsgradfaktor, der in den Spezifikationstabellen zu finden ist, multipliziert werden.

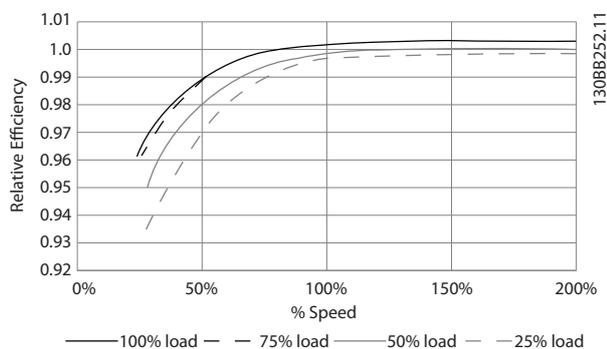


Abbildung 6.5 Typische Wirkungsgradkurven

Beispiel: Legen Sie zugrunde, dass ein Frequenzumrichter mit 22 kW, 380-480 V AC bei 25 % Last und 50 % der Drehzahl läuft. Das Diagramm zeigt 0,97 an, während der Nennwirkungsgrad eines 22-kW-Frequenzumrichters 0,98 beträgt. Der tatsächliche Wirkungsgrad ist gleich: $0,97 \times 0,98 = 0,95$.

Motorwirkungsgrad (η_{MOTOR})

Der Wirkungsgrad eines an den Frequenzumrichter angeschlossenen Motors hängt von der Magnetisierungsstufe ab. In der Regel ist der Wirkungsgrad genauso gut wie bei Netzbetrieb. Der Motorwirkungsgrad ist außerdem vom Motortyp abhängig.

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

Im Allgemeinen hat die Taktfrequenz keinen Einfluss auf den Wirkungsgrad von kleinen Motoren. Bei Motoren mit einer Leistung von mindestens 11 kW 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:

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

Index

A

Abgeschirmtes Kabel..... 19

Abkürzungen..... 5

Abmessungen..... 53, 54, 55, 56

Abmessungen mit Asynchron- und PM-Motor..... 53

Abstand..... 36

Abstände..... 51

Aggressive Umgebungsbedingungen..... 36

Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen..... 17

Allgemeine Schutzmaßnahmen..... 8

AMA..... 39

Amortisationszeit..... 42

Analogausgang..... 61

Analogeingänge..... 61

Angeschlossene Geräte..... 25

Antriebskonfigurator..... 47

Antriebswellen..... 30

Asynchronmotor..... 31

Automatische Anpassungen zur Sicherstellung der Leistung
..... 34

Automatische Motoranpassung..... 2

B

Beispiel für Energieeinsparungen..... 42

Beispiele für Energieeinsparungen..... 41

Bessere Regelung..... 43

C

CE-Konformität und CE-Kennzeichnung..... 6

D

DeviceNet..... 4, 5

Die EMV-Richtlinie (2004/108/EG)..... 6

Die Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)..... 6

Die Niederspannungsrichtlinie (2006/95/EG)..... 6

Digitalausgang..... 61

Digitaleingänge..... 61

Durchschnittstemperatur..... 36

E

Elektrische Anschlussübersicht..... 11

Elektronisches Thermorelais..... 31

Elektroschrott..... 7

Emissionsanforderungen..... 20

EMV-gerechte elektrische Installation..... 18

EMV-gerechte Installation..... 18

Energieeinsparungen..... 41, 42

Erdableitstrom..... 22

ETR..... 31

Extreme Betriebszustände..... 35

F

Fern-Einbausatz..... 32

G

Galvanische Trennung..... 22

Gebäudeleitsystem, BMS..... 42

H

Hand-Steuerung (Hand On) und Fern-Betrieb (Auto On)..... 14

Heben..... 29

Höchsttemperatur..... 36

I

Integrierter Frequenzumrichter und Motor..... 23

Istwertumwandlung..... 16

K

Kabellängen und Querschnitte..... 60

Kondensation..... 36

Konventionen..... 5, 6

Kühlung..... 36

Kurzschluss (Motorphase – Phase)..... 35

L

Lager..... 29, 30

LCP..... 14

Leistungsreduzierung wegen niedrigem Luftdruck..... 34

Luftfeuchtigkeit..... 36

Luftzirkulation..... 36

M

Modbus..... 4, 5

Motorausgang (U, V, W)..... 62

Motorparameter..... 39

Motorphasen..... 35

Motorüberlastschutz..... 59

N

Netzausfall..... 35

Netzversorgung (L1, L2, L3)..... 59

Netzversorgung 3 x 380-480 VAC – Normale und hohe Überlast.....	57	Störgeräuschniveaus.....	37
		Symbole.....	5
O			
Optionen und Zubehör, Bestellnummern.....	49	T	
P			
PELV (Schutzkleinspannung) – Protective Extra Low Voltage	22	Temperatur.....	36
PM Motor.....	31	Thermischer Motorschutz.....	31
Potentiometer-Sollwert.....	39	Thermistor.....	32
Potenzial.....	19	Thermistoreingang (bei Motoranschluss).....	62
Profibus.....	4, 5	Trägheitsmoment.....	31, 35
Programmierung des Smart Logic Controllers.....	43	Typencode und Auswahlhilfe.....	47
Proportionalitätsgesetze.....	41	Ü	
Puls-Start/Stopp.....	39	Überspannungsschutz.....	63
R			
Regelstruktur ohne Rückführung.....	13	U	
Regelungsstruktur (Regelung mit Rückführung) (PI).....	13	UL-Übereinstimmung.....	63
Relais.....	12	Umgebungen.....	60
Relaisausgang.....	62	Umgebungstemperatur.....	36
S			
Schalten am Ausgang.....	35	Urheberschutz, Haftungsbeschränkung und Revisionsrechte	4
Schalten am Netzeingang.....	59	V	
Schaltschrankheizung.....	36	Variable Regelung von Durchfluss und Druck.....	43
Schmierung.....	30	Variablen Fluss über ein Jahr.....	42
Schutz.....	22, 36, 63	Vibrationen und Erschütterungen.....	37
Schutzfunktionen und Eigenschaften.....	59	Vom Motor erzeugte Überspannung.....	35
Sicherungen und Trennschalter.....	63	W	
Smart Logic Control.....	43	Was unter die Richtlinien fällt.....	7
Softstarter.....	38	Wirkungsgrad.....	65
Softwareversion.....	7	Z	
Sollwertverarbeitung.....	15	Zur Regelung von Lüftern und Pumpen.....	41
Start/Stopp.....	38	Zwischenkreis.....	35, 37
Statische Überlast im Modus VVCplus.....	35		
Stern-/Dreieckstarter.....	38		
Steuerkarte, 10-V-DC-Ausgang.....	62		
Steuerkarte, 24-V-DC-Ausgang.....	61		
Steuerkarte, RS485 serielle Schnittstelle.....	61		
Steuerklemmen.....	12		
Steuerklemmen.....	12		
Steuerklemmen und -relais 3.....	12		
Steuerungsaufbau.....	23		
Störfestigkeitsanforderungen.....	21		
Störgeräusche.....	37		



www.danfoss.com/drives

.....
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
www.danfoss.com/drives

