Niehues
Hydraulik · Automation

MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

Danfoss

Projektierungshandbuch für Ausgangsfilter

VLT® AutomationDrive FC 300
VLT® AQUA Drive FC 200
VLT® HVAC Drive FC 100

VLT®
THE REAL DRIVE

Archivierung: 06/2020

Inhaltsverzeichnis

1 Lesen des Projektierungshandbuchs 3
1.1.2 Abkürzungen 3
2 Sicherheit und Konformität 4
2.1 Sicherheitshinweise 4
2.1.1 CE-Kennzeichnung 4
3 Einführung zu Ausgangsfiltern 5
3.1 Gründe für die Verwendung von Ausgangsfiltern 5
3.2 Schutz der Motorisolation 5
3.2.1 Die Ausgangsspannung 5
3.3 Reduzierung der Motorstörgeräusche 7
3.4 Reduzierung bei hochfrequent wirksamen elektromagnetischen Störgeräu-schen im Motorkabel 8
3.5 Was versteht man unter Lagerströmen und Wellenspannungen? 9
3.5.1 Vorbeugung des frühzeitigen Verschleißes von Lagern 9
3.5.2 Messung elektrischer Entladungen in den Motorlagern 10
3.6 Welcher Filter für welchen Zweck 12
3.6.1 du/dt-Filter 12
3.6.2 Sinusfilter 14
3.6.3 Hochfrequenz-Gleichtakt-Kernsätze 16
4 Auswahl von Ausgangsfiltern 17
4.1 Auswählen eines geeigneten Ausgangsfilters 17
4.1.1 Produktübersicht 17
4.1.2 Auswahl der HF-CM-Kerne 19
4.2 Elektrische Daten - dU/dt-Filter 20
4.3 Elektrische Daten - Sinusfilter 22
4.3.1 Ersatzteile/Zubehör 27
4.3.2 Kabelanschlüsse für Bodenfilter 27
4.3.3 Klemmenanschlusssätze 28
4.4 Sinusfilter 29
4.4.1 du/dt-Filter 30
4.4.2 Unterbau-Sinusfilter 31
5 Installieren 32
5.1 Mechanische Installation 32
5.1.1 Sicherheitshinweise für mechanische Installation 32
5.1.2 Montage 32
5.1.3 Mechanische Installation der HF-CM 32
5.1.4 Erdung von Sinus- und dU/dt-Filtern 33

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

5.1.5 Abschirmung 33
5.2 Abmessungen 34
5.2.1 Zeichnungen 34

6 Programmieren des Frequenzumrichters 43
6.1.1 Parametereinstellungen zum Betrieb mit Sinusfilter 43

Index 44

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

1 Lesen des Projektierungshandbuchs

In diesem Projektierungshandbuch werden die Ausgangsfilter Ihres Frequenzumrichters in mehreren Kapiteln ausführlich behandelt. Dazu gehört die Auswahl des richtigen Ausgangsfilters für die Anwendung, eine Anleitung zu seiner Installation und das Programmieren des Frequenzumrichters.

Die technische Literatur von Danfoss ist auch online unter *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation* verfügbar.

1.1.1 Symbole

In dieser Bedienungsanleitung verwendete Symbole

HINWEIS

Kennzeichnet einen wichtigen Hinweis.

⚠VORSICHT

Kennzeichnet eine allgemeine Warnung.

⚠WARNUNG

Kennzeichnet eine Warnung vor Hochspannung.

★	Markiert in der Auswahl die Werkseinstellung.

1.1.2 Abkürzungen

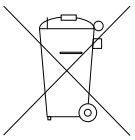
Wechselstrom	AC
American Wire Gauge = Amerikanisches Drahtmaß	AWG
Ampere/AMP	A
Automatische Motoranpassung	AMA
Stromgrenze	I_{LIM}
Grad Celsius	°C
Gleichstrom	DC
Abhängig von Frequenzumrichter	D-TYPE
Elektromagnetische Verträglichkeit	EMV
Elektronisches Thermorelais	ETR
Drive	FC-Profil
Gramm	g
Hertz	Hz
Kilohertz	kHz
LCP Bedieneinheit	LCP
Meter	m
Induktivität in Millihenry	mH
Milliampere	mA
Millisekunde	ms
Minute	min.
Motion Control Tool	MCT
Nanofarad	nF
Newtonmeter	Nm
Motornennstrom	$I_{M,N}$
Motornennfrequenz	$f_{M,N}$
Motornennleistung	$P_{M,N}$
Motornennspannung	$U_{M,N}$
Parameter	Par.
Schutzkleinspannung	PELV
Wechselrichter-Ausgangsnennstrom	I_{INV}
Umdrehungen pro Minute	UPM
Sekunde	s
Synchronmotordrehzahl	n_s
Drehmomentgrenze	T_{LIM}
Volt	V
$I_{VLT,MAX}$	Der maximale Ausgangsstrom.
$I_{VLT,N}$	Der Ausgangsnennstrom, den der Frequenzumrichter liefern kann.

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

2 Sicherheit und Konformität

2

2.1 Sicherheitshinweise



Geräte mit elektronischen Bauteilen dürfen nicht im normalen Hausmüll entsorgt werden.
Sie müssen gesondert mit Elektro- und Elektronikaltgeräten gemäß geltender Gesetzgebung gesammelt werden.

MCC 101/102
Projektierungshandbuch

CE c UL US

2.1.1 CE-Kennzeichnung

Was ist unter dem CE-Zeichen zu verstehen?
Sinn und Zweck des CE-Zeichens ist ein Abbau von technischen Handelsbarrieren innerhalb der EFTA und der EU. Die EU hat das CE-Zeichen als einfache Kennzeichnung für die Übereinstimmung eines Produkts mit den entsprechenden EU-Richtlinien eingeführt. Über die technischen Daten oder die Qualität eines Produkts sagt das CE-Zeichen nichts aus.
Die Niederspannungsrichtlinie (73/23/EWG)
Frequenzumrichter müssen seit 1. Januar 1997 die CE-Kennzeichnung in Übereinstimmung mit der Niederspannungsrichtlinie erfüllen. Die Richtlinie gilt für sämtliche elektrischen 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.

Warnhinweise

⚠VORSICHT

Während des Betriebs steigt die Oberflächentemperatur des Filters, berühren Sie das Filter während des Betriebs NICHT.

⚠WARNUNG

Arbeiten Sie niemals an einem Filter, das gerade in Betrieb ist. Das Berühren elektrischer Teile - auch nach der Trennung des Frequenzumrichters vom Netz - kann lebensgefährlich sein.

⚠WARNUNG

Warten Sie mindestens die im Projektierungshandbuch angegebene Entladezeit für den entsprechenden Frequenzumrichter ab, bevor Sie Wartungsarbeiten am Filter durchführen, um das Risiko eines Stromschlags zu vermeiden.

HINWEIS

Versuchen Sie niemals, ein defektes Filter zu reparieren.

HINWEIS

Die in diesem Projektierungshandbuch vorgestellten Filter wurden speziell für Frequenzumrichter von Danfoss (FC 102/202/301 und 302) entwickelt und getestet. Danfoss übernimmt keine Verantwortung für den Einsatz von Ausgangsfiltern anderer Anbieter.

HINWEIS

Die nicht mehr produzierten LC-Filter wurden für die Serie VLT5000 entwickelt und sind mit dem VLT FC 100/200/300 nicht kompatibel.
Die neuen Filter sind jedoch mit den FC- und der VLT 5000-Serien kompatibel.

HINWEIS

690-V-Anwendungen:
Bei Motoren, die nicht speziell für den Frequenzumrichterbetrieb oder ohne Doppelisolation ausgelegt sind, rät Danfoss zum Einsatz von dU/dt- oder Sinusfiltern.

HINWEIS

Sinusfilter können bei höheren Taktfrequenzen als der Nenntaktfrequenz verwendet werden, dürfen jedoch niemals bei Taktfrequenzen verwendet werden, die mehr als 20 % unter der Nenntaktfrequenz liegen.

HINWEIS

dU/dt-Filter können im Gegensatz zu Sinusfiltern bei niedrigerer Taktfrequenz als der Nenntaktfrequenz verwendet werden, höhere Taktfrequenzen führen jedoch zu Überhitzung des Filters und müssen vermieden werden.

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

3 Einführung zu Ausgangsfiltern

3.1 Gründe für die Verwendung von Ausgangsfiltern

Dieses Kapitel beschreibt, warum und wann Ausgangsfilter mit Danfoss Frequenzumrichtern verwendet werden. Es ist in 4 Abschnitte unterteilt:

- Schutz der Motorisolation
- Reduzierung der Motorstörgeräusche
- Reduzierung der hochfrequent wirksamen elektromagnetischen Störungen im Motorkabel
- Lagerströme und Wellenspannung

3.2 Schutz der Motorisolation

3.2.1 Die Ausgangsspannung

Die Ausgangsspannung des Frequenzumrichters ist eine Reihe von Trapezimpulsen mit variabler Breite (Pulsbreitenmodulation), gekennzeichnet durch eine Impulsanstiegzeit t_r.

Wird im Wechselrichter ein IGBT geschaltet, so steigt die am Motor anliegende Spannung proportional zur dU/dt-Änderung in Abhängigkeit von folgenden Funktionen an:

- Motorkabel (Typ, Querschnitt, Länge, mit/ohne Abschirmung, Induktivität und Kapazität)
- der Wellenwiderstand des Motors im Hochfrequenzbereich

Durch das Impedanzungleichgewicht zwischen Wellenwiderstand des Kabels und Wellenwiderstand des Motors tritt eine Wellenreflexion auf, die ein Spannungsüberschwingen an den Motorklemmen hervorruft - siehe *Abbildung 3.1*. Der Motorwellenwiderstand nimmt bei zunehmender Motorgröße ab, sodass sich ein geringeres Ungleichgewicht zur Kabelimpedanz ergibt. Der niedrigere Reflexionsfaktor (Γ) reduziert die Wellenreflexion und damit das Spannungsüberschwingen. Typische Werte enthält *Tabelle 3.1*.
Bei parallelen Kabeln ist der Wellenwiderstand des Kabels reduziert, sodass sich ein höherer Reflexionsfaktor und größeres Überschwingen ergibt. Weitere Informationen siehe IEC 61800-8.

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

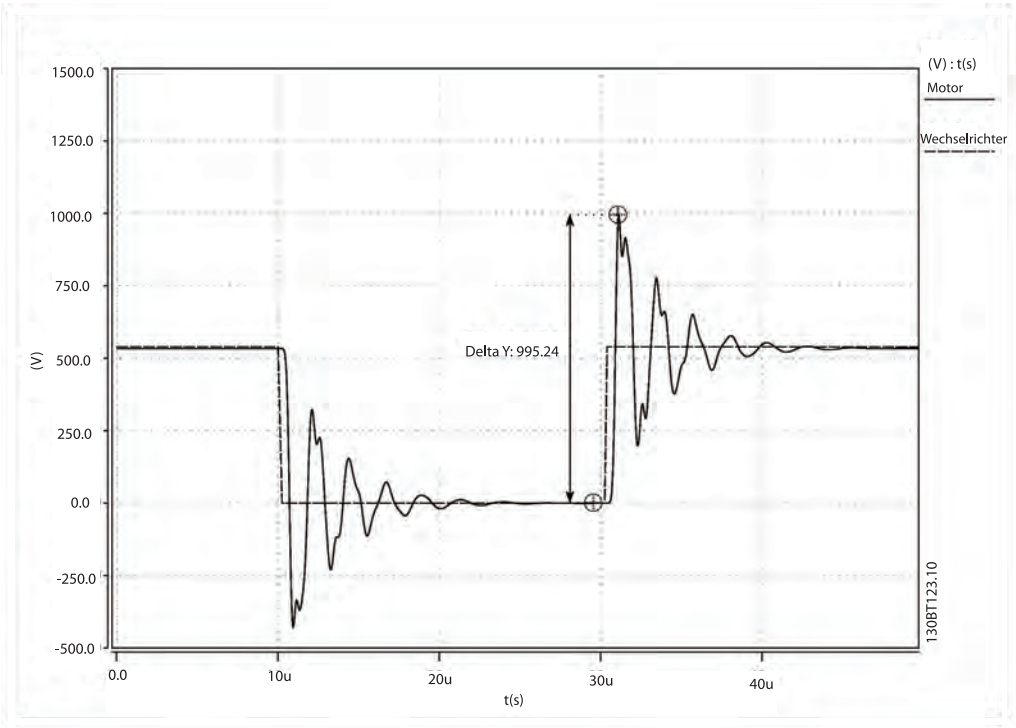


Abbildung 3.1 Beispiel einer Umrichterausgangsspannung (gepunktete Linie) und Motorklemmenspannung nach 200 m Kabel (durchgehende Linie).

Typische Werte für Anstiegzeit und Spitzenspannung U_{PEAK} werden an den Motorklemmen zwischen zwei Phasen gemessen.

In der Praxis werden zwei unterschiedliche Definitionen für die Anstiegzeit t_r verwendet. Die internationalen IEC-Normen definieren die Anstiegzeit als die Zeit zwischen 10 % und 90 % der Spitzenspannung U_{peak}. Die US National Electrical Manufacturers Association (NEMA) definiert die Anstiegzeit als die Zeit zwischen 10 % und 90 % der endgültigen eingeregelten Spannung, die gleich der DC-Zwischenkreis-spannung U_{DC} ist. Sieeh *Abbildung 3.2* und *Abbildung 3.3*.

Näherungswerte für unten nicht aufgeführte Kabellängen und Spannungen lassen sich über die folgenden Faustregeln ermitteln:

1. Die Anstiegzeit nimmt mit der Kabellänge zu.
2. U_{PEAK} = DC-Zwischenkreisspannung x (1+Γ); Γ steht für den Reflexionsfaktor und die Tabelle unten enthält typische Werte (DC-Zwischenkreisspannung = Netzspannung x 1,35).
3. $dU/dt = \frac{0.8 \times U_{PEAK}}{t_r}$ (IEC)

   $dU/dt = \frac{0.8 \times U_{DC}}{t_r(NEMA)}$ (NEMA)

(Werte für dU/dt, Anstiegzeit und U_{peak} bei verschiedenen Kabellängen siehe das Projektierungshandbuch des Frequenzumrichters)

Motornennleistung [kW]	Zm [Ω]	Γ
<3,7	2000 - 5000	0,95
90	800	0,82
355	400	0,6

Tabelle 3.1 Typische Werte für Reflexionsfaktoren (IEC 61800-8).

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

Die IEC- und NEMA-Definitionen der Anstiegzeit t_r

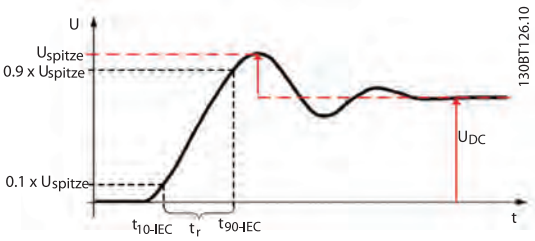


Abbildung 3.2 IEC

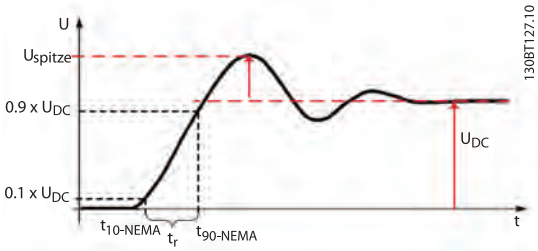


Abbildung 3.3 NEMA

Verschiedene Normen und technische Vorschriften geben Grenzwerte für die zulässige U_{peak} und t_r für verschiedene Motortypen vor. Einige der am häufigsten verwendeten Grenzlinien zeigt *Abbildung 3.4*:

- IEC 60034-17: Grenzlinie für Universalmotoren bei Versorgung durch Frequenzumrichter, 500-V-Motoren.
- IEC 60034-25: Grenzwert für Motoren, die für Umrichterbetrieb vorgesehen sind: Kennlinie A gilt für 500-V-Motoren und Kennlinie B gilt für 690-V-Motoren.
- NEMA MG1: Wechselrichtergespeiste Motoren für besondere Zwecke

Wenn die U_{peak} und t_r die Grenzwerte überschreiten, die für den verwendeten Motor gelten, muss ein Ausgangsfilter zum Schutz der Motorisolation verwendet werden.

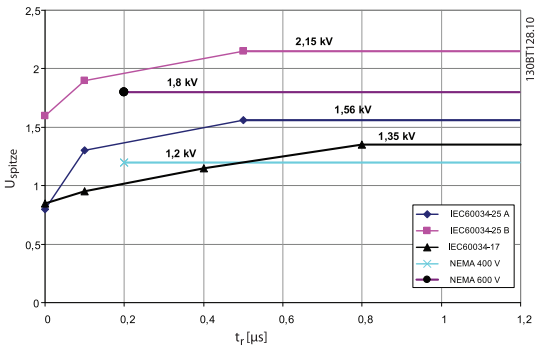


Abbildung 3.4 Grenzlinien für U_{peak} und Anstiegzeit t_r.

3.3 Reduzierung der Motorstörgeräusche

Von Motoren erzeugte Störgeräusche haben drei Hauptursachen.

1. Die vom Motorkern durch Magnetostriktion erzeugten magnetischen Störgeräusche
2. Die von den Motorlagern erzeugten Störgeräusche
3. Die von der Motorbelüftung erzeugten Störgeräusche

Wenn ein Motor von einem Frequenzumrichter gespeist wird, ruft die pulsbreitenmodulierte (PWM) Spannung, die am Motor angelegt wird, zusätzliche magnetische Störgeräusche bei Taktfrequenz und Oberschwingungen der Taktfrequenz (meist mit dem Doppelten der Taktfrequenz) hervor. In einigen Anwendungen ist dies nicht akzeptabel. Zur Beseitigung dieser zusätzlichen Schaltgeräusche sollte ein Sinusfilter verwendet werden. Dieses filtert die pulsförmige Spannung vom Frequenzumrichter und liefert eine sinusförmige verkettete Spannung an den Motorklemmen.

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

3.4 Reduzierung bei hochfrequent wirksamen elektromagnetischen Störgeräuschen im Motorkabel

3

Wenn keine Filter verwendet werden, ist das Spannungsüberschwingen an den Motorklemmen die Hauptursache von hochfrequent wirksamen Störgeräuschen. *Abbildung 3.5* zeigt die Korrelation zwischen der Frequenz des Spannungsüberschwingens an den Motorklemmen und dem Spektrum der hochfrequent leitungsgeführten Störungen im Motorkabel. Neben dieser Geräuschkomponente gibt es auch andere Geräuschkomponenten, wie:

- Die Gleichtaktspannung zwischen Phasen und Masse bei der Taktfrequenz und ihren Oberschwingungen - hohe Amplitude, aber niedrige Frequenz.
- Hochfrequent wirksame Störgeräusche (über 10 MHz), die durch das Schalten der Halbleiter hervorgerufen werden - hohe Frequenz, aber niedrige Amplitude.

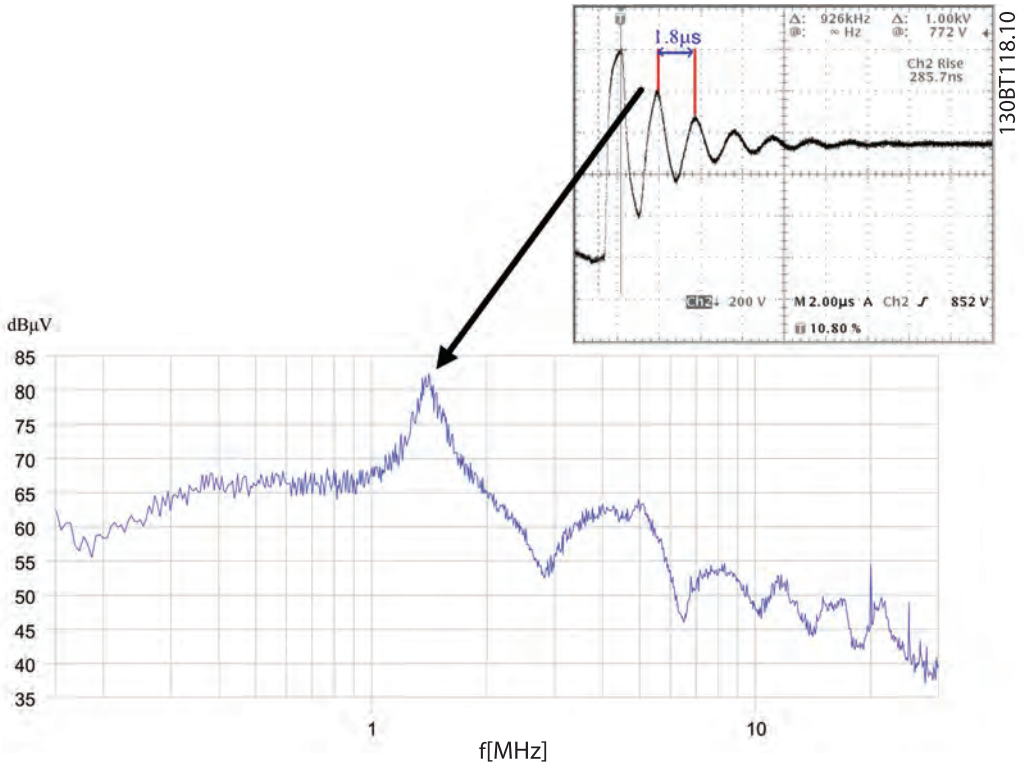


Abbildung 3.5 Korrelation zwischen der Frequenz des Spannungsüberschwingens und dem Spektrum der Geräuschemissionen.

Wenn ein Ausgangsfilter eingebaut wird, ergibt sich der folgende Effekt:

- Bei dU/dt-Filtern wird die Frequenz des Überschwingens unter 150 kHz reduziert.
- Bei Sinusfiltern wird das Überschwingen vollkommen beseitigt und der Motor wird durch eine sinusförmige verkettete Spannung gespeist.

Es ist zu beachten, dass die anderen beiden Geräuschkomponenten noch immer vorliegen. Dies wird in den Messungen der leitungsgeführten Emission in *Abbildung 3.7* und *Abbildung 3.8* veranschaulicht. Die Verwendung nicht abgeschirmter Motorkabel ist möglich, der Aufbau der Anlage sollte jedoch Geräuschkopplung zwischen dem nicht abgeschirmten Motorkabel und der Netzleitung oder anderen empfindlichen Kabeln (Sensoren, Kommunikation usw.) verhindern. Dies kann durch Kabeltrennung und Einziehen des Motorkabels in einen getrennten, durchgehenden und geerdeten Kabelkanal erreicht werden.

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

3.5 Was versteht man unter Lagerströmen und Wellenspannungen?

Die Kombination aus schnell schaltenden Transistoren im Frequenzumrichter und Gleichtaktspannung (Spannung zwischen Phasen und Masse) erzeugt hochfrequente Lagerströme und Wellenspannungen. Lagerströme und Wellenspannungen können zwar auch in Motoren mit direktem Netzanschluss auftreten. Bei Motoren, die von einem Frequenzumrichter gespeist werden, findet eine Verstärkung dieser Phänomene statt. Der Großteil der Lagerschäden in frequenzumrichtergespeisten Motoren ist auf Vibrationen, Ausrichtungsfehler, übermäßige axiale bzw. radiale Belastung, mangelhafte Schmierung oder Verschmutzungen im Schmierfett zurückzuführen. Gelegentlich werden die Lagerschäden durch Lagerströme oder Wellenspannungen verursacht. Die Phänomene, die Lagerströme und Wellenspannungen verursachen, sind überaus komplex. Eine Erläuterung würde den Rahmen dieses Projektierungshandbuchs sprengen. Grundsätzlich können zwei verursachende Mechanismen ausgemacht werden:

- Kapazitive Kopplung: Die Spannung im Lager wird durch parasitäre Kapazitäten im Motor verursacht.
- Induktive Kopplung: Hier liegt die Ursache in den Kreisströmen im Motor.

Der Schmierfettfilm auf den Lagern wirkt isolierend. Die Spannung im Lager kann diesen Schmierfettfilm auflösen und dadurch eine kleine elektrische Entladung (ein Funken) zwischen den Lagerkugeln und der Laufbahn verursachen. Die Entladungen haben mikroskopisch kleine Verschmelzungen an den Lagerkugeln und der Laufbahn zur Folge, die langfristig zu einem frühzeitigen Verschleiß der Lager führen. Dieses Phänomen ist unter der Bezeichnung *Funkenerodierung* (eng. Electrical Discharge Machining, EDM) bekannt.

3.5.1 Vorbeugung des frühzeitigen Verschleißes von Lagern

Es stehen zahlreiche Maßnahmen zur Verhinderung von Beschädigungen und frühzeitigem Verschleiß bei Lagern zur Auswahl (bestimmte Maßnahmen sind nicht immer anwendbar, teilweise können mehrere Maßnahmen gleichzeitig getroffen werden). Die Ziele dabei sind entweder die Bereitstellung einer niederohmigen Rückleitung für hochfrequente Ströme oder die elektrische Isolierung der Motorwelle zur Verhinderung von Strömen in den Lagern. Daneben stehen mechanische Maßnahmen zur Auswahl.

Maßnahmen zur Bereitstellung einer niederohmigen Rückleitung

- Beachten Sie sämtliche Vorgaben der EMV-Installationsrichtlinie. Optimalerweise führt die Rückleitung vom Motor zum Frequenzumrichter, z. B. unter Verwendung von abgeschirmten Kabeln.
- Vergewissern Sie sich, dass der Motor geerdet ist und die Erdung eine niedrige Impedanz für hochfrequente Ströme hat.
- Stellen Sie eine Hochfrequenz-Erdverbindung zwischen dem Motorgehäuse und der Last her.
- Verwenden Sie eine Erdungsbürste.

Maßnahmen zur Isolierung von Motorwelle und Last

- Verwenden Sie isolierte Lager (oder mindestens ein isoliertes Lager an der Gegenantriebsseite).
- Verwenden Sie isolierte Kupplungen, um Ströme zwischen Welle und Erdung zu vermeiden.

Mechanische Maßnahmen

- Vergewissern Sie sich, dass Motor und Last richtig angeordnet sind.
- Überprüfen Sie, ob die (axiale und radiale) Belastung der Lager innerhalb des zulässigen Bereichs liegt.
- Überprüfen Sie den Umfang der Vibrationen im Lager.
- Überprüfen Sie, ob die Schmierung der Lager den Betriebsbedingungen entspricht.

Eine weitere Maßnahme besteht in der Nutzung von Filtern. Diese Maßnahme kann mit den oben beschriebenen kombiniert werden. Hochfrequenz-Gleichtakt-Filter (HF-CM-Kernsätze) sind eigens für die Reduzierung der Lagerbelastung entwickelt. Auch Sinusfilter können hier wirksam eingesetzt werden. dU/dt-Filter sind hierbei weniger wirksam. Es wird empfohlen, diese zusammen mit HF-CM-Kernen zu verwenden.

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

3

3.5.2 Messung elektrischer Entladungen in den Motorlagern

Das Auftreten elektrischer Entladungen in den Motorlagern kann mit einem Oszilloskop und einer Bürste zur Aufnahme der Wellenspannung gemessen werden. Die Methode birgt Schwierigkeiten und die Auslegung der gemessenen Wellenformen setzt fundiertes Wissen über Lagerströme voraus. Als einfachere Alternative bietet sich die Nutzung eines Detektors zur Feststellung von Entladungen (130B8000), wie in *Abbildung 3.6* gezeigt. Das Gerät besteht aus einer Rahmenantenne, die Signale im Frequenzbereich 50 - 200 MHz empfängt, und einem Zähler. Bei jeder Entladung wird eine elektromagnetische Welle ausgesendet, die vom Gerät erfasst und im Zähler registriert wird. Zeigt der Zähler eine hohe Anzahl von Entladungen, müssen Maßnahmen getroffen werden, um einem frühzeitigen Verschleiß der Lager entgegenzuwirken. Das Gerät kann somit zur Ermittlung der genauen Anzahl an Kernen verwendet werden, die für eine Reduzierung der Lagerströme benötigt werden. Beginnen Sie mit einem Satz aus 2 Kernen. Werden die Entladungen damit weder ganz beseitigt noch erheblich reduziert, sind weitere Kerne zu montieren. Hierfür finden Sie in der oberen Tabelle Orientierungswerte, die für die meisten Anwendungen mit einer breiten Sicherheitsmarge gelten. Wenn die Kerne an die Klemmen des Frequenzumrichters angeschlossen werden und eine Kernsättigung wegen zu langer Motorkabel festgestellt wird (die Kerne haben keine Auswirkung auf die Lagerströme), überprüfen Sie die Installation auf mögliche Fehler. Wenn die Kernsättigung auch nach Erfüllung der EMV-Vorgaben fortbesteht, schließen Sie die Kerne an die Motorklemmen an.

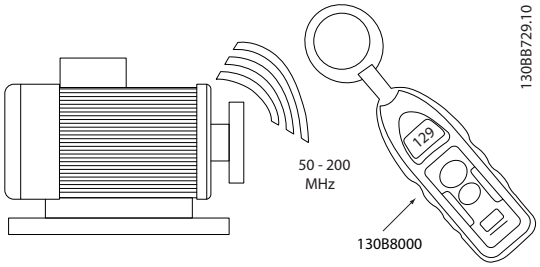


Abbildung 3.6 Detektor für elektrische Entladung

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

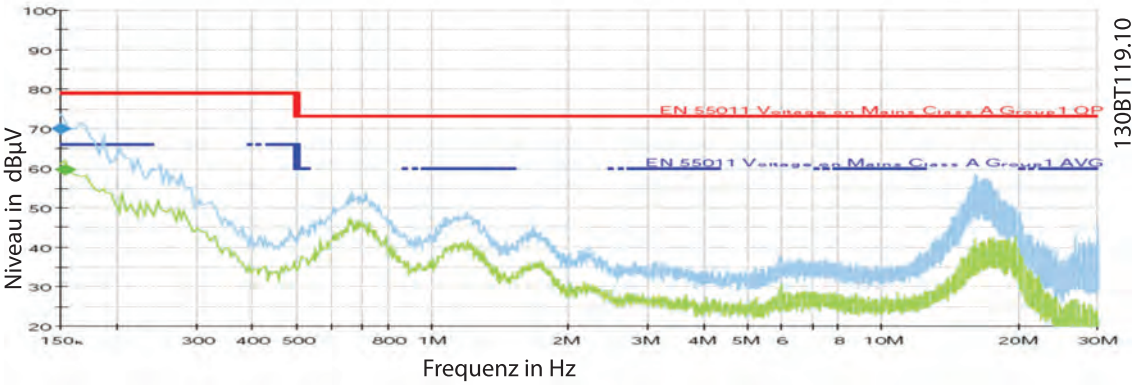


Abbildung 3.7 Netzleitungsgeführte Störgeräusche, kein Filter

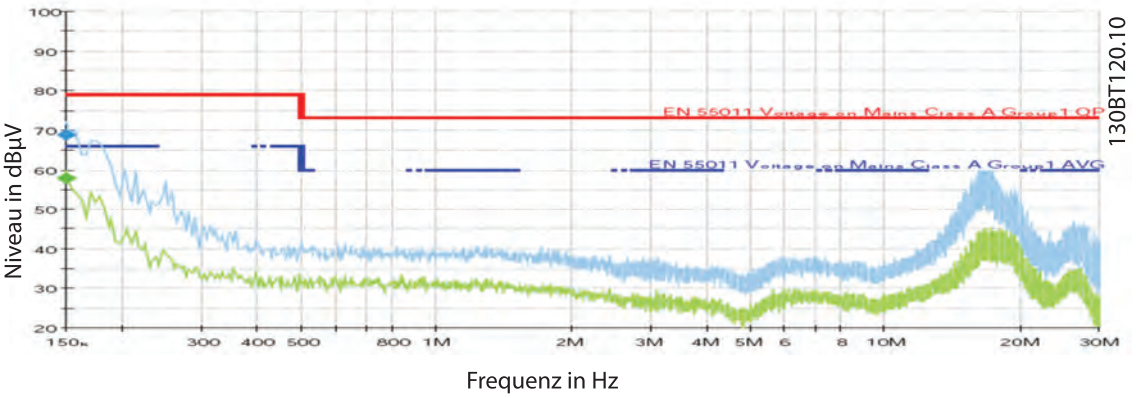


Abbildung 3.8 Netzleitungsgeführte Störgeräusche, Sinusfilter

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

3

3.6 Welcher Filter für welchen Zweck

Tabelle 3.2 zeigt einen Vergleich von dU/dt-, Sinusfilter- und HF-CM-Leistung. Mit ihrer Hilfe kann bestimmt werden, welches Filter in Ihrer Anwendung verwendet werden sollte.

Leistungskriterien	dU/dt-Filter	Sinusfilter	Bei Hochfrequenz-Gleichtakt-Filtern
Belastung der Motorisolation	Bis zu 150 m Kabel (abgeschirmt/ nicht abgeschirmt) erfüllt die Anforderungen von IEC 60034-17[1] (Universalmotoren). Über dieser Kabellänge nimmt die Gefahr von „Doppelimpulsen" (das Zweifache der Netzspannung) zu.	Liefert eine sinusförmige verkettete Motorklemmenspannung. Erfüllt die Anforderungen von IEC 60034-17 [1] und NEMA-MG1 für Universalmotoren mit Kabellängen bis zu 500 m (1 km bei VLT-Baugröße D und höher).	Reduziert die Motorisolationsbelastung nicht
Belastung der Motorlager	Leicht reduziert, nur bei Hochleistungsmotoren.	Reduziert durch Kreisströme verursachte Lagerströme. Reduziert keine Gleichtaktströme (Wellenströme).	Reduziert die Belastung der Motorlager durch die Begrenzung der hochfrequent wirksamen Gleichtaktströme.
Elektromagnetische Verträglichkeit	Beseitigt Überschwingen in Motorkabeln. Ändert die Klasse bei Störaussendungen nicht. Lässt keine längeren Motorkabel wie für das integrierte EMV-Filter des Frequenzumrichters angegeben zu.	Beseitigt Überschwingen in Motorkabeln. Ändert die Klasse bei Störaussendungen nicht. Lässt keine längeren Motorkabel wie für das integrierte EMV-Filter des Frequenzumrichters angegeben zu.	Reduziert hochfrequente Emissionen (über 1 MHz). Ändert die Klasse bei Störaussendungen des EMV-Filters nicht. Lässt keine längeren Motorkabel wie für den Frequenzumrichter angegeben zu.
Max. Motorkabellänge	100-150 m Mit garantierter elektromagnetischer Verträglichkeit: 150 m abgeschirmt. Ohne garantierte elektromagnetische Verträglichkeit: 150 nicht abgeschirmt.	Mit garantierter elektromagnetischer Verträglichkeit EMC: 150 m abgeschirmt und 300 m nicht abgeschirmt. Ohne garantierte elektromagnetische Verträglichkeit: bis zu 500 m (1 km bei VLT-Baugröße D und höher).	150 m abgeschirmt (Baugröße A, B, C), 300 m abgeschirmt (Baugröße D, E, F), 300 m nicht abgeschirmt
Taktfrequenzgeräusche am Motor	Beseitigt keine Taktfrequenzgeräusche.	Beseitigt durch Magnetostriktion verursachte Taktfrequenzgeräusche vom Motor.	Beseitigt keine Taktfrequenzgeräusche.
Relative Größe	15-50 % (abhängig von Leistungsgröße)	100%	5 - 15%
Spannungsabfall	0,5 %	4-10%	Keine

Tabelle 3.2 Vergleich von dU/dt- und Sinusfiltern

1) Nicht 690 V
2) Formel siehe Allgemeine technische Daten.

3.6.1 du/dt-Filter

Die dU/dt-Filter bestehen aus Drosseln und Kondensatoren in Tiefpassfilteranordnung und ihre Grenzfrequenz liegt über der normalen Taktfrequenz des Frequenzumrichters. Die Werte für Induktivität (L) und Kapazität (C) werden in den Tabellen in *4.2 Elektrische Daten - dU/dt-Filter* gezeigt. Sie haben niedrigere L- und C-Werte und sind damit kostengünstiger und kleiner als Sinusfilter. Bei einem dU/dt-Filter ist der Spannungsverlauf noch immer pulsförmig, der Strom ist jedoch sinusförmig - siehe die folgenden Abbildungen.

Funktionen und Vorteile
dU/dt-Filter reduzieren die Spannungsspitzen und dU/dt der Impulse an den Motorklemmen. Die dU/dt-Filter reduzieren dU/dt auf ca. 500 V/µs.

Vorteile

- Schützt den Motor vor hohen dU/dt-Werten und Spannungsspitzen und verlängert somit die Lebensdauer des Motors
- Ermöglicht Einsatz von Motoren, die nicht speziell für Umrichterbetrieb ausgelegt sind, z. B. bei Nachrüstung

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

Anwendungsbereiche

Danfoss empfiehlt die Verwendung von dU/dt-Filtern in den folgenden Anwendungen:

- Anwendungen mit häufigem regenerativem Bremsen
- Motoren, die nicht für Frequenzumrichterbetrieb ausgelegt sind und die IEC 600034-25 nicht einhalten
- Motoren, die unter aggressiven Umgebungsbedingungen aufgestellt sind oder bei hohen Temperaturen betrieben werden
- Anwendungen mit Überschlagrisiko
- Anlagen mit alten Motoren (Nachmontage) oder Universalmotoren, die IEC 600034-17 nicht erfüllen
- Anwendungen mit kurzen Motorkabeln (unter 15 m)
- 690-V-Anwendungen

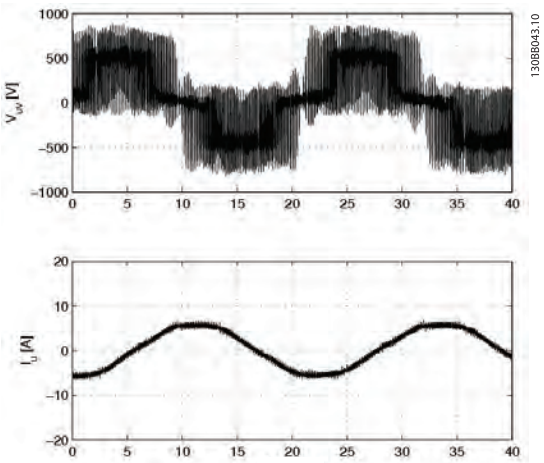


Abbildung 3.10 Mit dU/dt-Filter

Spannung und Strom mit und ohne dU/dt-Filter:

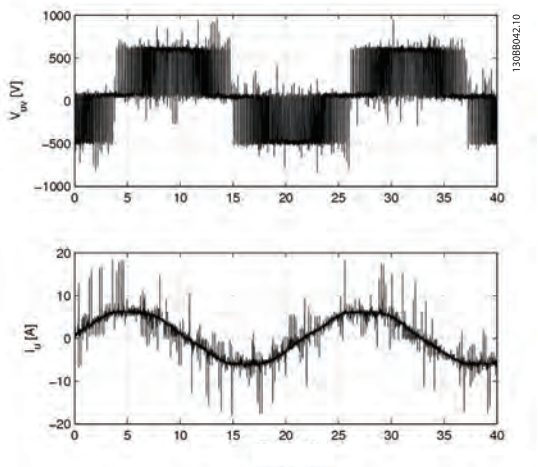


Abbildung 3.9 Ohne Filter

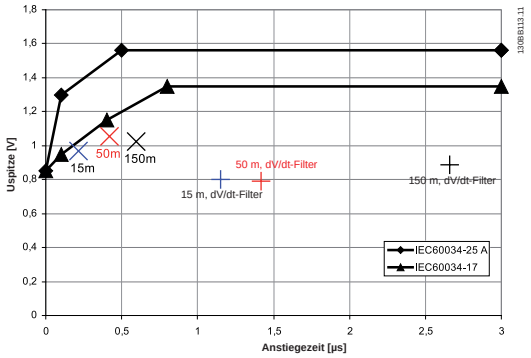


Abbildung 3.11 Gemessene dU/dt-Werte (Anstiegzeit und Spitzenspannungen) mit und ohne dU/dt-Filter bei Verwendung von Kabellängen 15, 50 und 150 m bei einem Induktionsmotor mit 400 V und 37 kW.

Der dU/dt-Wert nimmt mit der Motorkabellänge ab, während die Spitzenspannung zunimmt (siehe *Abbildung 3.11*). Die U_{peak}-Werte sind von der Zwischenkreisspannung (U_{DC}) des Frequenzumrichters abhängig. Da die U_{DC} bei der Motorbremsung (generatorisch) steigt, kann der U_{peak}-Wert die in der Norm IEC 60034-17 zulässige Grenze überschreiten und somit die Motorisolierung belasten. Danfoss empfiehlt daher dU/dt-Filter in Anwendungen mit häufigem Bremsen. Die Abbildung oben zeigt außerdem die Zunahme von U_{peak} mit der Kabellänge. Mit zunehmender Kabellänge erhöht sich auch die Kabelkapazität. Das Kabel verhält sich in diesem Fall wie ein Tiefpassfilter. Für längere Kabel bedeutet dies eine längere Anstiegzeit t_r. Daher wird empfohlen, dU/dt-Filter nur in Anwendungen mit Kabellängen bis zu 150 m zu verwenden. Über 150 m haben

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

3

dU/dt-Filter keine Wirkung. Bei Notwendigkeit einer weiteren Reduktion ist ein Sinusfilter zu verwenden.

Filterfunktionen

- Schutzarten IP00 und IP20/23/54 für den gesamten Leistungsbereich
- Montage neben Frequenzumrichter
- Reduzierte Größe, reduziertes Gewicht und reduzierter Preis im Vergleich zu Sinusfiltern
- Möglichkeit zum Anschluss abgeschirmter Kabel mit mitgeliefertem Abschirmblech
- Kompatibel mit allen Steuerverfahren einschließlich Flux-Vektor und VVC^{PLUS}
- Wandmontage der Filter bis 177 A, Bodenmontage über dieser Größe

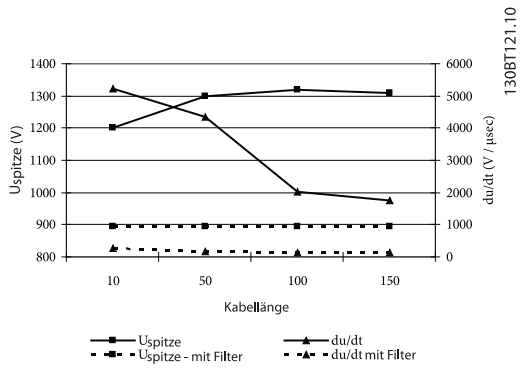


Abbildung 3.12 525 V - mit und ohne dU/dt-Filter

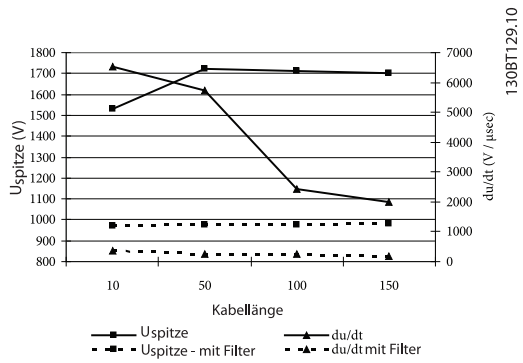


Abbildung 3.13 690 V - mit und ohne dU/dt-Filter

Quelle: Test eines VLT FC 302, 690 V, 30 kW, mit dU/dt-Filter MCC 102

Abbildung 3.12 und *Abbildung 3.13* zeigen das Verhalten von U_{peak} und der Anstiegzeit als Funktion der Motorkabellänge.

In Anlagen mit kurzen Motorkabeln (unter 5-10 m) ist die Anstiegzeit kurz, wodurch hohe dU/dt-Werte entstehen. Die hohen dU/dt-Werte können eine schädlich hohe Potentialdifferenz zwischen den Wicklungen im Motor hervorrufen. Dies kann zu Isolationsdurchschlag und Überschlag führen. Danfoss empfiehlt daher dU/dt-Filter in Anwendungen mit Motorkabellängen unter 15 m.

3.6.2 Sinusfilter

Sinusfilter sind nur für niedrige Frequenzen passierbar. Hohe Frequenzen werden somit herausgefiltert und Strom und Spannung werden nahezu sinusförmig. Durch den sinusförmigen Verlauf von Spannung und Strom entfällt der Einsatz spezieller Frequenzumrichtermotoren mit verstärkter Isolierung. Die Motorstörgeräusche werden somit ebenfalls gedämpft. Das Sinusfilter senkt ebenfalls die Belastung der Motorisolation und Lagerströme im Motor. Dies verlängert die Motorlebensdauer und Wartungsintervalle. Sinusfilter ermöglichen den Anschluss langer Motorkabel in Anwendungen, bei denen der Motor in größerer Entfernung vom Frequenzumrichter installiert ist. Da das Filter nicht zwischen Motorphasen und Masse wirkt, reduziert es die Ableitströme in den Kabeln nicht. Daher ist die Motorkabellänge begrenzt - siehe *Tabelle 3.2*.

Die Sinusfilter von Danfoss sind für den Betrieb mit dem VLT® FC 100/200/300 ausgelegt. Sie ersetzen das Produktprogramm der LC-Filter und sind mit den Frequenzumrichtern der Serie VLT 5000-8000 rückwärtskompatibel. Sie bestehen aus Drosseln und Kondensatoren in Tiefpassfilteranordnung. Die Werte für Induktivität (L) und Kapazität (C) werden in den Tabellen in *4.3 Elektrische Daten - Sinusfilter* gezeigt.

Funktionen und Vorteile

Wie oben beschrieben reduzieren Sinusfilter die Belastung der Motorisolation und beseitigen Taktfrequenzgeräusche vom Motor. Die Motorverluste werden reduziert, da der Motor mit sinusförmiger Spannung versorgt wird, wie *Abbildung 3.12* zeigt. Außerdem beseitigt das Filter die Impulsreflexionen im Motorkabel und verringert dadurch die Verluste im Frequenzumrichter.

Vorteile

- Schützt den Motor vor Spannungsspitzen und verlängert somit die Lebensdauer des Motors
- Verringert die Verluste im Motor
- Beseitigt Taktfrequenzgeräusche vom Motor
- Geringere Halbleiterausfälle im Frequenzumrichter bei längeren Motorkabeln
- Verringert elektromagnetische Ausstrahlungen von Motorkabeln durch Beseitigung von hochfrequentem Überschwingen im Kabel

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

- Reduziert elektromagnetische Störungen von nicht abgeschirmten Motorkabeln
- Reduziert Lagerströme und verlängert damit die Lebensdauer des Motors

Spannung und Strom mit und ohne Sinusfilter

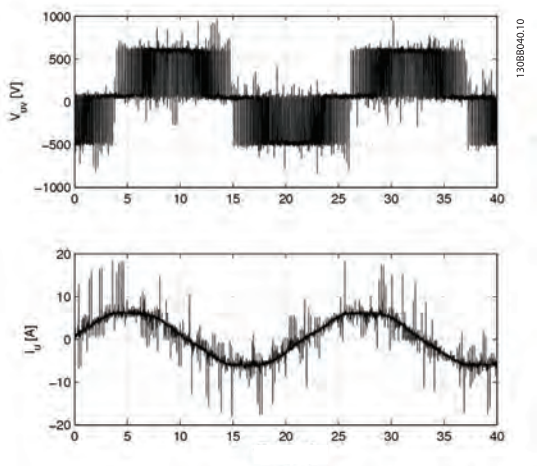


Abbildung 3.14 Ohne Filter

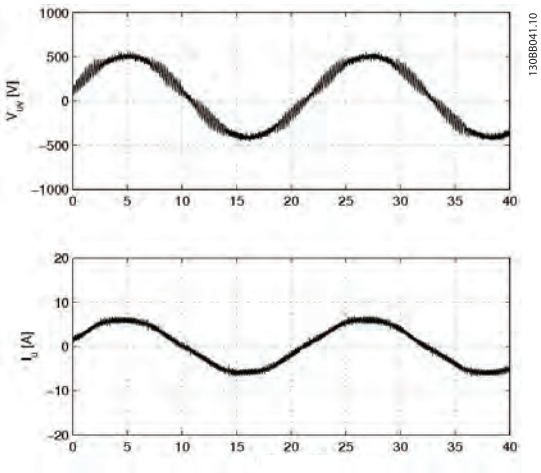


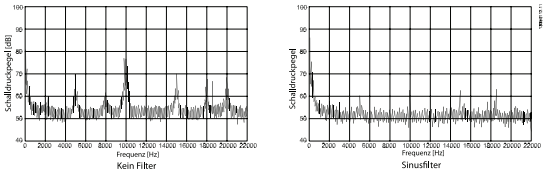
Abbildung 3.15 Mit Sinusfilter

Anwendungsbereiche

Danfoss empfiehlt die Verwendung von Sinusfiltern in den folgenden Anwendungen.

- Anwendungen, in denen Taktfrequenzgeräusche vom Motor beseitigt werden müssen
- Nachmontage in Anlagen mit alten Motoren mit mangelhafter Isolation
- Anwendungen mit häufigem regenerativen Bremsen und Motoren, die IEC 60034-17 nicht einhalten
- Anwendungen, in denen der Motor unter aggressiven Umgebungsbedingungen aufgestellt ist oder mit hohen Temperaturen läuft
- Anwendungen mit Motorkabeln über 150 Metern bis zu 300 Metern (mit abgeschirmten und nicht abgeschirmten Kabeln) Die Verwendung von längeren Motorkabeln als 300 Metern hängt von der jeweiligen Anwendung ab
- Anwendungen, in denen das Wartungsintervall des Motors verlängert werden muss
- 690-V-Anwendungen mit Universalmotoren
- Spannungsanhebungsanwendungen oder andere Anwendungen, in denen der Frequenzumrichter einen Transformator speist

Beispiel für relative Motorschalldruckpegelmessungen mit und ohne Sinusfilter



Funktionen

- Schutzarten IP00 und IP20 für den gesamten Leistungsbereich (IP23 für Bodenfilter)
- Kompatibel mit allen Steuerverfahren einschließlich Flux-Vektor und VVC^{PLUS}
- Montage neben Frequenzumrichter bis zu 75 A
- Filtergehäuse passend zum Frequenzumrichtergehäuse
- Möglichkeit zum Anschluss abgeschirmter und nicht abgeschirmter Kabel mit mitgeliefertem Abschirmblech
- Wandmontage der Filter bis zu 75 A, Bodenmontage darüber
- Parallele Filtermontage ist bei Anwendungen im Hochleistungsbereich möglich

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

3

3.6.3 Hochfrequenz-Gleichtakt-Kernsätze

Hochfrequenz-Gleichtakt-Kernsätze (HF-CM-Kernsätze) können zur Reduzierung des Lagerverschleißes eingesetzt werden. Sie sollen jedoch nicht als einzige Maßnahme verwendet werden. Selbst bei Nutzung von HF-CM-Kernen sind bei der Installation die EMV-Vorgaben genau zu beachten. Die HF-CM-Kerne bewirken eine Reduktion der Hochfrequenz-Gleichtakströme, die mit den elektrischen Entladungen im Lager in Zusammenhang stehen. Auch zur Senkung der Hochfrequenz-Emissionen aus dem Motorkabel können die Kerne verwendet werden, z. B. bei Anwendungen mit nicht abgeschirmten Motorkabeln.

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

4 Auswahl von Ausgangsfiltern

4.1 Auswählen eines geeigneten Ausgangsfilters

Es wird ein Ausgangsfilter auf Grundlage des Motornennstroms ausgewählt. Alle Filter sind ausgelegt für 160 % Überlast über 1 Minute alle 10 Minuten.

4.1.1 Produktübersicht

4

Zur Vereinfachung zeigt die *Tabelle 4.1* Filterauswahl unten, welches Sinusfilter mit einem bestimmten Frequenzumrichter zu verwenden ist. Dies beruht auf der Überlast 160 % über 1 Minute alle 10 Minuten und ist als Richtschnur zu verwenden.

Netzversorgung 3 x 240 bis 500 V							
Filternennstrom bei 50 Hz	Min. Taktfrequenz [kHz]	Max. Ausgangsfrequenz [Hz] mit Leistungsreduzierung	Bestellnummer IP20	Bestellnummer IP00	Frequenzumrichter Größe		
					200-240 V	380-440 V	441-500 V
2,5	5	120	130B2439	130B2404	PK25 - PK37	PK37 - PK75	PK37 - PK75
4,5	5	120	130B2441	130B2406	PK55	P1K1 - P1K5	P1K1 - P1K5
8	5	120	130B2443	130B2408	PK75 - P1K5	P2K2 - P3K0	P2K2 - P3K0
10	5	120	130B2444	130B2409		P4K0	P4K0
17	5	120	130B2446	130B2411	P2K2 - P4K0	P5K5 - P7K5	P5K5 - P7K5
24	4	100	130B2447	130B2412	P5K5	P11K	P11K
38	4	100	130B2448	130B2413	P7K5	P15K - P18K	P15K - P18K
48	4	100	130B2307	130B2281	P11K	P22K	P22K
62	3	100	130B2308	130B2282	P15K	P30K	P30K
75	3	100	130B2309	130B2283	P18K	P37K	P37K
115	3	100	130B3181	130B3179	P22K - P30K	P45K - P55K	P55K - P75K
180	3	100	130B3183	130B3182	P37K - P45K	P75K - P90K	P90K - P110
260	3	100	130B3185	130B3184		P110 - P132	P132
410	3	100	130B3187	130B3186		P160 - P200	P160 - P200
510	3	100	130B3189	130B3188		P250	P250
660	2	70	130B3192	130B3191		P315 - P355	P315 - P355
800	2	70	130B3194	130B3193		P400	P400 - P450
1020	2	70	2 x 130B3189	2 x 130B3188		P450 - P500	P500 - P560
1320	2	70	2 x 130B3192	2 x 130B3191		P560 - P630	P630 - P710
1530	2	70	3 x 130B3189	3 x 130B3188		P710 - P800	P800
1980	2	70	3 x 130B9192	3 x 130B3191			P1M0

Tabelle 4.1 Filterauswahl

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

4

Netzversorgung 3 x 525 bis 600/690 V						
Filternennstrom bei 50 Hz	Min. Taktfrequenz [kHz]	Max. Ausgangsfrequenz [Hz] mit Leistungsreduzierung	Bestellnummer IP20	Bestellnummer IP00	Frequenzumrichter Größe	
					525-600 V	525-690 V
13	2	70	130B3196	130B3195	PK75 - P7K5	
28	2	100	130B4113	130B4112	P11K - P18K	
45	2	100	130B4115	130B4114	P22K - P30K	P37K
76	2	100	130B4117	130B4116	P37K - P45K	P45K - P55K
115	2	100	130B4119	130B4118	P55K - P75K	P75K - P90K
165	2	70	130B4124	130B4121		P110 - P132
260	2	100	130B4126	130B4125		P160 - P200
303	2	70	130B4151	130B4129		P250
430	1,5	60	130B4153	130B4152		P315 - P400
530	1,5	100	130B4155	130B4154		P500
660	1,5	100	130B4157	130B4156		P560 - P630
868	1,5	60	2 x 130B4153	2 x 130B4152		P710
1060	1,5	100	2 x 130B4155	2 x 130B4154		P800 - P900
1590	1,5	60	3 x 130B4155	3 x 130B4154		P1M0

Tabelle 4.2 Filterauswahl

Die Ausgangsfilter sind in der Regel für die Nenntaktfrequenz der Frequenzumrichter konzipiert.

HINWEIS

Sinusfilter können bei höheren Taktfrequenzen als der Nenntaktfrequenz verwendet werden, dürfen jedoch niemals bei Taktfrequenzen verwendet werden, die mehr als 20 % unter der Nenntaktfrequenz liegen.

HINWEIS

dU/dt-Filter können im Gegensatz zu Sinusfiltern bei niedrigerer Taktfrequenz als der Nenntaktfrequenz verwendet werden, höhere Taktfrequenzen führen jedoch zu Überhitzung des Filters und müssen vermieden werden.

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

4.1.2 Auswahl der HF-CM-Kerne

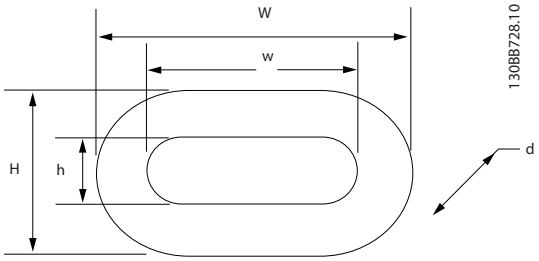
Die Kerne können an den Ausgangsklemmen (U, V, W) des Frequenzumrichters oder im Motorklemmenkasten montiert werden.

Bei Montage an den Klemmen des Frequenzumrichters reduziert der HF-CM-Kernsatz die Lagerbelastung sowie hochfrequente elektromagnetische Störungen durch das Motorkabel. Die Kernzahl ist abhängig von der Motorkabellänge und der Spannung des Frequenzumrichters. Hierzu finden Sie unten eine Auswahltabelle.

Kabellänge [m]	Baugrößen A und B		Baugröße C		Baugröße D		Baugröße E-F	
	T5	T7	T5	T7	T5	T7	T5	T7
50	2	4	2	2	2	4	2	2
100	4	4	2	4	4	4	2	4
150	4	6	4	4	4	4	4	4
300	4	6	4	4	4	6	4	4

Bei Montage am Klemmenschutzkasten des Frequenzumrichters reduziert der HF-CM-Kernsatz nur die Lagerbelastung. Die hochfrequenten elektromagnetischen Störungen durch das Motorkabel werden dadurch nicht beeinflusst. Unabhängig von der Motorkabellänge reichen in der Regel zwei Kerne aus.

Danfoss liefert Sätze mit jeweils zwei HF-CM-Kernen. Die Kerne weisen eine Ovalform auf und können sehr leicht montiert werden. Es stehen vier Größen zur Verfügung: für die Baugrößen A und B, für die Baugröße C, für die Baugröße D und für die Baugrößen E und F. Bei den Frequenzumrichtern der Baugröße F ist ein Kernsatz an allen Wechselrichtermodulklemmen zu installieren. Die mechanische Befestigung erfolgt mit Kabelbindestreifen. Für die mechanische Befestigung gelten keine speziellen Anforderungen.



Bei Normalbetrieb liegt die Temperatur unter 70 °C. Bei einer Sättigung der Kerne können diese sehr heiß bei Temperaturen über 70 °C werden. Zur Vermeidung einer Sättigung muss daher die richtige Kernanzahl unbedingt beachtet werden. Eine Sättigung kann auftreten, wenn das Motorkabel zu lang ist bzw. parallele Motorkabel oder für Frequenzumrichter ungeeignete hochkapazitive Motorkabel verwendet werden. Motorkabel mit sektorförmigen Kernen dürfen unter keinen Umständen verwendet werden. Verwenden Sie stattdessen Kabel mit rundförmigen Kernen.

⚠VORSICHT

Achten Sie bei der Inbetriebnahme auf die Kerntemperatur. Temperaturen über 70 °C sind Anzeichen einer Kernsättigung. In diesem Fall sind weitere Kerne zu installieren. Ein Fortbestehen der Kernsättigung bedeutet, dass der kapazitive Kabelwiderstand zu hoch ist. Folgende Ursachen kommen hierfür in Frage: Das Kabel ist zu lang, es wurden zu viele parallele Kabel verwendet, es wurde ein hochkapazitives Kabel verwendet.

Anwendungen mit parallelen Kabeln

Bei Nutzung von parallelen Kabeln muss die Gesamtkabellänge berücksichtigt werden. Bei Nutzung von 2 Kabeln à 100 m ist eine Gesamtlänge von 200 m zugrunde zu legen. Bei Parallelbetrieb mehrerer Motoren ist ein separater Kernsatz bei jedem Motor zu montieren.

In nachstehender Tabelle finden Sie die Bestellnummern für die Kernsätze (2 Kerne pro Packung).

VLT-Baugröße	Danfoss Best.-Nr.	Kernabmessungen [mm]					Gewicht	Abmessungen Verpackung
		W	w	H	h	d	[kg]	[mm]
A und B	130B3257	60	43	40	25	22	0,25	130x100x70
C	130B3258	102	69	61	28	37	1,6	190x100x70
D	130B3259	189	143	126	80	37	2,45	235x190x 140
E und F	130B3260	305	249	147	95	37	4,55	290x260x 110

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

4

4.2 Elektrische Daten - dU/dt-Filter

Bestellnummer IP00 IP20/IP23[1] IP54[4]	Filternennstrom bei gegebener Spannung und Motorfrequenz [A][2]				VLT-Nennleistung und -strom										Maximale Filterverluste	Filterdaten	
	380 V bei 60 Hz und 200/440 V bei 50 Hz	460/480 V bei 60 Hz und 500/525 V bei 50 Hz[3]	575/600 V bei 60 Hz	690 V bei 50 Hz (kW)	200-240 V		380-440 V		441-500 V		525-550 V		551-690 V			µH	C
					kW	A	kW	A	kW	A	kW	A	kW	A	W	uH	nF
130B2835	44	40	32	27	5,5	24,2	11	24	11	21	7,5	14	11	13	37	150	10
130B2836					7,5	30,8	15	32	15	27	11	19	15	18			
130B2837							18,5	37,5	18,5	34	15	23	18,5	22			
							22	44	22	40	18,5	28	22	27			
130B2838	90	80	58	54	11	46,2	30	61	30	52	30	43	30	34	130	110	13,6
130B2839					15	59,4	37	73	37	65	37	54	37	41			
130B2840					18,5	74,8	45	90	55	80	45	65	45	52			
					22	88											
130B2841	106	105	94	86			55	106	75	105	55	87	55	62	145	95	15
130B2842													75	83			
130B2843																	
130B2844	177	160	131	108	30	115	75	147	90	130	75	113	90	108	205	111	15
130B2845					37	143	90	177	110	160	90	137					
130B2846					45	170											
130B2847	315	303	242	192			110	212	132	190	110	162	110	131	315	50	20
130B2848							132	260	160	240	132	201	132	155			
							160	315	200	303			160	192			
130B2849	480	443	344	290			200	395	250	361	160	253	200	242	398	30	43
130B2850							250	480	315	443	200	303	250	290			
130B2851	658	590	500	450			315	600	355	540	250	360	315	344	550	17	66
130B2852							355	658	400	590	300	395	355	380			
											315	429	400	410			
130B2853	880	780	630	630			400	745	450	678	400	523	500	500	850	13	99
130B2854							450	800	500	730	450	596	560	570			
							500	880	560	780	500	659	630	630			

[1] Das Filtergehäuse hat bei Wandmontage die Schutzart IP20 und IP23 bei Bodenmontage

[2] Für Leistungsreduzierung mit Motorfrequenz berücksichtigen Sie eine 60 Hz Leistung = 0,94 x 50 Hz Leistung und 100 Hz Leistung = 0,75 x 50 Hz Leistung

[3] Bei 525-V-Betrieb ist ein T7-Frequenzumrichter erforderlich.

[4] IP54 steht für bis zu 177 A zur Verfügung

Tabelle 4.3 dU/dt Filter 3x200-690 V IP00/IP20/IP23/IP54

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

Niehues Hydraulik · Automation

Danfoss

4

Bestellnummer IP00 IP20/IP23[1]	Filternennstrom bei gegebener Spannung und Motorfrequenz [A][2]				VLT-Nennleistung und -strom								Maximale Filterverluste	Filterdaten	
	380 V bei 60 Hz und 200/440 V bei 50 Hz	460/480 V bei 60 Hz und 500/525 V bei 50 Hz[3]	575/600 V bei 60 Hz	690 V bei 50 Hz	380-440 V kW	380-440 V A	441-500 V kW	441-500 V A	525-550 V kW	525-550 V A	551-690 V kW	551-690 V A	W	L µH	C nF
2 x 130B2851 2 x 1302852 oder 3 x 130B2849 3 x 130B3850	Bei den Frequenzumrichtern der Baugröße F sind parallele Filter einzubauen, ein Filter pro Wechselrichtermodul.				710	1260	800	1160	750	988					
2 x 130B2853 2 x 130B2854 oder 3 x 130B2851 3 x 130B2852											900	945			
3 x 130B2853					800	1460	1000	1380	850	1108	1000	1060			
3 x 130B2854					1000	1700	1100	1530	1000	1317	1200	1260			
2 x 130B2849					450	800	500	730	500	659					
2 x 130B2852					500	880	560	780							

1) Das Filtergehäuse hat bei Wandmontage die Schutzart IP20 und IP23 bei Bodenmontage

2) Für Leistungsreduzierung mit Motorfrequenz berücksichtigen Sie eine 60 Hz Leistung = 0,94 x 50 Hz Leistung und 100 Hz Leistung = 0,75 x 50 Hz Leistung

3) Bei 525-V-Betrieb ist ein T7-Frequenzumrichter erforderlich

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

4.3 Elektrische Daten - Sinusfilter

Bestell-nummer IP00 IP20 (IP23)[2]	Filternennstrom bei 50 Hz A	bei 60 Hz A	bei 100 Hz A	Taktfrequenz kHz	VLT-Nennleistung und -strom bei 200-240 V kW	A	bei 380-440 V kW	A	bei 441-500 V kW	A	Filterverluste bei 200-240 V W	bei 380-440 V W	bei 441-500 V W	L-Wert mH	C_y-Wert[1] µF
130B2404	2,5	2,5	2*	5			0,37	1,3	0,37	1,1		45	45		
130B2439					0,25	1,8	0,55	1,8	0,55	1,6	50	50	50	29	1
					0,37	2,4	0,75	2,4	0,75	2,1	60	60	60		
130B2406	4,5	4	3,5*	5			1,1	3	1,1	3		60	60	13	2,2
130B2441					0,55	3,5	1,5	4,1	1,5	3,4	65	70	65		
130B2408	8	7,5	5*	5	0,75	4,6					65				
130B2443					1,1	6,6	2,2	5,6	2,2	4,8	75	70	70	6,9	4,7
					1,5	7,5	3	7,2	3	6,3	80	80	80		
130B2409	10	9,5	7,5*	5			4	10	4	8,2		95	90	5,2	6,8
130B2444															
130B2411	17	156	13	5	2,2	10,6					90				
130B2446					3	12,5	5,5	13	5,5	11	100	110	100	3,1	10
					3,7	16,7	7,5	16	7,5	14,5	125	125	115		
130B2412	24	23	18	4	5,5	24,2	11	24	11	21	150	150	150	2,4	10
130B2447															
130B2413	38	36	28,5	4			15	32	15	27		170	160	1,6	10
130B2448					7,5	30,8	18,5	37,5	18,5	34	160	180	170		
130B2281	48	45,5	36	4	11	46,2	22	44	22	40	270	270	260	1,1	14,7
130B2307															
130B2282	62	59	46,5	3	15	59,4	30	61	30	52	300	310	280	0,85	30
130B2308															
130B2283	75	71	56	3	18,5	74,8	37	73	37	65	350	350	330	0,75	30
130B2309															
130B3179	115	109	86	3	22	88	45	90	55	80		470		0,51	15
130B3181					30	115	55	106	75	105					
130B3182	180	170	135	3	37	143	75	147	90	130		650		0,33	25
130B3183					45	170	90	177	110	160					
130B3184	260	246	195	3			110	212	132	190		850		0,34	25
130B3185							132	260	160	240					

*) 120 Hz
[1]Äquivalenter STERN-Anschlusswert
[2]IP23 - Alle Filter zur Bodenmontage

Tabelle 4.4 Sinusfilter 3x380-500 V IP00/IP20/IP23

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

Bestell-nummer IP00 IP20 (IP23)[2]	Filternennstrom bei 50 Hz A	bei 60 Hz A	bei 100 Hz A	Taktfrequenz kHz	VLT-Nennleistung und -strom bei 200-240 V kW	A	bei 380-440 V kW	A	bei 441-500 V kW	A	Filterverluste bei 200-240 V W	bei 380-440 V W	bei 441-500 V W	L-Wert mH	C_y-Wert[1] µF
130B3186 130B3187	410	390	308	3			160 200	315 395	200 250	303 361		1150		0,25	33
130B3188 130B3189	510	456	360	3			250	480	315	443		1450		0,14	66
130B3191 130B3192	660	627	495	3			315 355	600 658	355 400	540 590		2000		0,15	106
130B3193 130B3194	800	712	562	2			400	745	450	678		3000		0,1	153
2 x 130B3188 2 x 130B3189	1020	912	720	2			450 500	800 880	500 560	730 780		2900			
2 x 130B3191 2 x 130B3192	1320	1254	990	2			560 630	990 1120	630 710	890 1050		4000			
3 x 130B3188 3 x 130B3189	1530	1368	1080	2			710 800	1260 1460	800 1000	1160 1380		4350			
3 x 130B3191 3 x 130B3192	1980	1881	1485	2			1000	1700	1100	1530		6000			

*) 120 Hz

[1]Äquivalenter STERN-Anschlusswert

[2]IP23 - Alle Filter zur Bodenmontage

Tabelle 4.5 Sinusfilter 3 x 380-500 V IP00/IP20/IP23

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

Bestell-nummer IP00 IP20 (IP23)[2]	Filternennstrom bei 50 Hz A	bei 60 Hz A	bei 100 Hz A	Taktfrequenz kHz	VLT-Nennleistung und -strom bei 525-550 V kW	A	bei 525-600 V kW	A	bei 690 V kW	A	Filterverluste bei 525-550 V W	bei 525-600 V W	bei 690 V W	L-Wert mH	C_y-Wert[1] µF
130B3195 130B3196	13	12	9	2	0,75 1,1 1,5 2,2 3 4 5,5 7,5	1,7 2,4 2,7 4,1 5,2 6,4 9,5 11,5						115		8,1	4,7
130B4112 130B4113	28	26	21	2	11 15 18,5	18 22 27			11 15 18,5 22	13 18 22 27		150		5	10
130B4114 130B4115	45	42	33	2	22 30	34 41	30	46	30 37	34 46		250		2,5	15
130B4116 130B4117	76	72	57	2	37 45	52 62	37 45	56 76	45 55	54 73		475		1,6	33
130B4118 130B4119	115	109	86	2	55 75	83 100	55 75	90 113	75 90	86 108		750		0,91	33
130B4121 130B4124	165	156	124	2	90 110	131 155	90 110	137 162	110 132	131 155		1100		0,765	66
130B4125 130B4126	260	246	195	2	150 180	192 242	132 160	201 253	160 200	192 242		1300		0,48	66
130B4129 130B4151	360	314	270	2	220 260	290 344	200 315	303 344	250 250	290 360		1800		0,42	66
130B4152 130B4153	430	407	323	1,5	300	429	400	410	315	429		2150		0,285	99
130B4154 130B4155	530	502	398	1,5	375	523	500	500	400	523		2400		0,215	120
130B4156 130B4157	660	625	496	1,5	450 480	596 630	560 630	570 630	500	596		3000		0,19	153

[1]Äquivalenter STERN-Anschlusswert
[2]IP23 - Alle Filter zur Bodenmontage

Tabelle 4.6 Sinusfilter 3 x 525-690 V IP00/IP20/IP23

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

Bestell-nummer IP00 IP20 (IP23)[2]	Filternennstrom bei 50 Hz A	Filternennstrom bei 60 Hz A	Filternennstrom bei 100 Hz A	Taktfrequenz kHz	VLT-Nennleistung und -strom bei 525-550 V kW	VLT-Nennleistung und -strom bei 525-550 V A	VLT-Nennleistung und -strom bei 525-600 V kW	VLT-Nennleistung und -strom bei 525-600 V A	VLT-Nennleistung und -strom bei 690 V kW	VLT-Nennleistung und -strom bei 690 V A	Filterverluste bei 525-550 V W	Filterverluste bei 525-600 V W	Filterverluste bei 690 V W	L-Wert mH	C_y-Wert[1] µF
2 x 130B4142	860	814	646	1,5	970	1260	1200	1260	1000	1317		4300			
2 x 130B4153					560	730	710	730	460	630					
2 x 130B4154	1060	1004	796	1,5	670	898	800	850	630	763		4800			
2 x 130B4155							900	945	710	939					
3 x 130B4154	1590	1506	1194	1,5	820	1060	1000	1060	800	1108		7200			
3 x 130B4155					970	1260	1200	1260	1000	1317					

[1]Äquivalenter STERN-Anschlusswert
[2]IP23 - Alle Filter zur Bodenmontage

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

Bestell-nummer	Filternennstrom bei 50 Hz	Filternennstrom bei 60 Hz	Filternennstrom bei 100 Hz	Taktfrequenz	VLT-Nennleistung und -strom bei 200-240 V		bei 380-440 V		bei 441-500 V		Filterverluste bei 200-240 V	bei 380-440 V	bei 441-500 V	L-Wert	C_y-Wert[1]
	A	A	A	kHz	kW	A	kW	A	kW	A	W	W	W	mH	µF
130B2542	10	10	8	5	2,2	10,6	4	10	4	8,2		60	60	5,3	1,36
130B2543	17	17	13,6	5	3	12,5	5,5	13	5,5	11	100	100	100	3,1	2,04
					3,7	16,7	7,5	16	7,5	14,5	100	100	100	3,1	2,04

Tabelle 4.7 Unterbau-Sinusfilter 3 x 200-500 V IP20

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

4.3.1 Ersatzteile/Zubehör

Blech zur Schutzerdung (PE) bei IP00- und IP20-Filtern zur Wandmontage. Zum Montagezubehör gehören ebenfalls alle notwendigen Schrauben und Kabelbefestigungen.

Sinusfilter für Wandmontage		Montagezubehör
IP00	IP20	
130B2404	130B2439	130B0385
130B2406	130B2441	
130B2408	130B2443	
130B2409	130B2444	
130B2411	130B2446	
130B2412	130B2447	130B0386
130B2413	130B2448	
130B2341	130B2321	
130B2281	130B2307	130B0387
130B2282	130B2308	
130B2283	130B2309	
130B2835	130B2836	130B4175
130B2838	130B2839	130B4176
130B2841	130B2842	130B4177

WR-Filternennstrom (200-380/460/600/690 V) [A]	Filterbestellnummer	Montagezubehör
44/40/32/27	130B2835 130B2836	130B4175
90/80/58/54	130B2838 130B2839	130B4176
106/105/94/86	130B2841 130B2842	130B4176
177/160/131/108	130B2844 130B2845	130B4127

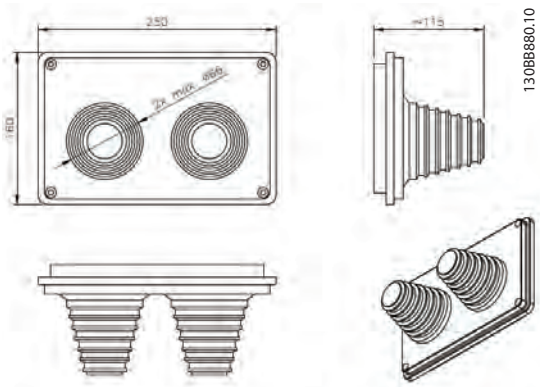
Zubehör - L-förmig

Spannung	Strom	IP	Danfoss Best.-Nr.	L-Form
500	115	00	130B3179	---
	115	23	130B3181	---
	180	00	130B3182	---
	180	23	130B3183	---
	260	00	130B3184	130B3137
	260	23	130B3185	130B3137
	410	00	130B3186	130B3138
	410	23	130B3187	130B3138
	510	00	130B3188	130B3138
	510	23	130B3189	130B3138
	660	00	130B3191	130B3139
	660	23	130B3192	130B3139
	800	00	130B3193	130B3139
	800	23	130B3194	130B3139

Spannung	Strom	IP	Danfoss Best.-Nr.	L-Form
690	13	00	130B3195	---
	13	20	130B3196	---
	28	00	130B4112	---
	28	20	130B4113	---
	45	00	130B4114	---
	45	20	130B4115	---
	76	00	130B4116	---
	76	23	130B4117	---
	115	00	130B4118	---
	115	23	130B4119	---
	165	00	130B4121	130B3137
	165	23	130B4124	130B3137
	260	00	130B4125	130B3137
	260	23	130B4126	130B3137
	360	00	130B4129	130B3138
	360	23	130B4151	130B3138
	430	00	130B4152	130B3138
	430	23	130B4153	130B3138
	530	00	130B4154	130B3138
	530	23	130B4155	130B3138
	660	00	130B4156	130B3139
	660	23	130B4157	130B3139

4.3.2 Kabelanschlüsse für Bodenfilter

WR-Filternennstrom (200-380/460/600/690 V) [A]	Filterbestellnummer	Ersatzteil-Nr.
315/303/242/192	130B2848	130B4178
480/443/344/290	130B2850	
658/590/500/450	130B2852	
880/780/630/630	130B2854	



Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

4

4.3.3 Klemmenanschlusssätze

Spannung	Strom	IP	Danfoss Best.-Nr.	Ersatzteile
500	115	00	130B3179	-
	115	23	130B3181	130B4178
	180	00	130B3182	-
	180	23	130B3183	130B4178
	260	00	130B3184	-
	260	23	130B3185	130B4178
	410	00	130B3186	-
	410	23	130B3187	130B4178
	510	00	130B3188	-
	510	23	130B3189	130B4178
	660	00	130B3191	-
	660	23	130B3192	130B4178
	800	00	130B3193	-
	800	23	130B3194	130B4178
690	13	00	130B3195	130B4175
	13	20	130B3196	130B4175
	28	00	130B4112	130B4175
	28	20	130B4113	130B4175
	45	00	130B4114	130B4176
	45	20	130B4115	130B4176
	76	00	130B4116	-
	76	23	130B4117	130B4178
	115	00	130B4118	-
	115	23	130B4119	130B4178
	165	00	130B4121	-
	165	23	130B4124	130B4178
	260	00	130B4125	-
	260	23	130B4126	130B4178
	360	00	130B4129	-
	360	23	130B4151	130B4178
	430	00	130B4152	-
	430	23	130B4153	130B4178
	530	00	130B4154	-
	530	23	130B4155	130B4178
	660	00	130B4156	-
	660	23	130B4157	130B4178

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

4.4 Sinusfilter

Technische Daten	
Nennspannung	3 x 200-500 V und 500-690 V AC
Nennstrom bei 50 Hz	Bis zu 800 A (500 V) und 660 A (690 V). Die Nennströme der Baugröße F werden mit parallelen Filtern erreicht, ein Filter pro Wechselrichtermodul.
Leistungsreduzierung der Motorfrequenz	
50 Hz	I_{Nenn}
60 Hz	0,94 x I_{Nenn}
100 Hz	0,75 x I_{Nenn}
Min. Taktfrequenz	Nenntaktfrequenz von FC 102, 202 oder 302 x 0,80
Maximale Taktfrequenz	8 kHz
Überstrombelastbarkeit	160 % für 60 Sekunden, alle 10 Minuten
Schutzart	IP00, IP20 bei Wandmontage, IP23 bei Bodenmontage
Umgebungstemperatur	-10 ° bis +45 °C
Lagertemperatur	-25 ° bis +60 °C
Transporttemperatur	-25 ° bis +70 °C
Maximale Umgebungstemperatur (mit Leistungsreduzierung)	55 °C
Maximale Höhe ohne Leistungsreduzierung	1000 m
Maximale Höhe mit Leistungsreduzierung	4000 m
Leistungsreduzierung bei Höhe	5 %/1000 m
MTBF	1481842 h
FIT	1,5 106/h
Induktivitätstoleranz	± 10%
Verschmutzungsgrad EN61800-5-1	II
Überspannungskategorie EN 61800-5-1	III
Umweltbedingungen Last	3K3
Umweltbedingungen Lagerung	1K3
Umweltbedingungen Transport	2K3
Geräuschpegel	< Frequenzumrichter
Zulassungen	CE (EN 61558, VDE 0570), RoHS, cULus Datei Nr. E219022 (ausstehend)

Der Spannungsabfall an der Drossel kann anhand der folgenden Formel berechnet werden:

$$Ud = 2 \times \pi \times f_m \times L \times I$$

f_m = Ausgangsfrequenz
L = Filterinduktivitäten
I = Strom

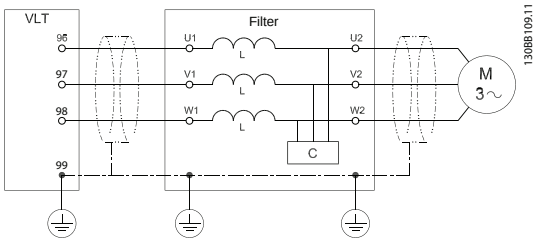
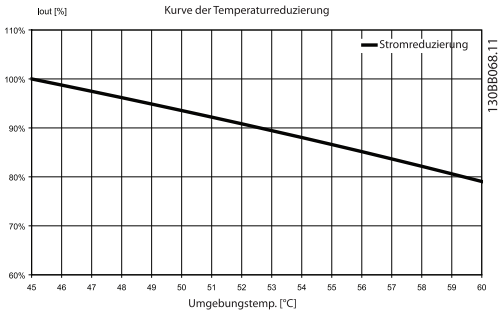


Abbildung 4.1 Filterkurvenblatt



Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

4

4.4.1 du/dt-Filter

Technische Daten	
Nennspannung	3 x 200-690 V
Nennstrom bei 50 Hz	Bis zu 880 A. Die Nennströme der Baugröße F werden mit parallelen Filtern erreicht, ein Filter pro Wechselrichtermodul.
Leistungsreduzierung der Motorfrequenz	
50 Hz	I_{Nenn}
60 Hz	0,94 x I_{Nenn}
100 Hz	0,75 x I_{Nenn}
Min. Taktfrequenz	keine Beschränkung
Maximale Taktfrequenz	Nenntaktfrequenz von FC 102, 202 oder 302
Überstrombelastbarkeit	160 % für 60 Sekunden, alle 10 Minuten
Schutzart	IP00, IP 20 bei Wandmontage, IP23 bei Bodenmontage. IP21/NEMA 1 verfügbar für Wandmontage bei Nutzung separater Sätze.
Umgebungstemperatur	-10 ° bis +45 °C
Lagertemperatur	-25 ° bis +60 °C
Transporttemperatur	-25 ° bis +70 °C
Maximale Umgebungstemperatur (mit Leistungsreduzierung) Maximale Höhe ohne Leistungsreduzierung	55 °C
Maximale Höhe ohne Leistungsreduzierung	1000 m
Maximale Höhe mit Leistungsreduzierung	4000 m
Leistungsreduzierung bei Höhe	5 %/1000 m
MTBF	1481842 h
FIT	1,5 10^6/h
Induktivitätstoleranz	± 10%
Verschmutzungsgrad EN61800-5-1	II
Überspannungskategorie EN 61800-5-1	III
Umweltbedingungen Last	3K3
Umweltbedingungen Lagerung	1K3
Umweltbedingungen Transport	2K3
Geräuschpegel	< Frequenzumrichter
Zulassungen	CE (EN 61558, VDE 0570), RoHS, cULus Datei Nr. E219022 (ausstehend)

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

4.4.2 Unterbau-Sinusfilter

Technische Daten

Nennspannung	3 x 200-500 V AC
Nennstrom I¬N bei 50 Hz	10-17 A
Motorfrequenz	0-60 Hz ohne Leistungsreduzierung, 100/120 Hz mit Leistungsreduzierung (siehe Reduzierungskurven unten)
Umgebungstemperatur	-25 °C bis 45 °C bei Einbau nebeneinander, ohne Leistungsreduzierung (siehe Reduzierungskurven unten)
Min. Taktfrequenz	f_{min} 5 kHz
Max. Taktfrequenz	f_{max} 16 kHz
Überstrombelastbarkeit	160 % über 60 s alle 10 min.
Schutzart	IP20
Zulassung	CE, RoHS

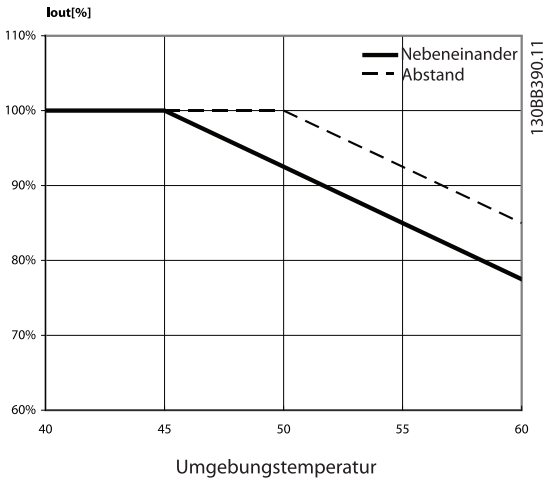


Abbildung 4.2 Temperaturreduzierung

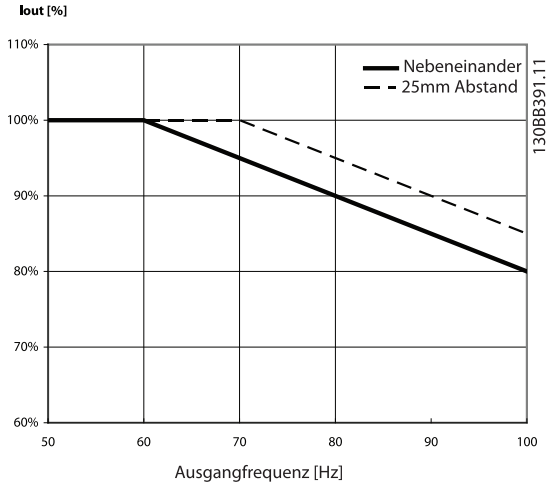


Abbildung 4.3 Reduzierung der Ausgangsfrequenz

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

5 Installieren

5.1 Mechanische Installation

5.1.1 Sicherheitshinweise für mechanische Installation

5

⚠WARNUNG

Beachten Sie die für Einbau und Montage vor Ort geltenden nationalen und regionalen Anforderungen. Diese sind zur Vermeidung von schweren Personen- und Sachschäden einzuhalten.

Das Filter wird über natürliche Konvektion gekühlt.
Zum Schutz des Geräts vor Überhitzung muss sichergestellt sein, dass die Umgebungstemperatur *die für den Filter angegebene Höchsttemperatur nicht übersteigt*. Die maximale Temperatur ist im Abschnitt „Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur" angegeben.
Liegt die max. Umgebungstemperatur oberhalb von 45 °C - 55 °C, muss eine Leistungsreduzierung für den Betrieb des Filters vorgesehen werden.

5.1.2 Montage

- Alle Filter zur Wandmontage müssen senkrecht mit der Klemme unten eingebaut werden.
- Das Filter nicht in der Nähe anderer Heizelemente oder wärmeempfindlicher Materialien (wie Holz) einbauen.
- Das Filter kann neben dem Frequenzumrichter eingebaut werden. Es ist kein Platz zwischen Filter und Frequenzumrichter erforderlich.
- Abstand oben und unten muss mindestens 100 mm (200 mm bei Unterbaufiltern) betragen.
- Die Oberflächentemperatur der IP20/23-Geräte darf 70 °C nicht überschreiten.
- Die Oberflächentemperatur der IP00-Filter kann die 70 °C überschreiten. Es wird ein entsprechendes Warnschild („Heiße Oberfläche") am Filter angebracht.

5.1.3 Mechanische Installation der HF-CM

Die Montage der HF-CM-Kerne ist dank ihrer Ovalform unkompliziert: Die Kerne werden um die drei Motorphasen (U, V und W) montiert. Dabei müssen alle drei Motorphasen durch den Kern geführt werden, um eine Sättigung des Kerns zu vermeiden. Beachtet werden muss auch, dass weder die PE noch eine sonstige Erdung durch den Kern geführt werden darf. Andernfalls wird die Wirkung des Kerns neutralisiert. In den meisten Anwendungen müssen mehrere Kerne übereinander angeordnet werden.

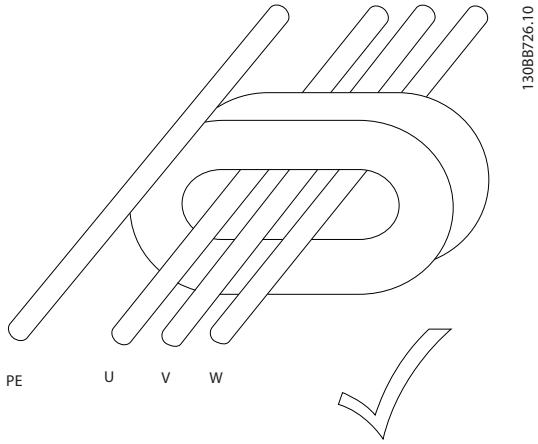


Abbildung 5.1 Richtig

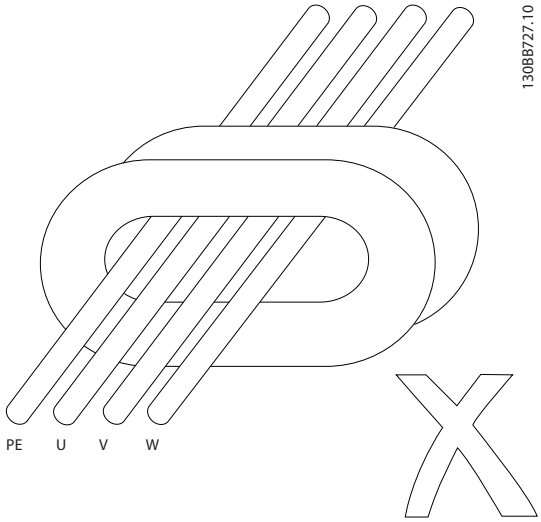


Abbildung 5.2 Falsch. Der PE-Leiter darf nicht durch den Kern geführt werden.

Wegen der Wirkung des magnetischen Wechselfelds kann es bei den Kernen zu Vibrationen kommen. In der Nähe der Kabelisolierung oder anderer Teilen kann es wegen der Vibrationen zum Verschleiß des Kerns bzw. des Kabelisolierungsmaterials kommen. Sichern Sie Kerne und Kabel mit Kabelbindestreifen.

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

5.1.4 Erdung von Sinus- und dU/dt-Filtern

⚠WARNUNG

Das Filter muss vor dem Einschalten der Stromversorgung geerdet werden (hohe Ableitströme).

Gleichtaktstörungen werden dadurch gering gehalten, dass sichergestellt wird, dass der Stromrücklaufpfad zum Frequenzumrichter die kleinstmögliche Impedanz hat.

- Wählen Sie die beste Erdungsmöglichkeit (z. B. Schaltschrankmontageblech)
- Verwenden Sie die (im Montagezubehör) beigelegte Schutzleiterklemme, um die bestmögliche Erdung sicherzustellen
- Entfernen Sie vorhandenen Lack, um guten elektrischen Kontakt sicherzustellen
- Stellen Sie sicher, dass der elektrische Kontakt von Filter und Frequenzumrichter großflächig ist (hochfrequent wirksame Erdung)
- Das Filter muss vor dem Einschalten der Stromversorgung geerdet werden (hohe Ableitströme)

5.1.5 Abschirmung

Es wird empfohlen, abgeschirmte Kabel zu verwenden, um die Abstrahlung von elektromagnetischen Störungen an die Umgebung zu verringern und Funktionsstörungen in der Anlage zu verhindern.

- Kabel zwischen Frequenzumrichter-Ausgang (U, V, W) und Filtereingang (U1, V1, W1) müssen abgeschirmt oder verdrillt sein.
- Vorzugsweise sind abgeschirmte Kabel zwischen Filterausgang (U2, V2, W2) und Motor zu verwenden. Wenn nicht abgeschirmte Kabel eingesetzt werden, ist sicherzustellen, dass die Installation die Möglichkeit von Querkopplungen mit anderen Kabeln, die empfindliche Signale übertragen, minimiert. Dies lässt sich durch Maßnahmen wie Kabeltrennung und Verlegung in geerdeten Kabelkanälen erreichen.
- Die Abschirmung muss großflächig an beiden Enden an den Gehäusen (z. B. an den Gehäusen von Filter und Motor) aufgelegt werden.
- Bei Installation von IP00-Filtern in Gehäusen und der Verwendung von abgeschirmten Kabeln muss die Abschirmung des Motorkabels an der Kabeleinführung angeschlossen werden.
- Alle Schirmanschlüsse müssen kleinstmögliche Impedanz aufweisen, d. h. massive, großflächige Anschlüsse an beiden Enden des abgeschirmten Kabels.
- Maximale Kabellänge zwischen Frequenzumrichter und Ausgangsfilter:
  Unter 7,5 kW: 2 m
  Zwischen 7,5-90 kW: 5-10 m
  Über 90 kW: 10-15 m

HINWEIS

Das Kabel zwischen Frequenzumrichter und Filter muss so kurz wie möglich gehalten werden

HINWEIS

Mehr als 10 Meter sind möglich, Danfoss rät jedoch von diesen Installationen ab, da die Gefahr erhöhter elektromagnetischer Störungen und von Spannungsspitzen an den Filterklemmen besteht.

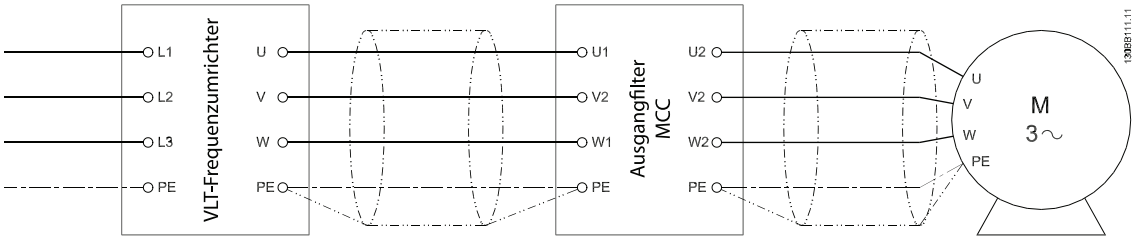


Abbildung 5.3 Schaltbild

Bei den Frequenzumrichtern der Baugröße F sind parallele Filter einzubauen, ein Filter pro Wechselrichtermodul.
Die Kabel oder Sammelschienen zwischen Wechselrichter und Filter müssen bei allen Modulen gleich lang sein.
Die Parallelschaltung ist nach dem dU/dt-Filter/Sinusfilter zu erstellen, entweder an den Filter- oder an den Motorklemmen.

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

5.2 Abmessungen

5.2.1 Zeichnungen

Sinusfilter für Wandmontage

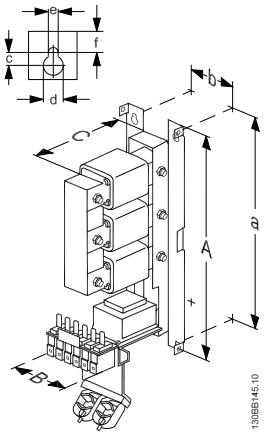


Abbildung 5.4 IP00 Wandmontage

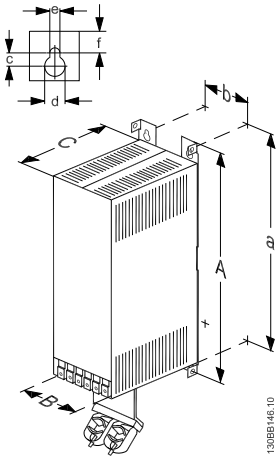


Abbildung 5.5 IP20 Wandmontage

Sinusfilter für Bodenmontage

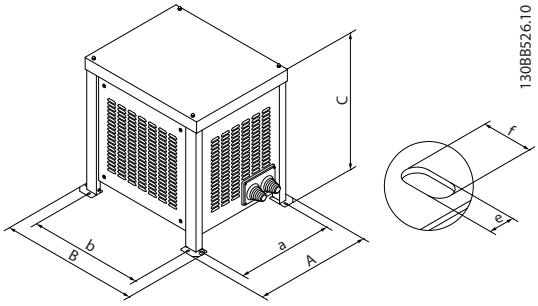


Abbildung 5.6 IP23 Bodenmontage

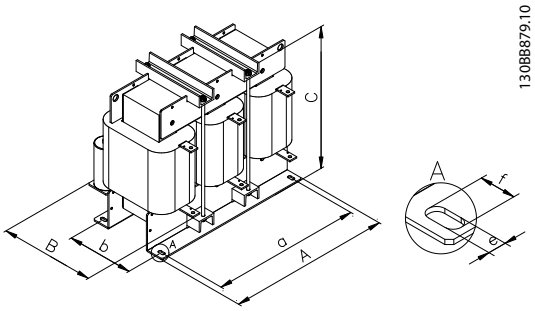


Abbildung 5.7 IP00 Bodenmontage

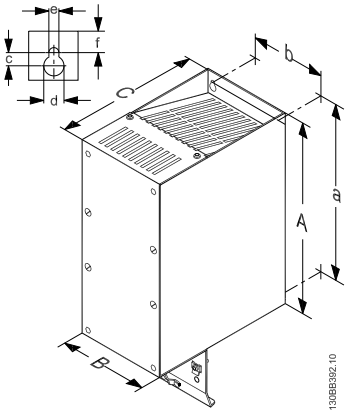


Abbildung 5.8 IP20 Unterbaufilter zur Wandmontage

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

dU/dt-Filter für Wandmontage

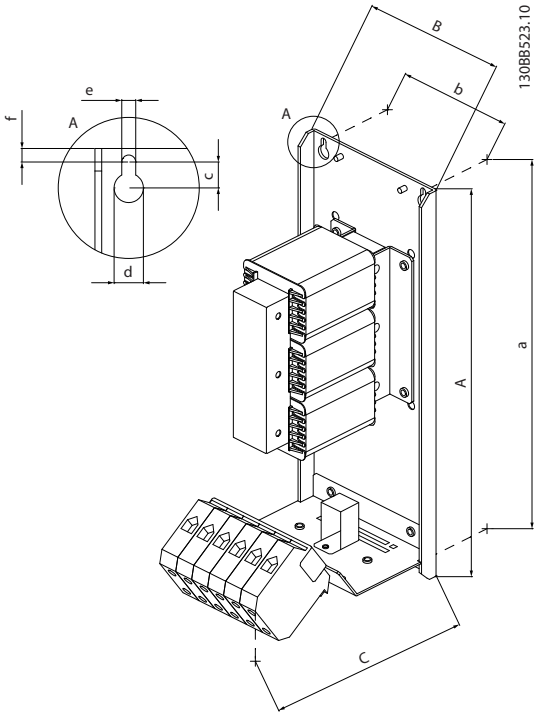


Abbildung 5.9 IP00 Wandmontage

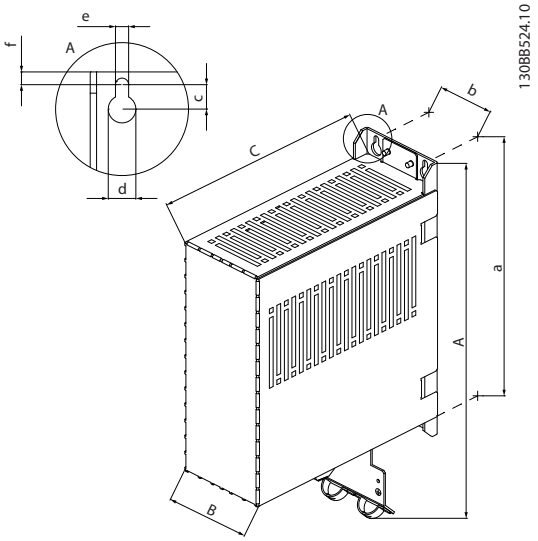


Abbildung 5.10 IP20 Wandmontage

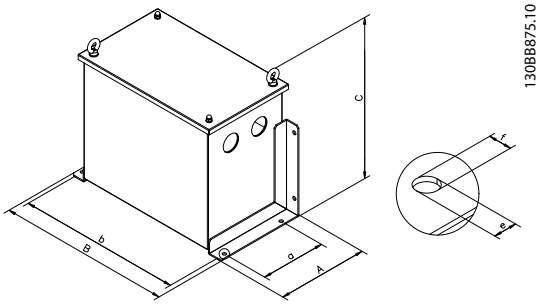


Abbildung 5.11 IP54 Boden-/Wandmontage

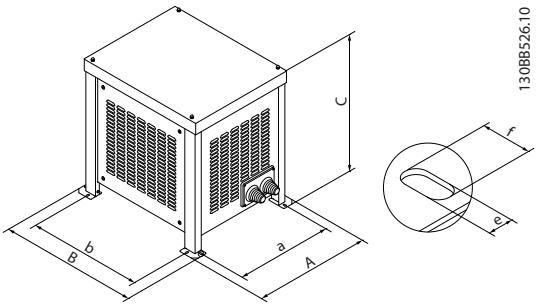


Abbildung 5.12 IP23 Bodenmontage

5

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

5

dU/dt-Filter für Bodenmontage

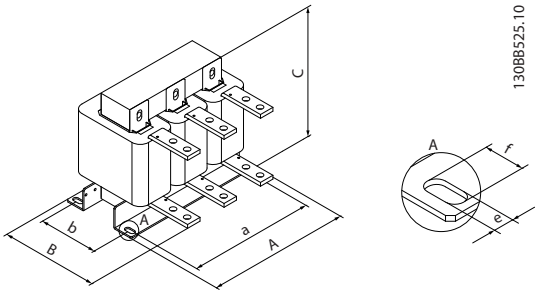


Abbildung 5.13 IP00 Bodenmontage

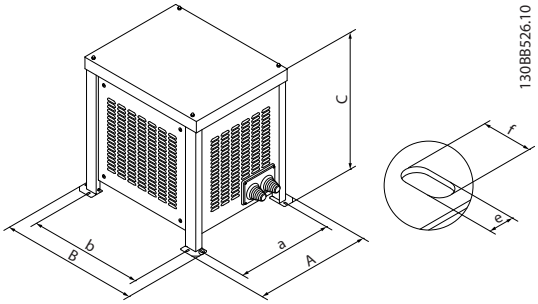


Abbildung 5.14 IP23 Bodenmontage

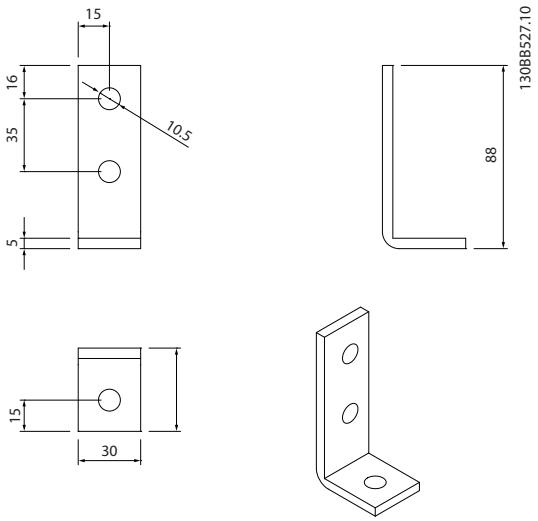


Abbildung 5.15 L-förmiger Klemmensatz 130B3137

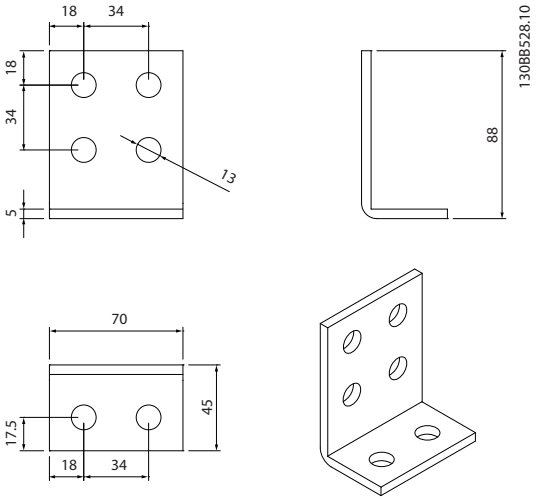


Abbildung 5.16 L-förmiger Klemmensatz 130B3138

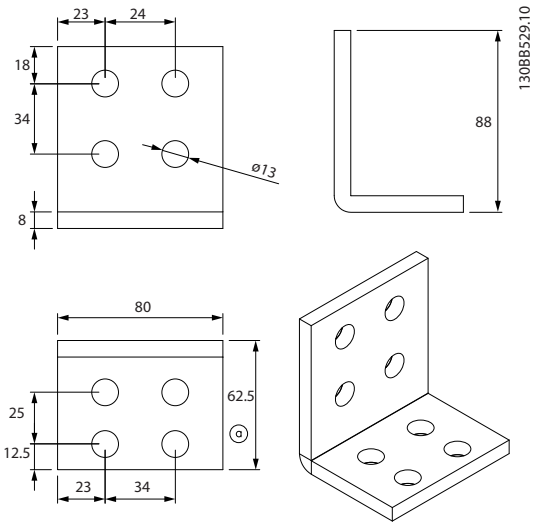


Abbildung 5.17 L-förmiger Klemmensatz 130B3139

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

5.2.2 Mechanische Abmessungen

Bestell-nummer	Gehäuse	Abmessungen [mm]									Gewicht	Montage	Leitungsquerschnitt		Klemmen-schrauben moment	L-förmiger Klemmensatz[1)]
		A (Höhe)	a	B (Breite)	b	C (Tiefe)	c	d	e	f	kg		mm^2	AWG	Nm	Best.-Nr.
130B2835	IP00	295	279	115	85	170	11,5	13	6,2	6	4,6	Wand	16	6	4/3	–
130B2836	IP20	370	279	118	85	242	11,5	13	6,2	6	6,3	Wand	16	6	4/3	–
130B2838	IP00	395	379	155	125	220	11,5	13	6,2	6	12,7	Wand	50	1	6	–
130B2839	IP20	475	379	157	125	248	11,5	13	6,2	6	16,2	Wand	50	1	6	–
130B2841	IP00	395	379	155	125	220	11,5	13	6,2	6	22	Wand	50	1	6	–
130B2842	IP20	475	379	158	125	248	11,5	13	6,2	6	25,5	Wand	50	1	6	–
130B2844	IP00	445	429	185	155	235	11,5	13	6,2	6	27	Wand	95	3/0	12/9	–
130B2845	IP20	525	429	188	155	335	11,5	13	6,2	6	30	Wand	95	3/0	12/9	–
130B2847	IP00	300	275	190	100	235			11	22	33	Boden	M10		18	130B3137
130B2848	IP23	425	325	700	660	620			13	17	64,5	Boden	M10		18	130B3137
130B2849	IP00	300	275	250	125	235			11	22	36	Boden	2 x M10		30	130B3138
130B3850	IP23	425	325	700	660	620			13	17	67,5	Boden	2 x M10		30	130B3138
130B2851	IP00	350	325	250	123	270			11	22	47	Boden	2 x M10		30	130B3138
130B2852	IP23	425	325	700	660	620			13	17	78,5	Boden	2 x M10		30	130B3138
130B2853	IP00	400	375	290	159	283			11	22	72	Boden	4 x M10		30	130B3139
130B2854	IP23	792	660,5	940	779	918			11	22	182	Boden	4 x M10		30	130B3139

[1)] Bei Bodenmontage ist ein optionaler Klemmenanschlusssatz für eine einfache Installation vorhanden. Siehe Anschlusspläne für L-förmige Klemmen.
Der Anschlusssatz wird nicht mit dem Filter geliefert und muss deshalb separat bestellt werden.

Tabelle 5.1 200-690 V dU/dt-Filter - Mechanische Abmessungen

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

Bestell-nummer	Schutzart	Maße/Abmessungen									Gewicht	Einbaurichtung	Max. Leitungsquerschnitt		Klemmen-schraubenmoment	L-förmiger Klemmensatz[1]
		A (Höhe)	a	B (Breite)	b	C (Tiefe)	c	d	e	f	kg	Wand/Boden	mm²	AWG	Nm	Best.-Nr.
130B2404	IP00	200	190	75	60	205	7	8	4,5	5	2,5	Wand	4	24 - 10	0,6	–
130B2439	IP20										3,3					
130B2406	IP00	200	190	75	60	205	7	8	4,5	5	3,3	Wand	4	24 - 10	0,6	–
130B2441	IP20										4,2					
130B2408	IP00	268	257	90	70	205	8	11	6,5	6,5	4,6	Wand	4	24 - 10	0,6	–
130B2443	IP20					206					5,8					
130B2409	IP00	268	257	90	70	205	8	11	6,5	6,5	6,1	Wand	4	24 - 10	0,6	–
130B2444	IP20										7,1					
130B2411	IP00	268	257	130	90	205	8	11	6,5	6,5	7,8	Wand	4	24 - 10	0,6	–
130B2446	IP20										9,1					
130B2412	IP00	330	312	150	120	260	12	19	9	9	14,4	Wand	16	20 - 4	2	–
130B2447	IP20										16,9					
130B2413	IP00	430	412	150	120	260	12	19	9	9	17,7	Wand	16	20 - 4	2	–
130B2448	IP20					259					19,9					
130B2281	IP00	530	500	170	125	258	12	19	9	20	34	Wand	50	6 - 1/0	8	–
130B2307	IP20					260					39					
130B2282	IP00	610	580	170	125	260	12	19	9	20	36	Wand	50	6 - 1/0	8	–
130B2308	IP20										41					
130B2283	IP00	610	580	170	135	260	12	19	9	20	50	Wand	50	6 - 1/0	15	–
130B2309	IP20										54					
130B3179	IP00	520	-	470	400	334	175		13	26	95	Boden			2,0-6,0	–
130B3181	IP23	918	898	904	779	792	661		11	22	205					
130B3182	IP00	580	-	470	400	311	150		13	26	127	Boden				–
130B3183	IP23	918	898	904	779	792	661		11	22	237					
130B3184	IP00	520	-	500	450	350	200		13	26	197	Boden				130B3137
130B3185	IP23	918	898	904	779	792	661		11	22	307					
130B3186	IP00	520	-	500	450	400	250		13	26	260	Boden				130B3138
130B3187	IP23	918	898	904	779	792	661		11	22	370					
130B3188	IP00	520	-	500	450	400	250		13	26	265	Boden				130B3138
130B3189	IP23	1161	1141	1260	1099	991	860		11	22	425					
130B3191	IP00	620	-	620	575	583	250		13	26	410	Boden				130B3139
130B3192	IP23	1161	1141	1260	1099	991	860		11	22	570					

[1] Bei Bodenmontage ist ein optionaler Klemmenanschlusssatz für eine einfache Installation vorhanden. Siehe Anschlusspläne für L-förmige Klemmen.
Der Anschlusssatz wird nicht mit dem Filter geliefert und muss deshalb separat bestellt werden.

Tabelle 5.2 500 V Sinusfilter - Mechanische Abmessungen

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

Bestell-nummer	Gehäuse	Maße/Abmessungen									Gewicht	Einbaurichtung	Max. Leitungsquerschnitt		Klemmen-schraubenmoment	L-förmiger Klemmensatz[1)]
		A (Höhe)	a	B (Breite)	b	C (Tiefe)	c	d	e	f	kg	Wand/Boden	mm²	AWG	Nm	Best.-Nr.
130B3193	IP00	620	-	620	575	583	250		13	26	410	Boden				130B3139
130B3194	IP23	1161	1141	1260	1099	991	860		11	22	610					
2 x 130B3188	IP00															–
2 x 130B3189	IP23															
2 x 130B3191	IP00															–
2 x 130B3192	IP23															
3 x 130B3188	IP00															–
3 x 130B3189	IP23															
3 x 130B3191	IP00															–
3 x 130B3192	IP23															

[1)] Bei Bodenmontage ist ein optionaler Klemmenanschlusssatz für eine einfache Installation vorhanden. Siehe Anschlusspläne für L-förmige Klemmen.
Der Anschlusssatz wird nicht mit dem Filter geliefert und muss deshalb separat bestellt werden.

Tabelle 5.3 500 V Sinusfilter - Mechanische Abmessungen

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

Bestell-nummer	Gehäuse	Maße/Abmessungen									Gewicht	Einbaurichtung	Max. Leitungsquerschnitt		Klemmenschrau-benmoment	L-förmiger Klemmensatz[1)]
		A (Höhe)	a	B (Breite)	b	C (Tiefe)	c	d	e	f	kg	Wand/Boden	mm²	AWG	Nm	Best.-Nr.
130B3195	IP00	465	449	115	85	270	225	13	6,2	6,5	18	Wand	16	20 - 8	2	–
130B3196	IP20	465	449	118	85	243	-	13	6,2	6,5	21					
130B4112	IP00	505	489	155	125	270	225	13	6,2	6,5	27	Boden	16	20 - 8	15	–
130B4113	IP23	505	489	158	125	310	-	13	6,2	6,5	31					
130B4114	IP00	625	609	155	125	370	300	13	6,2	6,5	43	Boden	50	8 - 6	15	–
130B4115	IP23	625	609	158	125	310	-	13	6,2	6,5	49					
130B4116	IP00	520	-	470	400	332	175		13	26	107	Boden	95	6 - 4	15	–
130B4117	IP23	715	699	798	676	620	502		11	22	142					
130B4118	IP00	520	-	470	400	332	175		13	26	123	Boden	95	4 - 2	15	–
130B4119	IP23	715	699	798	676	620	502		11	22	160					
130B4121	IP00	470	-	500	450	400	200		13	26	160	Boden	Ø10,5	2 - 1/0	15	130B3137
130B4124	IP23	918	898	940	779	792	661		11	22	270					
130B4125	IP00	535	-	660	575	460	250		13	26	315	Boden	Ø10,5	2/0 - 4/0	18	130B3137
130B4126	IP23	1161	1141	1260	1099	991	860		11	22	475					
130B4129	IP00	660	-	800	750	610	275		13	26	513	Boden	2 x Ø13	2/0 - 4/0	18	130B3138
130B4151	IP23	1161	1141	1260	1099	991	860		11	22	673					
130B4152	IP00	660	-	800	750	610	275		13	26	485	Boden	2 x Ø13	4/0 - 5/0	18	130B3138
130B4153	IP23	1161	1141	1260	1099	991	860		11	22	645					
130B4154	IP00	660	-	800	750	684	350		13	26	600	Boden	2 x Ø13	4/0 - 5/0	30	130B3138
130B4155	IP23	1161	1141	1260	1099	991	860		11	22	760					
130B4156	IP00	490	-	800	750	713	375		13	26	745	Boden	4 x Ø13	5/0	30	130B3139
130B4157	IP23	1161	1141	1260	1099	991	860		11	22	905					
2 x 130B4152	IP00													5/0 - 6/0	30	–
2 x 130B4153	IP23															
2 x 130B4154	IP00													6/0	30	–
2 x 130B4155	IP23															
3 x 130B4154	IP00													6/0	30	–
3 x 1304155	IP23															

[1)] Bei Bodenmontage ist ein optionaler Klemmenanschlusssatz für eine einfache Installation vorhanden. Siehe Anschlusspläne für L-förmige Klemmen.
Der Anschlusssatz wird nicht mit dem Filter geliefert und muss deshalb separat bestellt werden.

Tabelle 5.4 690 V Sinusfilter - Mechanische Abmessungen

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

Bestellnummer	Unterbau	Abmessungen									Gewicht	Einbau-richtung	Max. Leitungsquer-schnitt
		A (Höhe)	a	B (Breite)	b	C (Tiefe)	c	d	e	f	[kg]		mm²
130B2542	A2	282	257	90	70	202	10	11	6	15	8	Wand	4
130B2543	A3	282	257	130	110	212	10	11	6	15	11,5	Wand	4

Tabelle 5.5 Unterbau-Sinusfilter - Technische Daten

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

Bestellnummer	Gehäuse	Abmessungen [mm]									Gewicht	Montage	Leitungsquer-schnitt		Klemmen-schrauben moment	L-förmiger Klemmen satz[1]
IP54		A (Höhe)	a	B (Breite)	b	C (Tiefe)	c	d	e	f	kg		mm²	AWG	Nm	Bestell-nummer
130B2837	IP54	200	130	320	304	250			9	9	15,7	Boden	16	6	4/3	–
130B2840	IP54	230	160	420	400	355			9	9	39,8	Boden	50	1	6	–
130B2843	IP54	275	200	470	446	460			11	14	59,6	Boden	50	1	6	–
130B2846	IP54	275	200	470	446	460			11	14	61,8	Boden	95	3/0	12/9	–

Tabelle 5.6 200-690 V dU/dt-Filter - Mechanische Abmessungen

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

6 Programmieren des Frequenzumrichters

- Die Taktfrequenz des VLT® muss den für das einzelne Filter angegebenen Wert haben. Die entsprechenden Parameterwerte entnehmen Sie bitte dem *VLT® Programmierungshandbuch*.
- Bei einem installierten Ausgangsfilter kann nur eine reduzierte automatische Motoranpassung (AMA) durchgeführt werden.

HINWEIS

Sinusfilter können bei höheren Taktfrequenzen als der Nenntaktfrequenz verwendet werden, dürfen jedoch niemals bei Taktfrequenzen verwendet werden, die mehr als 20 % unter der Nenntaktfrequenz liegen.

HINWEIS

dU/dt-Filter können im Gegensatz zu Sinusfiltern bei niedrigerer Taktfrequenz als der Nenntaktfrequenz verwendet werden, höhere Taktfrequenzen führen jedoch zu Überhitzung des Filters und müssen vermieden werden.

6

6.1.1 Parametereinstellungen zum Betrieb mit Sinusfilter

Parameternr.	Name	Empfohlene Einstellung
14-00	Schaltmuster	Für Sinusfilter SFAVM wählen
14-01	Taktfrequenz	Wert für einzelnes Filter wählen
14-55	Ausgangsfilter	Festes Sinusfilter wählen
14-56	Kapazität Ausgangsfilter	Kapazität einstellen[1]
14-57	Induktivität Ausgangsfilter	Induktivität einstellen[1]
[1]) Nur für Steuerverfahren Fluxvektor. Werte sind in *4.2 Elektrische Daten - dU/dt-Filter* und *4.3 Elektrische Daten - Sinusfilter* zu finden.		

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

Index

A
Abgeschirmte Kabel ... 33
Abkürzungen ... 3
Aggressiven Umgebungsbedingungen ... 13
Allgemeine Warnung ... 3

B
Belastung
Der Motorisolation ... 12
Der Motorlager ... 12

C
CE-Zeichen Zu Verstehen ... 4

D
Die Niederspannungsrichtlinie (73/23/EWG) ... 4
Drosseln ... 12
DU/dt ... 5

E
Elektromagnetische
Ausstrahlungen ... 14
Verträglichkeit ... 12
Elektromagnetischen ... 5, 8
EMC ... 12
EMV-Filter ... 12
Erdung ... 33

G
Gleichtaktspannung ... 8
Grenzfrequenz ... 12

H
Hochfrequent
Wirksame Störgeräusche ... 8
Wirksamen ... 8

I
IEC
IEC ... 6
600034-17 ... 13
60034-17 ... 12
Impedanz ... 5
Impulsreflexionen ... 14
Induktivität ... 12

K
Kapazität ... 12
Kondensatoren ... 12

L
LC-Filter ... 14

M
Magnetostriktion ... 7
Maximale Kabellänge ... 33
Montage ... 32
Montagezubehör ... 33
Motorisolation ... 5
Motorkabel ... 5
Motorkabellänge ... 12
Motorstörgeräusche ... 5

N
Nachmontage ... 13
NEMA ... 6
NEMA-MG1 ... 12
Netzleitungsgeführt ... 11

O
Oberschwingungen ... 8

P
Pulsbreitenmoduliert ... 7

R
Reflexionsfaktor ... 5, 6
Regenerativem Bremsen ... 13

S
Sicherheitshinweise Für Mechanische Installation ... 32
Sinusförmig ... 7
Sinusförmige ... 8
Spannungsabfall ... 12
Spannungsanhebungsanwendungen ... 15
Spannungsspitzen ... 12

T
Taktfrequenzgeräusche ... 14
Tr ... 7

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

Ü

Überschlag..... 13
Überschwingen..... 8

U

Universalmotoren..... 13
Upeak..... 7

V

Verkettet..... 7

W

Warnung Vor Hochspannung..... 3
Wellenreflexion..... 5

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com

Niehues
Hydraulik · Automation

Danfoss

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 des Angemessenen und Zumutbaren Änderungen an ihren 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.

130R0457 MG90N503 Ver. 2011-01-17

* M G 9 0 N 5 0 3 *

Archivierung: 06/2020

Th. Niehues GmbH • Bahnhofstraße 81 • D - 48308 Senden / Westf. • Tel: +49 2536 990-01 • Fax: +49 2536 990-19 • E-Mail: info@niehues.com • www.niehues.com