



# Design Guide

## VLT<sup>®</sup> AQUA Drive FC 202

0,25–90 kW





## Innehåll

<b>1 Inledning</b>	<b>8</b>
1.1 Syftet med Design Guide	8
1.2 Struktur	8
1.3 Ytterligare dokumentation	8
1.4 Förkortningar, symboler och praxis	9
1.5 Definitioner	10
1.6 Dokument- och programversion	11
1.7 Godkännanden och certifikat	11
1.7.1 CE-märkning	11
1.7.1.1 Lågspänningsdirektivet	11
1.7.1.2 EMC-direktivet	11
1.7.1.3 Maskindirektivet	11
1.7.1.4 ErP-direktivet	12
1.7.2 Uppfyller C-tick	12
1.7.3 Uppfyller UL	12
1.7.4 Uppfyller Marine	12
1.8 Säkerhet	13
1.8.1 Allmänna säkerhetsprinciper	13
<b>2 Produktöversikt</b>	<b>15</b>
2.1 Inledning	15
2.2 Driftsbeskrivning	19
2.3 Driftsekvens	20
2.3.1 Likriktardelen	20
2.3.2 Mellanliggande del	20
2.3.3 Växelriktardel	20
2.3.4 Bromstillval	20
2.3.5 Lastdelning	21
2.4 Styrstrukturer	21
2.4.1 Styrstruktur utan återkoppling	21
2.4.2 Styrstrukturer med återkoppling	22
2.4.3 Lokalstyrning (Hand On) och Fjärrstyrning (Auto On)	22
2.4.4 Referenshantering	23
2.4.5 Återkopplingshantering	25
2.5 Automatiserade driftfunktioner	26
2.5.1 Kortslutningsskydd	26
2.5.2 Överspänningsskydd	26
2.5.3 Detektering av motorfas saknas	27
2.5.4 Detektering av nätfasobalans	27

2.5.5 In- och urkoppling på utgången	27
2.5.6 Överbelastningsskydd	27
2.5.7 Automatisk nedstämpling	27
2.5.8 Automatisk energioptimering	27
2.5.9 Automatisk switchfrekvensmodulering	28
2.5.10 Automatisk nedstämpling för hög switchfrekvens	28
2.5.11 Automatisk nedstämpling för överhettning	28
2.5.12 Automatisk ramp	28
2.5.13 Strömgränskrets	28
2.5.14 Prestanda vid effektfluktuationer	28
2.5.15 Mjukstart av motorn	28
2.5.16 Resonansdämpning	28
2.5.17 Temperaturstyrda fläktar	28
2.5.18 EMC-överensstämmelse	29
2.5.19 Strömmätning på alla tre motorfaser	29
2.5.20 Galvanisk isolation av styrplintar	29
2.6 Anpassade tillämpningsfunktioner	29
2.6.1 Automatisk motoranpassning	29
2.6.2 Termiskt motorskydd	29
2.6.3 Nätabrott	30
2.6.4 Inbyggda PID-regulator	30
2.6.5 Automatisk omstart	30
2.6.6 Flygande start	30
2.6.7 Fullt moment med reducerad hastighet	30
2.6.8 Förbikoppling av frekvens	30
2.6.9 Förvärmning av motor	30
2.6.10 Fyra programmerbara menyer	31
2.6.11 Dynamisk bromsning	31
2.6.12 Likströmsbroms	31
2.6.13 Energisparläge	31
2.6.14 Drift tillåten	31
2.6.15 Smart Logic Control (SLC)	31
2.6.16 STO-funktion	32
2.7 Fel-, varnings- och larmfunktioner	33
2.7.1 Drift vid överhettning	33
2.7.2 Varning för hög och låg referens	33
2.7.3 Varning om hög och låg återkoppling	33
2.7.4 Fasobalans eller fasbortfall	33
2.7.5 Varning för hög frekvens	33
2.7.6 Varning för låg frekvens	33

2.7.7 Varning för hög ström	33
2.7.8 Varning för låg ström	34
2.7.9 Ingen last/trasigt band-varning	34
2.7.10 Förlorat seriegränssnitt	34
<b>2.8 Användargränssnitt och programmering</b>	<b>34</b>
2.8.1 Lokal manöverpanel	34
2.8.2 PC-program	35
2.8.2.1 MCT 10-konfigurationsprogramvara	35
2.8.2.2 VLT <sup>®</sup> Harmonics Calculation Software MCT 31	36
2.8.2.3 Programvaran Harmonic Calculation Software (HCS)	36
<b>2.9 Underhåll</b>	<b>36</b>
2.9.1 Lagring	36
<b>3 Systemintegrering</b>	<b>37</b>
<b>3.1 Omgivande miljöförhållanden</b>	<b>37</b>
3.1.1 Fukt	37
3.1.2 Temperatur	37
3.1.3 Kylning	38
3.1.4 Motorgenererad överspänning	39
3.1.5 Ljudnivå	39
3.1.6 Vibrationer och stötar	39
3.1.7 Aggressiva miljöer	39
3.1.8 Definitioner av IP-klassificering	40
3.1.9 Radiofrekvensstörningar	41
3.1.10 Överensstämmelse för PELV och galvanisk Isolation	41
3.1.11 Lagring	42
<b>3.2 EMC, övertoner och skydd mot läckström till jord</b>	<b>42</b>
3.2.1 Allmänt om EMC-emissioner	42
3.2.2 EMC-testresultat	43
3.2.3 Emissionskrav	45
3.2.4 Immunitetskrav	45
3.2.5 Motorisolering	46
3.2.6 Lagerströmmar i motorn	46
3.2.7 Övertoner	47
3.2.8 Läckström till jord	49
<b>3.3 Nätintegrering</b>	<b>51</b>
3.3.1 Nätkonfigurationer och EMC-effekter	51
3.3.2 Lågfrekventa nätstörningar	51
3.3.3 Analysera nätstörningar	52
3.3.4 Alternativ för att minska nätstörningarna	52

3.3.5	Radiofrekvensstörningar	52
3.3.6	Klassificering av driftplatsen	52
3.3.7	Använda med isolerad ingångskälla	53
3.3.8	Korrigerig av effektfaktor	53
3.3.9	Fördröjning av inström	53
3.3.10	Nättransienter	53
3.3.11	Drift med en reservgenerator	54
3.4	Motorintegrering	54
3.4.1	Överväganden vid motorval	54
3.4.2	Sinus- och dU/dt-filter	54
3.4.3	Korrekt motorjordning	54
3.4.4	Motorkablar	55
3.4.5	Motorkabelskärmning	55
3.4.6	Ansluta flera motorer	55
3.4.7	Isolering av styrledning	57
3.4.8	Termiskt motorskydd	57
3.4.9	Utgångskontaktor	58
3.4.10	Bromsfunktioner	58
3.4.11	Dynamisk bromsning	58
3.4.12	Bromsmotståndsberäkning	58
3.4.13	Kabeldragning för bromsmotstånd	59
3.4.14	Bromsmotstånd och broms-IGBT	59
3.4.15	Energiverkningsgrad	59
3.5	Extra ingångar och utgångar	61
3.5.1	Kopplingsschema	61
3.5.2	Reläanslutningar	62
3.5.3	EMC-korrekt elektrisk anslutning	63
3.6	Mekanisk ritning	64
3.6.1	Avstånd	64
3.6.2	Väggmontering	64
3.6.3	Åtkomst	65
3.7	Tillval och tillbehör	65
3.7.1	Kommunikationstillval	69
3.7.2	Tillval för ingångar/utgångar, återkoppling och säkerhet	69
3.7.3	Kaskadregleringstillval	69
3.7.4	Bromsmotstånd	70
3.7.5	Sinusfilter	71
3.7.6	dU/dt-filter	71
3.7.7	Common mode-filter	71
3.7.8	Övertonsfilter	71

3.7.9 IP21/NEMA typ 1-kapslingssats	71
3.7.10 Fjärrmonteringssats för LCP	74
3.7.11 Monteringsfäste för kapslingstyp A5, B1, B2, C1 och C2	75
<b>3.8 Seriegränssnitt RS485</b>	<b>75</b>
3.8.1 Översikt	75
3.8.2 Nätverksanslutning	76
3.8.3 RS485-bussavslutning	77
3.8.4 EMC-säkerhetsåtgärder	77
3.8.5 Översikt över FC-protokollet	77
3.8.6 Nätverkskonfiguration	78
3.8.7 Grundstruktur för meddelanden inom FC-protokollet	78
3.8.8 FC-protokollexempel	81
3.8.9 Modbus RTU-protokoll	82
3.8.10 Grundstruktur för Modbus RTU-meddelanden	83
3.8.11 Åtkomst till parametrar	86
3.8.12 FC-frekvensomformarstyrprofil	87
<b>3.9 Checklista för systemkonstruktion</b>	<b>93</b>
<b>4 Tillämpningsexempel</b>	<b>95</b>
4.1 Översikt över tillämpningsfunktioner	95
4.2 Valda tillämpningsfunktioner	95
4.2.1 SmartStart	95
4.2.2 Snabbmeny för vatten och pumpar	96
4.2.3 29-1* Rensningsfunktion	96
4.2.4 Före/efter smörjning	97
4.2.5 29-5* Flödesbekräftelse	98
4.3 Exempel på tillämpningskonfiguration	99
4.3.1 Applikation med dränkbar pump	100
4.3.2 Kaskadregulatorn BASIC	102
4.3.3 Pumpinkoppling med växling av huvudpump	103
4.3.4 Systemets status och drift	103
4.3.5 Kopplingsschema för kaskadregulator	104
4.3.6 Kopplingsschema för pump med variabelt varvtal	104
4.3.7 Kopplingsschema för huvudpumpsväxling	104
<b>5 Speciella förhållanden</b>	<b>109</b>
5.1 Manuell nedstämpling	109
5.2 Nedstämpling för långa motorkablar eller kablar med stor ledarareax	110
5.3 Nedstämpling för omgivningstemperaturer	110
<b>6 Typkod och val</b>	<b>114</b>

6.1 Beställa	114
6.1.1 Typkod	114
6.1.2 Programvaruspråk	116
6.2 Tillval, tillbehör och reservdelar	116
6.2.1 Tillval och tillbehör	116
6.2.2 Reservdelar	118
6.2.3 Tillbehörspåsar	118
6.2.4 Val av bromsmotstånd	119
6.2.5 Rekommenderade bromsmotstånd	120
6.2.6 Alternativa bromsmotstånd, T2 och T4	127
6.2.7 Övertonsfilter	128
6.2.8 Sinusfilter	131
6.2.9 dU/dt-filter	133
6.2.10 Common Mode-filter	134
<b>7 Specifikationer</b>	<b>135</b>
7.1 Elektriska data	135
7.1.1 Nätförsörjning 1 x 200–240 V AC	135
7.1.2 Nätförsörjning 3 x 200–240 V AC	136
7.1.3 Nätförsörjning 1 x 380–480 V AC	139
7.1.4 Nätförsörjning 3 x 380–480 V AC	140
7.1.5 Nätförsörjning 3 x 525–600 V AC	144
7.1.6 Nätförsörjning 3 x 525–690 V AC	148
7.2 Nätförsörjning	151
7.3 Motoreffekt och motordata	151
7.4 Omgivande miljöförhållanden	152
7.5 Kabelspecifikationer	152
7.6 Styringång/-utgång och styrddata	153
7.7 Säkringar och maximalbrytare	156
7.8 Märkeffekter, vikt och mått	164
7.9 dU/dt-testning	165
7.10 Klassificering av ljudnivå	167
7.11 Valda tillval	168
7.11.1 VLT® Generellt I/O-kort, modul MCB 101	168
7.11.2 VLT® Reläkort MCB 105	168
7.11.3 VLT® PTC-termistorkort MCB 112	170
7.11.4 VLT® Utökat reläkort MCB 113	172
7.11.5 VLT® Givaringångstillval MCB 114	173
7.11.6 VLT® Utökad kaskadregulator MCO 101	174
7.11.7 VLT® Avancerad kaskadregulator MCO 102	176



<b>8 Bilaga – Valda ritningar</b>	178
8.1 Ritningar över nätanslutning (3-faser)	178
8.2 Ritningar för motoranslutning	181
8.3 Ritningar över reläplint	183
8.4 Kabelingångshål	184
<b>Index</b>	188

# 1 Inledning

## 1.1 Syftet med Design Guide

Denna Design Guide för DanfossVLT® AQUA Drive-frekvensomformare är avsedd för:

- Projekt- och systemtekniker
- Konstruktionskonsulter
- Tillämpnings- och produktspecialister

Design Guide innehåller teknisk information om frekvensomformarens kapacitet för integrering i motorstyrnings- och övervakningssystem.

Syftet med denna Design Guide är att tillhandahålla konstruktionsfaktorer och planeringsdata för integrering av frekvensomformaren i ett system. Design Guide tillhandahåller ett urval av frekvensomformare och tillval för en mängd olika tillämpningar och installationer.

Genom att läsa den detaljerade produktinformation i utformningsstadiet är det möjligt att utveckla ett väl uttänkt system med optimal funktionalitet och verkningsgrad.

VLT® är ett registrerat varumärke.

## 1.2 Struktur

*Kapitel 1 Inledning:* Det generella syftet med Design Guide och överensstämmelse med internationella direktiv.

*Kapitel 2 Produktöversikt:* Den interna strukturen och funktionaliteten hos frekvensomformaren och driftfunktionerna.

*Kapitel 3 Systemintegrering:* Omgivningsförhållanden; EMC, övertoner, och jordläckage; nätingång; motorer och motoranslutningar; övriga anslutningar; mekaniska planering; samt beskrivningar av tillgängliga tillval och tillbehör.

*Kapitel 4 Tillämpningsexempel:* Exempel på produkttillämpningar och användarriktlinjer.

*Kapitel 5 Speciella förhållanden:* Information om ovanliga driftmiljöer.

*Kapitel 6 Typkod och val:* Procedurer för beställning av utrustning och tillval för att uppnå avsedd användning av systemet.

*Kapitel 7 Specifikationer:* En sammanställning av tekniska data i tabeller och diagram.

*Kapitel 8 Bilaga – Valda ritningar:* En sammanställning av diagram som illustrerar nät- och motoranslutningar, reläplintar och kabelgenomföringar.

## 1.3 Ytterligare dokumentation

Dokumentation som hjälper dig att förstå avancerad frekvensomformardrift, programmering och överensstämmelse med direktiv:

- *Handboken för VLT® AQUA DriveFC 202* (nedan kallad *handboken*) innehåller detaljerade anvisningar för hur du installerar och startar frekvensomformaren.
- *Design Guide* för VLT® AQUA DriveFC 202 innehåller den information som krävs för att utforma och planera integreringen av frekvensomformaren i ett system.
- *Programmeringshandboken för VLT® AQUA DriveFC 202* (nedan kallad *programmeringshandboken*) innehåller mer detaljerad information om hur du arbetar med parametrar och ger flera exempel på tillämpningar.
- *Handboken för VLT® Safe Torque Off* innehåller information om hur du använder frekvensomformare från Danfoss i funktionssäkerhetstillämpningar. Denna handbok levereras med frekvensomformaren när STO-tillval föreligger.
- I *Design Guide för VLT® Bromsmotstånd* förklaras val av optimalt bromsmotstånd.

Ytterligare dokumentation och handböcker kan hämtas på [danfoss.com/Product/Literature/Technical+Documentation.htm](http://danfoss.com/Product/Literature/Technical+Documentation.htm).

### **OBS!**

**De beskrivna procedurerna gäller inte alltid helt och fullt om du använder viss tillvalsutrustning. Glöm inte att kontrollera de specifika krav som beskrivs i instruktionerna som medföljer tillvalsutrustningen.**

Kontakta en Danfoss-återförsäljare eller besök [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com) om du vill ha ytterligare information.

## 1.4 Förkortningar, symboler och praxis

60° AVM	60° asynkron vektor modulering
A	Ampere/AMP
AC	Växelström
AD	Frånluft
AEO	Automatisk energioptimering
AI	Analog ingång
AMA	Automatisk motoranpassning
AWG	American Wire Gauge
°C	Grader Celsius
CD	Konstant urladdning
CM	Common mode
CT	Konstant moment
DC	Likström
DI	Digital ingång
DM	Differential mode
D-TYP	Beror på frekvensomformaren
EMC	Elektromagnetisk kompatibilitet
EMF	Elektromotorisk kraft
ETR	Elektronisk-termiskt relä
f <sub>IOG</sub>	Motorfrekvensen när joggfunktion är aktiverad
f <sub>M</sub>	Motorfrekvens
f <sub>MAX</sub>	Den maximala utfrekvens som frekvensomformaren använder på denna utgång.
f <sub>MIN</sub>	Den minimala motorfrekvensen från frekvensomformaren.
f <sub>M,N</sub>	Nominell motorfrekvens
FC	Frekvensomformare
g	Gram
Hiperface®	Hiperface® är ett registrerat varumärke som tillhör Stegmann
hk	Hästkraft
HTL	HTL-pulsgivarpulser (10–30 V) – högspännings-transistorlogik
Hz	Hertz
I <sub>INV</sub>	Nominell växelriktarutström
I <sub>LIM</sub>	Strömgräns
I <sub>M,N</sub>	Nominell motorström
I <sub>VLT,MAX</sub>	Den maximala utströmmen
I <sub>VLT,N</sub>	Den nominella utströmmen från frekvensomformaren
kHz	Kilohertz
LCP	Lokal manöverpanel
lsb	Den minst signifikanta biten (least significant bit)
m	Meter
mA	Milliampere
MCM	Mille circular mil
MCT	Rörelsekontrollverktyg
mH	Induktans i millihenry
min	Minut
ms	Millisekund

msb	Den mest signifikanta biten (most significant bit)
? <sub>VLT</sub>	Frekvensomformarens verkningsgrad definierad som förhållandet mellan utgående och ingående effekt.
nF	Kapacitans i nanofarad
NLCP	Numerisk lokal manöverpanel
Nm	Newtonmeter
n <sub>s</sub>	Synkront motorvarvtal
Online/offline-parametrar	Ändringar av onlineparametrar aktiveras omedelbart efter det att datavärdet ändrats.
P <sub>br,cont.</sub>	Bromsmotståndets märkeffekt (genomsnittlig effekt vid kontinuerlig bromsning).
PCB	Ytbehandlat kretskort
PCD	Processdata
PELV	Protective Extra Low Voltage
P <sub>m</sub>	Frekvensomformarens nominella uteffekt som hög överbelastning (HO).
P <sub>M,N</sub>	Nominell motoreffekt
PM-motor	Permanentmagnetmotor
Process-PID	PID-regulatorn upprätthåller önskat varvtal, tryck och temperatur osv.
R <sub>br,nom</sub>	Det nominella motståndsvärdet som säkerställer en bromseffekt på motoraxeln på 150/160 % under 1 minut.
RCD	Jordfelsbrytare
Regen	Regenerativa plintar
R <sub>min</sub>	Minsta tillåtna bromsmotståndsvärde enligt frekvensomformaren
RMS	Effektivvärde
varv/minut	Varv per minut
R <sub>rec</sub>	Rekommenderat bromsmotstånd för bromsmotstånd från Danfoss
s	Sekund
SFAVM	Stator Flux-orienterad asynkron vektor modulering
STW	Statusord
SMPS	Strömförsörjning i switchläge
THD	Total övertonsdistorsion
T <sub>LIM</sub>	Momentgräns
TTL	TTL-pulsgivarpulser (5 V) – transistor-transistorlogik
U <sub>M,N</sub>	Nominell motorspänning
V	Volt
VT	Variabelt moment
VVC+	Voltage Vector Control

Tabell 1.1 Förkortningar

**Konventioner**

Numrerade listor används för procedurer.

Punktlistor används för annan information och för beskrivning av illustrationer.

Kursiv text används för:

- hänvisningar
- länkar
- fotnoter
- parameternamn, parametergruppens namn, parameteralternativ.

Alla mått anges i mm (tum).

\* indikerar fabriksinställningen för en parameter.

Följande symboler används i det här dokumentet:

**⚠ VARNING**

Indikerar en potentiellt farlig situation som kan leda till dödsfall eller allvarliga personskador.

**⚠ FÖRSIKTIGT**

Indikerar en potentiellt farlig situation som kan leda till mindre eller måttliga personskador. Symbolen kan även användas för att uppmärksamma farligt handhavande.

**OBS!**

Indikerar viktig information, inklusive situationer som kan leda till skador på utrustning eller egendom.

**1.5 Definitioner****Bromsmotstånd**

Bromsmotståndet är en modul som kan absorbera bromseffekten som genereras vid regenerativ bromsning. Denna regenerativa bromseffekt höjer mellankretsspänningen. En bromschopper ser till att effekten avsätts i bromsmotståndet.

**Utrullning**

Motoraxeln är i fritt läge. Inget moment på motorn.

**CT-kurva**

Konstanta momentegenskaper används för alla tillämpningar med t.ex. transportband, förträngningspumpar och kranar.

**Initiering**

Om initiering utförs (*parameter 14-22 Driftläge*) återställs frekvensomformaren till fabriksinställningarna.

**Intermittent driftcykel**

Ett intermittent driftcykel avser en serie driftcykler. Varje cykel består av en period med belastning och en period utan belastning. Driften kan vara endera periodisk eller icke-periodisk.

**Effektfaktor**

Den sanna effektfaktorn (lambda) tar med alla övertoner i beräkningen och är alltid mindre än effektfaktorn (cos fi), som endast tar de första övertonerna för ström och spänning i beaktning.

$$\cos\phi = \frac{P \text{ (kW)}}{P \text{ (kVA)}} = \frac{U \cdot I \cdot \cos\phi}{U \cdot I}$$

Cos fi kallas även förskjutet effektfaktor.

Både lambda och cos fi för Danfoss VLT®-frekvensomformare anges i *kapitel 7.2 Nätförsörjning*.

Effektfaktorn indikerar i vilken grad frekvensomformaren belastar nätförsörjningen.

Ju lägre effektfaktor, desto högre  $I_{RMS}$  vid samma kW-effekt.

Dessutom visar en hög effektfaktor att övertonsströmmarna är låga.

Alla Danfoss-frekvensomformare har inbyggda likströms-spolar i DC-bussen för att ge en hög effektfaktor och minska THD på nätet.

**Meny**

Spara parameterinställningarna i fyra menyer. Byt mellan de fyra parameterinställningarna, och redigera en inställning medan en annan är aktiv.

**Eftersläpningskompensation**

Frekvensomformaren kompenserar motorns eftersläpning med ett frekvenstillskott som följer den uppmätta motorbelastningen, vilket håller motorvarvtalet närmast konstant.

**Smart logic Control (SLC)**

SLC är en serie användardefinierade åtgärder som utförs när tillhörande användardefinierade händelser utvärderas som sanna av SLC. (Parametergrupp 13-\*\* *Smart Logic*).

**FC-standardbuss**

Inkluderar RS485-buss med FC-protokoll eller MC-protokoll. Se *parameter 8-30 Protokoll*.

**Termistor**

Ett temperaturberoende motstånd som placeras där temperaturen ska övervakas (frekvensomformare eller motor).

**Tripp**

Ett tillstånd som uppstår vid felsituationer, exempelvis när frekvensomformaren utsätts för överhettning eller när den skyddar motorn, processen eller mekanismen. Omstart förhindras tills orsaken till felet har försvunnit och trippläget annulleras. Annullera trippläget genom att:

- aktivera återställning eller
- programmera frekvensomformarens så att den återställs automatiskt.

Trippfunktionen får inte användas för personsäkerhet.

**Tripp låst**

Ett läge som uppstår vid felsituationer när frekvensomformaren skyddar sig själv och som kräver fysiska ingrepp, exempelvis om frekvensomformaren utsätts för kortslutning vid utgången. En låst tripp kan annulleras

genom att slå av nätspänningen, eliminera felorsaken och ansluta frekvensomformaren på nytt. Omstart förhindras tills trippläget annulleras genom återställning eller, i vissa fall, genom programmerad automatisk återställning. Trippfunktionen får inte användas för personsäkerhet.

#### VT-kurva

Variabel momentkurva för pumpar och fläktar.

## 1.6 Dokument- och programversion

Denna handbok granskas och uppdateras regelbundet. Alla förslag på förbättringar är välkomna.

Tabell 1.2 visar dokumentversionen och motsvarande programversion.

Utgåva	Anmärkningar	Programversion
MG20N6xx	Ersätter MG20N5xx	2.20 och senare

Tabell 1.2 Dokument- och programversion

## 1.7 Godkännanden och certifikat

Frekvensomformare är konstruerade i överensstämmelse med de direktiv som beskrivs i detta avsnitt.

Mer information om godkännanden och certifikat kan hämtas på <http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/>.

### 1.7.1 CE-märkning



Bild 1.1 CE

CE-märket (Conformité Européenne) anger att produkttillverkaren följer alla gällande EU-direktiv. De EU-direktiv som gäller för utformning och tillverkning av frekvensomformare finns i Tabell 1.3.

#### **OBS!**

CE-märkningen avser inte produktens kvalitet. Märkningen ger inte heller någon information om produktens tekniska specifikationer.

#### **OBS!**

Frekvensomformare som har en inbyggd säkerhetsfunktion måste uppfylla kraven i maskindirektivet.

EU-direktiv	Version
Lågspänningsdirektivet	2006/95/EC
EMC-direktivet	2004/108/EC
Maskindirektivet <sup>1)</sup>	2006/42/EC
ErP-direktivet	2009/125/EC
ATEX-direktivet	94/9/EC
RoHS-direktivet	2002/95/EC

Tabell 1.3 EU-direktiv som gäller frekvensomformare

1) Överensstämmelse med maskindirektivet krävs endast för frekvensomformare som har en inbyggd säkerhetsfunktion.

Försäkran om överensstämmelse finns tillgänglig på begäran.

### 1.7.1.1 Lågspänningsdirektivet

Lågspänningsdirektivet omfattar all elektrisk utrustning avsedd för 50–1000 V AC och 75–1600 V DC.

Målet med direktivet är att säkerställa personlig säkerhet och undvika skador på egendom vid drift av elektrisk utrustning som installeras korrekt, underhålls och används som avsett.

### 1.7.1.2 EMC-direktivet

Syftet med EMC-direktivet (elektromagnetisk kompatibilitet) är att reducera elektromagnetisk störning och förbättra immuniteten hos elektrisk utrustning och installationer. Det grundläggande skyddskravet i EMC-direktivet 2004/108/EG anger att enheter som genererar elektromagnetiska störningar (EMI), eller vars drift kan påverkas av EMI, måste vara konstruerade för att begränsa generering av elektromagnetiska störningar och ska ha en lämplig immunitetsklass för EMI när de installeras korrekt, underhålls och används som avsett.

Elektrisk utrustning som används fristående eller som en del av ett system måste vara CE-märkta. System måste inte vara CE-märkta, men måste uppfylla EMC-direktivets grundläggande skyddskrav.

### 1.7.1.3 Maskindirektivet

Målet med maskindirektivet är att säkerställa personlig säkerhet och undvika skador på egendom för mekanisk utrustning som används som avsett. Maskindirektivet gäller maskiner som består av ett antal sammankopplade komponenter eller enheter varav minst en kan utföra mekanisk rörelse.

Frekvensomformare som har en inbyggd säkerhetsfunktion måste uppfylla kraven i maskindirektivet. Frekvensomformare som saknar säkerhetsfunktion omfattas inte av maskindirektivet. Om en frekvensomformare integreras i ett maskinsystem, kan Danfoss ge information om vilka säkerhetsbestämmelser som gäller för frekvensomformaren.

När frekvensomformare används i maskiner med minst en rörlig del, måste maskintillverkaren tillhandahålla en deklaration som informerar om att maskinen uppfyller alla relevanta lagar och säkerhetsföreskrifter.

#### 1.7.1.4 ErP-direktivet

ErP-direktivet är det europeiska ekodesigndirektivet för energi-relaterade produkter. Direktivet anger ekodesignkraven för energi-relaterade produkter, inklusive frekvensomformare. Målet med direktivet är att öka energi-effektiviteten och miljöskyddet, och samtidigt öka säkerheten kring av strömförsörjning. Miljöpåverkan av energi-relaterade produkter inkluderar energiförbrukningen genom hela produktens livscykel.

#### 1.7.2 Uppfyller C-tick



Bild 1.2 C-Tick

Märket C-tick indikerar överensstämmelse med gällande tekniska standarder för elektromagnetisk kompatibilitet (EMC). C-tick-överensstämmelse krävs för elektriska och elektroniska enheter på marknaden i Australien och på Nya Zeeland.

C-tick-regelverket berör ledningsburen och luftburen emission. För frekvensomformare kan de emissionsgränser som anges i SS-EN/IEC 61800-3 tillämpas.

En försäkran om överensstämmelse kan tillhandahållas på begäran.

#### 1.7.3 Uppfyller UL

UL-klassad



Bild 1.3 UL

### **OBS!**

525–690 V-frekvensomformare är inte UL-certifierade.

Frekvensomformaren uppfyller kraven i UL508C. Mer information finns i *kapitel 2.6.2 Termiskt motorskydd*.

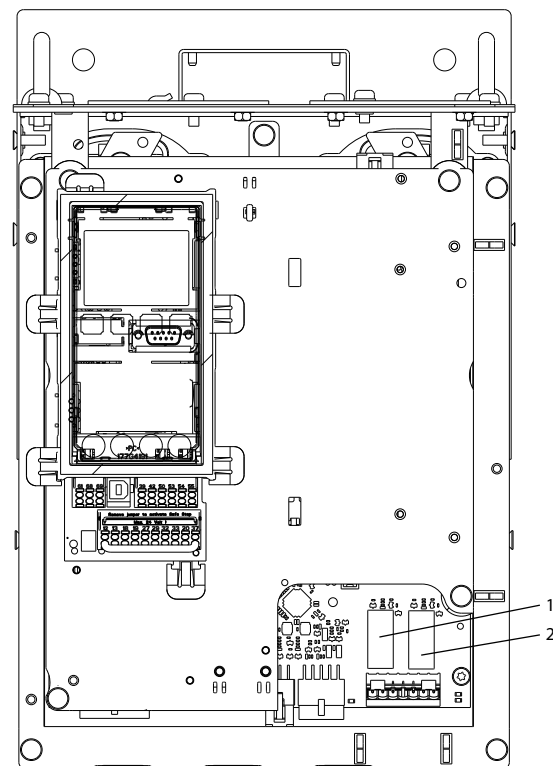
#### 1.7.4 Uppfyller Marine

Enheter med IP-klassificeringen IP55 (NEMA 12) eller högre förhindrar gnistbildning och klassificeras som elektrisk apparat med begränsad explosionsrisk enligt den europeiska överenskommelsen om transport av farligt gods på inre vattenväg (ADN).

Gå till [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com) om du vill ha ytterligare information om Marine-godkännande.

För enheter med klassificeringen IP20/chassi, IP21/NEMA 1 eller IP54 förhindrar du gnistbildning på följande sätt:

- Installera ingen huvudströmbrytare.
- Kontrollera att *parameter 14-50 RFI-filter* är inställd på [1] På.
- Ta bort alla reläkontakter som är märkta med RELÄ. Se Bild 1.4.
- Kontrollera vilka reläalternativ som eventuellt är installerade. Det enda tillåtna relätillvalet är VLT® utökat reläkort MCB 113.



130BD832.10

1, 2	Reläkontakter
------	---------------

Bild 1.4 Placering av reläkontakter

Intyg från tillverkaren finns tillgängligt på begäran.

## 1.8 Säkerhet

### 1.8.1 Allmänna säkerhetsprinciper

Frekvensomformare innehåller högspänningskomponenter och kan ge livshotande skador om de hanteras felaktigt. Endast behörig personal får installera och använda denna utrustning. Inget reparationsarbete får utföras utan att frekvensomformaren har gjorts strömlös och att den föreskrivna tidsperioden som krävs för att lagrad energi ska avges har förflutit.

Alla säkerhetsföreskrifter och säkerhetsmeddelanden måste följas för säker drift av frekvensomformaren.

### 1.8.2 Behörig personal

Korrekt och säker transport, lagring, installation, drift och underhåll krävs för problemfri och säker drift av frekvensomformaren. Endast utbildad personal får installera och använda denna utrustning.

Utbildad personal definieras som utbildade medarbetare med behörighet att installera, driftsätta och underhålla utrustning, system och kretsar i enlighet med gällande lagar och bestämmelser. Dessutom måste utbildad personal vara införstådd med de instruktioner och säkerhetsåtgärder som beskrivs i denna handbok.

#### **⚠ VARNING**

##### HÖG SPÄNNING

Frekvensomformare innehåller hög spänning när de är anslutna till växelströmsnätet, likströmsförsörjning eller lastdelning. Om installation, driftsättning och underhåll inte utförs av utbildad personal kan det leda till dödsfall eller allvarliga personskador.

- Installation, driftsättning och underhåll får endast utföras av utbildad personal.

#### **⚠ VARNING**

##### OAVSIKTLIG START

När frekvensomformaren är ansluten till växelströmsnät, likströmsförsörjning eller lastdelning kan motorn starta när som helst. Oavsiktlig start vid programmering, underhåll eller reparationsarbete kan leda till dödsfall, allvarliga personskador eller materiella skador. Motorn kan starta med hjälp av en extern brytare, ett seriellt buss-kommando, en ingångsreferenssignal från LCP eller efter ett uppkälat feltillstånd.

Så här förhindrar du oavsiktlig motorstart:

- Koppla bort frekvensomformaren från nätet.
- Tryck på [Off/Reset] på LCP innan du programmerar parametrar.
- Frekvensomformaren, motorn och all annan elektrisk utrustning måste vara driftklara när frekvensomformaren ansluts till växelströmsnät, likströmsförsörjning eller lastdelning.

#### **⚠ VARNING**

##### URLADDNINGSTID

Frekvensomformaren har DC-busskondensatorer som kan behålla sin spänning även när nätspänningen kopplats från. Om du inte väntar den angivna tiden efter att strömmen bryts innan underhålls- eller reparationsarbete utförs kan det leda till dödsfall eller livshotande skador.

- Stoppa motorn.
- Koppla från växelströmsnät och externa DC-bussförsörjningar, inklusive reservbatterier, UPS och DC-bussanslutningar till andra frekvensomformare.
- Koppla från eller lås PM-motorn om en sådan finns.
- Vänta tills kondensatorerna är helt urladdade innan underhålls- eller reparationsarbete utförs. Information om väntetiderna finns i *Tabell 1.4*.

Spänning [V]	Minsta väntetid (minuter)		
	4	7	15
200-240	0,25-3,7 kW	-	5,5-45 kW
380-480	0,37-7,5 kW	-	11-90 kW
525-600	0,75-7,5 kW	-	11-90 kW
525-690	-	1,1-7,5 kW	11-90 kW

Hög spänning kan finnas kvar även om varningslysdioderna är släckta.

Tabell 1.4 Urladdningstid

**⚠ VARNING****VARNING FÖR LÄCKSTRÖM**

Läckström överstiger 3,5 mA. Om frekvensomformaren inte jordas korrekt kan det leda till dödsfall eller allvarliga personskador.

- En certifierad elinstallatör ska säkerställa att utrustningen har korrekt jordning.

**⚠ VARNING****FARLIG UTRUSTNING**

Kontakt med roterande axlar och elektrisk utrustning kan leda till dödsfall eller allvarliga personskador.

- Säkerställ att endast utbildad och behörig personal utför installation, driftsättning och underhåll.
- Kontrollera att elektriskt arbete följer gällande nationella och lokala elsäkerhetsföreskrifter.
- Följ procedurerna i detta dokument.

**⚠ VARNING****OAVSIKTLIG MOTORROTATION****ROTERTANDE DELAR**

Oavsiktlig rotation av permanentmagnetmotorer skapar spänning och kan ladda enheten, vilket kan orsaka dödsfall, allvarliga personskador eller materiella skador.

- Säkerställ att permanentmagnetmotorer blockeras för att förhindra oavsiktlig rotation.

**⚠ FÖRSIKTIGT****RISK FÖR INTERNT FEL**

Om frekvensomformaren inte stängs på rätt sätt, kan ett internt fel leda till dödsfall eller allvarliga personskador.

- Innan du kopplar på strömmen ska du säkerställa att alla skyddskåpor sitter på plats och är säkrade.



## 2 Produktöversikt

### 2.1 Inledning

Detta avsnitt innehåller en översikt över frekvensomformarens viktigaste delar och kretssystem. Det beskriver interna elektriska funktioner och signalbehandling. Det beskriver också den interna styrstrukturen.

Dessutom beskrivs automatiserade funktioner och tillvalsfunktioner för frekvensomformaren, som kan användas för att utforma kraftfulla driftsystem med sofistikerade reglerings- och statusrapporteringsfunktioner.

#### 2.1.1 Produkt avsedd för vatten- och avloppstillämpningar

VLT® AQUA Drive FC 202 är avsedd för vatten- och avloppstillämpningar. Den integrerade SmartStart-guiden och snabbmenyn *Vatten och pumpar* leder användaren genom idrifttagningsprocessen. Utbudet av standardfunktioner och tillvalsfunktioner omfattar:

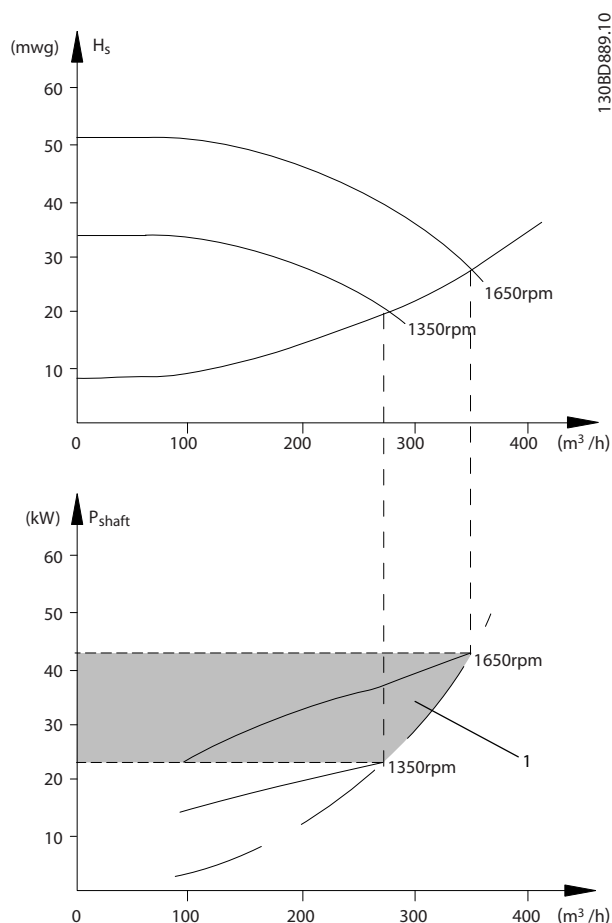
- Kaskadreglering
- Torrkörningsdetektering
- Kurvslutsdetektering
- Motorväxling
- Rensning
- Inledande och avslutande ramp
- Backventilsramp
- STO
- Lågflödesdetektering
- Försmörjning
- Flödesbekräftelse
- Rörfyllningsläge
- Energisparläge
- Realtidsklocka
- Lösenordsskydd
- Överbelastningsskydd
- Smart logic control
- Övervakning av lägsta varvtal
- Fritt programmerbar text för information och varningar

### 2.1.2 Minskad energiåtgång

I jämförelse med andra tillgängliga tekniker och system för varvtalsreglering av fläktar och pumpar är metoden med frekvensomformare den optimala ur energisynpunkt.

Genom att styra flödet med en frekvensomformare kan en varvtalsminskning på 20 % för en pump leda till att energiåtgång minskas med ca 50 % vid vanlig användning.

*Bild 2.1* visar ett exempel på den energiminskning som kan uppnås.



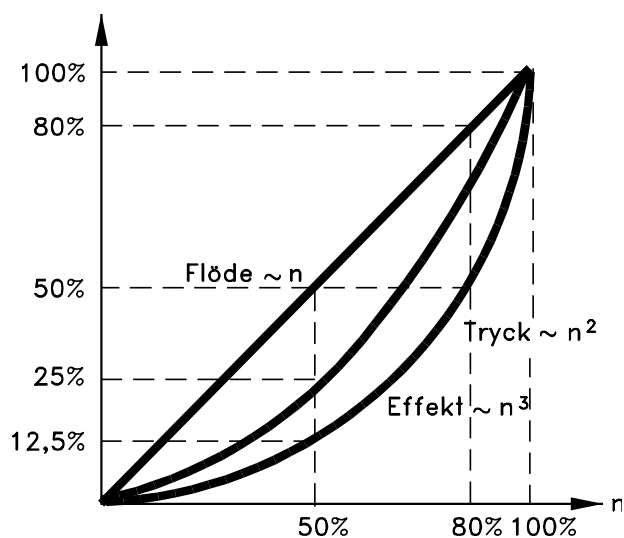
1	Minskad energiåtgång
---	----------------------

**Bild 2.1 Exempel: Minskad energiåtgång**

### 2.1.3 Exempel på minskad energiåtgång

Flödet kan ändras genom reglering av pumpens varvtal, mätt i varv/minut, så som visas i Bild 2.2. Genom att reducera varvtalet med 20 % av det nominella varvtalet reduceras även flödet med 20 %. Detta visar att flödet är linjärt i förhållande till varvtalet. Den elektriska energiförbrukningen minskar däremot med nästan 50 %. Om ett system endast behöver ge ett flöde som motsvarar 100 % några få dagar om året, och där snittet ligger under ett flöde på 80 % under resten av året, är minskningen av energiåtgången mer än 50 %.

Bild 2.2 beskriver påverkan av flöde, tryck och effektförbrukningen på pumpens varvtal i varv/minut för centrifugalpumpar.



DANFOSS  
175HA208.10

Bild 2.2 Affinitetslagar för centrifugalpumpar

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

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

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

Förutsatt en jämn verkningsgrad i varvtalsområdet.

Q = Flöde	P = Effekt
Q <sub>1</sub> = Flöde 1	P <sub>1</sub> = Effekt 1
Q <sub>2</sub> = Reducerat flöde	P <sub>2</sub> = Reducerad effekt
H = Tryck	n = Varvtalsreglering
H <sub>1</sub> = Tryck 1	n <sub>1</sub> = Varvtal 1
H <sub>2</sub> = Reducerat tryck	n <sub>2</sub> = Reducerat varvtal

Tabell 2.1 Affinitetslagar

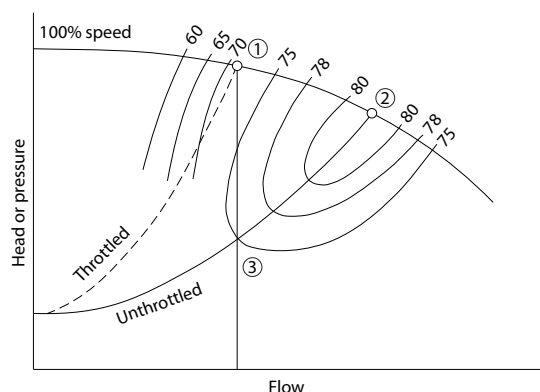
### 2.1.4 Ventilreglering kontra varvtalsreglering för centrifugalpumpar

#### Ventilreglering

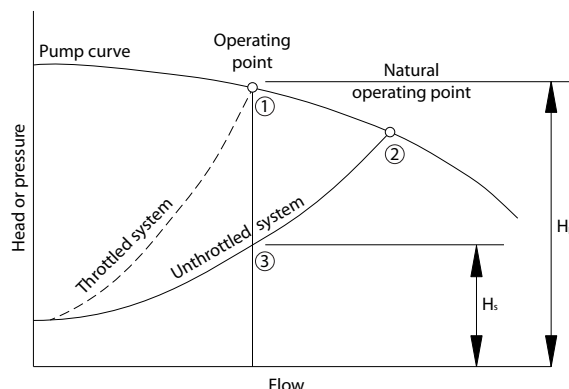
Eftersom processkraven i vattensystem varierar måste flödet justeras därefter. Metoder som ofta används för flödesanpassning är strypning eller återcirkulation med hjälp av ventiler.

En ventil för återcirkulation som öppnas för mycket kan få pumpen att köra vid slutet på pumpkurvan – med ett högt flöde då pumpens tryckhöjd är låg. Dessa omständigheter leder inte bara till slöseri med energi på grund av pumpens höga varvtal, utan kan även leda till pumpkavitation, vilket skadar pumpen.

Om flödet stryps med en ventil uppstår ett tryckfall över ventilen (HP-HS) Detta kan jämföras med att försöka minska en bils varvtal genom att gasa och bromsa samtidigt. Bild 2.3 visar att strypning får systemkurvan att vända från punkt (2) på pumpkurvan till en punkt med betydligt lägre verkningsgrad (1).



130BD890.10

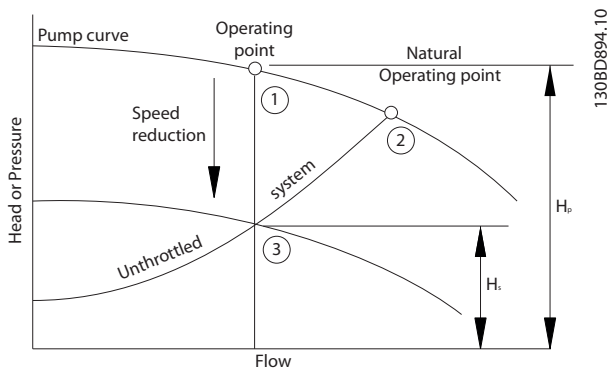


1	Driftpunkt med en strypventil
2	Naturlig driftpunkt
3	Driftpunkt med varvtalsreglering

Bild 2.3 Flödesreducering med ventilreglering (strypning)

**Varvtalsreglering**

Samma flöde kan justeras genom att reducera varvtalet på pumpen, så som visas i Bild 2.4. Genom varvtalsminskning flyttas pumpkurvan ned. Driftpunkten är den nya skärningspunkten på pump- och systemkurvan (3) Energi- besparingarna kan beräknas med hjälp av affinitetslagarna som beskrivs i kapitel 2.1.3 *Exempel på minskad energi- åtgång.*



1	Driftpunkt med en strypventil
2	Naturlig driftpunkt
3	Driftpunkt med varvtalsreglering

Bild 2.4 Flödesreducering med varvtalsreglering

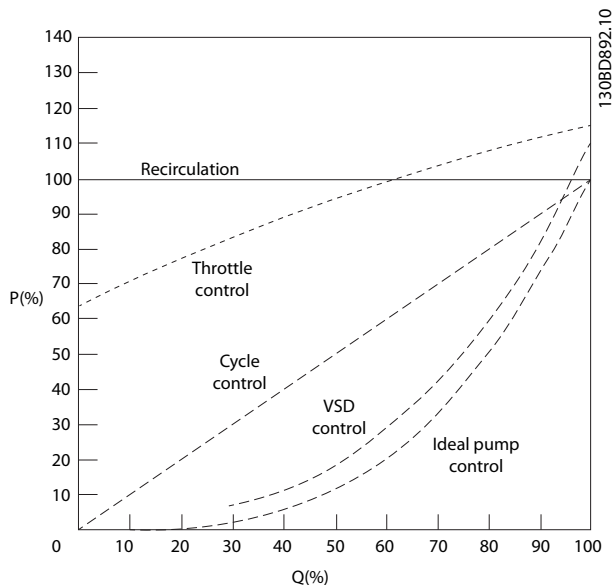
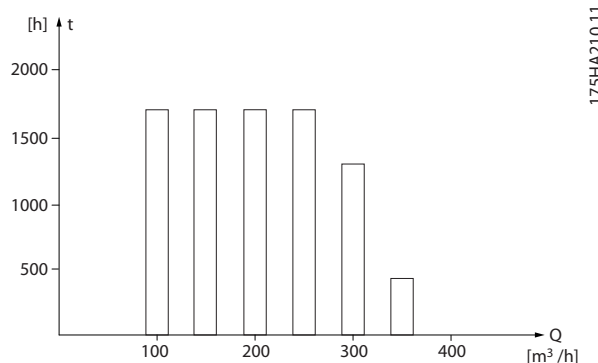


Bild 2.5 Jämförbara kurvor för flödeskontroll

**2.1.5 Exempel med varierande flöde under 1 år**

Exemplet är beräknat på pumpegenskaper hämtade från ett pumpdatablad som visas i Bild 2.7.

Resultatet visar energibesparingar på mer än 50 % vid den angivna flödesfördelningen över ett år, se Bild 2.6. Återbetalningstiden beror på elpriser samt inköpspriset på frekvensomformaren. I detta exempel är återbetalningstiden kortare än ett år jämfört med ventiler och drift med fast varvtal.



t [h]	Varaktighet av flöde Se även Tabell 2.2.
Q [ $m^3/h$ ]	Flöde

Bild 2.6 Flödesfördelning över 1 år (varaktighet kontra flöde)

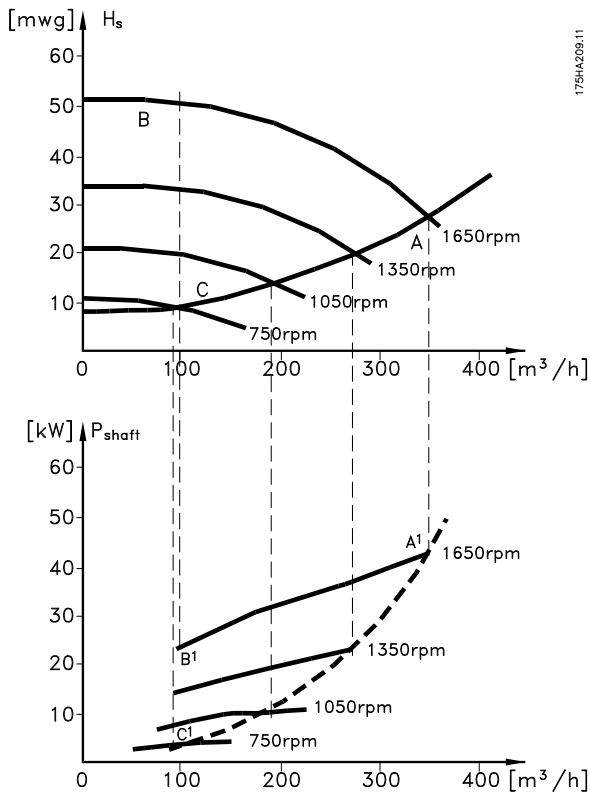


Bild 2.7 Energiförbrukning vid olika varvtal

Flöde	Fördelning		Ventilreglering		Frekvensomformarreglering	
	%	Varaktighet	Effekt	Förbrukning	Effekt	Förbrukning
$[m^3/h]$		[h]	[kW]	[kWh]	[kW]	[kWh]
350	5	438	42,5 <sup>1)</sup>	18,615	42,5 <sup>1)</sup>	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 <sup>2)</sup>	40,296	3,5 <sup>3)</sup>	6,132
<b>S</b>	10	8760	–	275,064	–	26,801
	0					

Tabell 2.2 Resultat

- 1) Effekt vid punkt A1
- 2) Effekt vid punkt B1
- 3) Effekt vid punkt C1

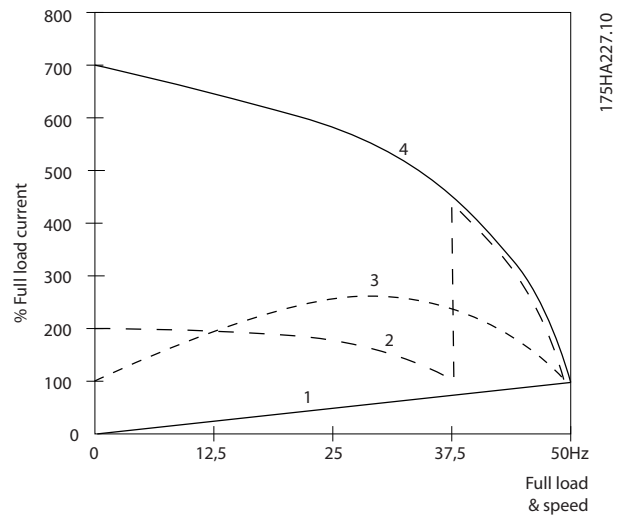
### 2.1.6 Förbättrad kontroll

Genom att reglerna ett systems flöde och tryck med en frekvensomformare förbättras regleringen. En frekvensomformare kan ändra fläktens eller pumpens varvtal, vilket ger en steglös reglering av flöde och tryck. Dessutom kan du med frekvensomformaren snabbt anpassa fläktens eller pumpens varvtal till förändrade flödes- eller tryckbehov i systemet. Uppnå enkel styrning av processer (flöde, nivå eller tryck) med hjälp av den inbyggda PI-styrningen.

### 2.1.7 Stjärn-/deltastart eller mjukstartare

För start av stora motorer är det i många länder nödvändigt att använda startutrustning som begränsar startströmmen. I traditionella system används normalt stjärn-/deltastartare eller mjukstartare. Denna typ av motorstartare behövs inte när frekvensomformare används.

Som Bild 2.8 visar förbrukar frekvensomformaren inte högre ström än den nominella strömmen.



1	VLT® AQUA Drive FC 202
2	Stjärn-/deltastart
3	Mjukstartare
4	Direktstart vid nätspänning

Bild 2.8 Startström

## 2.2 Driftsbeskrivning

Frekvensomformaren ger en reglerad mängd växelström från elnätet till motorn för att styra motorvarvtalet. Frekvensomformaren försörjer motorn med variabel frekvens och spänning.

Frekvensomformaren består av fyra huvudmoduler:

- Likriktare
- Mellanliggande DC-busskrets
- Växelriktare
- Styrning och reglering

Bild 2.9 är ett blockschema över frekvensomformarens interna komponenter. Information om deras funktioner hittar du i Tabell 2.3.

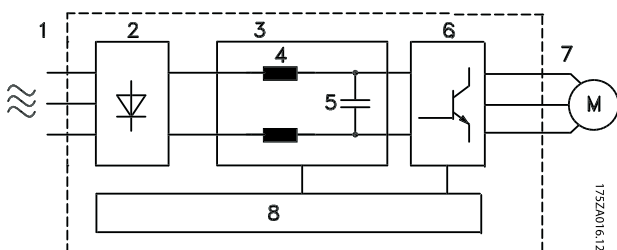


Bild 2.9 Blockschema för frekvensomformaren

Område	Benämning	Funktioner
1	Nätgång	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3-fas växelströmförsörjning till frekvensomformaren.</li> </ul>
2	Likriktare	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Likriktarbryggan konverterar den ingående växelströmmen till likström, vilket växelriktaren matas med.</li> </ul>
3	Likströmsbuss	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mellankretsen hanterar likströmmen.</li> </ul>

Område	Benämning	Funktioner
4	Likströmsreaktorer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtrerar mellankretsspänningen (likström).</li> <li>• Ger skydd mot nättransienter.</li> <li>• Reducerar RMS-ström.</li> <li>• Höjer den effektfaktor som skickas tillbaka till nätet.</li> <li>• Reducerar övertoner på växelströmsingången.</li> </ul>
5	Kondensatorbank	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagrar likströmmen.</li> <li>• Tillhandahåller genomströmningsskydd vid kortvariga effektförluster.</li> </ul>
6	Växelriktare	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konverterar likströmmen till en reglerad PWM-växelströmsform för en reglerad, variabel utgång till motorn.</li> </ul>
7	Utström till motorn	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reglerad utgående 3-fasström till motorn.</li> </ul>
8	Styrströmkrets	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inströmmen, den interna bearbetningen, uteffekten och motorströmmen övervakas för att driften och styrningen ska bli effektiv.</li> <li>• Användargränssnittet och de externa kommandona övervakas och utförs.</li> <li>• Statusutgång och statusstyrning kan tillhandahållas.</li> </ul>

Tabell 2.3 Teckenförklaring till Bild 2.9

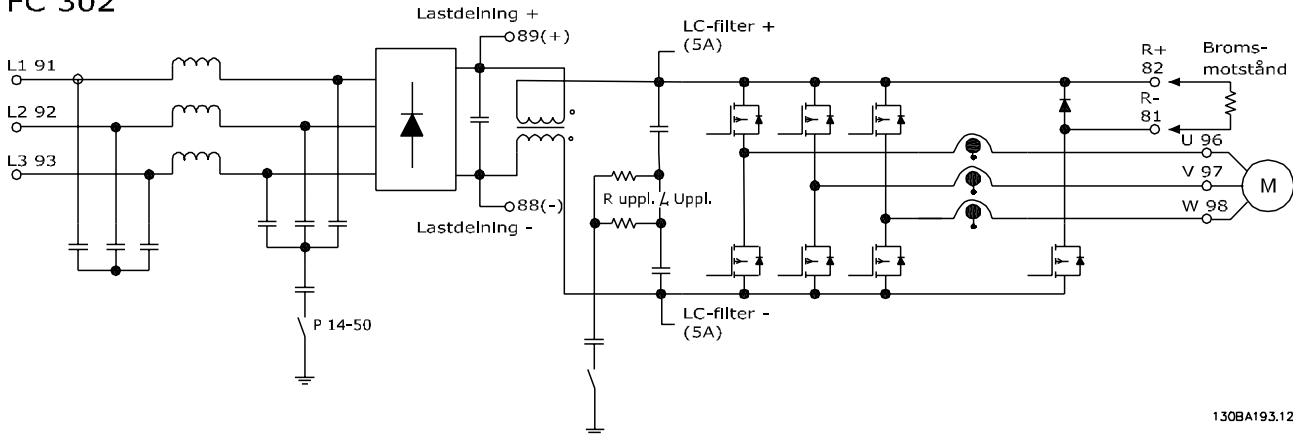
1. Frekvensomformaren omvandlar växelspanning från nätet till likspanning.
2. Likspanningen konverteras till växelström med reglerbar amplitud och frekvens.

Frekvensomformaren försörjer motorn med variabel spänning/ström och frekvens. Det möjliggör variabel varvtaletsreglering av asynkrona 3-fasmotorer och ej

utpräglade PM-motorer. Frekvensomformaren hanterar olika motorstyrningsprinciper, som t.ex. U/f -specialmotordrift, VVC<sup>+</sup>. Vad som händer vid kortslutning i

frekvensomformaren beror på de tre strömmovandlarna i motorfaserna.

## FC 302



130BA193.12

Bild 2.10 Frekvensomformarens struktur

## 2.3 Driftsekvens

### 2.3.1 Likriktardelen

När strömmen ansluts till frekvensomformaren går den in via nätplintarna (L1, L2 och L3) och vidare till nätbrytaren och/eller RFI-filtret, beroende på hur enheten är konfigurerad.

### 2.3.2 Mellanliggande del

Efter likriktardelen passerar spänningen till den mellanliggande delen. Ett sinusfilterkrets, som består av DC-bussinduktorn och DC-kondensatorbanken, jämnar ut den likriktade spänningen.

DC-bussinduktorn ger serieimpedans till varierande ström. Detta underlättar filtreringen och minskar övertonsstörningarna på ingångsväxelströmmens vågform som normalt finns i likriktarkretsar.

### 2.3.3 Växelriktardelen

I växelriktardelen börjar IGBT-modulerna att växla för att skapa utgångsvågformen när ett körkommando och en varvtalsreferens finns tillgängliga. Vågformen som genereras av Danfoss VVC<sup>+</sup> PWM-principen på styrkortet ger optimal prestanda och minimala förluster i motorn.

### 2.3.4 Bromstillval

För frekvensomformare som är utrustade med tillvalet dynamisk broms, inkluderas en broms-IGBT tillsammans med plint 81(R-) och 82(R+) för att ansluta ett externt bromsmotstånd.

Ändamålet med broms-IGBT är att minska spänningen i mellankretsen när den maximala spänningens gräns överskrids. Detta görs genom att växla det externt monterade motståndet över DC-bussen för att ta bort överskottlikspänning på busskondensatorerna.

Fördelarna med att placera bromsmotståndet externt är att det går att välja motstånd baserat på tillämpningens behov, att avsätta energin utanför manöverpanelen samt att skydda frekvensomformaren mot överhettning ifall bromsmotståndet skulle överbelastas.

Växelsignalen från broms-IGBT kommer från styrkortet och levereras till broms-IGBT via effektkortet och växelriktarkortet. Dessutom övervakar effekt- och styrkortet broms-IGBT och bromsmotståndsanslutningen avseende kortslutning och överbelastning. Mer information om nätsäkningar finns i *kapitel 7.1 Elektriska data*. Se även *kapitel 7.7 Säkringar och maximalbrytare*.

### 2.3.5 Lastdelning

Enheter med inbyggt lastdelningstillval innehåller plintarna (+) 89 DC och (-) 88 DC. I frekvensomformaren ansluter dessa plintar till DC-bussen framför DC-bussreaktorn och busskondensatorerna.

Kontakta Danfoss om du vill ha mer information.

Lastdelningsplintarna kan anslutas med två olika konfigurationer.

1. Med den ena metoden kopplar plintarna samman flera frekvensomformares DC-busskretsar. På så sätt kan en enhet som är i regenerativt läge dela sin överskottsbussspänning med en annan enhet som kör en motor. Lastdelning på detta sätt kan minska behovet av externa dynamiska bromsmotstånd och samtidigt spara energi. Antalet enheter som kan anslutas på detta sätt obegränsat, men alla enheter måste ha samma märkspänning. Beroende på storlek och antal enheter kan det dessutom vara nödvändigt att installera likströmsreaktorer och likströmssäkringar i DC-bussens anslutningar samt växelströmsreaktorer på nätet. En sådan konfiguration kräver specifika överväganden. Kontakta Danfoss för att få hjälp.
2. Med den andra metoden får frekvensomformaren ström enbart från en likströmskälla. Det kräver:

- 2a En likströmskälla.
- 2b Ett sätt att mjukladda DC-bussen vid start.

Som sagt kräver en sådan konfiguration specifika överväganden. Kontakta Danfoss för att få hjälp.

## 2.4 Styrstrukturer

### 2.4.1 Styrstruktur utan återkoppling

När frekvensomformaren drivs i läge utan återkoppling svarar den på manuella ingångskommandon via LCP eller så kan den fjärrstyras via de analoga /digitala ingångarna eller en seriell buss.

I konfigurationen som visas i Bild 2.11 körs frekvensomformaren i läge utan återkoppling. Den får indata antingen från LCP (*Hand*-läge) eller en fjärrsignal (läget *Auto*). Signalen (varvtalsreferensen) tas emot och konditioneras med programmerade minimala och maximala motorvarvtalsgränser (i varv/minut och Hz), upp- och nedramptider och riktningen för motorrotation. Referensen skickas sedan vidare för att styra motorn.

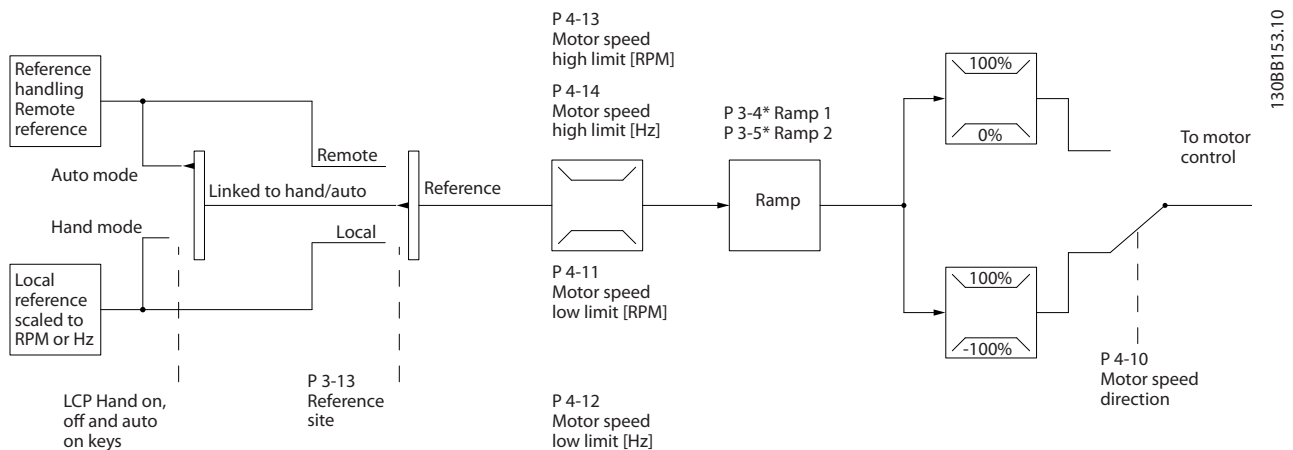
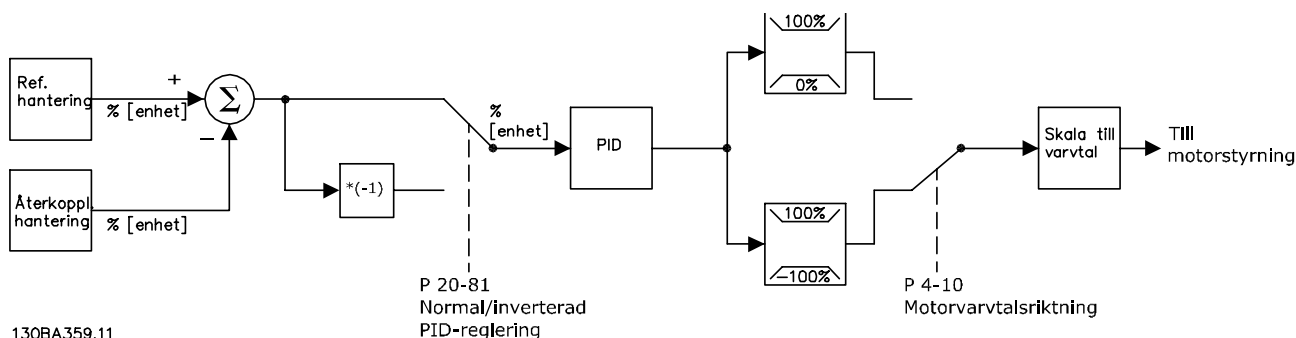


Bild 2.11 Blockdiagram över läge utan återkoppling

## 2.4.2 Styrstrukturer med återkoppling

2

I läge med återkoppling gör en intern PID-regulator det möjligt för frekvensomformaren att agera som en självständig styrenhet och behandla systemreferenser och återkopplings signaler. Omformaren kan ge status- och larmmeddelanden, och med flera andra programmerbara alternativ, för extern systemövervakning under självständig drift med återkoppling.



**Bild 2.12** Blockdiagram över regulator med återkoppling

Ta till exempel ett pumpsystem där pumpens varvtal regleras så att det statiska trycket i röret hålls konstant (se *Bild 2.12*). Frekvensomformaren får en återkopplings signal från en givare i systemet. Den jämför denna återkoppling med ett referensbörvärde och avgör avvikelserna, om en sådan föreligger, mellan de två signalerna. Därefter justeras motorvarvtalet för att korrigera felet.

Det önskade börvärdet för statiskt tryck är referenssignalen till frekvensomformaren. En givare som mäter det faktiska statiska trycket i röret skickar värdet till frekvensomformaren som en återkopplings signal. Om återkopplings signalen överstiger börvärdesreferensen rampar frekvensomformaren ned för att minska trycket. På samma sätt rampar frekvensomformaren upp för att öka pumptrycket om rörtrycket är lägre än börvärdesreferensen.

Även om standardvärdena för frekvensomformaren vid drift med återkoppling för det mesta ger nöjaktigt prestanda, går det ofta att optimera systemstyrningen genom att justera vissa PID-parametrar. *Autojustering* finns för denna typ av anpassning.

Andra programmerbara funktioner är:

- Inverterad reglering – motorvarvtalet ökar när en återkopplings signal är hög.
- Startfrekvens – låter snabbt systemet nå driftstatus innan PID-regulatorn tar vid.
- Inbyggt lågpasfilter – minskar störningar i återkopplings signal.

## 2.4.3 Lokalstyrning (Hand On) och Fjärrstyrning (Auto On)

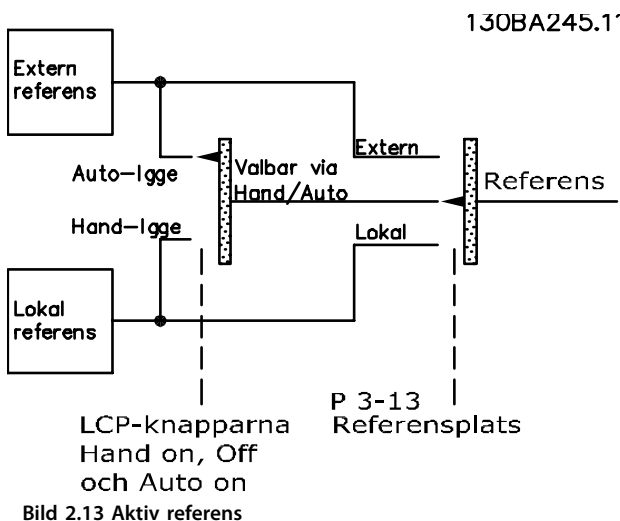
Frekvensomformaren kan drivas manuellt via LCP eller fjärrstyras med analoga eller digitala ingångar eller en seriell buss.

### Läge för aktiv referens och konfiguration

Den aktiva referensen är antingen en lokal referens eller en extern referens. Den externa referensen är fabriksinställningen.

- Konfigurera i *Hand*-läge om du vill använda en den lokala referensen. Aktivera *Hand*-läget genom att anpassa parameterinställningarna i parametergrupp 0-4\* *LCP-knappsats*. Mer information finns i *Programmeringshandboken*.
- Konfigurera i läget *Auto*, som är standardläget, om du vill använda den externa referensen. I läget *Auto* är det möjligt att styra frekvensomformaren via de digitala ingångarna och olika seriegränssnitt (RS485, USB eller ett valbar fältbuss).
- I *Bild 2.13* visas konfigurationsläget som är resultatet av ett aktivt referensval, antingen en lokal eller extern referens.
- I *Bild 2.14* visas manuellt konfigurationsläge för lokal referens.





[Hand On] [Auto On] LCP-knappar	Referensplats <i>parameter 3-13 Referensplats</i>	Aktiv referens
Hand	Länkat till Hand/Auto	Lokal
Hand? Av	Länkat till Hand/Auto	Lokal
Auto	Länkat till Hand/Auto	Extern
Auto ? Av	Länkat till Hand/Auto	Extern
Alla knappar	Lokal	Lokal
Alla knappar	Extern	Extern

Tabell 2.4 Konfigurationer för lokal eller extern referens

### 2.4.4 Referenshantering

Referenshantering är tillämpbar både i drift utan och med återkoppling.

#### Interna och externa referenser

Upp till 8 interna förinställda referenser kan programmeras i frekvensomformaren. Den aktiva interna förinställda referensen kan väljas externt via digitala styringångar eller den seriella kommunikationsbussen.

Externa referenserna kan också matas till omformaren, vanligen via en analog styringång. Referenskällorna och bussreferensen adderas för att skapa den totala externa referensen. Den externa referensen, den förinställda referensen, börvärdet eller summan av alla tre kan anges som den aktiva referensen. Denna referens kan skalas.

Den skalade referensen beräknas på följande sätt:

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

När X den externa referensen, den förinställda referensen eller summan av dem, och Y är *parameter 3-14 Förinställd relativ referens* i [%].

Om Y, *parameter 3-14 Förinställd relativ referens*, är inställd på 0 % påverkar skalningen inte referensen.

#### Extern referens

En extern referens består av följande (se Bild 2.15).

- Förinställda referenser
- Externa referenser:
  - Analoga ingångar
  - Pulsfrekvensingångar
  - Digital potentiometeringångar
  - Bussreferenser för seriell kommunikation
- En förinställd relativ referens
- Ett återkopplingsstyrt börvärde

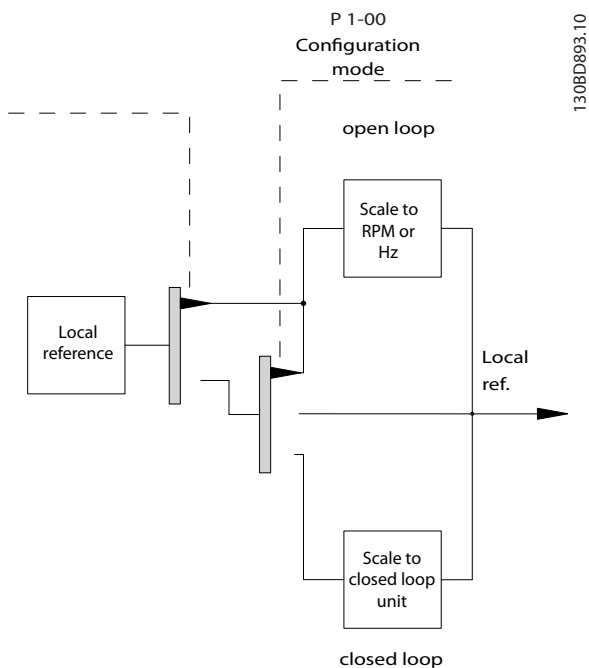


Bild 2.14 Konfigurationsläge

#### Styrprincip för tillämpning

Bara en av referenserna, antingen den externa eller lokala, är aktiv vid en viss tidpunkt. Båda kan inte vara aktiva samtidigt. Ställ in tillämpningens styrprincip (dvs. utan återkoppling eller med återkoppling) i *Parameter 1-00 Konfigurationsläge* enligt Tabell 2.4. När den lokala referensen är aktiv anger du styrprincipen i *Parameter 1-05 Konfiguration i lokalt läge*. Ange referensplatsen i *parameter 3-13 Referensplats*, enligt Tabell 2.4.

Mer information finns i *Programmeringshandboken*.

2

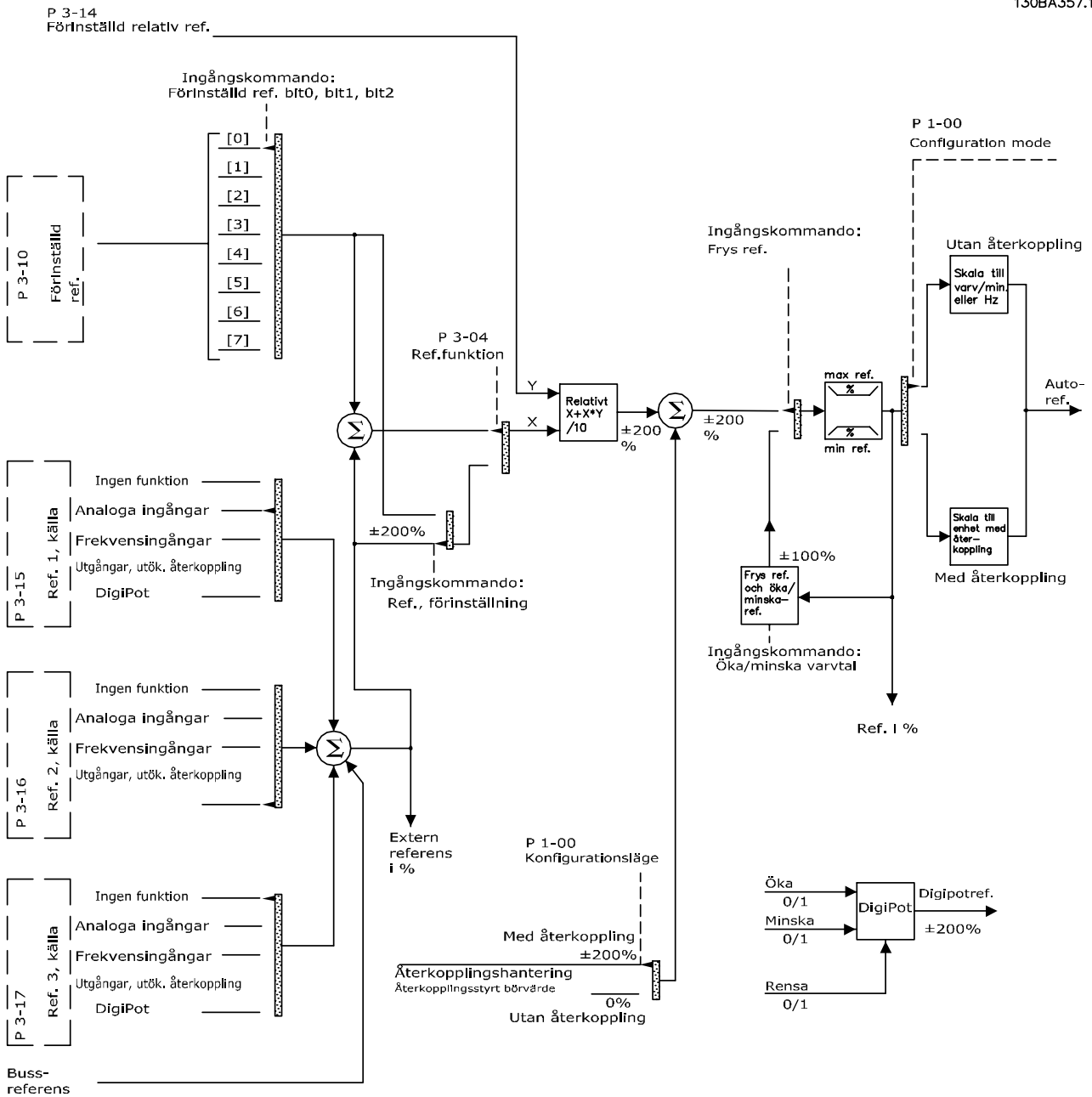


Bild 2.15 Blockdiagram som visar extern referenshantering

## 2.4.5 Återkopplingshantering

Återkopplingshanteringen kan konfigureras så att den fungerar med tillämpningar där avancerad styrning krävs, t.ex. vid flera börvärden och återkopplingar (se Bild 2.16). Tre typer av styrning är vanliga:

### En zon, ett börvärde

Denna styrningstyp är en grundläggande återkopplingskonfiguration. Börvärde 1 adderas till en annan referens (om sådan finns) och återkopplingssignalen väljs.

### Multizon, ett börvärde

Denna styrningstyp använder två eller tre återkopplingsgivare men endast ett börvärde. Återkopplingen kan adderas, subtraheras eller genomsnittsbäknas. Dessutom kan maximi- eller minimivärdet användas. Börvärde 1 används uteslutande i denna konfiguration.

### Multizon, börvärde/återkoppling

Det börvärdes-/återkopplingspar med den största skillnaden styr frekvensomformarens varvtal. Maximi försöker hålla alla zoner vid eller under respektive

börvärden, medan minimi försöker hålla alla zoner vid eller över respektive börvärden.

### Exempel

Tillämpning med 2 zoner och 2 börvärden. Börvärdet för zon 1 är 15 bar och återkopplingen är 5,5 bar. Börvärdet för zon 2 är 4,4 bar och återkopplingen är 4,6 bar. Om maximivärdet väljs kommer börvärdet och återkopplingen för zon 1 att skickas till PID-regulatorn, eftersom det uppvisar den lägre skillnaden (återkopplingen är högre än börvärdet, vilket ger en negativ differens). Om minimivärdet väljs kommer börvärdet och återkopplingen för zon 2 att skickas till PID-regulatorn eftersom det uppvisar den större skillnaden (återkopplingen är lägre än börvärdet, vilket ger en positiv differens).

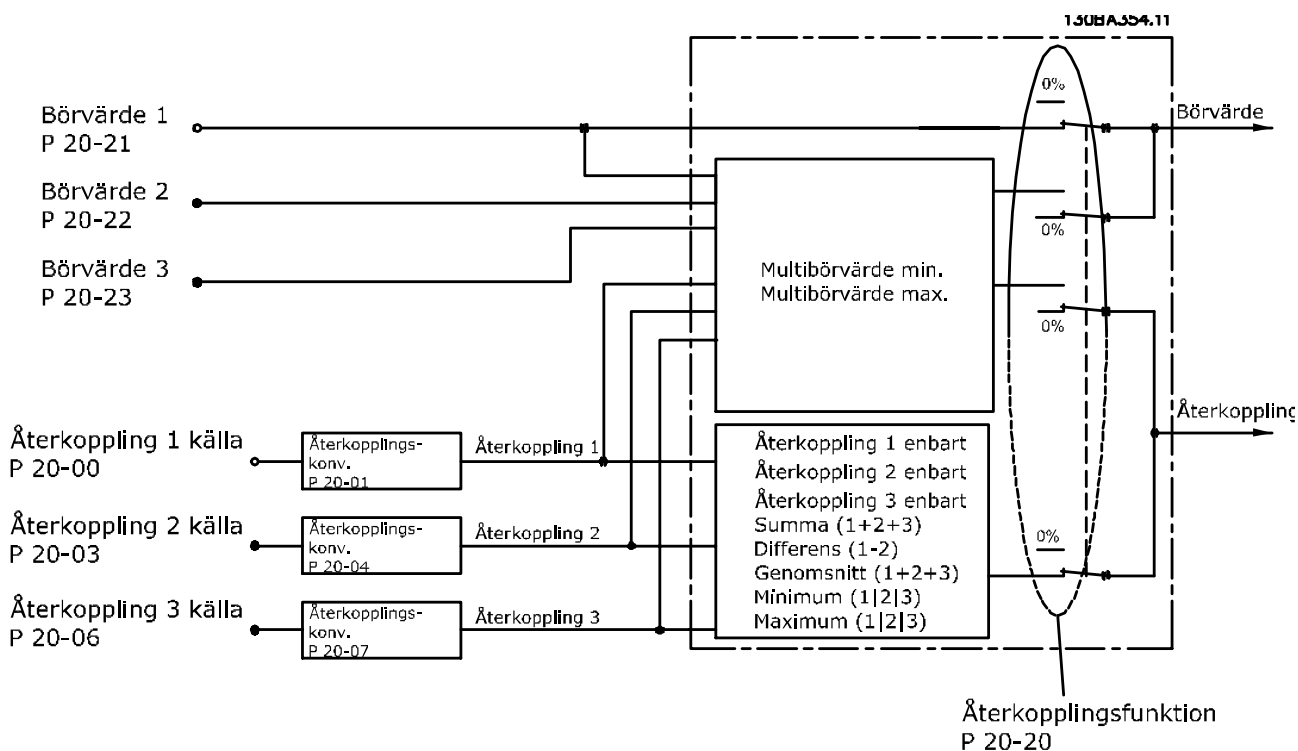
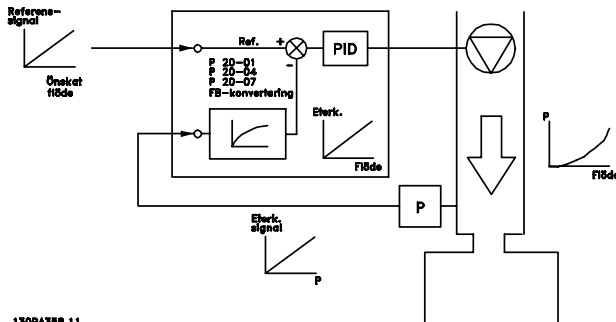


Bild 2.16 Blockdiagram över behandlingen av återkopplingssignalen

### Återkopplingskonvertering

I vissa tillämpningar är det praktiskt att konvertera återkopplingsignalen. Ett exempel på detta är när en trycksignal används för att ge flödesåterkoppling. Eftersom kvadratroten ur trycket är proportionellt mot flödet ger kvadratroten ur trycksignalen ett värde som är proportionellt mot flödet, se Bild 2.17.



130BA358.11

Bild 2.17 Återkopplingskonvertering

## 2.5 Automatiserade driftfunktioner

Automatiserade driftfunktioner aktiveras så snart frekvensomformaren är igång. De flesta av dem kräver ingen programmering eller inställning. Om du känner till funktionerna kan du optimera systemkonstruktionen och eventuellt undvika att införa överflödiga komponenter och funktioner.

Information om eventuella inställningar som krävs, i synnerhet motorparametrar, finns i *Programmeringshandboken*.

Frekvensomformaren har ett antal inbyggda skyddsfunktioner som skyddar enheten och den motor som körs.

### 2.5.1 Kortslutningsskydd

#### Motor (fas – fas)

Frekvensomformaren skyddas mot kortslutning på motorsidan genom strömmätning i de tre motorfaserna eller i DC-bussen. Vid kortslutning mellan två utfaser uppstår överström i växelriktaren. Växelriktaren stängs av så snart kortslutningsströmmen överstiger det tillåtna värdet (Larm 16 Tripplås).

#### Nätsida

En frekvensomformare som fungerar korrekt begränsar strömmen som den drar från försörjningen. Säkringar och/eller maximalbrytare rekommenderas trots det på försörjningssidan som skydd vid eventuella komponentfel inne i frekvensomformaren (första felställe). Mer information finns i *kapitel 7.7 Säkringar och maximalbrytare*.

### **OBS!**

Säkringar och/eller maximalbrytare på försörjningssidan är obligatoriskt för uppfyllelse av kraven i IEC 60364 för CE eller NEC 2009 för UL.

#### Bromsmotstånd

Frekvensomformaren skyddas från kortslutning i bromsmotståndet.

#### Lastdelning

För att skydda DC-bussen mot kortslutning och frekvensomformarna från överbelastning kan du installera DC-säkringar i serie med lastdelningsplintarna för alla anslutna enheter. Mer information finns i *kapitel 2.3.5 Lastdelning*.

## 2.5.2 Överspänningsskydd

### Motorgenererad överspänning

Spänningen i mellankretsen ökar när motorn fungerar som generator. Detta sker vid följande tillfällen:

- Belastningen driver motorn (vid konstant utfrekvens från frekvensomformaren), t.ex. belastningen alstrar energi.
- Vid deceleration (nedrampling) när tröghetsmomentet är högt, är friktionen låg och nedramptiden för kort för att energin ska avsättas som en förlust i frekvensomformaren, motorn och installationen.
- Felaktigt inställd eftersläpningskompensation kan ge upphov till en högre DC-busspänning.
- Mot-Emk från PM-motordrift. PM-motorns mot-Emk kan komma att överskrida frekvensomformarens maximala spänningstolerans och orsaka skador om den rullas ut på höga varvtal. För att förhindra detta är värdet för *parameter 4-19 Max. utfrekvens* automatiskt begränsat enligt en intern beräkning baserad på värdet för *parameter 1-40 Mot-EMK vid 1000 RPM*, *parameter 1-25 Nominellt motorvarvtal* och *parameter 1-39 Motorpolar*.

### **OBS!**

Frekvensomformaren kan utrustas med ett bromsmotstånd för att undvika rusningsvarvtal i motorn (t.ex. på grund av för kraftigt roterande delar eller oregerat vattenflöde).

Överspänningen kan hanteras antingen med en bromsfunktion (*parameter 2-10 Bromsfunktion*) eller med överspänningsstyrning (*parameter 2-17 Överspänningsstyrning*).

### Överspänningsstyrning (OVC)

OVC minskar risken att frekvensomformaren trippar på grund av en överspänning på DC-bussen. Detta uppnås genom att automatiskt utöka nedramptiden.

**OBS!**

OVC kan aktiveras för PM-motorer (PM VVC<sup>+</sup>).

**Bromsfunktioner**

Anslut ett bromsmotstånd för avgivning av överskott av bromsenergi. Anslutning av ett bromsmotstånd förhindrar överdrivet hög DC-busspänning under bromsning.

En AC-broms kan användas för att få bättre bromsförmåga utan att bromsmotstånd behöver användas. Denna funktion styr en övermagnetisering av motorn när den körs som en generator som skapar extra energi. Denna funktion kan förbättra OVC. Genom att öka de elektriska förlusterna i motorn kan OVC-funktionen öka bromsmomentet utan att överskrida överspänningsgränsen.

**OBS!**

AC-broms inte är lika effektiv som dynamisk broms med motstånd.

### 2.5.3 Detektering av motorfas saknas

Funktionen *motorfas saknas* (*parameter 4-58 Motorfas-funktion saknas*) är aktiverad som standard för att undvika motorskador om en motorfas saknas. Fabriksinställningen är 1 000 ms, men kan justeras för en snabbare detektering.

### 2.5.4 Detektering av nätfasobalans

Om frekvensomformaren körs med ett allvarligt fasbortfall förkortas motorns livslängd. Förhållanden anses som allvarliga om motorn kontinuerligt körs nära nominell belastning. Fabriksinställningen trippar frekvensomformaren vid fasbortfall (*parameter 14-12 Funktion vid nätfel*).

### 2.5.5 In- och urkoppling på utgången

Det är tillåtet att lägga till en brytare på utgången mellan motorn och frekvensomformaren. Felmeddelanden kan visas. Fånga in en roterande motor genom att aktivera flygande start.

### 2.5.6 Överbelastningsskydd

**Momentgräns**

Med momentgränsfunktionen skyddas motorn från överbelastning oberoende av varvtal. Momentgränsen styrs i *parameter 4-16 Momentgräns, motordrift* eller *parameter 4-17 Momentgräns, generatordrift* och den tid det tar innan momentgränsvarningen trippar styrs i *parameter 14-25 Trippfördr. vid mom.gräns*.

**Strömgräns**

Strömgränsen styrs i *parameter 4-18 Strömbegränsning*.

**Varvtalsgräns**

Ange de nedre och övre gränserna för intervallet för driftsvarvtal med någon av följande parametrar:

- *parameter 4-11 Motorvarvtal, nedre gräns [rpm]*
- *parameter 4-12 Motorvarvtal, nedre gräns [Hz]* och *parameter 4-13 Motorvarvtal, övre gräns [rpm]*
- *parameter 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]*

Till exemplet kan intervallet för driftsvarvtal anges till mellan 30 och 50/60 Hz.

*parameter 4-19 Max. utfrekvens* begränsar det maximala utvarvtalet som frekvensomformaren kan ge.

**ETR**

ETR är en elektronisk funktion som simulerar ett bimetalrelä baserat på interna mätningar. Kurvan visas i *Bild 2.18*.

**Spänningsgräns**

Frekvensomformaren kopplas från så att transistorerna och DC-busskondensatorerna skyddas när en viss hårdkodad spänningsnivå överskrids.

**Överhettning**

Frekvensomformaren har inbyggda temperaturgivare och reagerar direkt vid kritiska värden via hårdkodade gränser.

### 2.5.7 Automatisk nedstämpling

Frekvensomformaren kontrollerar löpande om det föreligger kritiska nivåer:

- Hög temperatur på styrkort eller kylplatta
- Hög motorbelastning
- Hög DC-busspänning
- Lågt motorvarvtal

Som svar på en kritisk nivå justerar frekvensomformaren switchfrekvensen. Vid kritiskt höga interna temperaturer och lågt motorvarvtal kan frekvensomformaren också tvinga PWM-mönstret till SFAVM.

**OBS!**

Den automatiska nedstämplingen ser annorlunda ut när *parameter parameter 14-55 Utgångsfilter* är inställd på [2] *Fast Sinusfilter*.

### 2.5.8 Automatisk energioptimering

Automatisk energioptimering (AEO) styr frekvensomformaren att kontinuerligt övervaka belastningen på motorn och justera utspänningen för att maximera verkningsgraden. Under lätt belastning minskas spänningen och motorströmmen minimeras. Det ger motorn högre verkningsgrad, minskad uppvärmning och tystare drift. Det finns inget behov för att välja en V/Hz-

kurva eftersom frekvensomformaren automatiskt justerar motorspänningen.

### 2.5.9 Automatisk switchfrekvensmodulering

Frekvensomformaren genererar korta elektriska pulser som bildar ett växelströmsvågsmönster. Switchfrekvensen är hastigheten på dessa pulser. En låg switchfrekvens (långsam pulshastighet) orsakar hörbart ljud i motorn, vilket gör att en högre switchfrekvens är att föredra. En hög switchfrekvens genererar dock värme i frekvensomformaren, vilket kan begränsa strömtillgången för motorn.

Automatisk switchfrekvensmodulering reglerar dessa förhållanden automatiskt och ger den högsta switchfrekvensen utan att frekvensomformaren överhettas. Genom att ge en reglerad hög switchfrekvens dämpas motorljudet vid långsamma varvtal, som när det är viktigt att kunna reglera hörbart ljud, och ger full utteffekt till motorn när det krävs.

### 2.5.10 Automatisk nedstämpling för hög switchfrekvens

Frekvensomformaren är utformad för kontinuerlig drift med full belastning vid switchfrekvenser mellan 3,0 och 4,5 kHz (frekvensområdet beror på effektstorlek). En switchfrekvens som överstiger högsta tillåtna värde genererar värmeökning i frekvensomformaren och kräver nedstämpling av utströmmen.

En av frekvensomformarens automatiska funktioner är belastningsberoende reglering av switchfrekvensen. Denna funktion gör att motorn kan dra nytta av den högsta switchfrekvens som belastningen tillåter.

### 2.5.11 Automatisk nedstämpling för överhettning

Automatisk nedstämpling för överhettning arbetar för att förhindra att frekvensomformaren trippar vid höga temperaturer. Interna temperaturgivare skyddar kraftkomponenterna från överhettning genom att mäta förhållanden. Omformaren kan automatiskt minska sin switchfrekvens för att behålla sin drifttemperatur inom säkerhetsgränserna. Efter att switchfrekvens har reducerats kan omformaren även reducera utfrekvensen och utströmmen med upp till 30 % för att undvika en tripp orsakad av överhettning.

### 2.5.12 Automatisk ramp

Om en motor försöker accelerera en belastning för snabbt för den tillgängliga strömmen, kan det leda till att frekvensomformaren trippar. Detsamma gäller för en för snabb deceleration. Automatisk ramp skyddar mot sådana situationer genom att anpassa motorns ramphastighet

(acceleration eller deceleration) efter den tillgängliga strömmen.

### 2.5.13 Strömgränskrets

Om en belastning överstiger strömkapacitet vid normal drift av frekvensomformaren (från en underdimensionerad omvandlare eller motor), reducerar strömgränsen utfrekvensen för att rampa ned motorn och minska belastningen. En justerbar timer är tillgänglig för att begränsa driften i detta tillstånd till 60 s eller mindre. Den fabriksinställda gränsen är 110 % av den nominella motorströmmen, vilket minimerar överströmspåfrestningar.

### 2.5.14 Prestanda vid effektfluktuationer

Frekvensomformaren tål nätfluktuationer som t.ex.:

- Transienter
- Tillfälliga avbrott
- Kortare spänningsfall
- Spänningstoppar

Frekvensomformaren kompenserar automatiskt för ingångsspänningar med en avvikelse på  $\pm 10$  % från nominell spänning för att ge full nominell motorspänning och moment. Om automatisk omstart har valts, startar frekvensomformaren automatiskt efter en tripp. Med flygande start synkroniseras frekvensomformaren till motorns rotation före start.

### 2.5.15 Mjukstart av motorn

Frekvensomformaren ger rätt mängd ström till motorn för att överbrygga belastningströgheten och få motorn upp till rätt varvtal. Detta förhindrar att en motor som är stationär eller som har långsam vridning utsätts för full nätspänning, vilket genererar hög spänning och värme. Denna inbyggda mjukstartsfunktion minskar termisk belastning och mekaniska påfrestningar. Den ökar även motorns livslängd och ger tystare driftsystem.

### 2.5.16 Resonansdämpning

Högfrekventa motorresonansstörningar kan elimineras med hjälp av resonansdämpning. Automatisk eller manuellt vald frekvensdämpning är möjligt.

### 2.5.17 Temperaturstyrda fläktar

De interna kylfläktarna temperaturregleras av givare i frekvensomformaren. Kylfläkten körs vanligen inte vid låg belastning, i energisparläge eller i standbyläge. Det minskar bullret, ökar verkningsgraden och ökar fläktens livslängd.

### 2.5.18 EMC-överensstämmelse

Elektromagnetiska störningar (EMI) eller radiofrekvensstörningar (RFI) är störningar som kan påverka en elektrisk krets på grund av elektromagnetisk induktans eller strålning från en extern källa. Frekvensomformaren är utformad för att uppfylla kraven enligt EMC-produktstandarden för frekvensomformare IEC 61800-3 samt den europeiska standarden SS-EN 55011. För att uppfylla emissionsnivåerna i SS-EN 55011 måste motorkabeln vara skärmad och korrekt avslutad. Mer information om EMC-prestanda finns i *kapitel 3.2.2 EMC-testresultat*.

### 2.5.19 Strömmätning på alla tre motorfaser

Utström till motorn mäts kontinuerligt på alla tre faser för att skydda frekvensomformaren och motorn mot kortslutning, jordfel och fasbortfall. Jordfel i utgången upptäcks direkt. Om en motorfas saknas stannar frekvensomformaren omedelbart och rapporterar vilken fas som saknas.

### 2.5.20 Galvanisk isolation av styrplintar

Alla styrplintar och utgångsreläplintar är galvaniskt isolerade från nätspänningen. Det innebär att regulatorns kretssystem är helt skyddade från inströmmen. Utgångsreläplintarna kräver separat jordning. Isoleringen uppfyller de hårda isoleringskraven för skyddsklenspanning (PELV).

Komponenterna som utgör den galvaniska isolationen är:

- Strömförsörjning, inklusive signalisolering.
- Växelriktare för IGBT-enheter, triggransformatörer och optokopplare.
- Halleffektomvandlare för utström.

## 2.6 Anpassade tillämpningsfunktioner

Anpassade tillämpningsfunktioner är de vanligaste funktionerna som programmeras i frekvensomformaren för att förbättra systemets prestanda. De kräver minimalt med programmering och konfigurering. Om du känner till funktionerna kan du optimera systemkonstruktionen och eventuellt undvika att införa överflödiga komponenter och funktioner. I *programmeringshandboken* finns instruktioner om hur dessa funktionerna aktiveras.

### 2.6.1 Automatisk motoranpassning

Automatisk motoranpassning (AMA) är en automatiserad testprocedur som används för mätning av en motors elektriska egenskaper. AMA ger en korrekt elektronisk modell av motorn. Den gör att frekvensomformaren kan beräkna optimal funktion och verkningsgrad med motorn. Med AMA-processen maximeras också den automatiska energioptimeringsfunktionen av frekvensomformaren. AMA

utförs utan att motorn roterar och utan fränkoppling av motorbelastningen.

### 2.6.2 Termiskt motorskydd

Termiskt motorskydd kan tillhandahållas på tre sätt:

- Via direkt temperaturavkänning med något av följande:
  - PTC-sensor i motorlindningarna och ansluten till en vanlig AI eller DI
  - PT100 eller PT1000 i motorlindningar och motorlager, ansluten på VLT® givaringångskort MCB 114.
  - PTC-termistoringång på VLT® PTC Termistorkort MCB 112 (ATEX-godkänd).
- Mekanisk termisk brytare (Klixon-typ) på en DI.
- Via det inbyggda elektronisk-termiska reläet (ETR) för asynkronmotorer.

ETR beräknar motortemperaturen genom att mäta ström, frekvens och drifttid. Frekvensomformaren visar den termiska belastningen på motorn i procent och kan utfärda en varning vid ett programmerbart överbelastningsbörvärde.

Med programmerbara alternativ vid överbelastningen kan frekvensomformaren stoppa motorn, minska uteffekten eller ignorera tillståndet. Även vid låga varvtal uppfyller frekvensomformaren I2t klass 20-standarder för överbelastning av elektronisk motor.

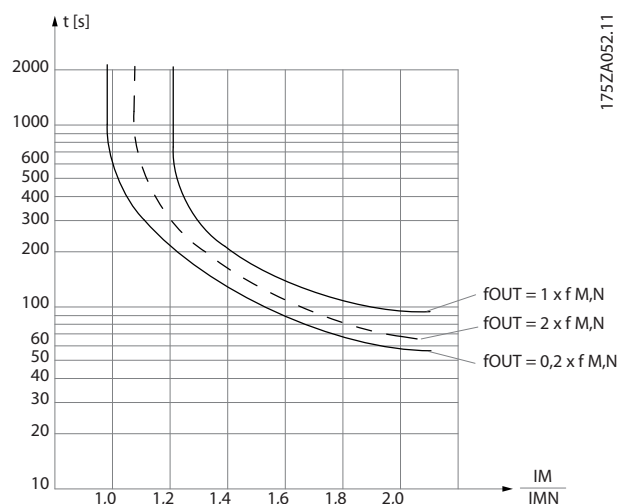


Bild 2.18 ETR-kurva

X-axeln i Bild 2.18 visar förhållandet mellan  $I_{motor}$  och  $I_{motor}$  nominell. Y-axeln visar tiden i sekunder innan ETR stänger av och trippar frekvensomformaren. Kurvorna visar det karaktäristiska nominella varvtalet vid dubbla det

nominella varvtalet och vid 0,2 x det nominella motorvarvtalet.

Vid lägre varvtal stänger ETR av vid lägre temperatur eftersom motorn kyls sämre. På så sätt skyddas motorn från överhettning även vid låga varvtal. ETR-funktionen beräknar motortemperaturen baserat på faktisk ström och faktiskt varvtal. Den beräknade temperaturen visas som en avläsningsparameter i *parameter 16-18 Motor, termisk*.

### 2.6.3 Nätavbrott

Vid nätavbrott fortsätter frekvensomformaren att köra tills mellankretsspänningen är lägre än den lägsta tillåtna spänningen, som normalt är 15 % under frekvensomformarens lägsta nominella spänningsnivå. Nätspänningen före avbrottet och motorbelastningen bestämmer hur lång tid som går innan frekvensomformaren utrullar.

Frekvensomformaren kan konfigureras (*parameter 14-10 Nätfel*) för olika typer av beteende under nätavbrott,

- Tripplös när DC-bussen är uttömd.
- Utrullning med flygande start när nätspänningen återkommer (*parameter 1-73 Flygande start*).
- Kinetisk back-up.
- Kontrollerad nedrampling .

#### Flygande start

Med denna funktion kan du fånga in en motor som roterar okontrollerat på grund av nätavbrott. Detta alternativ är användbart för centrifuger och fläktar.

#### Kinetisk back-up

Detta val säkerställer att frekvensomformaren körs så länge som det finns energi i systemet. Vid korta nätavbrott återställs driften när nätspänningen återkommer, utan att tillämpningen någonsin stoppas eller förlorar styrning. Flera varianter av kinetisk back-up kan väljas.

Frekvensomformarens beteende vid nätavbrott konfigureras i *parameter 14-10 Nätfel* och *parameter 1-73 Flygande start*.

### 2.6.4 Inbyggda PID-regulator

De fyra inbyggda proportionella, integrerande och deriverande (PID) regulatorerna är undanröjer behovet av extra styrenheter.

En av PID-regulatorerna upprätthåller konstant styrning av system med återkoppling som kräver att reglerat tryck, flöde, temperatur eller andra systemkrav upprätthålls. Frekvensomformaren kan ge oberoende styrning av motorvarvtalet som svar på återkopplings signaler från externa givare. Frekvensomformaren hanterar två återkopp-

lings signaler från två olika enheter. Den här funktionen gör det möjligt att reglera ett system med olika återkopplingskrav. Frekvensomformaren fattar styrningsbeslut genom att jämföra de två signalerna för att optimera systemets prestanda.

Använd de 3 andra oberoende styrningsregulatorerna för annan processutrustning, t.ex. kemiska matarpumpar, ventilstyrning eller för ventilation med olika nivåer.

### 2.6.5 Automatisk omstart

Frekvensomformaren kan programmeras att automatiskt starta om motorn efter en mindre tripp, t.ex. tillfällig effektförlust eller fluktuation. Denna funktion undanröjer behovet av manuell återställning och förbättrar automatisk drift för fjärrstyrda system. Antalet omstartsförsök samt varaktigheten mellan försöken kan begränsas.

### 2.6.6 Flygande start

Med flygande start kan frekvensomformaren synkroniseras med en motor i drift som roterar med fullt, eller lägre, varvtal och i båda riktningarna. Detta förhindrar trippar på grund av överström. Det minimerar mekaniska påfrestningar på systemet eftersom motorn inte får någon plötslig ändring av varvtalet när frekvensomformaren startas.

### 2.6.7 Fullt moment med reducerad hastighet

Frekvensomformaren följer en variabel V/Hz-kurva som ger fullt motormoment även vid reducerat varvtal. Fullt utgående moment kan sammanfalla med motorns maximala driftvarvtal. Detta är en skillnad jämfört med omformare med variabelt moment som ger minskat motormoment vid lågt varvtal, eller omformare med konstant moment som ger överskottsspänning, värme och motorljud vid mindre än fullt varvtal.

### 2.6.8 Förbikoppling av frekvens

I vissa tillämpningar kan systemet ha funktionsdugliga varvtal som skapar en mekanisk resonans. Det kan ge upphov till stora ljudstörningar och potentiella skador på mekaniska komponenter i systemet. Frekvensomformaren har fyra programmerbara bandbredder för förbikoppling av frekvens. De gör att motorn kan hoppa över varvtal som ger upphov till systemresonans.

### 2.6.9 Förvärmning av motor

För att förvärma en motor i kall eller fuktig miljö kan en mycket låg likström överföras till motorn kontinuerligt för att skydda den från kondens och kallstart. Detta kan undanröja behovet av en värmare.



## 2.6.10 Fyra programmerbara menyer

Frekvensomformaren har fyra menyer som kan programmeras oberoende av varandra. Med externt menyval är det möjligt att växla mellan oberoende programmerade funktioner som aktiveras av digitala ingångar eller ett seriellt kommando. Oberoende inställningar används till exempel för att ändra referenser eller för drift under dag/natt eller sommar/vinter, eller för att styra flera motorer. Den aktiva meny visas på LCP:n.

Inställningsdata kan kopieras från frekvensomformare till frekvensomformare genom att information hämtas från den avtagbara LCP:n.

## 2.6.11 Dynamisk bromsning

Dynamisk broms uppnås med hjälp av:

- **Bromsmotstånd**  
En broms-IGBT håller överspänningen under en viss tröskelnivå genom att styra bromsenergin från motorn till det anslutna bromsmotståndet (*parameter 2-10 Bromsfunktion = [1]*).
- **AC-broms**  
Bromsenergin distribueras i motorn genom att ändra förlustvillkoren i motorn. AC-bromsfunktionen kan inte användas i tillämpningar med hög cykelfrekvens eftersom detta kan leda till överhettning i motorn (*parameter 2-10 Bromsfunktion = [2]*).

## 2.6.12 Likströmsbroms

Vissa tillämpningar kan kräva att en motor bromsas in eller stoppas. Genom att ge likström till motorbromsarna kan motorn undanröja behovet av en separat motorbroms. likströmsbromsning kan ställas in till att aktiveras vid en angiven frekvens eller vid mottagningen av en signal. Även bromshastigheten kan programmeras.

## 2.6.13 Energisparläge

I energisparläget stannas motorn automatiskt när behovet är lågt under en viss tidsperiod. När behovet i systemet ökar startar frekvensomformaren om motorn. Energisparläge ger energibesparingar och minskar slitaget på motorn. Till skillnad från en setback-klocka kan frekvensomformaren alltid köra när det förinställda kravet om "uppvaknande" nås.

## 2.6.14 Drift tillåten

Omformaren kan vänta på en extern *system klar*-signal innan den startar. När den här funktionen är aktiv förblir frekvensomformaren stoppad tills den tillåts starta. Drift tillåten säkerställer att systemet eller extrautrustning är rätt

tillstånd innan frekvensomformaren tillåts för att starta motorn.

## 2.6.15 Smart Logic Control (SLC)

Smart Logic Control (SLC) är en sekvens av användardefinierade åtgärder (se *parameter 13-52 SL Controller-funktioner [x]*) som SLC:n utför när motsvarande användardefinierad händelse (se *parameter 13-51 SL Controller-villkor [x]*) utvärderas som SANN av SLC:n. Villkoret för en händelse kan vara en viss status eller att uteffekten från en logisk regel eller komparator är SANN. Detta leder till en förutbestämd åtgärd, så som visas i *Bild 2.19*.

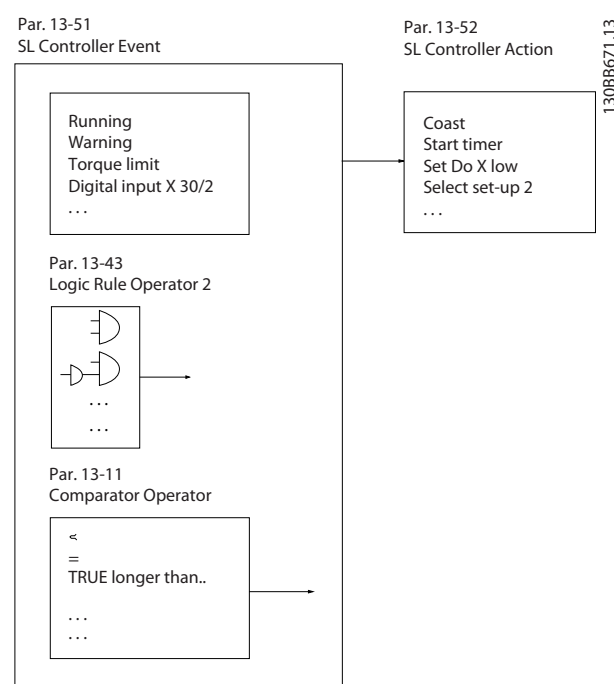


Bild 2.19 SLC-händelse och -åtgärd

Alla händelser och åtgärder är numrerade och sammanlänkade i par (tillstånd). Detta innebär att när *händelse [0]* inträffar (får värdet SANT) utförs *åtgärd [0]*. Därefter kommer villkoren för *händelse [1]* att utvärderas, och om resultatet blir SANT kommer *åtgärd [1]* att utföras osv. Endast en *händelse* utvärderas åt gången. Om en *händelse* efter utvärderingen får värdet FALSKT händer ingenting (i SLC) under det pågående scan intervallet och inga andra *händelser* kommer att utvärderas. Detta innebär att när SLC startas utvärderas *händelse [0]* (och endast *händelse [0]*) vid varje scan intervall. Det är bara om *händelse [0]* utvärderas som SANT som SLC utför *åtgärd [0]* och börjar en utvärdering av *händelse [1]*. Det går att programmera från 1 till 20 *händelser* och *åtgärder*.

När den sista *händelsen/åtgärden* har utförts börjar sekvensen om igen från *händelse [0]/åtgärd [0]*. *Bild 2.20* visar ett exempel med 4 *händelser/åtgärder*:

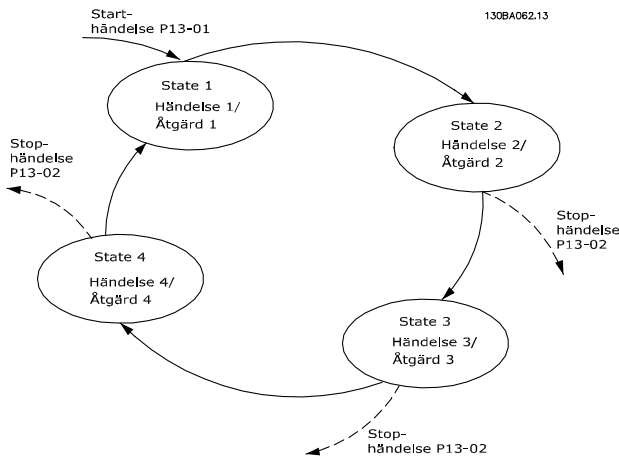


Bild 2.20 Ordning för utförandet när fyra händelser/åtgärder har programmerats

**Komparatorer**

Komparatorer används för jämförelse av kontinuerliga variabler (utfrekvens, utström, analog ingång osv.) med fasta förinställda värden.

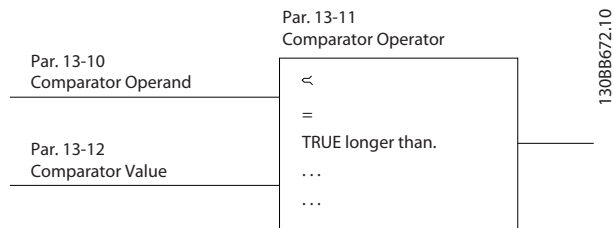


Bild 2.21 Komparatorer

**Logiska regler**

Kombinera upp till tre booleska ingångar (SANT/FALSKT-ingångar) från timers, komparatorer, digitala ingångar, statusbitar och händelser med hjälp av de logiska operatörerna OCH, ELLER och INTE.

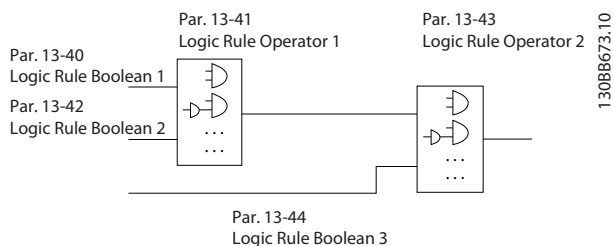


Bild 2.22 Logiska regler

De logiska reglerna, timern och komparatorerna är även tillgängliga för användning utanför SLC-sekvensen.

Ett exempel på SLC finns i *kapitel 4.3 Exempel på tillämpningskonfiguration.3*

**2.6.16 STO-funktion**

Frekvensomformaren finns att få med en STO-funktion via styrplint 37. STO inaktiverar styrspänningen på effekthalvledarna i frekvensomformarens utgångssteg. Detta förhindrar i sin tur att den spänning som krävs för att motorn ska rotera generas. När STO (plint 37) aktiveras utfärdar frekvensomformaren ett larm, trippar enheten och utrullar motorn till stopp. Manuell omstart krävs. STO-funktionen kan användas som ett nödstopp för frekvensomformaren. I normalt driftläge, när STO inte är nödvändigt, ska den vanliga stoppfunktion användas. När automatisk omstart används måste du se till att kraven i ISO 12100-2 paragraf 5.3.2.5 uppfylls.

**Ansvarsåtaganden**

Det är användarens ansvar att säkerställa att personalen som installerar och använder STO-funktionen:

- Läser och förstår säkerhetsföreskrifterna rörande hälsa, säkerhet och olycksprevention.
- Har god kännedom om de allmänna riktlinjer och säkerhetsråd som gäller den specifika tillämpningen.

En användare definieras som:

- Integratör
- Operatör
- Servicetekniker
- Underhållstekniker

**Standarder**

För att STO på plint 37 ska få användas måste användaren uppfylla alla säkerhetsvillkor, inklusive relevanta lagar, bestämmelser och riktlinjer. STO-funktionen uppfyller följande standarder:

- SS-EN 954-1: 1996, kategori 3
- IEC 60204-1: 2005, kategori 0 – okontrollerat stopp
- IEC 61508: 1998 SIL2
- IEC 61800-5-2: 2007 – STO-funktion
- IEC 62061: 2005 SIL CL2
- ISO 13849-1: 2006, kategori 3 PL d
- ISO 14118: 2000 (SS-EN 1037) – förhindrande av oavsiktlig start

Informationen och instruktionerna här är inte tillräckliga för att STO-funktionen ska kunna användas på ett korrekt och säkert sätt. Fullständig information om STO finns i *VLT® Safe Torque Off -handboken*.

### Skyddsåtgärder

- Kvalificerad och kunnig personal krävs för installation och idrifttagning av säkerhetssystem.
- Enheten måste installeras i ett IP54-apparatskåp eller i motsvarande miljö. Vid särskild tillämpning är en högre IP-grad nödvändigt.
- Kabeln mellan plint 37 och den externa säkerhetsenheten måste kortslutningsskyddas enligt ISO 13849-2, tabell D.4.
- Om externa krafter påverkar motoraxeln (till exempel upphängda laster) måste ytterligare åtgärder vidtas (till exempel en säkerhets-hållbroms) för att eliminera potentiella risker.

## 2.7 Fel-, varnings- och larmfunktioner

Frekvensomformaren övervakar många aspekter av systemets drift, inklusive nätförhållanden, motorbelastning och -prestanda status för omformaren. Ett larm eller en varning behöver inte nödvändigtvis indikera att det har uppstått ett problem i själva frekvensomformaren. Det kan vara ett tillstånd utanför omformaren som övervakas för prestandagränser. Frekvensomformaren har olika förprogrammerade reaktioner på fel, varningar och larm. Välj ytterligarelarm- och varningsfunktioner för att förbättra eller ändra systemets prestanda.

Detta avsnitt beskriver vanliga larm- och varningsfunktioner. Om du känner till funktionerna kan du optimera systemkonstruktionen och eventuellt undvika att införa överflödiga komponenter och funktioner.

### 2.7.1 Drift vid överhettning

Som standard utfärdar frekvensomformaren ett larm och trippar vid överhettning. Om *Automatisk nedstämpling och varning* har valts kommer frekvensomformaren att varna om tillståndet men fortsätta att köras och försök kyla ned sig själv genom att reducera sin switchfrekvens. Om det är nödvändigt reducerar den utfrekvensen.

Automatisk nedstämpling ersätter inte användarinställningen för nedstämpling för omgivningstemperaturer (se *kapitel 5.3 Nedstämpling för omgivningstemperaturer*).

### 2.7.2 Varning för hög och låg referens

Vid drift utan återkoppling bestämmer referenssignalen direkt omformarens varvtal. Displayen visar en blinkande varning om att referensen är hög eller låg när programmerat maximi eller minimi uppnås.

### 2.7.3 Varning om hög och låg återkoppling

Vid drift med återkoppling övervakas de angivna höga respektive låga återkopplingsvärdena av omformaren. Displayen visar en blinkande varning om högt eller lågt värde när så är lämpligt. Omformaren kan också övervaka återkopplingssignaler vid drift utan återkoppling. Signalerna påverkar inte frekvensomformaren vid drift utan återkoppling, med de kan ge användbar systemstatusinformation lokalt eller via seriell kommunikation. Frekvensomformaren hanterar 39 olika mätenheter.

### 2.7.4 Fasobalans eller fasbortfall

Överdriven strömripping i DC-bussen indikerar antingen fasobalans eller fasbortfall. När en effektfas till frekvensomformaren bryts är standardåtgärden att larma och trippa enheten för att skydda DC-bussens kondensatorer. Det är även möjligt att utfärda en varning och minska utströmmen till 30 % av full ström, alternativt att utfärda en varning och fortsätta normal drift. Att använda en enhet kopplad till en obalanserad ledning kan vara önskvärt tills obalansen är åtgärdad.

### 2.7.5 Varning för hög frekvens

Omformaren kan varna när motorvarvtalet är högt, vilket är användbart vid inkoppling av ytterligare utrustning, som pumpar eller kylfläktar. En specifik högfrekvensinställning kan anges i frekvensomformaren. Om uteffekten överstiger den angivna varningsfrekvensen, visas en varning för hög frekvens på enhetens display. En digital utgång på frekvensomformaren kan signalera till externa enheter att de ska koppla in.

### 2.7.6 Varning för låg frekvens

Omformaren kan varna när motorvarvtalet är lågt, vilket är användbart vid bortkoppling av utrustning. Med en specifik lågfrekvensinställning kan du välja när varningar ska avges och externa enheter ska kopplas bort. Enheten utfärdar inte varningar för låg frekvens då den är stoppad eller vid uppstart förrän driftfrekvensen har uppnåtts.

### 2.7.7 Varning för hög ström

Den här funktionen liknar den som varnar för hög frekvens, men här är det en inställning för hög ström som används för att utfärda en varning och för att koppla in extra utrustning. Funktionen är inte aktiv när omformaren är stoppad eller vid uppstart förrän den angivna driftströmmen har uppnåtts.

### 2.7.8 Varning för låg ström

Den här funktionen liknar den som varnar för låg frekvens (se *kapitel 2.7.6 Varning för låg frekvens*), men här är det en inställning för låg ström som används för att utfärda en varning och för att koppla bort utrustning. Funktionen är inte aktiv när omformaren är stoppad eller vid uppstart förrän den angivna driftströmmen har uppnåtts.

### 2.7.9 Ingen last/trasigt band-varning

Denna funktion kan användas för att övervaka ett tillstånd utan belastning, till exempel ett V-band. Efter att en låg strömgräns har sparats i omformaren och om förlust av last registreras, kan omformaren programmeras till att antingen avge ett larm och trippa eller att fortsätta driften och utfärda en varning.

### 2.7.10 Förlorat seriegränssnitt

Frekvensomformaren kan registrera förlust av seriell kommunikation. En tidsfördröjning på upp till 99 s kan väljas för att undvika en reaktion på grund av störningarna på den seriella kommunikationsbussen. När fördröjningen överskridits kan enheten utföra något av följande:

- Bibehålla det senaste varvtalet.
- Gå till maximalt varvtal.
- Gå till ett förinställt varvtal.
- Stoppa och utfärda en varning.

## 2.8 Användargränssnitt och programmering

Frekvensomformarens funktioner programmeras med hjälp av parametrar. Parametrar innehåller en funktionsbeskrivning och en meny med alternativ som du antingen väljer på eller anger numeriska värden i. Ett exempel på en programmeringsmeny visas i *Bild 2.23*.

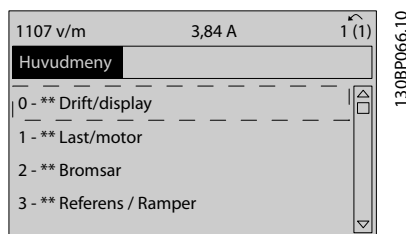


Bild 2.23 Exempel på programmeringsmeny

#### Lokalt användargränssnitt

Vid lokal programmering når du parametrarna genom att trycka på antingen [Quick Menu] eller [Main Menu ] på LCP.

Snabbmenyn används vid driftsättning och för motoregenskaper. Från huvudmenyn kommer du åt alla parametrar och du kan utföra avancerad programmering.

#### Fjärranvändargränssnitt

För fjärrprogrammering erbjuder Danfoss en programvara för utveckling, lagring och överföring av programmeringsinformation. MCT 10-konfigurationsprogramvara möjliggör för användaren att ansluta en dator till frekvensomformaren och programmera i realtid istället för att använda LCP-knappsatsen. Programmering kan även utföras offline och sedan enkelt laddas ned till enheten. Du kan även föra över hela frekvensomformarprofilen till datorn för att säkerhetskopiera eller analysera den. En USB-anslutning och RS485-plint är tillgängliga för anslutning till frekvensomformaren.

MCT 10-konfigurationsprogramvara kan hämtas gratis på [www.VLT-software.com](http://www.VLT-software.com). Du kan också beställa en CD-skiva (artikelnummer 130B1000). I användarhandboken finns detaljerade driftsinstruktioner. Se även *kapitel 2.8.2 PC-program*.

#### Programmera styrplintarna

- Varje styrplint har en specificerad funktion som den kan utföra.
- Parametrar som är kopplade till plinten aktiverar funktionsvalen.
- För att frekvensomformaren ska fungera korrekt med hjälp av styrplintarna måste plintarna vara:
  - korrekt anslutna
  - programmerade för avsedd funktion.

### 2.8.1 Lokal manöverpanel

Den lokala manöverpanelen (LCP) är en grafisk display på enhetens framsida. Den har ett användargränssnittet med tryckknappar och visar statusmeddelanden, varningar och larmsamt programmeringsparametrar med mera. En numerisk display finns också tillgänglig med begränsade displayalternativ. LCP visas i *Bild 2.24*.

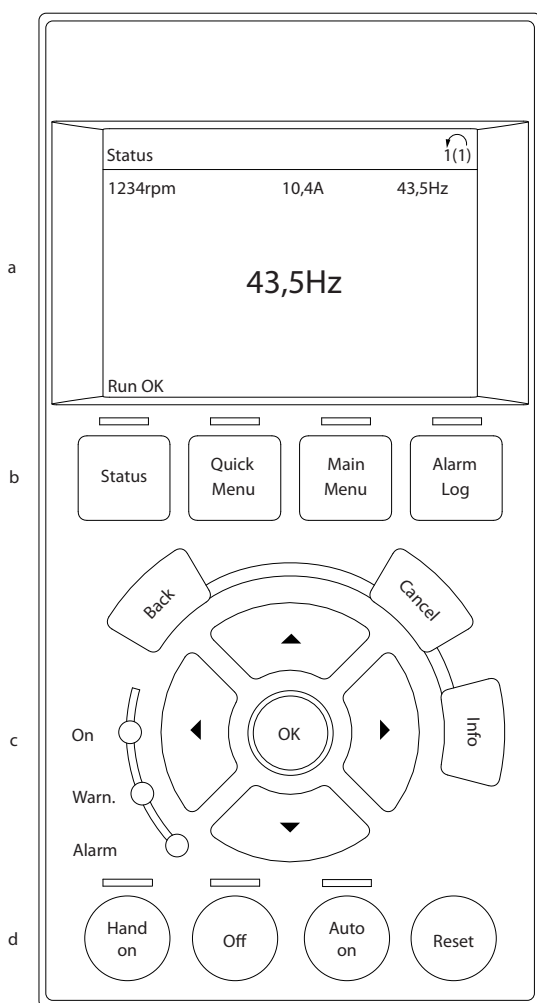


Bild 2.24 Lokal manöverpanel

## 2.8.2 PC-program

Datorn ansluts med en vanlig USB-kabel (värd/enhet) eller via RS485-gränssnittet.

USB är en seriell buss som använder fyra skärmade ledningar med jordstift 4 anslutet till datorns USB-portskärning. Att ansluta datorn till en frekvensomformare via USB-kabel medför en potentiell risk för skador på datorns USB-värdregulator. Alla standarddatorer tillverkas utan galvanisk isolation på USB-porten. Alla jordpotentialskillnader orsakade av underlåtenhet att följa rekommendationerna i *handboken* kan skada USB-värdregulatorn genom USB-kabelskärningen. Det rekommenderas att du använder en USB-frånskiljare med galvanisk isolation för att skydda datorns USB-värdregulator mot jordpotentialskillnader när datorn ansluts till en frekvensomformare med en USB-kabel. Använd inte en datorkraftkabel med jordkontakt när datorn ansluts till frekvensomformaren med en USB-kabel. En sådan minskar jordpotentialskillnaden men tar inte bort

130BB465.10

alla potentialskillnader orsakade av jord- och skärmanslutningen till datorns USB-port.

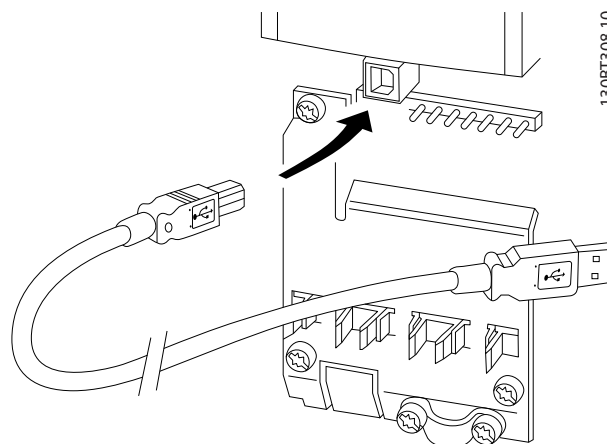


Bild 2.25 USB-anslutning

130BT308.10

2

### 2.8.2.1 MCT 10-konfigurationsprogramvara

MCT 10-konfigurationsprogramvara är utformad för idrifttagning och underhåll av frekvensomformaren, inklusive handledd programmering av kaskadregulatorn, realtidsklocka, Smart Logic Control och förebyggande underhåll. Med programmet är det enkelt att styra detaljer och det ger en överblick över system, stora som små. Verktøget hanterar alla frekvensomformarserier, VLT® Advanced Active Filters och alla data relaterade till VLT®-mjukstartare.

#### Exempel 1: Datalagring i dator med MCT 10-konfigurationsprogramvara

1. Anslut en dator till enheten via USB-porten eller RS485-gränssnittet.
2. Öppna MCT 10-konfigurationsprogramvara.
3. Välj USB-porten eller RS485-gränssnittet.
4. Välj *kopiera*.
5. Markera avsnittet *projekt*.
6. Välj *klistra in*.
7. Välj *spara som*.

Alla parametrar lagras nu.

#### Exempel 2: Dataöverföring från dator till frekvensomformare med MCT 10-konfigurationsprogramvara

1. Anslut en dator till enheten via USB-porten eller via RS485-gränssnittet.
2. Öppna MCT 10-konfigurationsprogramvara.
3. Välj *Öppna* om du vill visa de lagrade filerna.
4. Öppna den önskade filen.
5. Välj *Skriv till frekvensomformare*.

Alla parametrar överförs nu till frekvensomformaren.

En separat handbok för MCT 10-konfigurationsprogramvara finns tillgänglig. Hämta programvaran och handboken från [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/).

### 2.8.2.2 VLT® Harmonics Calculation Software MCT 31

Datorverktyget MCT 31 för övertonsberäkning gör det enkelt att uppskatta övertonsdistorsion i en viss applikation. Både övertonsdistorsion från frekvensomformare från Danfoss och frekvensomformare som inte kommer från Danfoss, men som har olika tilläggsfunktioner för övertonsreducering, som t ex Danfoss AHF-filter och 12–18-pulslikriktare, kan beräknas.

MCT 31 kan också hämtas från [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/).

### 2.8.2.3 Programvaran Harmonic Calculation Software (HCS)

HCS är en avancerad version av övertonsberäkningsverktyget. De beräknade resultaten jämförs med relevanta standarder och kan skrivas ut efteråt.

Mer information finns på [www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START](http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START)

## 2.9 Underhåll

Frekvensomformarmodeller från Danfoss på upp till 90 kW är underhållsfria. Frekvensomformare för höga effekter (110 kW och mer) har inbyggda filtermattor. Dessa måste rengöras då och då av operatören beroende på hur dammig och smutsig miljön är. Underhållsintervall för kylfläktar (ungefär 3 år) och kondensatorer (ungefär 5 år) rekommenderas för de flesta miljöer.

### 2.9.1 Lagring

Precis som all annan elektronisk utrustning måste frekvensomformare förvaras torrt. Periodisk formering (kondensatorladdning) är inte nödvändigt vid lagring.

Vi rekommenderar att utrustningen förvaras i sin obrutna förpackning fram till installationen.

## 3 Systemintegrering

Detta kapitel beskriver nödvändiga överväganden vid integrering av frekvensomformaren i en systemkonstruktion. Kapitlet är indelat i följande avsnitt:

- *Kapitel 3.1 Omgivande miljöförhållanden*  
Omgivande driftförhållanden för frekvensomformaren, inklusive miljö, kapslingar, temperatur, nedstämpling och andra överväganden.
- *Kapitel 3.3 Nätintegrering*  
Ingång till frekvensomformaren från nätsidan, inklusive effekt, övertoner, övervakning, kabeldragning, säkring och andra överväganden.
- *Kapitel 3.2 EMC, övertoner och skydd mot läckström till jord*  
Ingång (regenerering) från frekvensomformaren till elnätet, inklusive effekt, övertoner, övervakning och andra överväganden.
- *Kapitel 3.4 Motorintegrering*  
Utgång från frekvensomformaren till motorn, inklusive motortyper, belastning, övervakning, kabeldragning och andra överväganden.
- *Kapitel 3.5 Extra ingångar och utgångar, Kapitel 3.6 Mekanisk ritning*  
Integrering av frekvensomformarens ingång och utgång för optimal systemkonstruktion, inklusive matchning av frekvensomformare och motor, systemegenskaper och andra överväganden.

En omfattande systemkonstruktion förutser potentiella problemområden och implementerar den mest effektiva kombinationen av funktioner. Informationen nedan ger riktlinjer för hur du ska planera och specificera ett styrsystem för en motor med frekvensomformare.

Driftfunktioner ger en rad olika designkoncept, allt från enkel motorvarvtalsreglering till ett helt integrerat automationssystemet med återkopplingshantering, driftstatusrapportering, automatiserade reaktioner på fel samt fjärrprogrammering med mera.

Ett komplett designkoncept innehåller detaljerade specifikationer om behov och användning.

- Frekvensomformartyper
- Motorer
- Nätkrav
- Styrstruktur och programmering
- Seriell kommunikation
- Utrustningens storlek, form och vikt
- Krav på effekt- och styrkabel: typ och längd

- Säkringar
- Extrautrustning
- Transport och lagring

En praktisk guide finns i *kapitel 3.9 Checklista för systemkonstruktion*.

Om du känner till funktionerna och strategialternativen kan du optimera systemkonstruktionen och eventuellt undvika att införa överflödiga komponenter och funktioner.

### 3.1 Omgivande miljöförhållanden

#### 3.1.1 Fukt

Även om frekvensomformaren kan fungera korrekt vid hög luftfuktighet (upp till 95 % relativ luftfuktighet) bör kondensation undvikas. Det föreligger särskilt risk för kondensation när frekvensomformaren är kallare än fuktig omgivande luft. Fukten i luften kan också kondensera på de elektroniska komponenterna och orsaka kortslutningar. Kondensation inträffar in strömlösa enheter. Det är en god idé att installera en värmare i apparatskåpet om det finns risk för kondensation på grund av omgivande miljöförhållanden. Undvik installation på platser där det förekommer frost.

Ett annat alternativ är att använda frekvensomformaren i standby-läge (med enheten ansluten till nätet) för att minska risken för kondensation. Kontrollera att effektagivningen är tillräcklig för att hålla kretsarna i frekvensomformaren torra.

#### 3.1.2 Temperatur

Den lägsta och högsta omgivningstemperaturen anges för alla frekvensomformare. Genom att undvika extrema omgivningstemperaturer förlänger du frekvensomformarens livslängd och maximerar systemets tillförlitlighet. Följ de rekommendationer som anges för bästa möjliga prestanda och livslängd för utrustningen.

- Även om frekvensomformaren kan användas vid så låga temperaturer som  $-10\text{ °C}$ , kan driften vid nominell belastning endast garanteras vid temperaturer på  $0\text{ °C}$  eller mer.
- Överskrid inte den maximala temperaturgränsen.
- Elektroniska komponenters livslängd minskar med 50 % för varje tiograderssteg ( $\text{°C}$ ) vid drift över märktemperaturen.

- Även enheter med IP54-, IP55- och IP66-skyddsklassificering måste användas inom de intervall för omgivningstemperatur som anges.
- Ytterligare luftkonditionering av apparatskåp eller installationsplats kan krävas.

### 3.1.3 Kylning

Frekvensomformare avger effekt i form av värme. Följande rekommendationer är nödvändiga för effektiv kylning av enheterna.

- Temperaturen på den luft som kommer in i kapslingar får vara max. 40 °C.
- Dygnsmedeltemperaturen får inte överstiga 35 °C.
- Montera enheten så att kylningsluften kan flöda fritt genom kylfenorna. Mer information om avstånd vid montering finns i *kapitel 3.6.1 Avstånd*.
- Tillhandahåll det minsta avståndet som krävs för kylningens luftflöde framtill och baktill. Mer information om installationskrav finns i *handboken*.

#### 3.1.3.1 Fläktar

Frekvensomformaren har inbyggda fläktar för att säkerställa optimal kylning. Huvudfläkten leder luftflödet utmed kylfenorna på kylplattan och kyler på så sätt luften på insidan. Vissa effektstorlekar har en liten sekundär fläkt nära styrkortet som säkerställer att luften på insidan cirkulerar för att undvika lokal överhettning.

Huvudfläkten styrs av temperaturen inuti frekvensomformaren och varvtalet ökar gradvis i takt med temperaturen. Det minskar buller och energiförbrukning när behovet är lågt och säkerställer maximal kylning när situationen kräver det. Fläktstyrningen kan anpassas via *parameter 14-52 Fläktstyrning* för att passa alla tillämpningar, liksom för att skydda mot negativa effekter av kylning i kallt klimat. Vid överhettning inuti frekvensomformaren stämplas switchfrekvensen och switchmönstret ned. Mer information finns i *kapitel 5.1 Nedstämpling*.

#### 3.1.3.2 Beräkning av luftflödet som krävs för kylning av frekvensomformaren

Luftflödet som krävs för att kyla en frekvensomformare, eller flera frekvensomformare i en kapsling, kan beräknas på följande vis:

1. Avgör effektförlusten vid maximal uteffekt för alla frekvensomformare med hjälp av datatabellerna i *kapitel 7 Specifikationer*.
2. Addera effektförlustvärden för alla frekvensomformare som kan användas samtidigt. Summan är värmen Q som ska överföras. Multiplicera resultatet med faktor f, enligt *Tabell 3.1*. Till exempel, f = 3,1 m<sup>3</sup> x K/Wh vid havsytan.
3. Avgör den högsta temperaturen på luften som kommer in i kapslingen. Subtrahera den här temperaturen från temperaturen som krävs inuti kapslingen, till exempel 45 °.
4. Dela totalen från steg 2 med totalen från steg 3.

Beräkningen uttrycks med formeln:

$$V = \frac{f \times Q}{T_i - T_A}$$

där

V = luftflöde i m<sup>3</sup>/h

f = faktor i m<sup>3</sup> x K/Wh

Q = värme som ska överföras i W

T<sub>i</sub> = temperatur inuti kapslingen i °C

T<sub>A</sub> = omgivande temperatur i °C

f = cp x ? (specifik värmekapacitet x luftdensitet)

#### **OBS!**

**Specifik värmekapacitet (cp) och luftdensitet (?) inte är konstanter, utan beror på temperatur, fuktighet och atmosfäriskt tryck. De beror därför på höjd över havet.**

*Tabell 3.1* visar typiska värden för faktor f och är beräknad för olika höjder.

Höjd	Specifik värmekapacitet cp	Luftdensitet ?	Faktor f
[m]	[kJ/kgK]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ·K/Wh]
0	0,9480	1,225	3,1
500	0,9348	1,167	3,3
1000	0,9250	1,112	3,5
1500	0,8954	1,058	3,8
2000	0,8728	1,006	4,1
2500	0,8551	0,9568	4,4
3000	0,8302	0,9091	4,8
3500	0,8065	0,8633	5,2

Tabell 3.1 Faktor f, beräknad för olika höjder



**Exempel**

Vilket luftflöde krävs för att kyla två frekvensomformare som körs samtidigt (värmeförlusterna är 295 W och 1 430 W) och som är monterade i en kapsling med en högsta omgivningstemperatur på 37 °C?

1. Summan av värmeförlusten från båda frekvensomformarna är 1 725 W.
2. Genom att multiplicera 1 725 W med  $3,3 \text{ m}^3 \times \text{K/Wh}$  får du  $5 693 \text{ m}^3 \times \text{K/h}$ .
3. Genom att subtrahera 37 °C från 45 °C får du 8 °C (= 8 K).
4. Genom att dela  $5 693 \text{ m}^3 \times \text{K/h}$  med 8 K får du: 711,6 m<sup>3</sup>/h.

Om luftflödet krävs i CFM ska du använda konverteringen  $1 \text{ m}^3/\text{h} = 0,589 \text{ CFM}$ .

I exemplet ovan gäller  $711,6 \text{ m}^3/\text{h} = 418,85 \text{ CFM}$ .

**3.1.4 Motorgenererad överspänning**

Likspänningen i mellankretsen (DC-bussen) ökar när motorn fungerar som generator. Detta kan inträffa på två sätt:

- Belastningen driver motorn när frekvensomformaren körs vid en konstant utfrekvens. Detta kallas vanligen för negativ belastning.
- Under deceleration om belastningens tröghet är hög och om frekvensomformarens decelerationstid är inställd på ett kort värde.

Frekvensomformaren kan inte regenerera energi tillbaka till ingången. Därför begränsar den mängden godkänd energi från motorn när automatisk rampning är aktiverad. Om överspänning sker under deceleration försöker frekvensomformaren göra detta genom att automatiskt förlänga nedramptiden. Om detta misslyckas, eller om belastningen driver motorn vid drift vid en konstant frekvens, stängs omformaren av och visar ett felmeddelande när en kritisk spänningsnivå i en DC-buss nås.

**3.1.5 Ljudnivå**

Ljudnivån från frekvensomformaren kommer från tre källor:

- DC-busspolar (mellankrets)
- RFI-filterdrossel
- Interna fläktar

Se *Tabell 7.60* för klassificering av ljudnivå.

**3.1.6 Vibrationer och stötar**

Frekvensomformaren är testad enligt ett förfarande som bygger på IEC 68-2-6/34/35 och 36. Dessa tester utsätter enheten för 0,7 g-krafter i ett intervall av 18 till 1 000 Hz, slumpmässigt, i tre riktningar under två timmar. Alla frekvensomformare från Danfoss uppfyller de krav som motsvarar dessa villkor, både om enheten monteras på vägg eller golv eller om den monteras i apparatskåp eller är reglad till väggar eller golv.

**3.1.7 Aggressiva miljöer****3.1.7.1 Gaser**

Aggressiva gaser som svavelväte, klorin eller ammoniak kan skada frekvensomformarens elektriska och mekaniska komponenter. Förorening av den kylande luften kan orsaka gradvis nedbrytning av mönsterkort och lucktätningar. Aggressiva föroreningar förekommer ofta i reningsverk och simbassänger. Ett tydligt tecken på att miljön är aggressiv är att koppar korroderar.

I aggressiva miljöer rekommenderas begränsade IP-kapslingar tillsammans med kretskort med godkänd ytbehandling. I *Tabell 3.2* finns värden för godkänd ytbeläggning.

**OBS!**

**Frekvensomformaren levereras som standard med klass 3C2-ytbeläggning på kretskort. På begäran kan klass 3C3-ytbeläggning användas.**

Gastyp	Enhet	Klass				
		3C1	3C2		3C3	
			Medel- värde	Max- värde <sup>1)</sup>	Medel- värde	Max- värde <sup>1)</sup>
Havssalt	Ej tillämpligt	Ingen	Saltsprej		Saltsprej	
Svaveloxider	mg/m <sup>3</sup>	0,1	0,3	1,0	5,0	10
Svavelväte	mg/m <sup>3</sup>	0,01	0,1	0,5	3,0	10
Klor	mg/m <sup>3</sup>	0,01	0,1	0,03	0,3	1,0
Väteklorid	mg/m <sup>3</sup>	0,01	0,1	0,5	1,0	5,0
Vätefluorid	mg/m <sup>3</sup>	0,003	0,01	0,03	0,1	3,0
Ammoniak	mg/m <sup>3</sup>	0,3	1,0	3,0	10	35
Ozon	mg/m <sup>3</sup>	0,01	0,05	0,1	0,1	0,3
Kväve	mg/m <sup>3</sup>	0,1	0,5	1,0	3,0	9,0

**Tabell 3.2 Klassificeringar av godkänd ytbeläggning**

<sup>1)</sup> De maximala värdena är transienta toppvärden som inte får överskridas längre än 30 minuter per dag.

### 3.1.7.2 Exponering för damm

I praktiken går det ofta inte att undvika att frekvensomformare installeras i miljöer med stor exponering för damm. Damm påverkar vägg- eller rammonterade frekvensomformare med IP55- eller IP66-skyddsklassificering, samt sådana som monterats i apparatskåp med IP21- eller IP20-skyddsklassificering. De tre aspekter som beskrivs i detta avsnitt måste beaktas när frekvensomformare installeras i sådana miljöer.

#### Reducerad kylning

Damm samlas på enhetens ytor samt på kretskort och elektroniska komponenter inuti enheten. Dammet fungerar som ett isolerande lager och hindrar värmeöverföringen till den omgivande luften och minskar kylningskapaciteten. Komponenterna blir varmare. Detta medför att de elektroniska komponenterna åldras fortare, och frekvensomformarens livslängd förkortas. Dammavlagringar på kylplattan på frekvensomformarens baksida påverkar också enhetens livslängd negativt.

#### Kylfläktar

Luftflödet för kylning av frekvensomformaren genereras av kylfläktar, som vanligtvis finns på enhetens baksida. Damm kan tränga in i fläktrotorens lager och fungerar då som slipmedel. Det leder till lagerskador och fläkthaveri.

#### Filter

Frekvensomformare för höga effekter är utrustade med kylfläktar som blåser ut varm luft från enhetens insida. Över en viss storlek har de här fläktarna filtermattor. Dessa filter kan snabbt bli igensatta om de används i dammiga miljöer. Under sådana omständigheter måste förebyggande åtgärder vidtas.

#### Periodiskt underhåll

Under de förhållanden som beskrivs ovan bör frekvensomformaren rengöras under det periodiska underhållet. Avlägsna damm från kylplattan och fläktarna, och rengör filtermattorna.

### 3.1.7.3 Potentiellt explosiv atmosfär

System som används i potentiellt explosiva atmosfär måste uppfylla särskilda krav. EU-direktiv 94/9/EG beskriver driften av elektroniska enheter i potentiellt explosiva atmosfärer.

Motorer som regleras av frekvensomformare i potentiellt explosiva atmosfärer måste temperaturövervakas med en PTC-temperaturgivare. Motorer med antändningsskyddsklass d eller e är godkända i den här miljön.

- d-klassificering består i att eventuella gnistor som uppstår innesluts i ett skyddat område. Inget godkännande behövs, men däremot särskilda ledningar och inneslutning.
- En kombination av d och e är vanligast vid användning i potentiellt explosiva atmosfärer. Själva motorn har antändningsskyddsklass e,

medan motorns kabeldragning och anslutningsområdet uppfyller e-klassificeringen.

Begränsningen för det e-klassade anslutningsområdet är den maximala spänning som tillåts i området. En frekvensomformares utspänning är vanligtvis begränsad till nätspänningen. Modulering av utspänningen kan generera otillåtna toppspänningsnivåer för e-klassificering. Det har i praktiken visat sig att användningen av ett sinusfilter vid frekvensomformarens utgångsström är ett effektivt sätt att dämpa den höga toppspänningen.

#### **OBS!**

Installera aldrig en frekvensomformare i en potentiellt explosiv atmosfär. Installera frekvensomformaren i ett apparatskåp utanför området. Användning av ett sinusfilter vid frekvensomformarens utgång rekommenderas också för att dämpa dU/dt-spänningsökning och toppspänning. Se till att motorkablarna hålls så korta som möjligt.

#### **OBS!**

Frekvensomformare med tillvalet MCB 112 har PTB-certifierad övervakningsfunktion för motorns termistorgivare för potentiellt explosiva atmosfärer. Skärmade motorkablar behövs inte när frekvensomformare används med sinusutgångsfilter.

### 3.1.8 Definitioner av IP-klassificering

	Skydd mot inträngande föremål	Skydd mot beröring av farliga delar med
Första siffran	0 (inget skydd)	(inget skydd)
	1 =50 mm i diameter	Baksidan av handen
	2 12,5 mm i diameter	Finger
	3 2,5 mm i diameter	Verktyg
	4 =1,0 mm i diameter	Ledning
	5 Dammskyddat	Ledning
	6 Dammtätt	Ledning
	Skydd mot inträngande vatten med skadlig påverkan	
Andra siffran	0 (inget skydd)	
	1 Droppar som faller vertikalt	
	2 Droppar vid 15°-lutning	
	3 Vattenstänk	
	4 Vattenstril	
	5 Vattenstrålar	
	6 Kraftfulla vattenstrålar	
	7 Tillfällig nedsänkning i vatten	
8 Långvarig nedsänkning i vatten		

		Skydd mot inträngande föremål	Skydd mot beröring av farliga delar med
		Ytterligare information särskilt för	
Första bokstav	A		Baksidan av handen
	B		Finger
	C		Verktyg
	D		Ledning
		Ytterligare information särskilt för	
Extra bokstav	H	Högspänningsenhet	
	M	Enheten rör sig under vattentest	
	S	Enheten stillastående under vattentest	
	W	Väderförhållanden	

Tabell 3.3 IEC 60529, definitioner av IP-klassificering

### 3.1.8.1 Tillval av apparatskåp och klassificeringar

Frekvensomformare från Danfoss är tillgängliga med tre olika skyddsklassificeringar:

- IP00 eller IP20 för installation i apparatskåp.
- IP54 eller IP55 för lokal montering.
- IP66 för kritiska omgivande förhållanden, som extremt hög luftfuktighet eller höga koncentrationer av damm eller aggressiva gaser.

### 3.1.9 Radiofrekvensstörningar

Det huvudsakliga målet i praktiken är att skapa system som fungerar stabilt utan radiofrekvensstörningar mellan komponenterna. För att uppnå en hög störningsimmunitet bör frekvensomformare med högkvalitativa RFI-filter användas.

Använd kategori C1-filter som anges i SS-EN 61800-3. De uppfyller klass B-gränsvärdena för den allmänna standarden SS-EN 55011.

Förse frekvensomformaren med varningsmeddelanden om RFI-filtren inte motsvarar kategori C1 (kategori C2 eller lägre). Ansvaret för korrekt märkning ligger hos operatören.

I praktiken finns det två sätt att hantera RFI-filter:

- Inbyggd i utrustningen
  - Inbyggda filter upptar plats i apparatskåpet, men eliminerar extra kostnader för installation, ledningsdragning och

material. Den viktigaste fördelen är emellertid den perfekta EMC-kompatibiliteten och kabeldragning för inbyggda filter.

- Externa tillval
  - Externa RFI-filter som installeras på frekvensomformarens ingång orsakar ett spänningsfall. Detta betyder att hela nätspänningen inte når frekvensomformarens ingång och det kan bli nödvändigt med en frekvensomformare med högre nominell spänning. Motorkabellängden måste vara mellan 1–50 m för att uppfylla EMC-gränserna. Det uppstår då extra kostnader för material, kabeldragning och montering. EMC-kompatibiliteten har inte testats.

#### **OBS!**

Använd alltid ett RFI-filter i kategori C1 för att försäkra dig om att frekvensomformarsystemet kan köras utan störningar.

#### **OBS!**

VLT® AQUA Drive levereras som standard med inbyggda RFI-filter som uppfyller kraven för kategori C1 (SS-EN 61800-3) för användning med 400 V-nätspänningssystem och märkeffekter på upp till 90 kW, eller kategori C2 för märkeffekter på 110 till 630 kW. VLT® AQUA Drive-enheter uppfyller kraven för C1 med skärmade motorkablar upp till 50 m, eller C2 med skärmade motorkablar upp till 150 m. Mer information finns i *Tabell 3.4*.

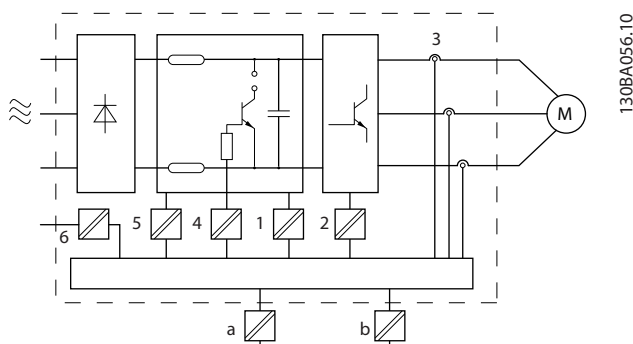
### 3.1.10 Överensstämmelse för PELV och galvanisk Isolation

Skydd mot elektriska stötar säkerställs när elförsörjningen är av PELV-typ och när installationen har utförts enligt lokala och nationella bestämmelser för PELV.

För att PELV ska bibehållas på styrplintarna måste alla anslutningar vara PELV-isolerande. Till exempel ska en termistor är förstärkt/dubbelisolerad. Alla frekvensomformare från Danfoss har styr- och reläplintar som uppfyller PELV (förutom jordad Delta över 400 V).

Du uppnår galvanisk (säker) isolering genom att uppfylla kraven för förstärkt isolering och iaktta de föreskrivna luftspalterna för krypströmmar. Dessa krav beskrivs i standarden SS-EN 61800-5-1.

Elektrisk isolering ges enligt *Bild 3.1*. Komponenterna som beskrivs uppfyller kraven för både PELV och galvanisk isolation.



1	Strömförsörjning (SMPS) inkluderar signalisolerings av V DC, som indikerar mellanliggande strömnivå
2	Växelriktare för IGBT-enheter
3	Strömomvandlare
4	Optokopplare, bromsmodul
5	Kretsar för mätning av interna strömmar, RFI och temperatur
6	Anpassade reläer
a	Galvanisk isolering för 24 V säkerhetskopiering
b	Galvanisk isolering för standardbussens gränssnitt RS485

**Bild 3.1 Galvanisk isolering**

### Installation på hög höjd

Installationer som överskrider gränserna för hög höjd uppfyller eventuellt inte PELV-kraven. Isoleringen mellan komponenter och kritiska delar kan vara otillräcklig. Det finns risk för överspänning. Minska risken för överspänning genom att använda externa skyddsenheter eller galvanisk isolering.

Kontakta Danfoss om du vill ha mer information om PELV vid installationer på hög höjd.

- 380–500 V (kapsling A, B och C): över 2 000 m
- 380–500 V (kapsling D, E och F): över 3 000 m
- 525–690 V: över 2 000 m

### 3.1.11 Lagring

Precis som all annan elektronisk utrustning måste frekvensomformare förvaras torrt. Periodisk formering (kondensatorladdning) är inte nödvändigt vid lagring.

Vi rekommenderar att utrustningen förvaras i sin obrutna förpackning fram till installationen.

## 3.2 EMC, övertoner och skydd mot läckström till jord

### 3.2.1 Allmänt om EMC-emissioner

Frekvensomformare (och andra elektriska enheter) genererar elektriska eller magnetiska fält som kan störa deras miljö. Den elektromagnetiska kompatibiliteten (EMC) av denna påverkan beror på enhetens effekt och övertonsegenskaper.

Okontrollerad växelverkan mellan elektriska enheter i ett system kan försämra kompatibilitet och minska driftens pålitlighet. Störningarna kan till exempel vara övertonsströmmar på nätet, elektrostatiska urladdningar, snabba spänningsfluktuationer eller högfrekventa störningar. Elektriska enheter både genererar störningar och påverkas av störningar från andra genererande källor.

Elektriska störningar uppstår vanligtvis på frekvenser mellan 150 kHz och 30 MHz. Luftburen störning från frekvensomformaren på mellan 30 MHz och 1 GHz genereras av växelriktaren, motorkabeln och motorsystemet.

Kapacitiva strömmar i motorkabeln tillsammans med ett högt  $dU/dt$  från motorspänningen genererar läckströmmar, så som visas i *Bild 3.2*.

Användning av en skärmad motorkabel ökar läckströmmen (se *Bild 3.2*), eftersom skärmade kablar har högre kapacitans till jord än oskärmade kablar. Om läckströmmen inte filtreras orsakar den större störning på nätströmmen i radiofrekvensområdet under ca 5 MHz. Eftersom läckströmmen ( $I_1$ ) förs tillbaka till enheten via skärmen ( $I_3$ ), finns i princip bara ett litet elektromagnetiskt fält ( $I_4$ ) från den skärmade motorkabeln enligt *Bild 3.2*.

Skärmen reducerar luftburen störning, men ökar den lågfrekventa störningen i nätledningen. Motorkabelns skärm ska anslutas både till frekvensomformarens kapsling och motors kapsling. Använd de inbyggda skärmklämmorna för att undvika tvinnade skärmändar. Tvinnade skärmändar ökar skärmimpedansen vid högre frekvenser, vilket minskar skärmeffekten och ökar läckströmmen ( $I_4$ ).

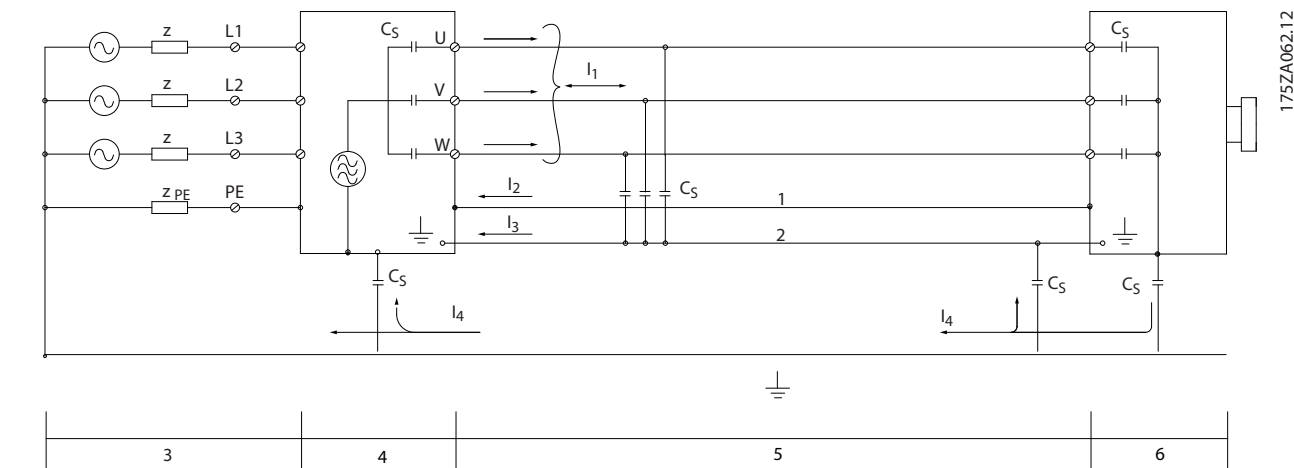
Om du använder en skärmad kabel till relä, styrkabel, signalgränssnitt och broms ska du ansluta skärmen till kapslingen i båda slutpunkterna. I vissa situationer kan det dock vara nödvändigt att göra ett avbrott på skärmen för att undvika strömslingor.

Om skärmen ska anslutas till en monteringsplåt i frekvensomformaren måste monteringsplåten vara av metall så att skärmströmmen kan gå tillbaka till enheten. Se också till att det blir god elektrisk kontakt från monteringsplåten via monteringskruvarna till frekvensomformarens chassi.

Om oskärmade kablar används uppfylls de flesta immunitetskrav, men inte vissa emissionskrav.

För att reducera den totala störningsnivån från hela systemet (enhet och installation) ska motor- och

bromskablarna vara så korta som möjligt. Undvik att lägga kablar med känsliga signalnivåer längs med motor- eller bromskablar. Radiostörningar över 50 MHz (luftburen) genereras i synnerhet av styrelektroniken.



1	Jordledning	3	Växelspänningsförsörjning	5	Skärmad motorkabel
2	Skärm	4	Frekvensomformare	6	Motor

Bild 3.2 Generering av läckströmmar

### 3.2.2 EMC-testresultat

Följande testresultat har erhållits vid tester utförda med ett system med en frekvensomformare, en skärmad styrkabel, en styrdosa med potentiometer samt en separat motor och en skärmad motorkabel (Ölflex Classic 100 CY) vid nominell switch-frekvens. I *Tabell 3.4* anges maximala motorkabellängder för överensstämmelse.

**OBS!**

Förhållandena kan variera betydligt för olika konfigurationer.

**OBS!**

Kontakta *Tabell 3.17* angående parallella motorkablar.

RFI-filtertyp		Ledningsburen emission			Luftburen emission			
		Kabellängd [m]			Kabellängd [m]			
Standarder och krav	SS-EN 55011	Klass B	Klass A Grupp 1	Klass A Grupp 2	Klass B	Klass A Grupp 1	Klass A Grupp 2	
		Bostäder, handel och lätt industri	Industrimiljö	Industri-miljö	Bostäder, handel och lätt industri	Industri-miljö	Industri-miljö	
	SS-EN/IEC 61800-3	Kategori C1	Kategori C2	Kategori C3	Kategori C1	Kategori C2	Kategori C3	
		First environment Hem och kontor	First environment Hem och kontor	Second environment Industri	First environment Hem och kontor	First environment Hem och kontor	Second environment Industrial	
<b>H1</b>								
FC 202	0,25–45 kW 200–240 V	T2	50	150	150	Nej	Ja	Ja
	1,1–7,5 kW 200–240 V	S2	50	100/150 <sup>5)</sup>	100/150 <sup>5)</sup>	Nej	Ja	Ja
	0,37–90 kW 380–480 V	T4	50	150	150	Nej	Ja	Ja
	7,5 kW 380–480 V	S4	50	100/150 <sup>5)</sup>	100/150 <sup>5)</sup>	Nej	Ja	Ja
<b>H2</b>								
FC 202	0,25–3,7 kW 200–240 V	T2	Nej	Nej	5	Nej	Nej	Nej
	5,5–45 kW 200–240 V	T2	Nej	Nej	25	Nej	Nej	Nej
	1,1–7,5 kW 200–240 V	S2	Nej	Nej	25	Nej	Nej	Nej
	0,37–7,5 kW 380–480 V	T4	Nej	Nej	5	Nej	Nej	Nej
	11–90 kW 380–380 V <sup>4)</sup>	T4	Nej	Nej	25	Nej	Nej	Nej
	7,5 kW 380–480 V	S4	Nej	Nej	25	Nej	Nej	Nej
	11–30 kW 525–690 V <sup>1, 4)</sup>	T7	Nej	Nej	25	Nej	Nej	Nej
	37–90 kW 525–690 V <sup>2, 4)</sup>	T7	Nej	Nej	25	Nej	Nej	Nej
<b>H3</b>								
FC 202	0,25–45 kW 200–240 V	T2	10	50	50	Nej	Ja	Ja
	0,37–90 kW 380–480 V	T4	10	50	50	Nej	Ja	Ja
<b>H4</b>								
FC 202	1,1–30 kW 525–690 V <sup>1)</sup>	T7	Nej	100	100	Nej	Ja	Ja
	37–90 kW 525–690 V <sup>2)</sup>	T7	Nej	150	150	Nej	Ja	Ja
<b>Hx<sup>1)</sup></b>								
FC 202	1,1–90 kW 525–600 V	T6	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
	15–22 kW 200–240 V	S2	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
	11–37 kW 380–480 V	S4	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej

Tabell 3.4 EMC-testresultat (emission) maximal motorkabellängd

1) Kapslingsstorlek B2.

2) Kapslingsstorlek C2.

3) Hx-versioner kan användas enligt SS-EN/IEC 61800-3 kategori C4.

4) T7, 37–90 kW överensstämmer med klass A grupp 1 med 25 m motorkabel. Vissa restriktioner gäller för installationen (kontakta Danfoss för mer information).

5) 100 m för fas-neutral, 150 m för fas-fas (men inte från TT eller TT). Frekvensomformare med 1-fas är inte avsedda för 2-fasmatning från ett TT eller TN-nätverk.

Hx, H1, H2, H3, H4 eller H5 anges i typkodposition 16–17 för EMC-filter.

Hx - Inga inbyggda EMC-filer i frekvensomformaren.

H1 - Integrerat EMC-filer. Uppfyller SS-EN 55011 klass A1/B och SS-EN/IEC 61800-3, kategori 1/2.

H2 - Ett begränsat RFI-filer som endast innehåller kondensatorer och utan en common-mode-spole. Uppfyller SS-EN 55011 klass A2 och SS-EN/IEC 61800-3, kategori 3.

H3 - Integrerat EMC-filer. Uppfyller SS-EN 55011 klass A1/B och SS-EN/IEC 61800-3, kategori 1/2.

H4 - Integrerat EMC-filer. Uppfyller SS-EN 55011 klass A1 och SS-EN/IEC 61800-3, kategori 2.

H5 – Marina versioner. Robust version. Uppfyller samma emissionsnivåer som H2-versioner.

### 3.2.3 Emissionskrav

EMC-produktstandarden för frekvensomformare definierar fyra kategorier (C1, C2, C3 och C4) med specificerade krav för emission och immunitet. *Tabell 3.5* visar definitionen av de fyra kategorierna och motsvarande klassificering från SS-EN 55011.

Kategori	Definition	Motsvarande emissionsklass i SS-EN 55011
C1	Frekvensomformare som är installerade i first environment (publika nät, hem och kontor) med en nätspänning som understiger 1 000 V.	Klass B
C2	Frekvensomformare som är installerade i first environment (publika nät, hem och kontor) med en nätspänning som understiger 1 000 V, som varken är flyttbara eller utrustade med kontakter och som är avsedda för installation och idrifttagning av en fackman.	Klass A Grupp 1
C3	Frekvensomformare som är installerade i second environment (industrinät) med en nätspänning som understiger 1 000 V.	Klass A Grupp 2
C4	Frekvensomformare som är installerade i second environment (industrinät) med en nätspänning som är lika med eller överstiger 1 000 V, med en märkspänning som är lika med eller överstiger 400 A eller som är avsedda att användas i komplexa system.	Ingen begränsning. Gör en EMC-plan.

Tabell 3.5 Förhållande mellan IEC 61800-3 och SS-EN 55011

När de generella (ledningsburna) emissionsstandarderna används måste frekvensomformarna uppfylla gränsvärdena i *Tabell 3.6*.

Miljö	Allmän emissionsstandard	Motsvarande emissionsklass i SS-EN 55011
First environment (publika nät, hem och kontor)	SS-EN/IEC 61000-6-3 Emissionsstandard för bostads- och kontorsmiljöer samt lätt industrimiljö.	Klass B

Miljö	Allmän emissionsstandard	Motsvarande emissionsklass i SS-EN 55011
Second environment (industrinät)	SS-EN/IEC 61000-6-4 Emissionsstandard för industrimiljö.	Klass A Grupp 1

Tabell 3.6 Samband mellan allmänna emissionsstandarder och SS-EN 55011

### 3.2.4 Immunitetskrav

Immunitetskraven för frekvensomformare beror på miljön där de installeras. Kraven på industrimiljön är högre än kraven för hem- och kontorsmiljöer. Alla frekvensomformare från Danfoss uppfyller kraven för industrimiljön och uppfyller således också de lägre kraven för hem- och kontorsmiljöer med en bred säkerhetsmarginal.

För att dokumentera immuniteten mot elektrisk störning har följande immunitetstest utförts enligt följande grundläggande standarder:

- **SS-EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** Elektrostatiska urladdningar (ESD): Simulering av elektrostatiska urladdningar från människor.
- **SS-EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** Inkommande elektromagnetisk strålning, amplitudmodulerad simulering av påverkan från radar- och radioutrustning och mobila kommunikationsapparater.
- **SS-EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Transienter: Simulering av störningar som orsakas av till- och frånslag i kontakter, reläer eller liknande enheter.
- **SS-EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Stötpulser: Simulering av transienter som orsakas av till exempel blixtnedslag i närliggande installationer.
- **SS-EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** RF Common mode: Simulering av effekten från radiolänksutrustning som sammanfogats med anslutningskablar.

Se *Tabell 3.7*.

Grundstandard	Burst <sup>2)</sup> IEC 61000-4-42)	Surge <sup>2)</sup> IEC 61000-4-5	ESD <sup>2)</sup> IEC 61000-4-2	Utstrålat elektromagnetiskt fält IEC 61000-4-3	RF common mode-spänning IEC 61000-4-6
Acceptansvillkor	B	B	B	A	A
Spänningsområde: 200–240 V, 380–500 V, 525–600 V, 525–690 V					
Ledning	4 kV CM	2 kV/2 O DM 4 kV/12 O CM	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Motor	4 kV CM	4 kV/2 O <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Broms	4 kV CM	4 kV/2 O <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Lastdelning	4 kV CM	4 kV/2 O <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Styrledningar	2 kV CM	2 kV/2 O <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Standardbuss	2 kV CM	2 kV/2 O <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Reläledningar	2 kV CM	2 kV/2 O <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Applikation och fältbus- stillval	2 kV CM	2 kV/2 O <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
LCP-kabel	2 kV CM	2 kV/2 O <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Extern 24 V DC	2 V CM	0,5 kV/2 O DM 1 kV/12 O CM	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Kapsling	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

Tabell 3.7 EMC-immunitetsschema

1) Injektion på kabelskärmen

2) Värderna erhålls normalt genom testning

### 3.2.5 Motorisolering

Moderna motorer utformade för användning med frekvensomformare har en hög isoleringsgrad för att fungera med den nya generationen IGBT med hög verkningsgrad och dU/dt. Vid uppgradering av gamla motorer ska motorisoleringen kontrolleras eller anpassas med dU/dt-filter eller ett sinusfilter vid behov.

För motorkabellängder = den maximala kabellängden som anges i *kapitel 7.5 Kabelspecifikationer* rekommenderas värdena för motorisoleringsklassificering som anges i *Tabell 3.8*. Om en motor har lägre isoleringsmärkdataba rekommenderar vi användning av dU-/dt- eller sinusfilter.

Nominell nätspänning [V]	Motorisolering [V]
U <sub>N</sub> =420	Standard U <sub>LL</sub> =1 300
420 V < U <sub>N</sub> = 500	Förstärkt U <sub>LL</sub> =1 600
500 V < U <sub>N</sub> = 600	Förstärkt U <sub>LL</sub> =1 800
600 V < U <sub>N</sub> = 690	Förstärkt U <sub>LL</sub> =2 000

Tabell 3.8 Motorisolering

### 3.2.6 Lagerströmmar i motorn

För att minimera lager- och axelströmmar ska du jorda följande till den drivna maskinen:

- Frekvensomformare
- Motor
- Driven maskin

#### Standardstrategier för störningsminskning

1. Använd isolerade lager.
2. Tillämpa ordentliga installationsprocedurer:
  - 2a Kontrollera att motorn och belastningsmotorn är rätt inriktade:
  - 2b Följ noggrant EMC-installationsråden.
  - 2c Förstärk PE:n så att den höga frekvensimpedansen är lägre i PE:n än i ingångsströmledningarna.
  - 2d Se till att det finns en bra högfrekvensanslutning mellan motorn och frekvensomformaren, till exempel en skärmad kabel som har 360° anslutning i motorn och frekvensomformaren.
  - 2e Se till att impedansen från frekvensomformaren till jord är lägre än maskinens jordningsimpedans. Detta kan vara svårt för pumpar.



- 2f Skapa en direkt jordanslutning mellan motorn och belastningsmotorn.
3. Sänk IGBT-switchfrekvensen.
4. Ändra växelriktarens vågform, 60° AVM kontra SFAVM.
5. Installera ett axeljordningssystem eller använd en isolerande koppling.
6. Använd ledande smörjmedel.
7. Använd minsta varvtalsinställningar om möjligt.
8. Försök att säkerställa att nätspänningen är balanserad till jord. Det kan vara svårt för IT-, TT- och TN-CS-system eller jordade system.
9. Använd ett dU/dt- eller sinusfilter.

### 3.2.7 Övertoner

Elektriska enheter med diodlikriktare, t.ex. lysrör, datorer, kopiatorer, faxar, viss laboratorieutrustning och telekommunikationssystem, kan lägga till övertonsdistorsionen på strömförsörjningen från nät. Frekvensomformare använder en ingång för en diodbrygga som också kan bidra till övertonsdistorsion.

Frekvensomformaren drar inte ström likartat från strömledningen. Denna icke sinusformade ström har komponenter som är multipler av den grundläggande strömfrekvensen. Dessa komponenter kallas för övertoner. Det är viktigt att styra den totala övertonsdistorsionen på nätet. Även om övertonsströmmarna inte direkt påverkar den elektriska energiförbrukningen så genererar de värme i ledningar och transformatorer och kan påverka andra enheter på samma strömledning.

#### 3.2.7.1 Övertonsanalys

Olika egenskaper i en byggnads elektriska system avgör exakt hur mycket övertoner omformaren bidrar med till en anläggnings THD och dess möjlighet att uppfylla IEEE-standarder. Att generellt säga hur mycket övertoner en frekvensomformare bidrar med till en viss anläggning är svårt. En analys av systemets övertoner kan vid behov utföras för att avgöra utrustningens påverkan.

En frekvensomformare drar en icke sinusformad ström från nätet, vilket ökar ingångsströmmen  $I_{RMS}$ . En icke sinusformad ström omvandlas genom Fourier-analys och delas upp i sinusformade strömmar med olika frekvens, det vill säga olika övertonsströmmar  $I_N$  med 50 Hz eller 60 Hz som grundfrekvens.

Övertonerna påverkar inte den direkta effektförbrukningen men ökar värmeförlusterna i installationen (transformatorer, spolar och kablar). I anläggningar med hög likriktarbelastning bör därför övertonsströmmarna hållas på en låg

nivå för att undvika överbelastning i transformatorn, spolarna och kablarna.

Förkortningar	Beskrivning
$f_1$	grundläggande frekvens
$I_1$	grundström
$U_1$	grundläggande spänning
$I_n$	övertonsströmmar
$U_n$	övertonsspänning
$n$	överton för

Tabell 3.9 Övertonsrelaterade förkortningar

	Grundläggande ström ( $I_1$ )	Övertonsström ( $I_n$ )		
		$I_5$	$I_7$	$I_{11}$
Ström	$I_1$	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$
Frekvens [Hz]	50	250	350	550

Tabell 3.10 Transformed icke sinusformad ström

Ström	Övertonsström				
	$I_{RMS}$	$I_1$	$I_5$	$I_7$	$I_{11-49}$
Inström	1,0	0,9	0,4	0,2	< 0,1

Tabell 3.11 Övertonsströmmar jämfört med RMS-ingång Ström

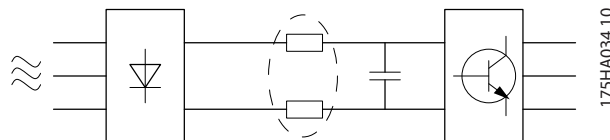


Bild 3.3 Mellankretsspolar

### **OBS!**

Vissa övertonsströmmar kan störa kommunikationsutrustning som är ansluten till samma transformator, eller orsaka resonans i kombination med kondensatorer för korrigerings av effektfaktor.

För att säkerställa låga övertonsströmmar är frekvensomformaren utrustad med passiva filter. DC-spolar minskar den totala övertonsstörningen (THD) till 40 %.

Spänningsdistortionen på nätspänningen är en funktion av övertonsströmmen multiplicerad med nätimpedansen för den aktuella frekvensen. Den totala spänningsdistortionen (THD) beräknas ur de enskilda övertonsspänningarna med formeln:

$$THD = \frac{\sqrt{U_5^2 + U_7^2 + \dots + U_N^2}}{U_1}$$

### 3.2.7.2 Emissionskrav gällande övertoner

Utrustning som är ansluten till det allmänna strömför-sörjningsnätet

Tillval	Definition
1	IEC/SS-EN 61000-3-2 Klass A för 3-fasbalanserad utrustning (för professionell utrustning upp till 1 kW total effekt).
2	IEC/SS-EN 61000-3-12 Utrustning 16 A-75 A och professionell utrustning från 1 kW upp till 16 A-fasström.

Tabell 3.12 Emissionsstandarder gällande övertoner

### 3.2.7.3 Övertoner, testresultat (emission)

Effektstorlekar upp till PK75 i T2 och T4 uppfyller IEC/SS-EN 61000-3-2 klass A. Effektstorlekar från P1K1 och upp till P18K i T2 och upp till P90K i T4 uppfyller IEC/SS-EN 61000-3-12, tabell 4. Effektstorlekar P110-P450 i T4 uppfyller också IEC/SS-EN 61000-3-12 även om det inte krävs eftersom strömmen ligger över 75 A.

Tabell 3.13 visar att kortslutningsströmmen från försörjning  $S_{sc}$  vid kopplingen mellan användarens system och det allmänna systemet ( $R_{sce}$ ) är större eller lika med:

$$S_{sc} = \sqrt{3} \times R_{sce} \times U_{nät} \times I_{equ} = \sqrt{3} \times 120 \times 400 \times I_{equ}$$

	Individuell övertonsström $I_n/I_1$ (%)			
	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	$I_{13}$
Faktiskt (normal)	40	20	10	8
Gräns för $R_{sce}=120$	40	25	15	10
	Övertonsström, distorsionsfaktor (%)			
	THD	PWHD		
Faktiskt (normal)	46	45		
Gräns för $R_{sce}=120$	48	46		

Tabell 3.13 Övertoner, testresultat (emission)

Det åligger installatören eller användaren av utrustningen att säkerställa, efter konsultation med det lokala elbolaget om nödvändigt, att utrustningen bara är ansluten till en källa med en kortslutningsström  $S_{sc}$  som är större än eller lika med det som anges i ekvationen.

Kontakta det lokala elbolaget om du vill ansluta andra effektstorlekar till det allmänna spänningsnätet.

Uppfyller olika systemnivåriktlinjer:

De övertonsströmsdata som finns i Tabell 3.13 ges enligt IEC/SS-EN 61000-3-12 med referens till produktstandarden för elektriska drivsystem. De kan användas som grund för beräkning av övertonströmmarnas påverkan på strömför-sörjningssystemet, och för dokumentation av att relevanta regionala riktlinjer uppfylls: IEEE 519-1992; G5/4.

### 3.2.7.4 Övertoneffekter i ett strömdistributionssystem

I Bild 3.4 är en transformator ansluten på primärsidan till en gemensam kopplingspunkt PCC1 på medelnätspänning. Transformatorn har impedans  $Z_{xfr}$  och matar ett flertal laster. Den gemensamma kopplingspunkten där alla laster är sammankopplade är PCC2. Varje last är ansluten via kablar med en impedans på  $Z_1, Z_2, Z_3$ .

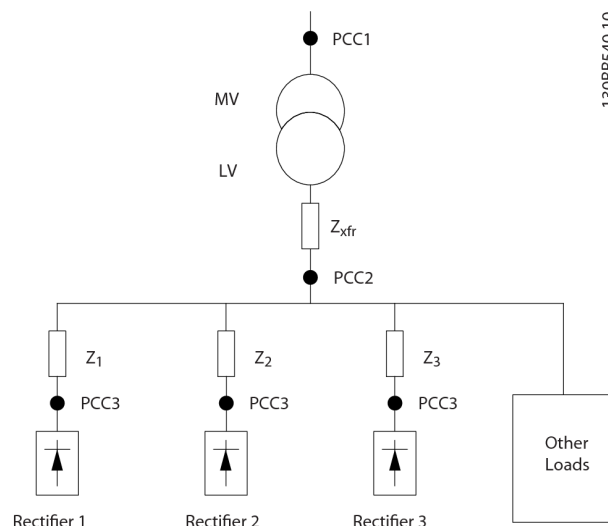


Bild 3.4 Litet distributionssystem

Övertonsströmmar från icke-linjära laster orsakar spänningsdistortion beroende på spänningsfallet på distri-butionssystemets impedans. Högre impedans medför högre nivåer av spänningsdistortion.

Strömdistortion påverkar maskinprestanda och påverkar den individuella lasten. Spänningsdistortion påverkar systemets prestanda. Det går inte att fastställa spännings-distortionen i PCC enbart baserat på lastens övertonsprestanda. För att kunna förutsäga distortionen i PCC måste distributionssystemets konfiguration och relevanta impedanser vara kända.

En vanlig term för att beskriva impedansen i ett nät är kortslutningsförhållande  $R_{sce}$ , definierat som förhållandet mellan den synbara kortslutningseffekten vid nätan-slutningen på PCC ( $S_{sc}$ ) och den beräknade synbara effekten för lasten ( $S_{equ}$ ).

$$R_{sce} = \frac{S_{sc}}{S_{equ}}$$

där  $S_{sc} = \frac{U^2}{Z_{försörjning}}$  och  $S_{equ} = U \times I_{equ}$

130B540.10

### Det finns två negativa effekter av övertoner

- Övertonsströmmar bidrar till systemförluster (i kabeldragning och transformator).
- Övertonsspänningsdistortion orsakar störningar på andra laster och ökar förlusterna i andra laster.

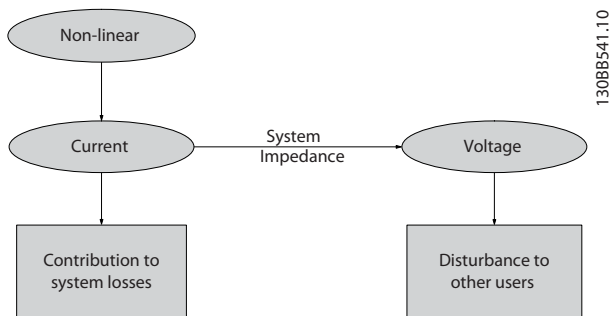


Bild 3.5 Negativa effekter av övertoner

### 3.2.7.5 Övertonsbegränsningar, standard och krav

Kraven för över övertonsbegränsning kan vara:

- Tillämpningsspecifika krav.
- Standarder som måste följas.

De tillämpningsspecifika kraven relaterar till en specifik installation där det finns tekniska skäl att begränsa övertoner.

#### Exempel

En transformator på 250 kVA med två motorer på 110 kW ansluta räcker om en av motorerna är ansluten direkt och den andra får sin strömförsörjning via en frekvensomformare. Om båda motorerna försörjs av frekvensomformare är transformatorn dock underdimensionerad. Om ytterligare åtgärder utförs för övertonsminskning inom installationen, eller om frekvensomformare med låg övertonshalt används kan båda motorerna köras med frekvensomformare.

Det finns olika begränsningsstandarder, regler och rekommendationer för övertoner. Olika standarder gäller inom olika geografiska områden och verksamheter.

Följande standarder är de vanligaste:

- IEC61000-3-2
- IEC61000-3-12
- IEC61000-3-4
- IEEE 519
- G5/4

Detaljerad information om varje standard finns i *AHF 005/010 Design Guide*.

I Europa är maximal THVD 8 % om anläggningen är ansluten till det allmänna nätet. Om anläggningen har en egen transformator, är gränsen 10 % THVD. VLT® AQUA Drive är utformad för att tåla 10 % THVD.

### 3.2.7.6 Övertonsbegränsning

I fall där ytterligare övertonsbegränsning krävs kan Danfoss erbjuda ett stort urval av begränsningsutrustning. Dessa är:

- 12-pulsfrekvensomformare
- AHF-filter
- Frekvensomformare med låg övertonshalt
- Aktiva filter

Vilken som är den bästa lösningen beror på flera faktorer:

- Nätet (bakgrundsdistortion, nätobalans, resonans och typ av nätförsörjning (transformator/generator)).
- Tillämpning (lastprofil, antal laster och laststorlek).
- Lokala/nationella krav/föreskrifter (IEEE519, IEC, G5/4, etc.).
- Totalkostnad för ägaren (startkostnad, effektivitet, underhåll etc.).

Överväg alltid övertonsbegränsning om transformatorbelastningen har en icke linjär effekt på 40 % eller mer.

Danfoss erbjuder verktyg för beräkning av övertoner, se *kapitel 2.8.2 PC-program*.

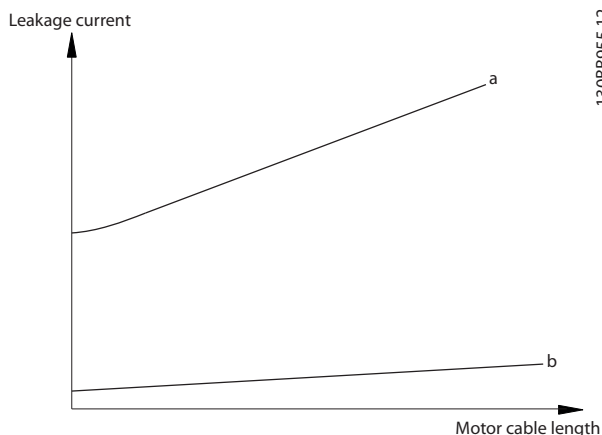
### 3.2.8 Läckström till jord

Följ gällande nationella och lokala regler om skyddsordning av utrustning med en läckström som överskrider 3,5 mA.

Frekvensomformarens teknik innefattar högfrekvent växling vid hög effekt. Detta ger upphov till en läckström i jordanslutningen.

Läckström till jord har olika orsaker och beror på olika delar av systemkonfigurationen, inklusive:

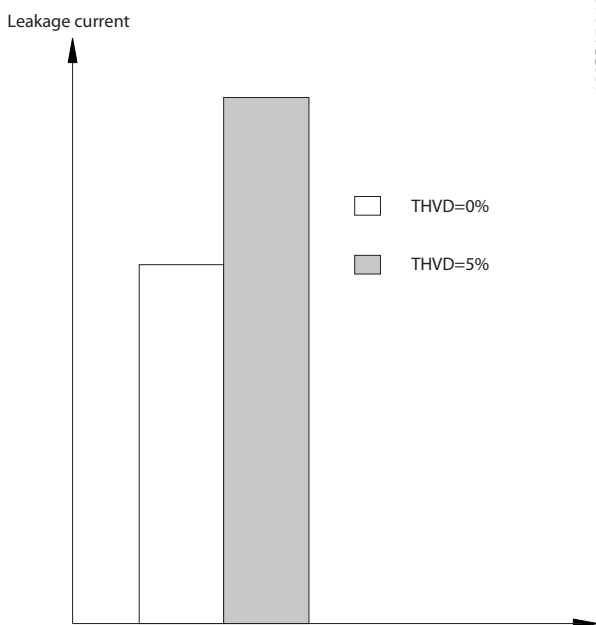
- RFI-filtrering
- Motorkabellängd
- Motorkabelns skärmning
- Frekvensomformareffekt



130BB955.12

Bild 3.6 Motorkabellängdens och effektstorleken inverkan på läckström. Effektklass a > effektklass b

Läckströmmen beror också på ledningsdistortionen.



130BB956.12

Bild 3.7 Ledningsstörningar påverkar läckströmmen

Enligt SS-EN/IEC 61800-5-1 (standard för varvtalsstyrda elektriska drivsystem) måste du iaktta särskild försiktighet om läckströmmen överstiger 3,5 mA. Förstärk jordning med följande krav på skyddande jordanslutning:

- Jordledning (plint 95) med en ledararea på minst 10 mm<sup>2</sup>.
- Två separata jordledningar som båda uppfyller dimensioneringskraven.

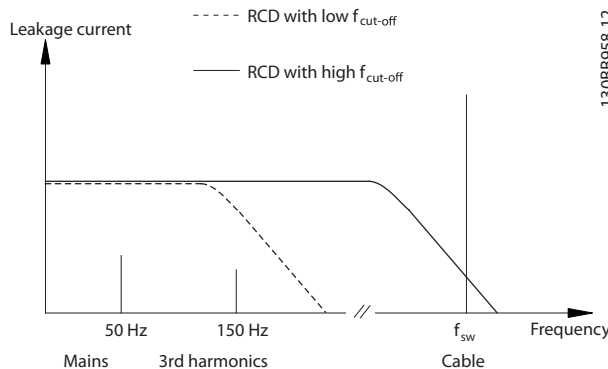
Se SS-EN/IEC 61800-5-1 och SS-EN 50178 för mer information.

**Användning av jordfelsbrytare (RCD)**

Om jordfelsbrytare (RCD) används måste följande krav uppfyllas:

- Använd endast jordfelsbrytare av typ B eftersom de kan känna av både växelström och likström.
- Använd jordfelsbrytare med fördröjning för att förhindra fel på grund av transienta jordströmmar.
- Dimensionera jordfelsbrytarna enligt systemkonfigurationen och med hänsyn till omgivningen.

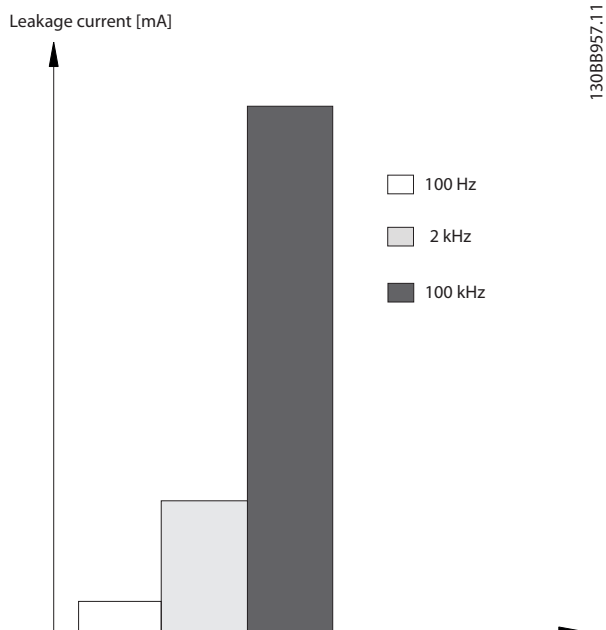
Läckströmmen innehåller flera frekvenser som härrör från både nätfrekvensen och switchfrekvensen. Huruvida switchfrekvensen registreras eller ej beror på vilken typ av jordfelsbrytare som används.



130BB958.12

Bild 3.8 Huvudsakliga bidragande faktorer till läckström

Mängden läckström som detekteras av jordfelsbrytaren beror på jordfelsbrytarens gränshänsyn.



**Bild 3.9** Påverkan av jordfelsbrytarens gränshänsyn på läckström

### 3.3 Nätintegrering

#### 3.3.1 Nätkonfigurationer och EMC-effekter

Det finns flera typer av växelströmsnätssystem för att ge ström till frekvensomformare. De påverkar alla systemets EMC-egenskaper. Femledarsystemen TN-S anses vara de bästa för EMC, medan det isolerade IT-systemet är det sämsta.

systemtyp	Beskrivning
TN-nätssystem	Det finns två typer av TN-nättdistributionssystem: TN-S och TN-C.
TN-S	Ett femledarsystem med separata neutralledare (N) och skyddsledare (PE). Det ger bäst EMC-egenskaper och överföring av störningar undviks.
TN-C	Ett fyrledarsystem med en kombinerad neutral- och skyddsledare (PE) i hela systemet. Den kombinerade neutral- och skyddsledaren resulterar i dåliga EMC-egenskaper.
TT-nätssystem	Ett fyrledarsystem med en jordad neutralledare och individuellt jordade frekvensomformare. Systemet har goda EMC-egenskaper om jordningen är korrekt utförd.
IT-nätssystem	Ett isolerat fyrledarsystem där neutralledaren antingen inte är jordad eller jordad via impedans.

**Tabell 3.14** Typer av växelströmsnät

#### 3.3.2 Lågfrekventa nätstörningar

##### 3.3.2.1 Icke sinusformad nätförsörjning

Nätspänningen är sällan en enhetlig sinusformad spänning med konstant amplitud och frekvens. Detta beror delvis på laster som drar icke sinusformad ström från nätet eller som har icke-linjära egenskaper, som datorer, tv-apparater, enheter med pulserande strömförsörjning, lågenergilampor och frekvensomformare. Avvikelser är oundvikliga och kan accepteras inom vissa gränser.

##### 3.3.2.2 Överensstämmelse med EMC-direktiv

I största delen av Europa är grunden för objektiv utvärdering av nätspänningskvaliteten EU-direktivet om elektromagnetisk kompatibilitet för utrustning. Överensstämmelse med dessa bestämmelser säkerställer att alla enheter och nätverk anslutna till elektriska distributionsystem uppfyller sina avsedda tillämpningar utan att generera problem.

Standard	Definition
SS-EN 61000-2-2, SS-EN 61000-2-4, SS-EN 50160	Definierar nätspänningsgränserna som ska efterlevas i offentliga och industriella kraftnät.
SS-EN 61000-3-2, 61000-3-12	Reglerar nätstörningar som skapas av anslutna enheter.
SS-EN 50178	Övervakar elektronisk utrustning för användning i ströminstallationer.

**Tabell 3.15** Designstandarder för nätspänningskvalitet

##### 3.3.2.3 Störningsfria frekvensomformare

Alla frekvensomformare genererar nätstörningar. Nuvarande standarder definierar endast frekvensområden upp till 2 kHz. Vissa frekvensomformare växlar nätstörningarna i området över 2 kHz, något som inte behandlas i standarden, och kallar dem för störningsfria. Gränser för det här området undersöks just nu. Frekvensomformare växlar inte nätstörningar.

##### 3.3.2.4 Så här uppstår nätstörningar

Nätstörningsdistorsion av den sinusformade vågformen som orsakas av pulserande inströmmar kallas i allmänhet för övertoner. Det är härlett från Fourier-analys och analyseras upp till 2,5 kHz, vilket motsvarar den 50:e övertonen i nätfrekvensen.

Frekvensomformarens ingångslikriktare genererar den här typiska formen av övertonsstörningar i nätet. När frekvensomformare ansluts till 50 Hz-nätspänningssystem visar den tredje övertonen (150 Hz), den femte övertonen (250 Hz) eller den sjunde övertonen (350 Hz) starkast effekt. Det

totala övertonsinnehållet kallas också total övertonsdistorsion (THD).

### 3.3.2.5 Effekten av nätstörningar

Övertoner och spänningsfluktueringar är två typer av lågfrekventa nätstörningar. Deras utseende är mer olika vid källan än vid någon annan punkt i nätsystemet när en last är ansluten. Därför måste en rad influenser bestämmas kollektivt när en bedömning av nätstörningseffekten görs. Dessa inkluderar nätspänning, struktur och laster.

Varningar om underspänning och högre funktionsförluster kan inträffa på grund av nätstörningar.

#### Varningar om underspänning

- Felaktiga spänningsmätningar på grund av distorsion av den sinusformade nätspänningen.
- Orsakar felaktiga effektmätningar eftersom endast mätning av sant effektivvärde tar övertonsinnehållet i beräkningen.

#### Större förluster

- Övertoner minskar den aktiva, synbara och reaktiva effekten.
- Förvanskar elektriska laster, vilket leder till hörbara störningar i andra enheter eller, i värsta fall, till att de förstörs.
- Förkortar livslängden på enheter på grund av uppvärmning.

### **OBS!**

För stort övertonsinnehåll belastar utrustning för effektfaktorkorrigerings och kan till och med medföra att utrustningen blir obrukbar. Därför bör du tillhandahålla drosslar för utrustning för effektfaktorkorrigerings när för stort harmoniskt innehåll föreligger.

### 3.3.3 Analysera nätstörningar

För att undvika en försämrad nätspänningskvalitet finns ett flertal metoder tillgängliga för att analysera system eller enheter som genererar övertonsströmmar. Program för nätanalys, som program för beräkning av övertoner (HCS), analyserar systemkonstruktioner för att hitta övertoner. Specifika motåtgärder kan testas i förväg och på så vis försäkra efterföljande systemkompatibilitet.

Om du vill analysera nätspänningssystemet går du till <http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START> och hämtar programvaran.

### **OBS!**

Danfoss har stor EMC-expertis och erbjuder förutom EMC-analyser med detaljerade utvärderingar eller nätberäkningar även utbildningskurser, seminarier och workshoppar.

### 3.3.4 Alternativ för att minska nätstörningarna

I allmänhet minskas nätstörningar från frekvensomformare genom att amplituden för pulserande strömmar begränsas. Detta förbättrar effektfaktorn  $\lambda$  (lambda).

Flera metoder rekommenderas för att undvika övertonsströmmar på nätet:

- Ingångsdrosslar eller DC-bussdrosslar i frekvensomformarna.
- Passiva filter.
- Aktiva filter.
- Tunna DC-bussar.
- Frekvensomformare AFE (active front end) och låga övertoner.
- Likriktare med 12, 18 eller 24 pulsar per cykel.

### 3.3.5 Radiofrekvensstörningar

Frekvensomformare genererar radiofrekvensstörningar (RFI) på grund av deras strömpulser med variabel bredd. Frekvensomformare och motorkablar sänder ut dessa komponenter och leder dem till nätspänningssystemet.

RFI-filter används för att minska denna störning på näten. De ger bullerimmunitet som skyddar enheter mot ledningsburna högfrekventa störningar. De minskar även störning som avges till strömkabeln eller strålning från nätkablarna. Filtren är avsedda att begränsa störningar till en angiven nivå. Inbyggda filter är ofta standardutrustning klassade för specifika immunitet.

### **OBS!**

Alla VLT® AQUA Drivefrekvensomformare är utrustade med integrerade nätstörningsdrosslar som standard.

### 3.3.6 Klassificering av driftplatsen

Att känna till kraven på den miljö som frekvensomformaren är avsedd att användas i är den viktigaste faktorn vad gäller EMC-överensstämmelse.

### 3.3.6.1 First environment/klass B: Bostads

Driftplatser som är anslutna till allmänna lågspänningsnätet, inklusive lätta industrimiljöer, klassificeras som first environment/klass B. De har inte egna distributionstransformatorer med hög eller medelhög spänning för ett separat nätsystem. Miljöklassificeringarna gäller både inuti och utanför byggnader. Några exempel är näringsverksamhetsområden, bostadshus, restauranger, parkeringsplatser och underhållningslokaler.

### 3.3.6.2 Second environment/klass A: Industri

Industrimiljöer är inte anslutna till det allmänna kraftnätet. Istället har de egna distributionstransformatorer med hög eller medelhög spänning. Miljöklassificeringarna gäller både inuti och utanför byggnader.

De definieras som industriella och kännetecknas av specifika elektromagnetiska villkor:

- Närvaro av vetenskapliga, medicinska eller industriella enheter.
- Växling av stora induktiva och kapacitiva laster.
- Förekomst av starka magnetiska fält (till exempel på grund av hög ström).

### 3.3.6.3 Specialmiljöer

I områden med mellanspänningstransformatorer som är tydligt avgränsade från andra områden, bestämmer användaren vilken typ av miljö deras anläggning ska klassificeras som. Användarna ansvarar för att säkerställa den elektromagnetiska kompatibilitet som krävs för problemfri drift av alla enheter under vissa villkor. Några exempel på specialmiljöer är shoppingcenter, snabbköp, bensinstationer, kontorsbyggnader och lagerlokaler.

### 3.3.6.4 Varningsmärken

Om en frekvensomformare inte uppfyller kategori C1 ska den förses med ett varningsmeddelande. Detta är användarens ansvar. Störningseliminering beror på klasserna A1, A2 och B i SS-EN 55011. Användaren ansvarar ytterst för att enheterna klassificeras korrekt och för kostnaderna för att avhjälpa EMC-problem.

### 3.3.7 Använda med isolerad ingångskälla

Större delen av nätströmmen i USA refereras till jord. Även om det inte är vanligt i USA så kan inströmmen vara en isolerad källa. Alla frekvensomformare från Danfoss kan användas med såväl en isolerad ingångskälla som med jordade referenseffektledning.

### 3.3.8 Korrigering av effektfaktor

Utrustning för effektfaktorkorrigering används för att minska fasförskjutningen ( $f$ ) mellan spänningen och strömmen och flyttar effektfaktorn närmare ett ( $\cos f$ ). Detta behövs när ett stort antal induktiva belastningar, som motorer eller driftdon, används i ett eldistributionsystem. Frekvensomformare med en isolerad DC-buss drar inte någon reaktiv effekt från nätet och de genererar inte några fasväxlingar vid korrigering av effektfaktorn. De har en  $\cos f$  på ungefär 1.

Därför behöver motorer med varvtalsreglering inte ta hänsyn till dem vid eventuell dimensionering av utrustning för korrigering av effektfaktorn. Den ström som utrustningen för faskorrigering drar ökar dock eftersom frekvensomformare genererar övertoner. Last- och värmefaktorn på kondensatorerna ökar eftersom antalet enheter som genererar övertoner ökar. Därför bör drosslar monteras i utrustning för korrigering av effektfaktorn. Drosslarna förhindrar även resonanser mellan lastinduktanser och kapacitansen. Omvandlare med  $\cos f < 1$  kräver också drosslar i utrustningen för korrigering av effektfaktorn. Ta även hänsyn till den högre reaktiva effektnivån för kabeldimensioner.

### 3.3.9 Fördröjning av inström

Säkerställ att kretssystemet för ingångens överspänningssydd fungerar korrekt genom att iakttä en viss tidsfördröjning mellan efterföljande tillämpningar av inström.

I *Tabell 3.16* visas minimitiden för intervallet mellan tillämpningar av ingångsströmmen.

Spänningsingång [V]	380	415	460	600
Väntetid [s]	48	65	83	133

Tabell 3.16 Fördröjning av inström

### 3.3.10 Nättransienter

Transienter är korta spänningstoppar runt några tusen volt. De kan inträffa i alla sorters eldistributionsystem, både i industri- och bostadsmiljöer.

Blixtnedslag är en vanlig orsak till transienter. De kan dock även orsakas av att stora laster växlas på eller av, eller av att annan nättransientsutrustning växlas, t.ex. utrustning för korrigering av effektfaktor. Transienter kan även orsakas av kortslutningar, trippning av maximalbrytare i eldistributionsystem och induktiv koppling mellan parallellkablar.

I standarden SS-EN 61000-4-1 beskrivs de olika transienterna och hur mycket energi de innehåller. Deras negativa effekter kan begränsas på olika sätt. Gasfyllda ventilavledare och gniststräckor ger ett primärt skydd mot högenergitransienter. Som sekundärt skydd använder de flesta elektroniska enheter, däribland frekvensomformare, spänningsberoende motstånd (varistorer) för att minska transienter.

### 3.3.11 Drift med en reservgenerator

Använd reservkraftsystem om fortsatt drift är nödvändigt även i händelse av nätfel. De används också parallellt med det allmänna kraftnätet för att uppnå högre nätspänning. Detta är vanligt för kombinerade värme- och kraftenheter eftersom det utnyttjar den höga verkningsgraden som uppnås med den här typen av energikonvertering. När reservkraften kommer från en generator är nätimpedansen vanligtvis större än när kraften kommer från det allmänna nätet. Detta innebär att den totala övertonsdistorsionen ökar. Med korrekt konstruktion kan generatorer användas i ett system med enheter som genererar övertoner.

Systemkonstruktioner med en reservgenerator rekommenderas.

- När systemet växlas från nät drift till generator drift ökar oftast övertonslasten.
- Konstruktörer måste beräkna eller mäta ökningen av övertonslasten för att säkerställa att nätspänningskvaliteten uppfyller kraven i bestämmelserna så att övertonsproblem och skador på utrustningen förhindras.
- Asymmetriska laster på generatoren måste undvikas, eftersom det orsakar större förluster och kan medföra att den totala övertonsdistorsionen ökar.
- En 5/6-sicksackkoppling av generatorlindningen dämpar den femte och sjunde övertonen, men tillåter att den tredje ökar. En 2/3-sicksackkoppling minskar den tredje övertonen.
- Om det är möjligt bör operatören koppla från utrustningen för korrigering av effektfaktorn, eftersom det kan uppstå resonanser i systemet.
- Drosslar eller aktiva absorptionsfilter kan dämpa övertoner samt resistiva belastningar som körs parallellt.
- Kapacitiva laster som körs parallellt skapar en extra belastning på grund av oförutsägbara resonanseffekter.

En mer exakt analys kan utföras med ett nätanalysprogram, t.ex. HCS. Om du vill analysera nätspänningssystemet går du till <http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START> och hämtar programvaran.

Vid drift med enheter som genererar övertoner visas de maximala lasterna, baserat på problemfri drift, i tabellen över övertonsgränser.

#### Övertonsgränser

- B2- och B6-likriktare ? max. 20 % av nominell generatorlast.
- B6-likriktare med drossel ? max. 20–35 % av nominell generatorlast, beroende på sammanställning.
- Reglerad B6-likriktare ? max. 10 % av nominell generatorlast.

## 3.4 Motorintegrering

### 3.4.1 Överväganden vid motorval

Frekvensomformaren kan generera elektriska påfrestningar på en motor. Ta därför följande effekter på motorn i beaktande när du matchar en motor med en frekvensomformare:

- isoleringspåfrestningar
- lagerpåfrestningar
- termisk påfrestning.

### 3.4.2 Sinus- och dU/dt-filter

Utgångsfilter är fördelaktiga för vissa motorer eftersom de minskar elektriskt påfrestning och tillåter längre kabellängd. Alternativen för utgångsfilter omfattar sinusfilter (även kallad LC-filter) och dU/dt-filter. dU/dt-filter minskar den kraftiga ökningen av pulsen. Sinusfilter jämnar ut spänningspulserna och konverterar dem till en nästan sinusformad utgångsspänning. Med vissa frekvensomformare uppfyller sinusfilter kraven i SS-EN 61800-3 RFI-kategori C2 för oskärmade motorkablar, se *kapitel 3.7.5 Sinusfilter*.

Mer information om sinusfilter- och dU/dt-filtertilval finns i *kapitel 3.7.5 Sinusfilter* och *kapitel 3.7.6 dU/dt-filter*.

Mer information om sinusfiltrens och dU/dt-filtrens beställningsnummer finns i och *kapitel 6.2.9 dU/dt-filter*.

### 3.4.3 Korrekt motorjordning

Korrekt jordning av motorn är av yttersta vikt för personsäkerheten och för att uppfylla de elektriska EMC-kraven för lågspänningsutrustning. Korrekt jordning är nödvändigt för att användning av skärmning och filter ska vara effektiv. Konstruktionsinformation måste verifieras för korrekt EMC-implementering.



### 3.4.4 Motorkablar

Rekommendationer och specifikationer för motorkablar finns i *kapitel 7.5 Kabelspecifikationer*.

Det går att använda alla typer av standardmässiga, asynkrona 3-fasmotorer tillsammans med frekvensomformaren. Fabriksinställningen gäller för medurs motorrotation med följande anslutningar från frekvensomformarens utgång:

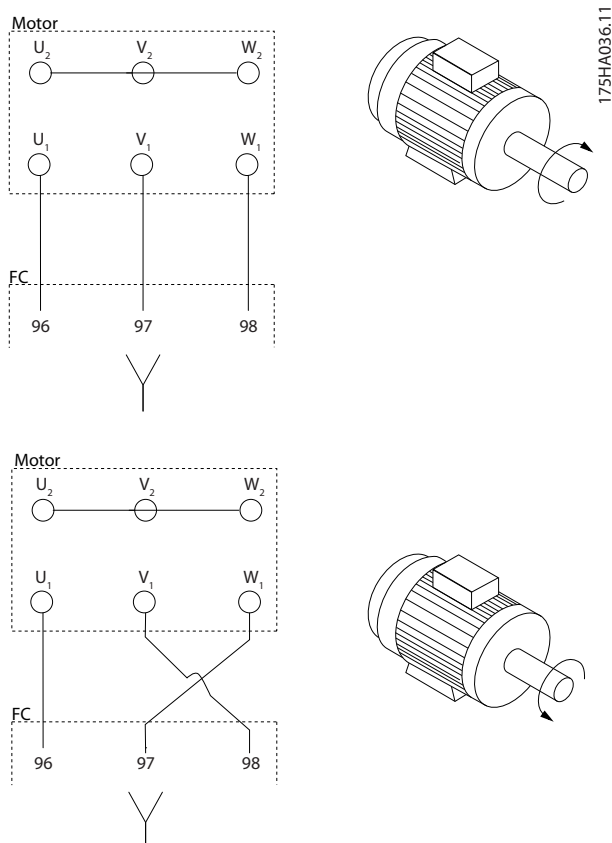


Bild 3.10 Plintanslutning för rotation medurs och moturs

Ändra rotationsriktningen genom att skifta två faser i motorkabeln, eller genom att ändra inställningen för *parameter 4-10 Motorvarvtal, riktning*.

### 3.4.5 Motorkabelskärmning

Frekvensomformare genererar pulser med skarpa kanter i utgångarna. Dessa pulser innehåller högfrekventa komponenter (som sträcker sig in i GHz-området), vilket ger upphov till oönskad strålning från motorkabeln. Skärmade motorkablar minskar denna strålning.

Syftet med skärmning är att:

- Minska den luftburna störningens styrka.
- Förbättra störningsimmuniteten för enskilda enheter.

Skärmningen fångar de högfrekventa komponenterna och skickar tillbaka dem till störningskällan, som i det här fallet är frekvensomformaren. Skärmade motorkablar ger också bättre immunitet mot störningar från närliggande externa källor.

Inte ens bra skärmning eliminerar strålningen helt. Systemkomponenter som finns i strålmiljöer måste köras utan degradering.

### 3.4.6 Ansluta flera motorer

#### **OBS!**

Problem kan uppstå vid start och vid låga varvtal om motorstorlekarna skiljer sig mycket, eftersom små motorers relativt höga ohmska motstånd i statorn kräver högre spänning vid start och vid lågt antal varv/minut.

Frekvensomformaren kan styra flera parallellkopplade motorer. Följande måste beaktas när parallell motoranslutning används:

- VCC<sup>+</sup>-läge kan användas i vissa tillämpningar.
- Motorernas sammanlagda strömförbrukning får inte överstiga frekvensomformarens nominella utström  $I_{INV}$ .
- Använd inte gemensam kopplingsanslutning för långa kabellängder, se *Bild 3.12*.
- Den totala motorkabellängd som anges i *Tabell 3.4* är godkänd så länge som parallellkablar hålls korta (mindre än 10 meter var), se *Bild 3.14* och *Bild 3.15*.
- Var uppmärksam på spänningsfall längs motorkablarna, se *Bild 3.15*.
- Använd LC-filter för långa parallellkablar, se *Bild 3.15*.
- För långa kablar utan parallellkoppling, se *Bild 3.16*.

#### **OBS!**

När motorerna är parallellkopplade ska *parameter 1-01 Motorstyrningsprincip* ställas till [0] U/f.

3

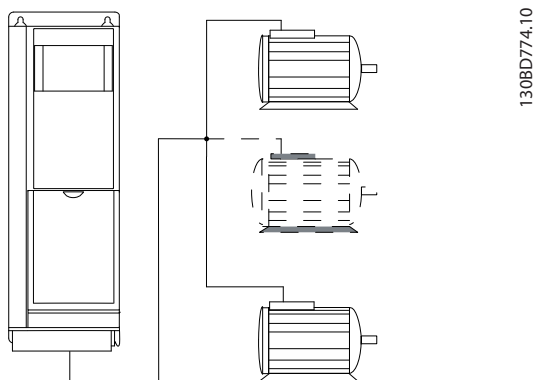


Bild 3.11 Gemensam kopplingsanslutning för korta kabellängder

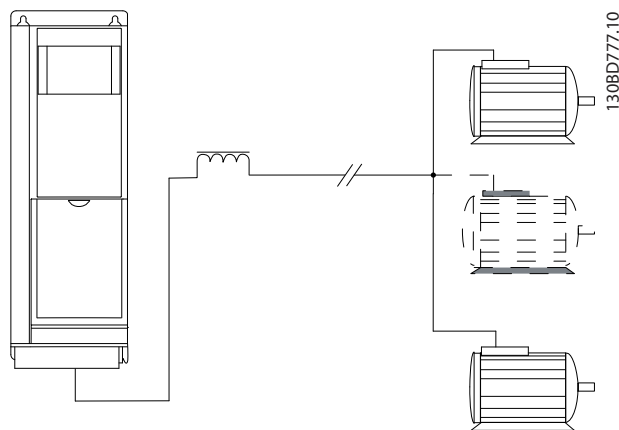


Bild 3.14 Parallellkablar med belastning

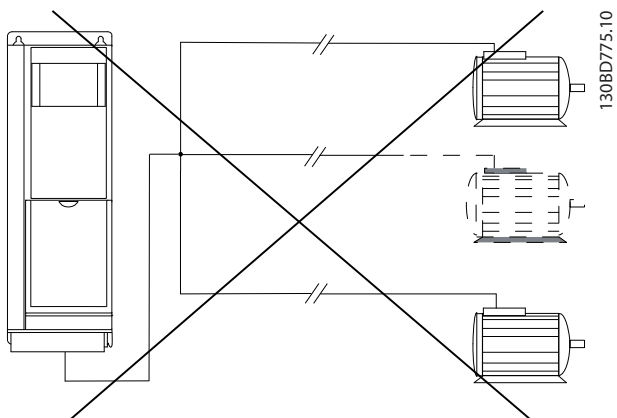


Bild 3.12 Gemensam kopplingsanslutning för långa kabellängder

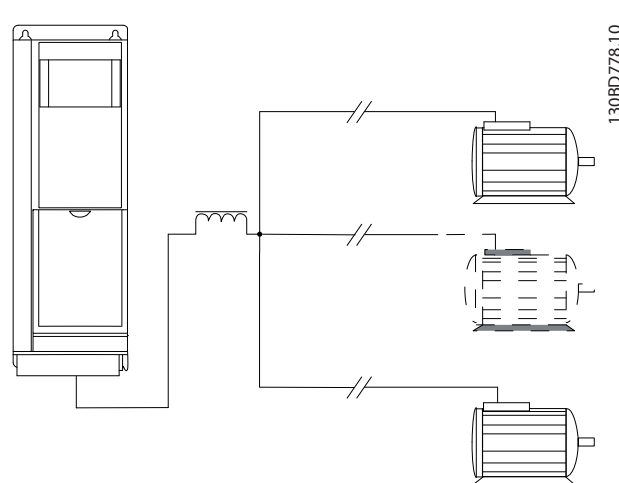


Bild 3.15 LC-filter för långa parallellkablar

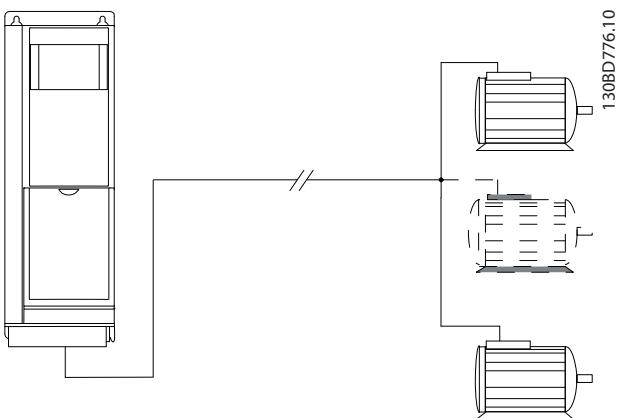


Bild 3.13 Parallellkablar utan belastning

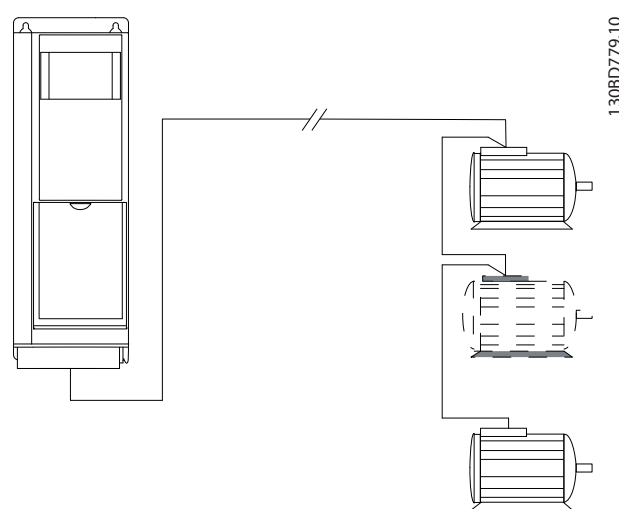


Bild 3.16 Långa kablar i seriekoppling

Kapslingsstorlek	Effekt [kW]	Spänning [V]	1 kabel [m]	2 kablar [m]	3 kablar [m]	4 kablar [m]
A1, A2, A4, A5	0,37–0,75	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A4, A5	1,1–1,5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A4, A5	2,2–4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, A4, A5	5,5–7,5	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11–90	400	150	75	50	37
		500	150	75	50	37
A3	1,1–7,5	525–690	100	50	33	25
B4	11–30	525–690	150	75	50	37
C3	37–45	525–690	150	75	50	37

Tabell 3.17 Maximal kabellängd för varje parallellkabel

### 3.4.7 Isolering av styrledning

Övertonsstörningar som skapas av motorkabeldragning kan försämrast styr signaler i omformarens styrkablar och resultera i styrningsfel. Motorkablar och styrkablar ska placeras separat. Störningseffekterna minskar avsevärt med då de är separerade.

- Avståndet mellan styrkablar och motorkablar bör vara mer än 200 mm.
- Avdelare är viktiga när avstånden är korta för annars kan störningar kopplas in eller överföras.
- Styrkabelskärmmingar måste anslutas i båda ändarna på samma sätt som motorkabelskärmmingar.
- Skärmdade kablar med tvinnade ledare ger den bästa dämpningen. Dämpningen av magnetfältet ökar från runt 30 dB med enkel skärmning till 60 dB med dubbel skärmning, och till ungefär 75 dB om ledarna dessutom är tvinnade.

och skyddar motorn från att bli överhettad genom att utfärda en varning eller bryta strömmen till motorn. Egenskaperna för ETR visas i Bild 3.17.

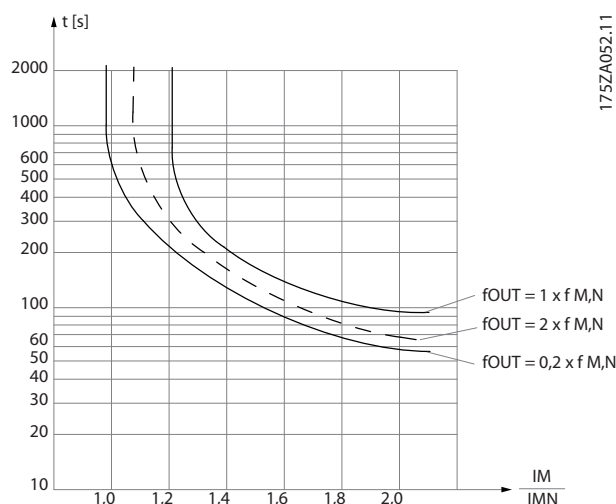


Bild 3.17 Egenskaper för elektronisk-termiskt relä

### 3.4.8 Termiskt motorskydd

Frekvensomformaren ger termiskt motorskydd på flera sätt:

- Momentgräns skyddar motorn från överbelastning, oberoende av varvtal.
- Minsta varvtal begränsar driftvarvtalsområdet, till exempel mellan 30 och 50/60 Hz.
- Max. varvtal begränsar det maximala utvarvtalet.
- En ingång är tillgänglig för en extern termistor.
- Elektronisk-termiska relä (ETR) för asynkronmotorer simulerar ett bimetallrelä baserat på interna mätningar. ETR mäter faktisk ström, varvtal och tid för att beräkna motortemperatur,

X-axeln visar förhållandet mellan  $I_{motor}$  och  $I_{motor}$  nominellt. Y-axeln visar tiden i sekunder innan ETR stänger av och trippar frekvensomformaren. Kurvorna visar det karakteristiska nominella varvtalet vid dubbla det nominella varvtalet och vid 0,2 x det nominella motorvarvtalet. Vid lägre varvtal stänger ETR av vid lägre temperatur eftersom motorn kyls sämre. På så sätt skyddas motorn från överhettning även vid låga varvtal. ETR-funktionen beräknar motortemperaturen baserat på faktisk ström och faktiskt varvtal.

### 3.4.9 Utgångskontaktor

Även om det vanligen inte rekommenderas så är drift med en utgångskontaktor mellan motorn och frekvensomformaren inte skadligt för frekvensomformaren. Genom att stänga en tidigare öppen utgångskontaktor kan en frekvensomformare som är igång anslutas till en stoppad motor. Detta kan leda till att frekvensomformaren att trippa och visa ett fel.

### 3.4.10 Bromsfunktioner

Bromsa lasten på motoraxeln genom att använda antingen en statisk (mekanisk) eller dynamisk broms.

### 3.4.11 Dynamisk bromsning

Dynamisk broms uppnås på följande sätt:

- Motståndsbroms: En broms-IGBT håller överspänningen under en viss tröskelnivå genom att styra bromsenergin från motorn till bromsmotståndet.
- AC-broms: Bromsenergin distribueras i motorn genom att ändra förlustvillkoren i motorn. AC-bromsfunktionen kan inte användas i tillämpningar med hög cykelfrekvens eftersom detta kan leda till att motorn överhettas.
- DC-broms: En övermodulerad likström som läggs till växelströmmen fungerar som virvelströmsbroms.

### 3.4.12 Bromsmotståndsberäkning

Ett bromsmotstånd krävs för att hantera värmeavgivning och ökning av DC-busspänning under elektriskt genererad bromsning. Med hjälp av ett bromsmotstånd garanteras att energin absorberas i bromsmotståndet och inte i frekvensomformaren. Mer information finns i *Bromsmotstånd Design Guide*.

#### Driftcykelsberäkning

Om mängden kinetisk energi som överförs till motståndet i varje bromsperiod inte är känd, kan medeleffekten räknas ut baserat på cykeltiden och bromstiden (så kallad intermittant driftcykel). Motståndets intermittenta driftcykel är ett mått på driftcykeln när motståndet är aktivt (se Bild 3.18). Motorleverantörer använder ofta S5 när de anger den tillåtna belastningen som är ett uttryck av intermittant driftcykel.

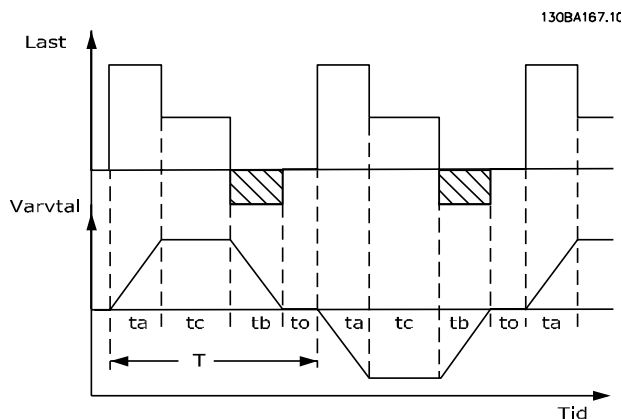


Bild 3.18 Bromsmotståndets driftcykel

Beräkna den intermittant driftcykeln för motståndet på följande sätt:

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

T = cykeltiden i sekunder

$t_b$  är bromstiden i sekunder (av den totala cykeltiden)

Danfoss erbjuder bromsmotstånd med driftcykel på 5 %, 10 % och 40 %. Om en driftcykel på 10 % används, kan bromsmotståndet absorbera bromseffekt under 10 % av cykeltiden. Resterande 90 % av cykeltiden används för att avsätta överskottsvärme.

Säkerställ att bromsmotståndet är dimensionerat för att klara den krävda bromstiden.

#### Beräkning av bromsmotstånd

Genom att välja motståndsvärdena med utgångspunkt från toppeffekten och mellankretsspänningen kan du förhindra att frekvensomformaren kopplas ur av säkerhetsskäl när motorn bromsas. Beräkna bromsmotståndets motstånd på följande sätt:

$$R_{br} = \frac{U_{dc}^2}{P_{topp}} [0]$$

Bromsmotståndets prestanda beror på DC-busspänningen ( $U_{dc}$ ).

$U_{dc}$  är spänningen vid vilken bromsen aktiveras. FC-seriens bromsfunktion bestäms beroende på nätförsörjningen.

Nätförsörjningsingång [V AC]	Broms aktiv [V DC]	Varning för hög spänning [V DC]	Larm om över-spänning [V DC]
FC 202 3 x 200–240	390	405	410
FC 202 3 x 380–480	778	810	820
FC 202 3 x 525–600 <sup>1)</sup>	943	965	975
FC 202 3 x 525–600 <sup>2)</sup>	1099	1109	1130
FC 202 3 x 525–690	1099	1109	1130

Tabell 3.18 DC-busspänning ( $U_{dc}$ )

1) Kapslingsstorlek A, B, C

2) Kapslingsstorlek D, E, F

Säkerställ att frekvensomformaren kan bromsa vid det högsta bromsmomentet ( $M_{br(\%)}$ ) på 160 % genom att använd bromsmotståndet  $R_{rec}$ . Formeln kan skrivas så här:

$$R_{rec} [0] = \frac{U_{dc}^2 \times 100}{P_{motor} \times M_{br(\%)} \times \eta_{VLT} \times \eta_{motor}}$$

$\eta_{motor}$  har normalt värdet 0,90

$\eta_{VLT}$  har normalt värdet 0,98

Om ett högre motstånd för bromsmotståndet väljs kan bromsmoment på 160 %/150 %/110 % inte uppnås, och det finns en risk att frekvensomformaren kopplar ur DC-bussens överspänning för att skydda sig.

För bromsning vid lägre moment, till exempel 80 %, kan du installera ett bromsmotstånd med lägre märkeffekt. Beräkna storleken med formeln för att beräkna  $R_{rec}$ .

Frekvensomformare med kapslingsstorlek D och F innehåller fler än en bromschopper. Använd ett bromsmotstånd per bromschopper för dessa kapslingsstorlekar.

I *VLT® Bromsmotstånd MCE 101 Design Guide* finns senaste dataalternativen och beräkningsstegen beskrivs mer detaljerat. Bland annat beskrivs:

- Beräkning av bromseffekten
- Beräkning av bromsmotståndets toppeffekt
- Beräkning av bromsmotståndets genomsnittliga effekt
- Bromsning av tröghet

### 3.4.13 Kabeldragning för bromsmotstånd

#### EMC (tvinnade kablar/skärmning)

I överensstämmelse med frekvensomformarens angivna EMC-prestanda ska skärmade kablar/ledningarna användas. Om du använder oskärmade kablar bör du tvinna ledningarna för att reducera elektrisk störning från ledningarna mellan bromsmotståndet och frekvensomformaren.

Använd metallskärm för förbättrad EMC-prestanda.

### 3.4.14 Bromsmotstånd och broms-IGBT

#### Bromsmotståndets effektövervakning

Dessutom ger övervakningen av bromseffekten möjlighet till avläsning av den momentana effekten och medeleffekten för en viss tid. Bromsen kan också övervaka effektutvecklingen och säkerställa att den inte överskrider ett gränsvärde som anges i *parameter 2-12 Bromseffektgräns (kW)*. I *parameter 2-13 Bromseffektövervakning* väljs vilken funktion som ska utföras när effekten som överförs till bromsmotståndet överstiger den inställda gränsen i *parameter 2-12 Bromseffektgräns (kW)*.

#### **OBS!**

**Övervakning av bromseffekten uppfyller inte en säkerhetsfunktion. Bromsmotståndets krets är inte skyddad för läckström till jord.**

Bromsen skyddas mot kortslutning i bromsmotståndet och bromstransistorn övervakas för att säkerställa att kortslutning i transistorn upptäcks. Genom att använda en reläutgång eller en digital utgång kan du skydda bromsmotståndet mot den överbelastning som kan uppstå i samband med fel i frekvensomformaren.

*Överspänningsstyrning (OVC)* kan väljas som alternativ bromsfunktion i *parameter 2-17 Överspänningsstyrning*. Om DC-bussspänningen ökar är den här funktionen aktiv för alla enheter. Funktionen säkerställer att frekvensomformaren inte trippar. Detta görs genom att öka utgångsfrekvensen för att begränsa spänningen från DC-bussen. Funktionen är användbar t.ex. för att förhindra tripp när nedramptiden är för kort. Nedramptiden kommer då att förlängas.

### 3.4.15 Energiverkningsgrad

#### Frekvensomformarens verkningsgrad

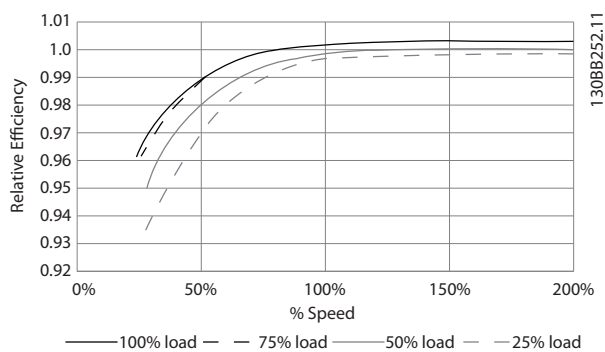
Frekvensomformarens verkningsgrad påverkas mycket lite av dess belastning.

Detta innebär också att frekvensomformarens verkningsgrad inte påverkas om andra U/f-kurvor väljs. U/f-kurvan påverkar däremot motorns verkningsgrad.

Verkningsgraden minskar något när switchfrekvensen har satts till ett värde över 5 kHz. Verkningsgraden minskar också något om motorkabeln är längre än 30 m.

### Beräkning av verkningsgrad

Beräkna frekvensomformarens verkningsgrad vid olika varvtal och belastning med hjälp av *Bild 3.19*. Multiplicera faktorn i diagrammet med den specifika verkningsgradsfaktorn som finns i *kapitel 7.1 Elektriska data*.



**Bild 3.19** Typiska verkningsgradskurvor

Exempel: Anta en frekvensomformare på 55 kW, 380–480 V AC vid 25 % belastning och 50 % varvtal. Diagrammet visar att 0,97 nominell verkningsgrad för en frekvensomformare på 55 kW är 0,98. Den faktiska verkningsgraden är då:  $0,97 \times 0,98 = 0,95$ .

### Motorverkningsgrad

Verkningsgraden för en motor som drivs från frekvensomformaren beror på magnetiseringsnivån. Motorns verkningsgrad är beroende av motortypen.

- I området 75–100 % av nominellt moment är motorns verkningsgrad nästan konstant, både när den är ansluten till frekvensomformaren och direkt till nätet.
- För små motorer påverkar U/f-kurvan inte verkningsgraden nämnvärt. Men för motorer på 11 kW och mer kan det göra stor skillnad.
- Switchfrekvensen påverkar inte verkningsgraden för små motorer. Verkningsgraden för motorer på 11 kW och större förbättras med 1–2 %. Detta beror på att motorströmmens sinusform i princip är perfekt vid hög switchfrekvens.

### Systemverkningsgrad

Systemets verkningsgrad kan beräknas genom att frekvensomformarens verkningsgrad multipliceras med motorns verkningsgrad.

### 3.5 Extra ingångar och utgångar

#### 3.5.1 Kopplingschema

Korrekt anslutna och programmerade styrplintar ger:

- Återkoppling, referens och andra ingångssignaler till frekvensomformaren.
- Utgångsstatus och feltilstånd från frekvensomformaren.
- Reläer som används för tillvalsutrustning
- Ett seriellt kommunikationsgränssnitt.
- 24 V common.

Du kan programmera styrplintarna för olika funktioner genom att välja parametertillval via den lokala manöverpanelen (LCP) på enhetens framsida eller externa källor. Majoriteten av styrkabeldragningen görs av kunden om annat inte specificerats vid fabriksbeställningen.

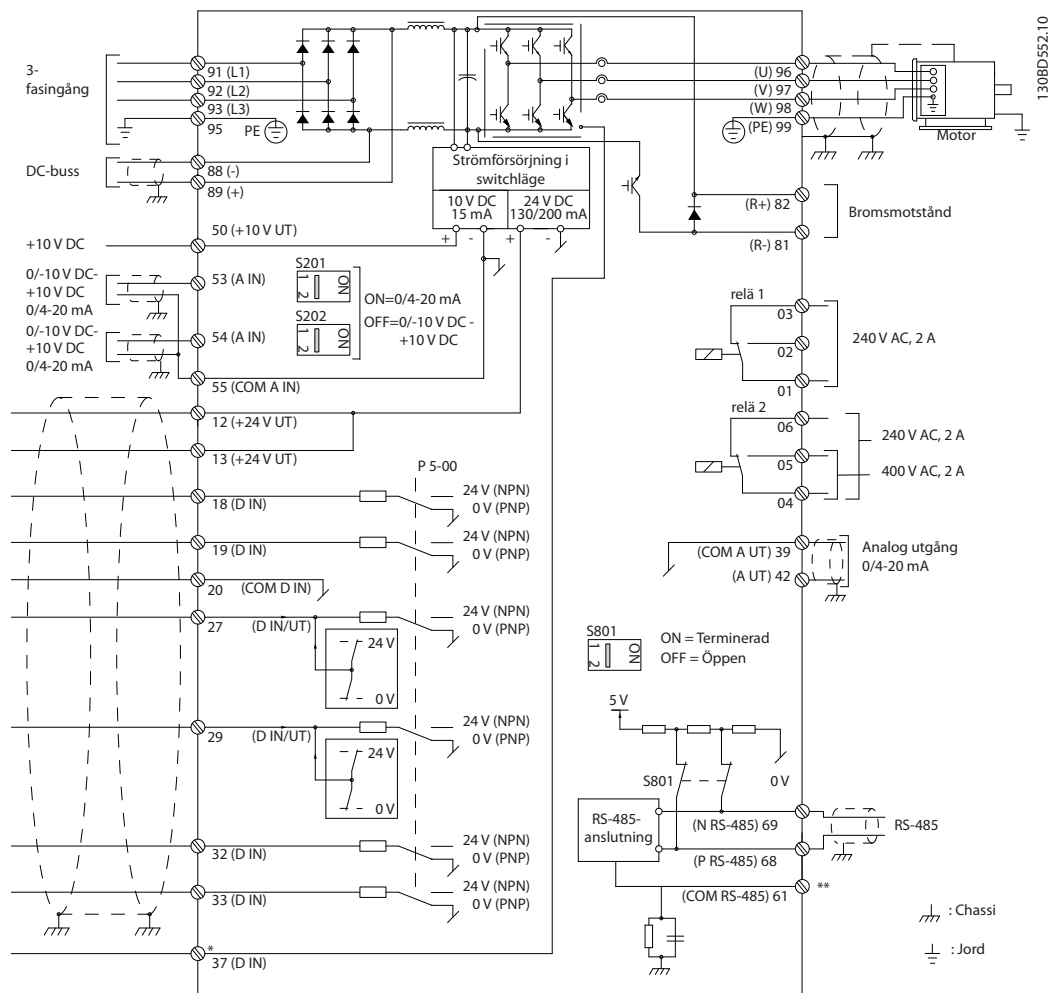


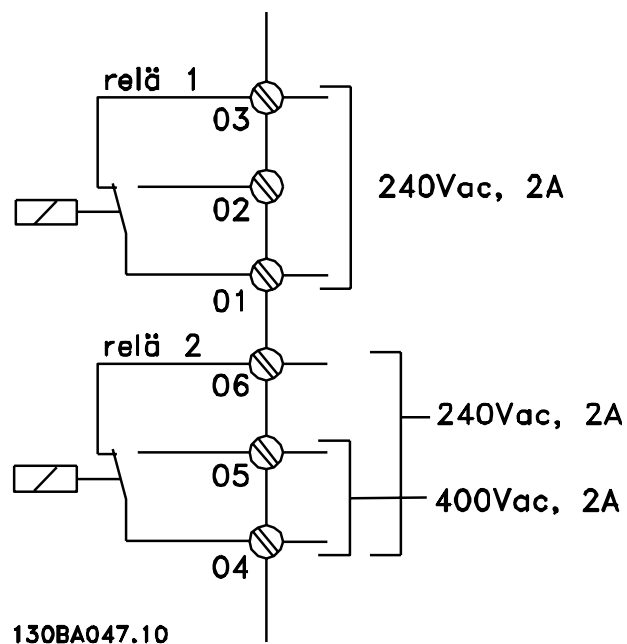
Bild 3.20 Grundläggande kopplingschema

A = analog, D = digital

\*Plint 37 (tillval) används för STO. Installationsinstruktioner för STO finns i VLT® Safe Torque Off-handboken.

\*\*Anslut inte kabelskärmen.

## 3.5.2 Reläanslutningar



Relä	Plint <sup>1)</sup>	Beskrivning
1	1	common
	2	normalt öppen max. 240 V
	3	normalt stängd max. 240 V
2	4	common
	5	normalt stängd max. 240 V
	6	normalt stängd max. 240 V
1	01-02	slutande (normalt öppen)
	01-03	brytande (normalt stängd)
2	04-05	slutande (normalt öppen)
	04-06	brytande (normalt stängd)

Bild 3.21 Reläutgång 1 och 2, maximal spänning

1) Installera VLT®-relätillvalsmodul MCB 105 eller VLT®-relätillvalsmodul MCB 113 om du vill lägga till fler reläutgångar.

Mer information om reläer finns i *kapitel 7 Specifikationer* och *kapitel 8.3 Ritningar över reläplint*.

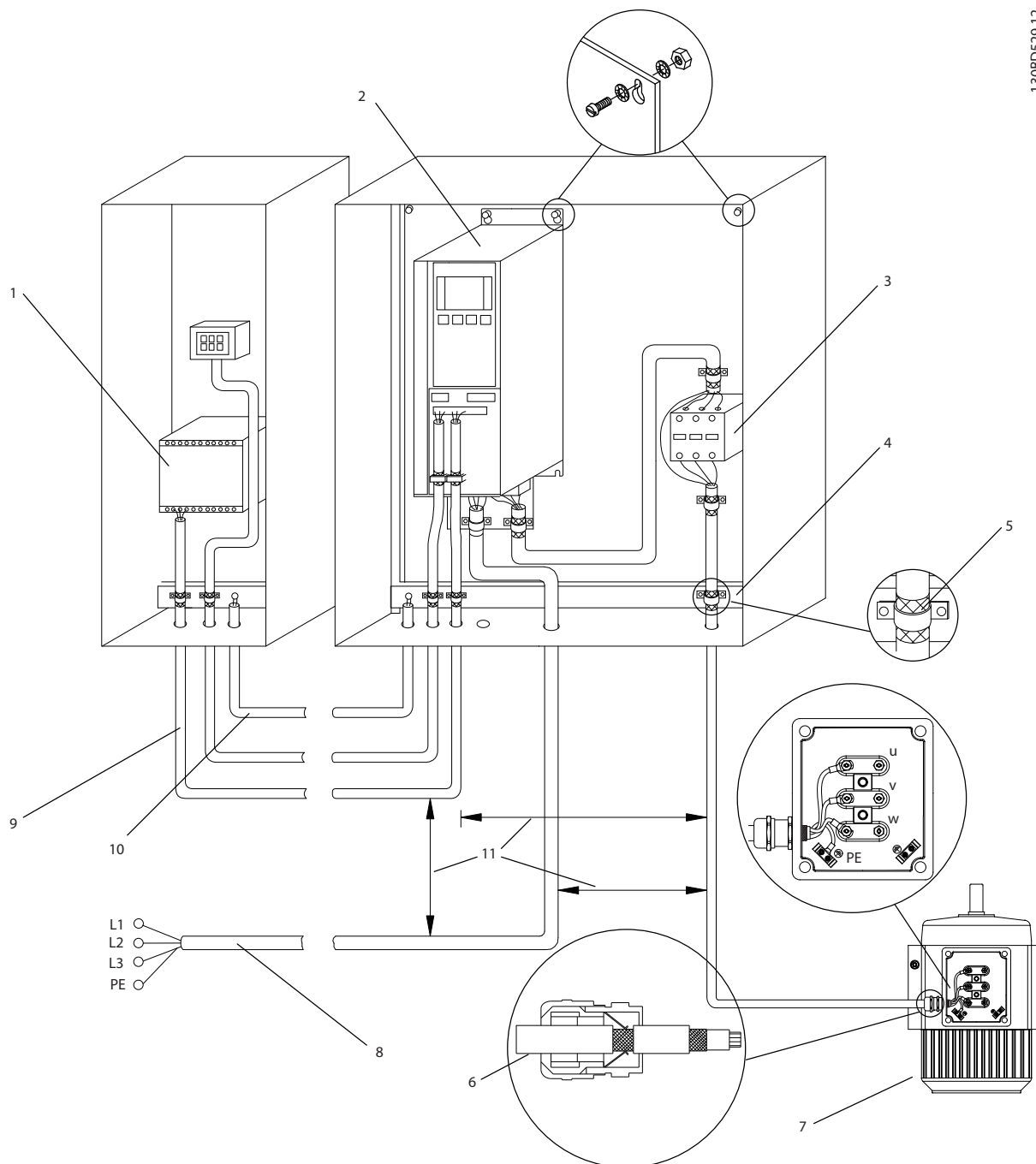
Mer information om relätillval finns i *kapitel 3.7 Tillval och tillbehör*.



3.5.3 EMC-korrekt elektrisk anslutning

130BD529.12

3



1	PLC	7	Motor, 3-fas och PE (skärmad)
2	Frekvensomformare	8	Nät, 3-fas och förstärkt PE (inte skärmad)
3	Utgångskontaktor	9	Styrkablar (skärmade)
4	Kabelklämma	10	Potentialutjämning min. 16 mm <sup>2</sup> (0,025 tum)
5	Kabelisolering (skalad)	11	Avstånd mellan styrkabel, motorkabel och nätkabel: Minst 200 mm
6	Kabelförskruvning		

Bild 3.22 EMC--korrektelektrisk anslutning

Mer information om EMC finns i *kapitel 2.5.18 EMC-överensstämmelse* och *kapitel 3.2 EMC, övertoner och skydd mot läckström till jord*.

**OBS!**

**3**

**EMC-STÖRNINGAR**

Använd skärmade kablar för motor- och styrkablar och separera kablar för ingångsström, motorledning och styrkablar. Oisolerade ström-, motor-, och styrkablar kan leda till oönskad funktion eller försämrade prestanda. Minst 200 mm avstånd måste finnas mellan nät-, motor- och styrkablar.

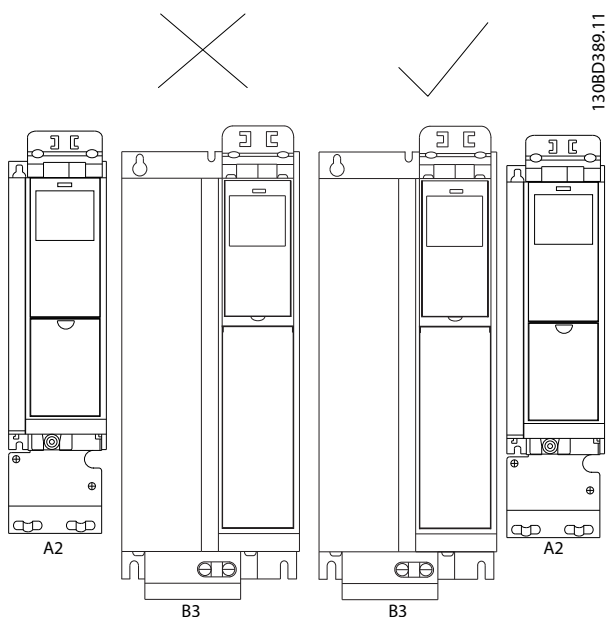
**3.6 Mekanisk ritning**

**3.6.1 Avstånd**

Installation sida vid sida är lämpligt för alla kapslingsstorlekar, förutom om en IP21/IP4X/TYP 1-kapslingssats används (se *kapitel 3.7 Tillval och tillbehör*).

**Horisontella avstånd, IP20**

IP20 A- och B-kapslingsstorlekar kan monteras sida vid sida utan något mellanrum. Det är dock viktigt att de monteras i rätt ordning, se *Bild 3.23*.



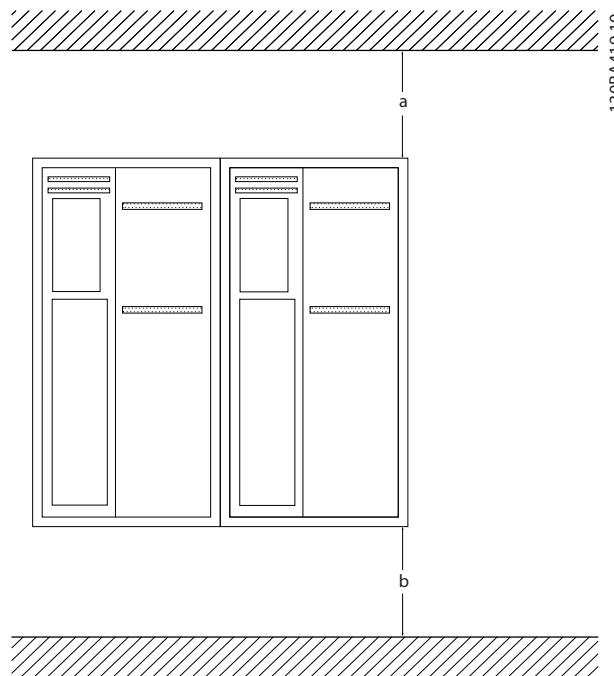
**Bild 3.23 Korrekt montering sida vid sida utan något mellanrum**

**Horisontella avstånd, IP21-kapslingssats**

Om IP21-kapslingssatsen används på kapslingsstorlek A1, A2 eller A3 måste det finnas ett avstånd på minst 50 mm mellan frekvensomformarna.

**Vertikala avstånd**

För optimala kylningsförhållanden krävs ett fritt luftutrymme över och under frekvensomformaren. Se *Bild 3.24*.



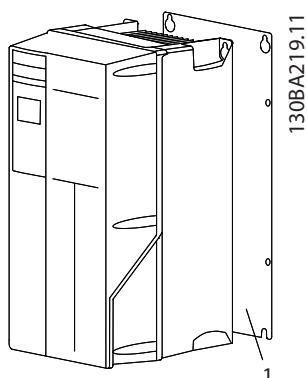
Kapslingsstorlek	A1*/A2/A3/A4/ A5/B1	B2/B3/B4/ C1/C3	C2/C4
a [mm]	100	200	225
b [mm]	100	200	225

**Bild 3.24 Vertikala avstånd**

**3.6.2 Vägghäring**

Vid montering på en plan vägg behövs ingen bakre plåt.

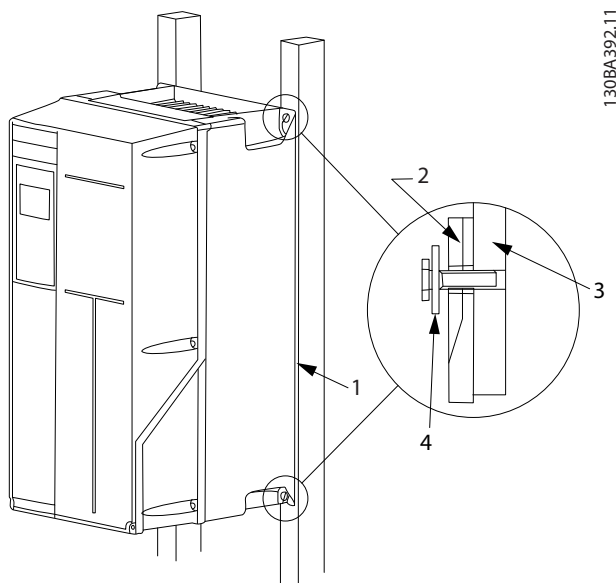
Vid montering på en ojämn vägg ska en bakre plåt användas för att säkerställa tillräcklig kyluft över kylplattan. Använd endast en bakre plåt med kapsling A4, A5, B1, B2, C1 och C2.



1	Bakre plåt
---	------------

**Bild 3.25 Montering med bakre plåt**

Skydda epoxytbeläggningen på frekvensomformare med skyddsklassificering IP66 genom att använda en fiber- eller nylonbricka.



1	Bakre plåt
2	Frekvensomformare med IP66-kapsling
3	Bakre plåt
4	Fiberbricka

**Bild 3.26 Montering med bakre plåt för med skyddsklassificering IP66**

### 3.6.3 Åtkomst

Ritningarna i *kapitel 8.1 Ritningar över nätanslutning (3-faser)* och *kapitel 8.2 Ritningar för motoranslutning* visar hur du planerar åtkomligheten för kabeldragning innan montering.

## 3.7 Tillval och tillbehör

### Tillval

Beställningsnummer finns i *kapitel 6 Typkod och val*.

### Nätskydd

- Lexan®-skydd monteras framför ingående strömplintar och ingångsplattan och skyddar från kontakt när kapslingsluckan är öppen.
- Värmare och termostat: På apparatskåpets insida på en F-ram sitter det termostatreglerade värmare som förhindrar kondensation inuti kapslingen. Termostatens fabriksinställning startar värmarna vid 10 °C och stoppar vid 15,6 °C.

### RFI-filter

- Frekvensomformare har integrerade klass A2 RFI-filter som standard. Om ytterligare nivåer av RFI-/EMC-skydd krävs, kan de uppnås med hjälp av klass A1 RFI-filter. De hämmar radiofrekvensstörning och elektromagnetisk strålning i enlighet med SS-EN 55011.

### Jordfelsbrytare (RCD)

Använder summaströmsmetoden för att övervaka jordfelströmmar i jordade och högmotståndsjordade system (TN- och TT-system i IEC-terminologi). Det finns en förvarning (50 % av huvudlarmets börvärde) och ett börvärde för huvudlarm. Ett SPDT-larmrelä för extern användning är kopplat till varje börvärde. Det kräver en extern strömtransformator av *window-typ* (införskaffas och installeras av kunden).

- Inbyggd i frekvensomformarens krets för safe torque off
- IEC 60755 Typ B-enhet övervakar pulserande likström och rena jordfel i likström
- Lysdiodsindikator som visar strömnivå på jordfel från 10–100 % av börvärdet
- Larmminne
- TEST-/ÅTERSTÄLLNINGSNYCKEL

### Isolationsmotståndsovervakning (IRM)

Övervakar isolationsmotståndet i ojordade system (IT-system i IEC-terminologi) mellan systemfasledare och jord. Det finns en ohmsk förvarning och ett börvärde för huvudlarm för isoleringsnivån. Ett SPDT-larmrelä är kopplat till varje börvärde för externt bruk. Obs! Endast en isolationsmotståndsovervakning kan vara ansluten till ett ojordat (IT) system.

- Integrerad i frekvensomformarens säkerhetsstoppkrets
- Isolationsmotståndet visas på LCD-displayen
- Larmminne
- Knapparna INFO, TEST och RESET

**Bromschopper (IGBT:er)**

- Bromsplintar med en IGBT-bromschopperkrest möjliggör anslutning till ett externt bromsmotstånd. Mer information om bromsmotstånd finns i *kapitel 3.4.12 Bromsmotståndsberäkning* och .

**Regenerativa plintar**

- Dessa plintar möjliggör anslutning av regenerativa enheter till DC-bussen på kondensatorsidan av DC-bussens reaktorer för regenerativ bromsning. F-kapslingens regenereringsplintar är tillverkade för ungefär hälften av frekvensomformarens märkeffekt. Kontakta fabriken om du vill veta mer om regenerativa strömgränser som baseras på specifik frekvensomformarstorlek och spänning.

**Lastdelningsplintar**

- Dessa plintar ansluter till DC-bussen på likriktarsidan på DC-bussreaktorn och gör det möjligt att dela effekten från DC-bussen mellan olika frekvensomformare. F-kapslingens lastdelningsplintar är tillverkade för ungefär 1/3 av frekvensomformarens märkeffekt. Kontakta fabriken om du vill veta mer om lastdelningsgränser baserat på en specifik frekvensomformarstorlek och spänning.

**Säkringar**

- Säkringarna rekommenderas för ett snabbt strömöverbelastningsskydd för frekvensomformaren. Säkringsskyddet begränsar skador i frekvensomformaren och minimerar servicetiden i de fall ett fel uppstår. Säkringar krävs för att uppfylla marine-certifiering.

**Strömbrytare**

- Ett dörrmonterat handtag gör det möjligt att manuellt stänga av och sätta på strömmen med en strömbrytare, vilket ökar säkerheten vid service. Strömbrytaren är sammankopplad med kapslingsluckorna för att förhindra att de öppnas när strömmen fortfarande är på.

**Maximalbrytare**

- En maximalbrytare kan fjärrtrippas men måste återställas manuellt. Maximalbrytare är sammankopplade med kapslingsluckorna för att förhindra att de öppnas när strömmen fortfarande är på. Om en maximalbrytare beställs som tillval ingår även säkringar för att säkerställa ett snabbt överbelastningsskydd för frekvensomformaren.

**Kontaktorer**

- En elektrisk styrd kontaktorbrytare gör det möjligt att fjärrstyra strömmen till frekvensomformaren. Om tillvalet IEC-nödstopp har beställts, övervakar Pilz Safety en extra kontakt på kontaktorn.

**Manuella motorstarter**

Ger 3-fasström till de elektriska fläktarna som ofta krävs för större motorer. Ström till startare kommer från belastningssidan på en ansluten kontaktor, maximalbrytare eller strömbrytare och från ingångssidan på klass 1 RFI-filtret (om tillämpligt). Strömmen säkras före varje motorstartare och stängs av när den ingående strömmen till frekvensomformaren stängs av. Upp till två motorstartare kan användas (endast en om en 30 A-säkring beställs). Inbyggd i frekvensomformarens krets för safe torque off.

**Enhetsfunktioner:**

- Strömbrytare (på/av).
- Kortslutnings- och överbelastningsskydd med testfunktion.
- Manuell återställningsfunktion.

**30 A, säkringsskyddade plintar**

- 3-fasspänning, motsvarande nätspänningen för strömförsörjning av extrautrustning.
- Ej tillgängliga om 2 manuella motorstartare valts.
- Plintarna stängs av när den ingående spänningen till frekvensomformaren stängs av.
- Ström till de säkringsskyddade plintarna kommer från belastningssidan på en ansluten kontaktor, maximalbrytare eller strömbrytare och från ingångssidan på klass 1 RFI-filtret (om tillämpligt).

**24 V DC strömförsörjning**

- 5 A, 120 W, 24 V DC.
- Skyddad mot utgångsöverströmmar, överbelastning, kortslutning och överhettning.
- För strömförsörjning av externa enheter som till exempel givare, PLC I/O, kontaktorer, temperatursonder, indikeringslampor och/eller annan elektronisk maskinvara.
- Diagnostiken innehåller en torr kontakt för DC-ok, en grön lysdiod för DC-ok och en röd lysdiod som indikerar överbelastning.

**Extern temperaturövervakning**

- Utformad för att övervaka temperaturer på externa systemkomponenter, till exempel motorlindningar och/eller lager. Inkluderar åtta universalångångsmoduler och två dedikerade termistorångångsmoduler. Alla tio moduler är integrerade i frekvensomformarens krets för Safe Torque Off, och kan övervakas med ett fältbussnätverk (kräver inköp av separat modul-/busskoppling). Beställ ett safe torque off-bromstillval om du vill välja extern temperaturövervakning.

**Seriell kommunikation****PROFIBUS DP V1 MCA 101**

- PROFIBUS DP V1 ger en bred kompatibilitet, en hög nivå av tillgänglighet och stöds av alla stora PLC-försäljare. Den är dessutom kompatibel med framtida versioner.
- Snabb och effektiv kommunikation, tydlig installation, avancerad diagnostik samt parameterbestämning och autokonfigurering av processdata via GSD-fil.
- Cyklisk parameterbestämning med hjälp av Profibus DP V1, PROFIdrive eller Danfoss FC-profil state-maskin, Profibus DP V1, masterklass 1 och 2 Beställningsnummer 130B1100 ej ytbehandlad – 130B1200 ytbehandlad (klass G3/ISA 571.04-1985).

**DeviceNet MCA 104**

- Den här kommunikationsmodellen erbjuder nyckelkapaciteter där du effektivt kan avgöra vilken information som behövs och när den behövs.
- ODVA:s stränga testpolicy säkerställer att produkterna är kompatibla. Beställningsnummer 130B1102 ej ytbehandlad, 130B1202 ytbehandlad (klass G3/ISA 571.04-1985).

**PROFINET RT MCA 120**

PROFINET-tillvalet erbjuder anslutning till PROFINET-baserade nätverk via PROFINET-protokollet. Tillvalet kan hantera en anslutning med ett faktiskt paketintervall ned till 1 ms i båda riktningarna.

- Inbyggd webserver för fjärrdiagnostik och avläsning av frekvensomformarens grundläggande parametrar.
- Ett e-postmeddelande kan konfigureras för att skickas till en eller flera mottagare i händelse av specifika varningar eller larm, eller om dessa har åtgärdats.
- TCP/IP för enkel åtkomst av frekvensomformarens konfigurationsdata från MCT 10-konfigurationsprogramvara.
- Upp- och nedladdning av FTP-fil (File Transfer Protocol).
- Stöd för DCP (discovery and configuration protocol).

**EtherNet IP MCA 121**

EtherNet blir den framtida standarden för kommunikation på fabriksgolvet. EtherNet-tillvalet är baserat på den senaste tillgängliga tekniken för industriell användning och hanterar även de mest krävande behoven. EtherNet/IP utökar dagens kommersiella EtherNet till CIP™ (Common Industrial Protocol) – samma yttre protokoll och objektmodell som finns i DeviceNet. MCA 121 har avancerade funktioner som:

- Inbyggd växel med hög prestanda som gör att du kan använda linjär topologi och eliminera behovet för externa växlar.
- Avancerade växel- och diagnosfunktioner.
- En inbyggd webserver.
- En e-postklient för servicemeddelanden.

**Modbus TCP MCA 122**

Modbus-tillvalet erbjuder anslutning till Modbus TCP-baserade nätverk, t.ex. Groupe Schneider PLC-system via Modbus TCP-protokollet. Tillvalet kan hantera en anslutning med ett faktiskt paketintervall ned till 5 ms i båda riktningarna.

- Inbyggd webserver för fjärrdiagnostik och avläsning av frekvensomformarens grundläggande parametrar.
- Ett e-postmeddelande kan konfigureras för att skickas till en eller flera mottagare i händelse av specifika varningar eller larm, eller om dessa har åtgärdats.
- 2 Ethernet-portar med inbyggd växel.
- Upp- och nedladdning av FTP-fil (File Transfer Protocol)
- Konfiguration av protokollautomatisk IP-adress.

**Fler tillval****Generellt I/O-kort MCB 101**

I/O-tillvalet erbjuder ett utökat antal styrgångar och -utgångar.

- Tre digitala ingångar, 0-24 V: Logisk 0 < 5 V; Logisk 1 > 10 V
- Två analoga ingångar, 0-10 V: Upplösning, 10 bitar plus förtecken
- Två digitala utgångar, NPN/PNP-mottakt
- En analog utgång, 0/4-20 mA
- Fjäderspänd anslutning
- Separata parameterinställningar. Beställningsnummer 130B1125 ej ytbehandlad – 130B1212 ytbehandlad (klass G3/ISA 571.04-1985)

**Relätillval MCB 105**

Ger reläfunktioner med 3 extra reläutgångar.

- Maximal plintbelastning: AC-1 resistiv belastning: 240 V AC 2 A AC-15
- Induktiv belastning @cos φ 0,4: 240 V AC 0,2 A DC-1
- Resistiv belastning: 24 V DC 1 A DC-13
- Induktiv belastning: @cos φ 0,4: 24 V DC 0,1 A
- Minsta plintbelastning: DC 5 V: 10 mA
- Maximal switchhastighet vid nominell belastning/min. belastning: 6 min-1/20 s-1

- Beställningsnummer 130B1110 ej ytbehandlad – 130B1210 ytbehandlad (klass G3/ISA S71.04-1985)

#### Analogt I/O-tillval MCB 109

Den här analoga ingången/utgången är enkel att montera på frekvensomformaren för uppgradering till avancerad prestanda och reglering med extra ingångar/utgångar. Detta alternativ uppgraderar även frekvensomformaren med reservbatteriförsörjning för dess inbyggda klocka. Detta ger en stabil användning av alla frekvensomformares klockfunktioner och tidsåtgärder.

- Tre analoga ingångar, som alla kan konfigureras som både spännings- och temperaturingång.
- Anslutning av 0–10 V analoga signaler och temperaturingångar PT1000 och NI1000.
- Tre analoga utgångar, som alla kan konfigureras som 0–10 V utgångar.
- Reservförsörjning av frekvensomformarens standardklockfunktionen ingår. Reservbatteriet håller vanligtvis i 10 år, beroende på miljö. Beställningsnummer 130B1143 ej ytbehandlad – 130B1243 ytbehandlad (klass G3/ISA S71.04-1985).

#### PTC-termistorkort MCB 112

Med ett MCB 112 PTC-termistorkort kan alla frekvensomformare från Danfoss med STO användas till att övervaka motorer i potentiellt explosiva atmosfärer. MCB 112 erbjuder överlägsen prestanda jämfört med inbyggd ETR-funktion och termistorplint.

- Skyddar motorn från att överhettas.
- ATEX-godkänd för användning med EX d- och EX e-motorer.
- Använder Danfoss-frekvensomformarnas safe torque off-funktion för att stoppa motorn i händelse av överhettning.
- Certifierad för användning för att skydda motorer i zonerna 1, 2, 21 och 22.
- Certifierad upp till SIL2.

#### Givaringångskort MCB 114

Alternativet skyddar motorn från att överhettas genom att övervaka lager och ledningstemperaturer i motorn. Gränsen, så väl som åtgärden, kan justeras och den enskilda givartemperaturen är synlig som en avläsning på displayen eller genom fältbussen.

- Skyddar motorn från att överhettas.
- Tre självdetekterande givaringångar för två eller tre PT100/PT1000-ledningsgivare.
- En extra analog ingång, 4–20 mA.

#### Utökad kaskadregulator MCO 101

Enkel att montera och den uppgraderar den inbyggda kaskadregulatorn för att styra fler pumpar och mer avancerad pumpreglering i master/slav-läge

- Upp till sex pumpar i standardkaskadinställning
- Upp till sex pumpar i master/slav-inställning
- Tekniska specifikationer: Se MCB 105-relätillval

#### Utökad reläkort MCB 113

Det utökade reläkortet MCB 113 lägger till ingångar/utgångar till VLT® AQUA Drive för ökad flexibilitet.

- Sju digitala ingångar: 0–24 V
- Två analoga utgångar: 0/4–20 mA
- 4 SPDT-reläer
- Märkdata av belastningsreläer: 240 V AC/2 A (Ohm)
- Uppfyller NAMUR:s rekommendationer
- Galvanisk isolationkapacitet. Beställningsnummer 130B1164 ej ytbehandlad – 130B1264 ytbehandlad (klass G3/ISA S71.04-1985)

#### MCO 102 Avancerad kaskadregulator

Förlänger frekvensomformarens inbyggda standardkaskadregulators kapacitet.

- Ger åtta extra reläer för inkoppling av ytterligare motorer.
- Ger korrekt flöde, tryck och nivåstyrning för optimering av verkningsgraden på system som använder flera pumpar eller fläktar.
- Master/slav-läget styr alla fläktar/pumpar i samma hastighet. Det reducerar potentiellt energiförbrukningen till mindre än hälften, jämfört med vad ventilspjäll eller traditionella av/på-cykler gör.
- Växling av huvudpump garanterar att flera pumpar och fläktar används lika mycket.

#### 24 V DC-försörjning, tillval MCB 107

Det här tillvalet används vid anslutning av en extern DC-försörjning för att hålla styrningen och installerade tillval aktiva vid strömavbrott.

- Inspänningsomfång: 24 V DC +/- 15 % (max. 37 V i 10 s).
- Maximal inström: 2,2 A.
- Maximal kabellängd: 75 m.
- Kapacitanslast på ingång: < 10 uF.
- Startfördröjning: < 0,6 s.
- Enkelt att installera i frekvensomformare i befintliga maskiner.
- Håller styrkortet och tillvalen aktiva vid strömavbrott.
- Håller fältbussen aktiv vid strömavbrott. Beställningsnummer 130B1108 ej ytbehandlad – 130B1208 ytbehandlad (klass G3/ISA S71.04-1985).

### 3.7.1 Kommunikationstillval

- VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101
- VLT® DeviceNet MCA 104
- VLT® PROFINET MCA 120
- VLT® EtherNet/IP MCA 121
- VLT® Modbus TCP MCA 122

Mer information finns i *kapitel 7 Specifikationer*.

### 3.7.2 Tillval för ingångar/utgångar, återkoppling och säkerhet

- VLT® Generellt I/O-kort, modul MCB 101
- VLT® Reläkort MCB 105
- VLT® PTC-termistorkort MCB 112
- VLT® Utökat reläkort MCB 113
- VLT® Givaringångstillval MCB 114

Mer information finns i *kapitel 7 Specifikationer*.

### 3.7.3 Kaskadregleringstillval

Kaskadregulatorstillvalen utökar antalet tillgängliga reläer. Så snart ett av tillvalen har installerats finns de nödvändiga parametrarna som stöder kaskadregulatorns funktioner tillgängliga via manöverpanelen.

MCO 101 och 102 är tillval som utökar antalet pumpar som stöds och antalet funktionaliteter i den inbyggda kaskadregulatorn i VLT® AQUA Drive.

Följande kaskadregulatorstillval finns tillgängliga för VLT® AQUA Drive:

- Inbyggd grundläggande kaskadregulator (standardkaskadregulator)
- MCO 101 (utökad kaskadregulator)
- MCO 102 (avancerad kaskadregulator)

Mer information finns i *kapitel 7 Specifikationer*.

Den utökad kaskadregulatorn kan användas i två olika lägen:

- Med de utökade funktionerna som styrs av parametergrupp 27-\*\*. *Kaskadregulatorstillval*.
- Utöka antalet tillgängliga reläer för den grundläggande kaskadregulatorn genom parametergrupp 25-\*\*. *Kaskadregulator*.

Med MCO 101 kan totalt fem reläer användas för kaskadreglering. MCO 102 möjliggör reglering av totalt åtta pumpar. Tillvalen kan alternera huvudpumpen med två reläer per pump.

#### **OBS!**

Om MCO 102 installeras kan relätillvalet MCB 105 utöka antalet reläer till 13.

#### **Användning**

Kaskadreglering är ett gemensamt styrsystem som används för att reglera parallella pumpar eller fläktar på ett energieffektivt sätt.

Med kaskadregulatorstillvalet är det möjligt att reglera flera pumpar som är konfigurerade parallellt genom att:

- Automatiskt slå på och av enskilda pumpar.
- Reglera pumparnas varvtal.

När en kaskadregulatorn används slås de enskilda pumparna automatiskt på (inkoppling) och av (urkoppling) allt eftersom systemet behöver mer eller mindre effekt för flöde eller tryck. Varvtalen på pumparna som är anslutna till VLT® AQUA Drive regleras också för att ge en kontinuerlig systemeffekt.

#### **Avsedd användning**

Kaskadregulatorstillvalen är utformade för pumptillämpningar, men de kan användas i alla tillämpningar som kräver att flera motorer konfigureras parallellt.

#### **Driftsprincip**

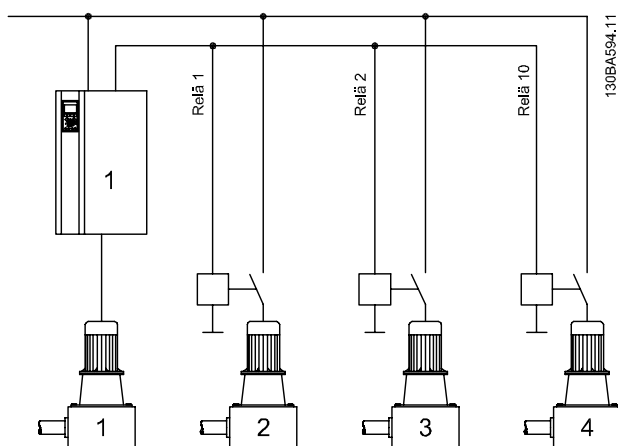
Kaskadregulatorns programvara körs från en frekvensomformare med kaskadregulatorstillvalet. Den styr ett antal pumpar, som alla styrs av en frekvensomformare eller är anslutna till en kontaktor eller mjukstartare

Andra frekvensomformare i systemet (slavfrekvensomformare) behöver inte ha något tillvalskort för kaskadregulator. De styrs utan återkoppling och får sin varvtalsreferens från masterfrekvensomformaren. Pumpar som är anslutna till slavfrekvensomformare refereras till som pumpar med variabelt varvtal.

Pumpar som är anslutna till nätet via en kontaktor eller mjukstartare refereras till som pumpar med fast varvtal.

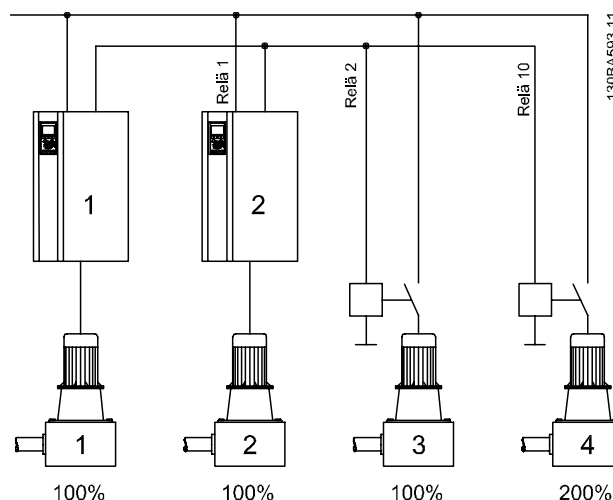
Varje pump, med fast eller variabelt varvtal, styrs av ett relä i masterfrekvensomformaren.

Kaskadregulatorstillvalen kan styra en blandning av pumpar med fast och variabelt varvtal.



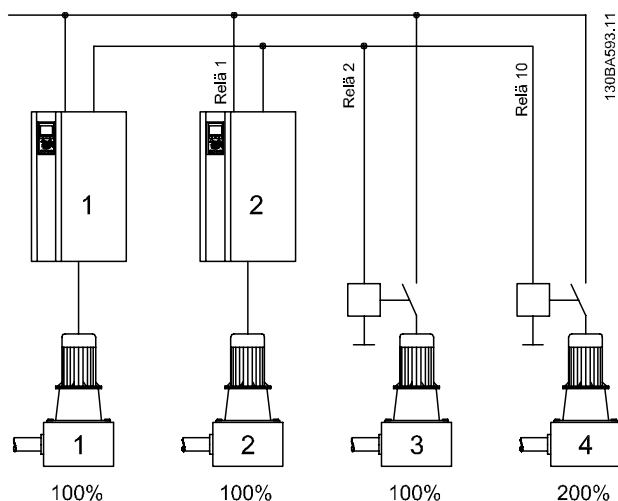
Inbyggd	1 VSP + 2 FSP parametergrupp 25-** Kaskadregulator
MCO 101	1 VSP + 5 FSP parametergrupp 25-** Kaskadregulator
MCO 102	1 VSP + 8 FSP parametergrupp 25-** Kaskadregulator

Bild 3.27 Tillämpningsöversikt



Inbyggd	-
MCO 101	6 VSP parametergrupp 27-** Kaskadregulator tillval
MCO 102	8 VSP parametergrupp 27-** Kaskadregulator tillval

Bild 3.29 Tillämpningsöversikt



Inbyggd	-
MCO 101	1 till 6 VSP + 1 till 5 FSP (max. sex pumpar) parametergrupp 27-** Kaskadregulator tillval
MCO 102	1 till 8 VSP + 1 till 7 FSP (åtta pumpar) parametergrupp 27-** Kaskadregulator tillval

Bild 3.28 Tillämpningsöversikt

VSP = Pump med variabelt varvtal (direktansluten till frekvensomformaren)

FSP = Pump med fast varvtal (motorn kan vara ansluten via kontaktor, mjukstartare eller stjärn-/deltastartare)

### 3.7.4 Bromsmotstånd

I tillämpningar där motorn används som broms alstras energi i motorn som leds tillbaka till frekvensomformaren. Om energin inte kan transporteras tillbaka till motorn, kommer spänningen att öka i frekvensomformarens likströmsled. I tillämpningar med frekvent bromsning och/eller höga tröghetsbelastningar kan denna ökning leda till en överspänningstripp i frekvensomformaren och slutligen till avstängning. Bromsmotstånd används för att avsätta överskottsenergin från regenerativ bromsning. Motståndet väljs med avseende på dess ohmska värde, effektivningshastighet och fysiska storlek. Danfoss erbjuder ett brett sortiment av olika motstånd som är speciellt framtagna för Danfoss-frekvensomformare. Mer information om dimensionering av bromsmotstånd finns i *kapitel 3.4.12 Bromsmotståndsberäkning*. Beställningsnummer finns i *kapitel 6.2 Tillval, tillbehör och reservdelar*.



### 3.7.5 Sinusfilter

När en motor styrs av en frekvensomformare hörs resonansljud från motorn. Ljudet, som orsakas av motorns konstruktion, uppstår varje gång en växelriktaromkopplare i frekvensomformaren aktiveras. Resonansljudets frekvens motsvarar därför frekvensomformarens switchfrekvens.

Danfoss erbjuder ett sinusfilter som dämpar det akustiska motorljudet.

Filtret minskar spänningens uppramptid, toppspänningen  $U_{PEAK}$  och strömrippeln  $i$  till motorn, vilket innebär att strömmen och spänningen nästan blir sinusformade. Detta medför att det akustiska motorljudet dämpas till ett minimum.

Strömrippeln i sinusfiltrets spolar skapar också ett ljud. Problemet kan lösas genom att filtret byggs in i ett apparatskåp eller liknande.

### 3.7.6 dU/dt-filter

Danfoss erbjuder dU/dt-filter, som är differential mode- och lågpasfilter. De minskar motorplintens fas-till-fas-toppsspänning och minskar stigtiden till en nivå som sänker belastningen på motorlindningarnas isolering. Detta problem uppstår framförallt med korta motorkablar.

Jämfört med sinusfilter (se *kapitel 3.7.5 Sinusfilter*) har dU/dt-filter en gränshärfrekvens över switchfrekvensen.

### 3.7.7 Common mode-filter

Hörfrekventa common mode-kärnor (HF-CM-kärnor) reducerar de elektromagnetiska störningarna och förhindrar skador på lager på grund av elektrisk urladdning. De är särskilda magnetkärnor av nanokristallin, som har en överlägsen filteringsförmåga jämfört med vanliga ferritkärnor. HF-CM-kärnorna fungerar som en common mode-spole mellan fas och jord.

Installerade runt de tre motorfaserna (U, V och W) kan common mode-filter reducera hörfrekventa common-mode-strömmar. Som ett resultat av det reduceras de hörfrekventa elektromagnetiska störningarna från motorkabeln.

Antalet kärnor som krävs beror på motorkabelns längd och frekvensomformarens spänning. Varje sats består av två kärnor. Mer information om hur du avgör antalet kärnor finns i *Tabell 3.19*.

Kabellängd <sup>1)</sup> [m]	Kapslingsstorlek				
	A och B		C		D
	T2/T4	T7	T2/T4	T7	T7
50	2	4	2	2	4
100	4	4	2	4	4
150	4	6	4	4	4
300	4	6	4	4	6

Tabell 3.19 Antal kärnor

1) Stapla ytterligare HF-CM-kärnor om längre kablar krävs.

Montera HF-CM-kärnorna genom att föra de tre motorfas-kablarna (U, V och W) genom varje kärna, som visas i *Bild 3.30*.

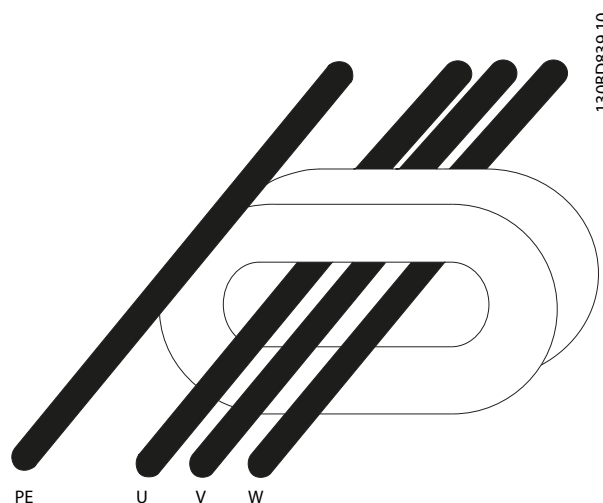


Bild 3.30 HF-CM-kärna med motorfaserna

### 3.7.8 Övertonsfilter

Danfoss AHF 005 och AHF 010 är avancerade övertonsfilter och ska inte förväxlas med traditionella övertonsfilter. Danfoss övertonsfilter är speciellt utformade för att passa frekvensomformare från Danfoss.

Genom att ansluta Danfoss övertonsfilter AHF 005 eller AHF 010 framför en frekvensomformare från Danfoss reduceras den totala distortionen från övertonsströmmen som genereras tillbaka till nätet till 5 % respektive 10 %.

### 3.7.9 IP21/NEMA typ 1-kapslingsats

IP20/IP4X top/NEMA TYPE 1 är ett kapslingstillval för IP20-kompaktenheter.

Om kapslingssatsen används uppgraderas en IP20-enhet så att den uppfyller kraven för kapsling IP21/4X top/TYP 1.

IP4X-toppkåpa kan användas för alla IP20 FC 202-varianter av standardtyp.

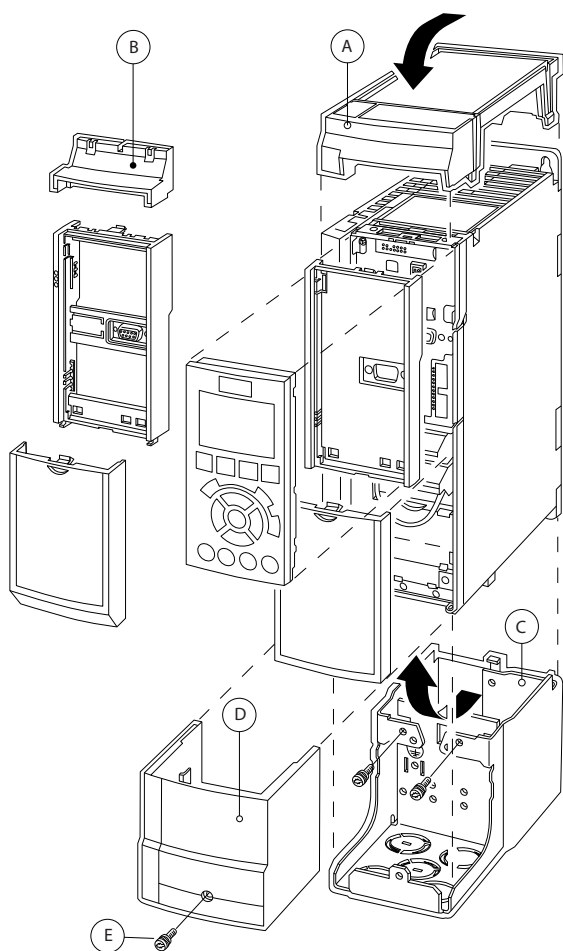
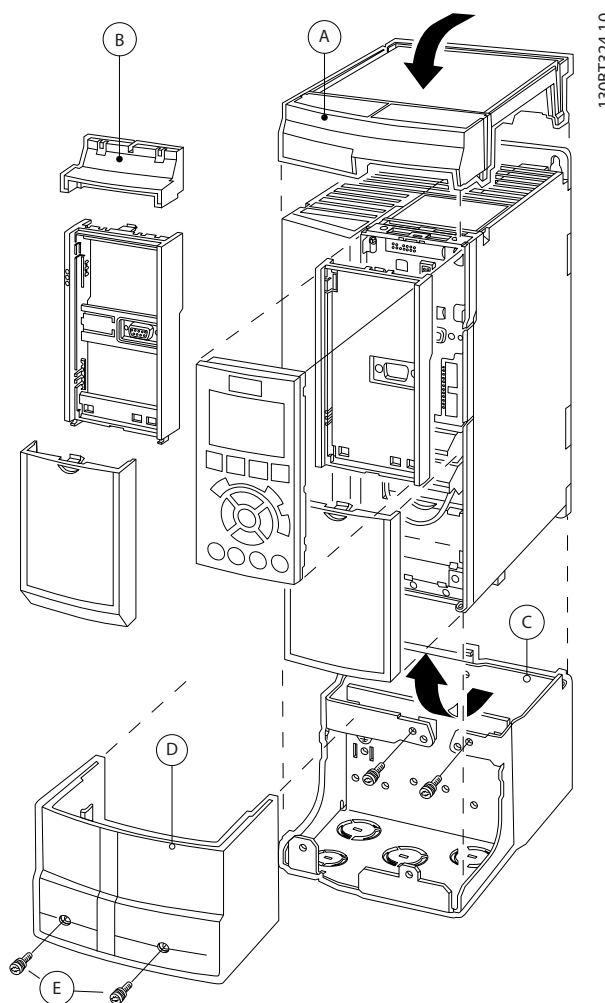


Bild 3.31 Kapslingsstorlek A2



A	Toppkåpa
B	Kant
C	Basdetalj
D	Bashölje
E	Skrubar

Bild 3.32 Kapslingsstorlek A3

Placera toppkåpan så som visas. Om tillval A eller B används måste kantdetaljen sättas dit så att den täcker toppingången. Placera basdel C på frekvensomformarens undersida och använd klämmorna från tillbehörspåsen för att sätta fast kablarna korrekt.

Hål för kabelförskruvning:

- Storlek A2: 2 x M25 och 3 x M32
- Storlek A3: 3 x M25 och 3 x M32

Kapslingstyp	Höjd A [mm]	Bredd B [mm]	Djup C <sup>1)</sup> [mm]
A2	372	90	205
A3	372	130	205
B3	475	165	249
B4	670	255	246
C3	755	329	337
C4	950	391	337

Tabell 3.20 Mått

1) Om tillval A/B används ökar djupet (mer information finns i kapitel 7.8 Märkeffekter, vikt och mått)

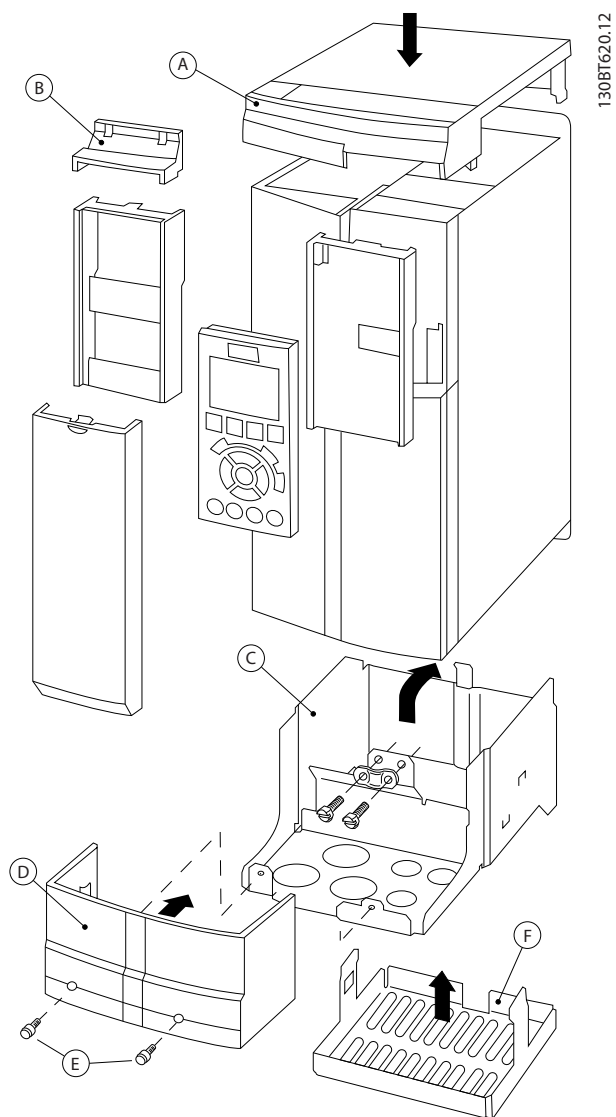


Bild 3.33 Kapslingsstorlek B3

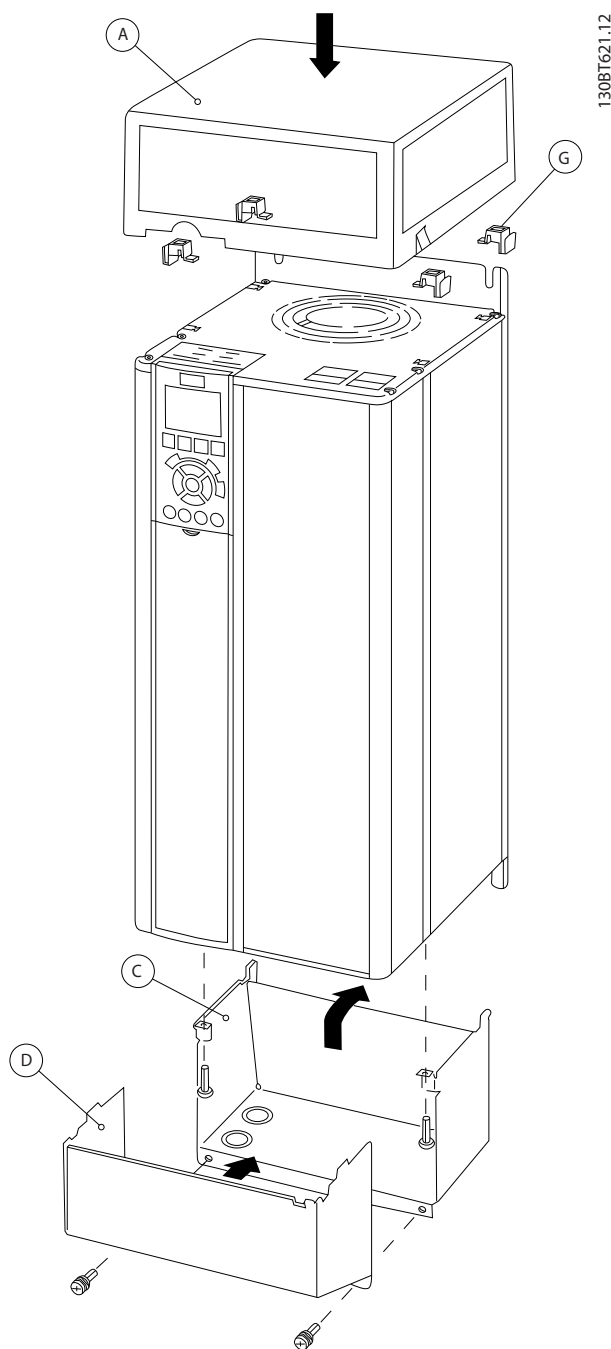


Bild 3.34 Kapslingsstorlek B4, C3 och C4

A	Toppkåpa
B	Kant
C	Basdetalj
D	Bashölje
E	Skrudar
F	Flätkåpa
G	Övre klämma

Tabell 3.21 Teckenförklaring till Bild 3.33 och Bild 3.34

Om tillvalsmodul A och/eller B används måste kantdetaljen (B) sättas dit så att den täcker toppkåpan (A).

### **OBS!**

Installation sida-vid-sida är inte möjlig om IP21/IP4X/  
TYPE 1 Kapslingssats används

3

### 3.7.10 Fjärrmonteringsats för LCP

LCP:n kan flyttas till den främre delen av ett kapsling med hjälp av fjärrmonteringssetsen. Monteringskruvarna måste dras åt med ett moment på max. 1 Nm.

LCP-kapslingen är IP66-klassificerad.

Kapsling	IP66-front
Max. kabellängd mellan LCP och enhet	3 m
Kommunikationsstandard	RS485

Tabell 3.22 Tekniska data

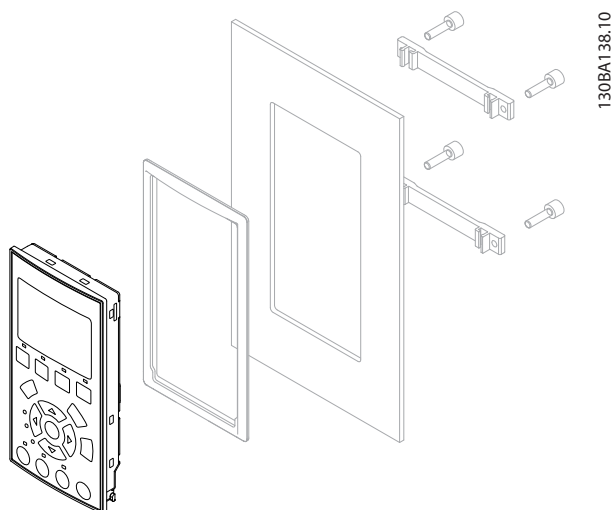


Bild 3.35 LCP-sats med grafisk LCP, fästdon, 3 m kabel och packning

Beställningsnummer 130B1113

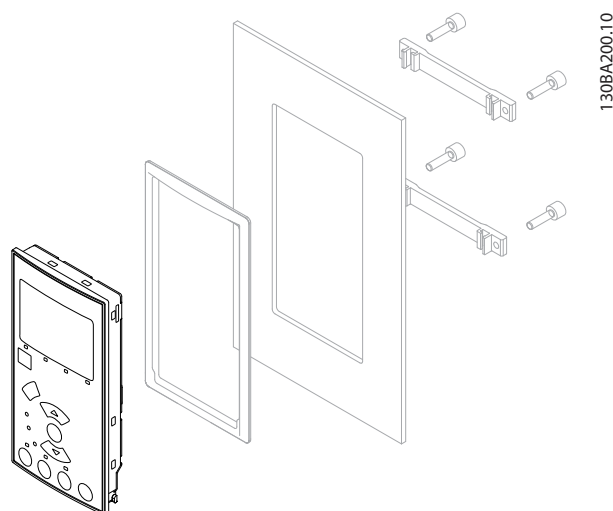


Bild 3.36 LCP-sats med numerisk LCP, fästdon och packning  
Beställningsnummer 130B1114

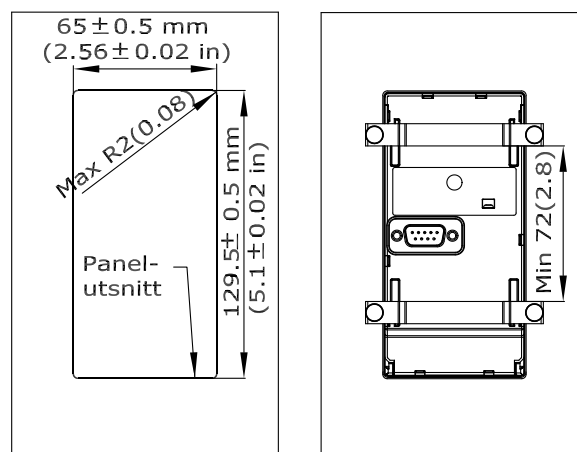


Bild 3.37 LCP-satsens mått

### 3.7.11 Monteringsfäste för kapslingstyp A5, B1, B2, C1 och C2

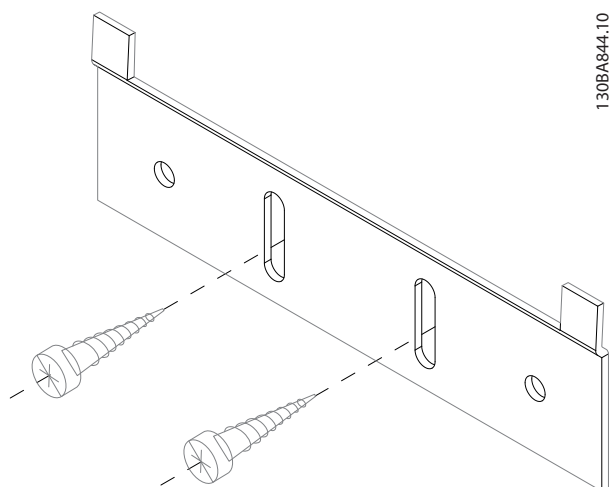


Bild 3.38 Undre fästet

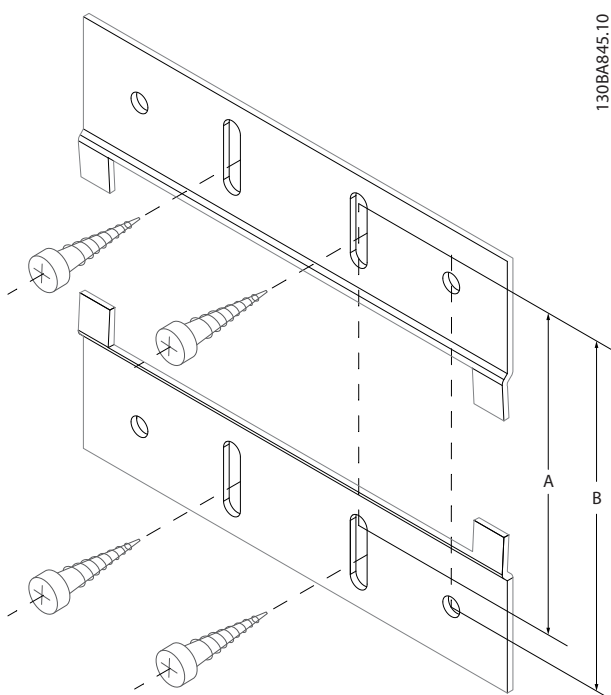


Bild 3.39 Övre fästet

Måtten finns angivna i *Tabell 3.23*.

Kapslingsstorlek	IP	A [mm]	B [mm]	Beställningsnummer
A5	55/66	480	495	130B1080
B1	21/55/66	535	550	130B1081
B2	21/55/66	705	720	130B1082
B3	21/55/66	730	745	130B1083
B4	21/55/66	820	835	130B1084

Tabell 3.23 Information om monteringsfästen

## 3.8 Seriegränssnitt RS485

### 3.8.1 Översikt

RS485 är ett bussgränssnitt med två ledningar som är kompatibelt med en nätverkstopologi med multidropp, dvs. där noder kan anslutas som bussar, eller via droppkablar från en gemensam förbindelseledning. Totalt kan 32 noder anslutas till ett nätverkssegment. Förstärkare delar nätverkssegmenten, se *Bild 3.40*.

#### **OBS!**

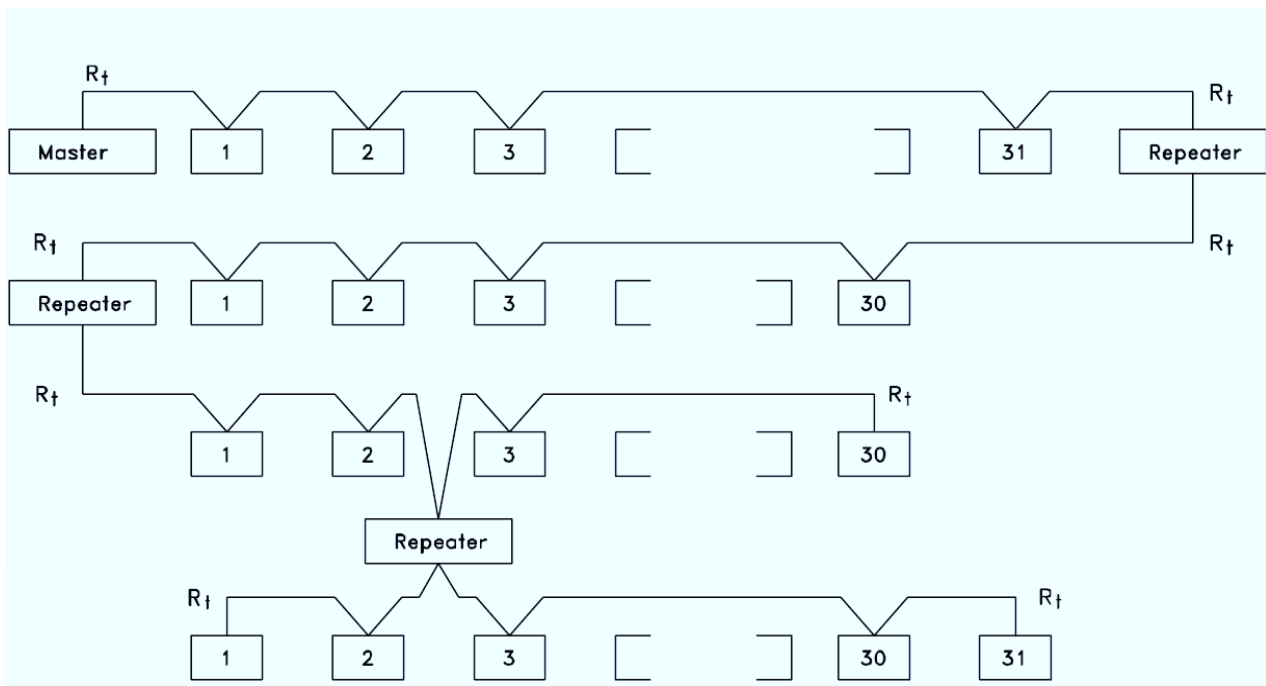
Varje förstärkare fungerar som en nod i det segment där den är installerad. Varje nod som är ansluten inom ett visst nätverk måste också ha en unik nodadress, inom alla segment.

Avsluta alla segment i båda ändar, antingen med frekvensomformarnas termineringsbrytare (S801) eller med ett obalanserat nät med slutmotstånd. Använd alltid skärmade tvinnade parkablar (STP) vid busskabeldragning, och följ god installationspraxis.

Det är viktigt att skärmens jordanslutning har låg impedans vid varje nod, även vid höga frekvenser. Anslut därför en stor yta av skärmningen till jord, exempelvis med en kabelklämma eller en ledande kabelförskruvning. Det kan vara nödvändigt att använda potentialutjämnande kablar för att behålla samma jordningspotential i hela nätverket, speciellt i installationer med långa kablar. Undvik felmatchande impedans genom att alltid använda samma kabeltyp i hela nätverket. Använd alltid en skärmad motorkabel mellan motorn och frekvensomformaren.

Kabel	Skärmade tvinnade parkablar (STP)
Impedans [Ω]	120
Kabellängd [m]	Max. 1 200 (inklusive droppledningar) Max. 500 station till station

Tabell 3.24 Kabelspecifikationer



175ZA145.12

Bild 3.40 RS485-bussgränssnitt

		Parametrar	
		Funktion	Inställning
FC		Parameter 8-30	
		Protokoll	FC*
		Parameter 8-31	1*
		Adress	
		Parameter 8-32	9600*
		Baudhastighet	
		* = Standardvärde	
		<b>Anteckningar/kommentarer:</b>	
		Välj protokoll, adress och baudhastighet i de ovan nämnda parametrarna.	
		D IN 37 är ett tillval.	

+24 V	12	130BB685.10
+24 V	13	
D IN	18	
D IN	19	
COM	20	
D IN	27	
D IN	29	
D IN	32	
D IN	33	
D IN	37	
+10 V	50	
A IN	53	
A IN	54	
COM	55	
A OUT	42	
COM	39	
R1	01	RS-485
	02	
	03	
R2	04	
	05	
	06	
	61	+
	68	
	69	

Tabell 3.25 RS485-nätverksanslutning

### 3.8.2 Nätverksanslutning

En eller flera frekvensomformare kan anslutas till en styrning (eller master) genom standardgränssnittet RS485. Plint 68 är ansluten till P-signalen (TX+, RX+), medan plint 69 är ansluten till N-signalen (TX-, RX-). Ritningar finns i *kapitel 3.5.1 Kopplingsschema*.

Om flera frekvensomformare ska anslutas till samma master måste dessa parallellkopplas.

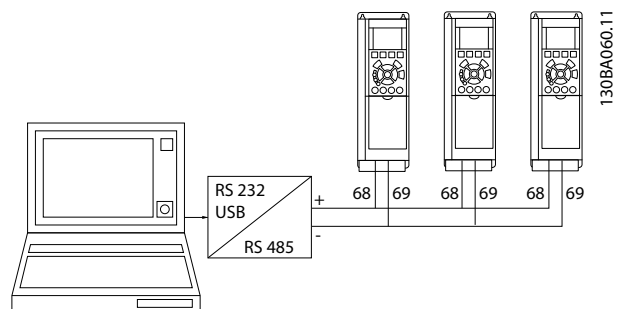


Bild 3.41 Parallellkopplingar

Undvik spänningsutjämningsströmmar i skärmen genom att dra ledningarna så som visas i *Bild 3.20*.

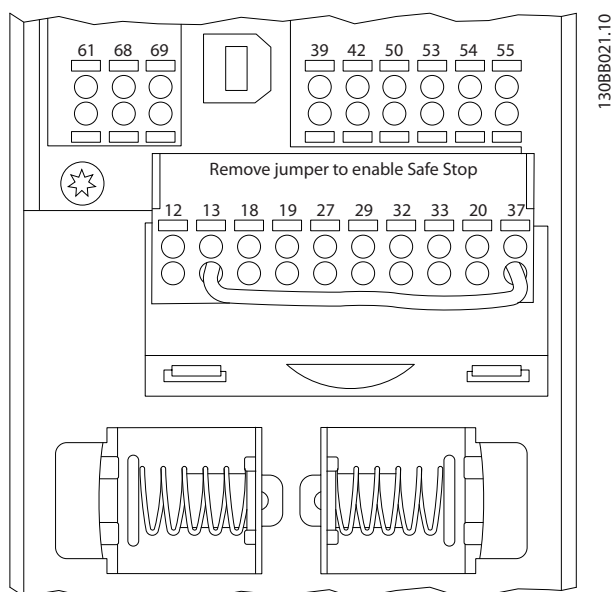


Bild 3.42 Plintar på styrkort

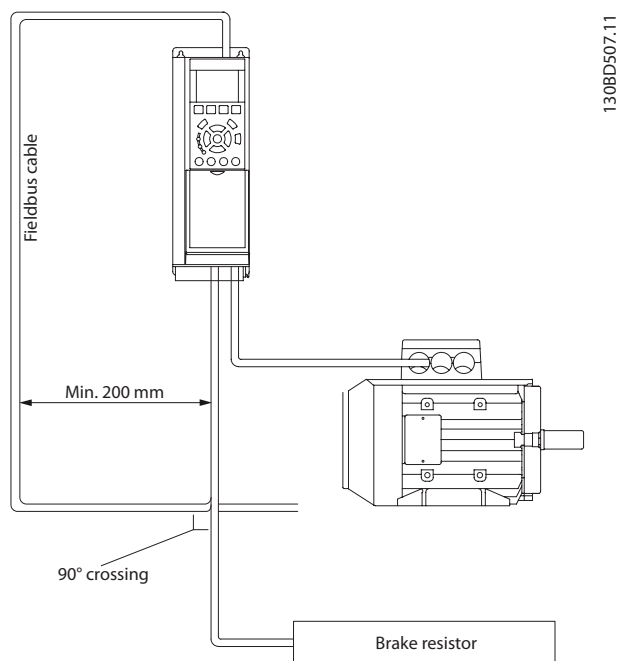


Bild 3.43 Kabeldragning

### 3.8.3 RS485-bussavslutning

Avsluta RS485-bussen med ett motståndsnät i båda ändarna. För detta ändamål sätter du brytaren S801 på styrkortet i läget PÅ.

Ange kommunikationsprotokoll till *parameter 8-30 Protokoll*.

### 3.8.4 EMC-säkerhetsåtgärder

Följande EMC-säkerhetsåtgärder rekommenderas för att RS485-nätverket ska kunna fungera störningsfritt.

Följ gällande nationella och lokala regelverk, till exempel avseende skyddande jordanslutning. Genom att hålla RS485-kommunikationskabeln borta från motor- och bromsmotståndskablage undviker du koppling av högfrekventa störningar mellan kablarna. Normalt är ett avstånd på 200 mm tillräckligt, men största möjliga avstånd mellan kablarna rekommenderas, särskilt om de löper parallellt över en längre sträcka. När det är oundvikligt att kablarna korsar varandra måste RS485-kabeln korsa motor- och bromsmotståndskablarna i 90° vinkel.

### 3.8.5 Översikt över FC-protokollet

FC-protokollet, som även kallas FC-bussen eller standardbussen, är standardfältbussen från Danfoss. Protokollet definierar en åtkomstteknik enligt master/slav-principen för kommunikation via en seriell buss.

Det går att ansluta en master och maximalt 126 slavar till bussen. De enskilda slavarna väljs ut av mastern via ett adresstecken i telegrammet. En slav kan aldrig sända ut data om den inte blir ombedd att göra det, och det är inte möjligt med ett direkt utbyte av meddelanden mellan de enskilda slavarna. Kommunikationen sker i halv duplex-läge.

Masterfunktionen kan inte överföras till en annan nod (system med en master).

Det fysiska lagret utgörs av RS485, och därmed används RS485-porten som finns inbyggd i frekvensomformaren. FC-protokollet stöder flera telegramformat:

- Ett kort format om 8 byte för processdata.
- Ett långt format om 16 byte som även omfattar en parameterkanal.
- Ett format som används för texter.

### 3.8.6 Nätverkskonfiguration

Ange följande parametrar för att aktivera FC-protokollet för frekvensomformaren:

Parameternummer	Inställning
Parameter 8-30 Protokoll	FC
Parameter 8-31 Adress	1–126
Parameter 8-32 FC-port, baudhast.	2400–115200
Parameter 8-33 Paritet/ stoppbitar	Jämn paritet, 1 stoppbit (standard)

Tabell 3.26 FC-protokollparametrar

### 3.8.7 Grundstruktur för meddelanden inom FC-protokollet

#### 3.8.7.1 Innehållet i ett tecken (byte)

Varje tecken som överförs börjar med en startbit. Därefter överförs 8 databitar, vilket motsvarar en byte. Varje tecken kontrolleras med hjälp av en paritetsbit. Denna bit anges till 1 när den når paritet. Paritet innebär att det finns ett jämnt antal binära 1:or i gruppen med 8 databitar och hela paritetsbiten. Varje tecken avslutas med en stoppbit, och består således av totalt 11 bitar.

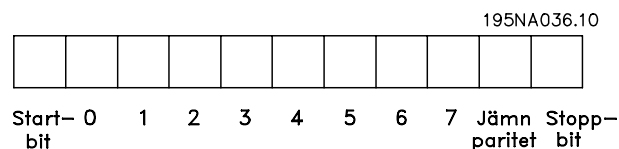


Bild 3.44 Innehållet i ett tecken

#### 3.8.7.2 Telegramstruktur

Alla telegram har följande struktur:

- Starttecken (STX) = 02 hex
- En byte som anger telegramlängden (LGE).
- En byte betecknar frekvensomformarens adress (ADR).

Därefter följer ett antal databyte (varierar beroende på telegramtyp).

Telegrammet slutar med en datakontrollbyte (BCC).



Bild 3.45 Telegramstruktur

#### 3.8.7.3 Telegramlängd (LGE)

Med telegramlängd menas antalet databyte plus adressbyten ADR och datakontrollbyten BCC.

4 databyte	$LGE = 4 + 1 + 1 = 6$ byte
12 databyte	$LGE = 12 + 1 + 1 = 14$ byte
Telegram som innehåller text	$10^{1+n}$ byte

Tabell 3.27 Längden på telegram

1) 10 anger de fasta tecknen, medan n är variabel (beroende på textens längd).

#### 3.8.7.4 Frekvensomformarens adress (ADR)

Två adressformat används.

Frekvensomformarens adressområde är antingen 1–31 eller 1–126.

- Adressformat 1–31
  - Bit 7 = 0 (adressformat 1–31 aktivt).
  - Bit 6 används inte.
  - Bit 5 = 1: Broadcast, adressbit (0–4) används inte.
  - Bit 5 = 0: Ingen broadcast.
  - Bit 0–4 = frekvensomformaradress 1–31.
- Adressformat 1–126
  - Bit 7 = 1 (adressformat 1–126 aktivt).
  - Bit 0–6 = frekvensomformaradress 1–126.
  - Bit 0–6 = 0 Broadcast.

Slaven sänder tillbaka adressbyten oförändrad i svarstelegrammet till mastern.

#### 3.8.7.5 Datakontrollbyte (BCC)

Kontrollsumman beräknas med en XOR-funktion. Innan första byten i telegrammet tas emot är den beräknade checksumman lika med 0.



### 3.8.7.6 Datafältet

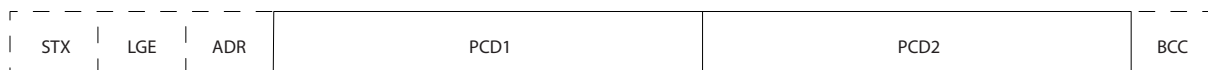
Databyteblockens uppbyggnad beror på telegramtypen. Det finns tre telegramtyper. De gäller för både styrtelegram (master ? slav) och svarstelegram (slav ? master).

De tre telegramtyperna är:

#### Processblock (PCD)

PCD består av ett datablock på 4 byte (2 ord) och omfattar:

- Styrord och referensvärde (från master till slav).
- Statusord och aktuell utfrekvens (från slav till master).



130BA269.10

Bild 3.46 Processblock

#### Parameterblock

Parameterblocket används för överföring av parametrar mellan master och slav. Ett datablock är uppbyggt av 12 byte (6 ord) och innehåller även processblocket.

130BAZ/1.1U

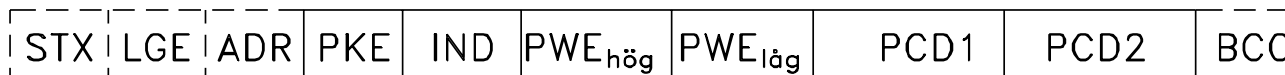
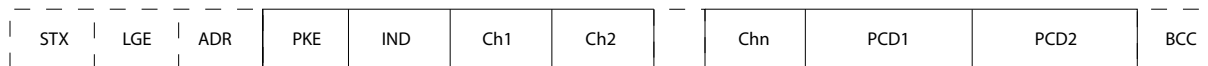


Bild 3.47 Parameterblock

#### Textblock

Textblocket används för att läsa eller skriva text via datablocket.



130BA270.10

Bild 3.48 Textblock

### 3.8.7.7 PKE-fältet

PKE-fältet innehåller två delfält:

- Parameterkommando och svars-AK.
- Parameternummer PNU.

150BA268.10

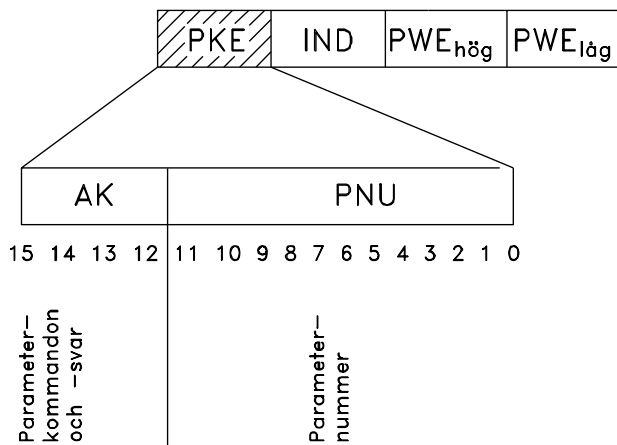


Bild 3.49 PKE-fält

Bit nummer 12–15 överför parameterkommandon från master till slav och skickar tillbaka slavens bearbetade svar till mastern.

Bit nummer				Parameterkommando
15	14	13	12	
0	0	0	0	Inget kommando
0	0	0	1	Läs parametervärde
0	0	1	0	Skriv parametervärde i RAM (ord)
0	0	1	1	Skriv parametervärde i RAM (dubbelord)
1	1	0	1	Skriv parametervärde i RAM och EEPROM (dubbelord)
1	1	1	0	Skriv parametervärde i RAM och EEPROM (ord)
1	1	1	1	Läs/skriv text

Tabell 3.28 Parameterkommandon master ? slav

Bit nummer				Svar
15	14	13	12	
0	0	0	0	Inget svar
0	0	0	1	Parametervärde överfört (ord)
0	0	1	0	Parametervärde överfört (dubbelord)
0	1	1	1	Kommando kan inte utföras
1	1	1	1	text överförd

Tabell 3.29 Svar slav ? master

Om kommandot inte kan utföras sänder slaven svaret: 0111 Kommandot kan inte utföras - och skickar följande felrapport (se Tabell 3.30) i parametervärdet (PWE):

PWE låg (hex)	Felrapport
0	Det använda parameternumret finns inte.
1	Det går inte att skriva i den angivna parametern.
2	Datavärdet överstiger parametrarnas gränser.
3	Det använda underindexet finns inte.
4	Parametern är inte av matristyp.
5	Datatypen passar inte den angivna parametern.
11	Dataändring i den angivna parametern är inte möjlig i frekvensomformarens aktuella läge. Vissa parametrar kan bara ändras när motorn är avstängd.
82	Den angivna parametern kan inte nås via bussen.
83	Det går inte att ändra data eftersom fabriksinställning har valts

Tabell 3.30 Felrapport för parametervärde

### 3.8.7.8 Parameternummer (PNU)

Bitarna med nummer 0–11 överför parameternummer. Den aktuella parametrarnas funktion framgår av parameterbeskrivningen i *Programmeringshandboken*.

### 3.8.7.9 Index (IND)

Index används tillsammans med parameternumret för läs-/skrivåtkomst till indexerade parametrar, t.ex. *parameter 15-30 Larmlogg: Felkod*. Indexet består av 2 byte, ett lågt och ett högt byte.

Endast den låga byten används som index.

### 3.8.7.10 Parametervärde (PWE)

Parametervärdeblocket består av 2 ord (4 byte) och värdet beror på det givna kommandot (AK). Mastern frågar efter ett parametervärde om PWE-blocket inte innehåller något värde. Om du vill ändra ett parametervärde (write) skriver du det nya värdet i PWE-blocket och skickar det från mastern till slaven.

När en slav svarar på en parameterförfrågan (läskommando) överförs det aktuella parametervärdet i PWE-blocket och sänds tillbaka till mastern. Om en parameter inte innehåller något numeriskt värde, utan flera olika dataalternativ, t.ex. *parameter 0-01 Språk* där [0] är engelska och [4] är danska, väljer du önskat datavärde genom att skriva in värdet i PWE-blocket. Det går endast att läsa av parametrar som innehåller datatyp 9 (textsträng) med seriell kommunikation.

*Parameter 15-40 FC-typ till parameter 15-53 Serienummer för nätkort* är av datatyp 9.

Det går t.ex. att läsa av enhetsstorleken och nätspänningsområdet i *parameter 15-40 FC-typ*. När en textsträng överförs (läses) är telegramlängden variabel och texterna är olika långa. Telegramlängden anges med telegrammets

andra byte, LGE. Vid textöverföring anger indextecknet om det är ett läs- eller skrivkommando.

Om du vill läsa av en text via PWE-blocket anger du parameterkommandot (AK) till F-hex. Indextecknets höga byte måste vara 4.

Vissa parametrar innehåller text som går att skriva till via den seriella bussen. Om du vill skriva en text via PWE-blocket anger du parameterkommandot (AK) till F-hex. Indextecknets höga byte måste vara 5.

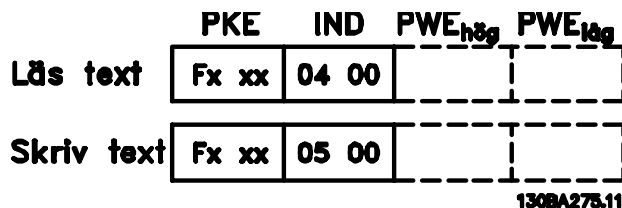


Bild 3.50 Text via PWE-block

### 3.8.7.11 Datatyper som stöds

Osignerad betyder att det inte finns något förtecken i telegrammet.

Datatyper	Beskrivning
3	Heltal, 16 bitar
4	Heltal, 32 bitar
5	Osignerat 8
6	Osignerat, 16 bitar
7	Osignerat 32
9	Textsträng
10	Bytesträng
13	Tidsskillnad
33	Reserverat
35	Bitsekvens

Tabell 3.31 Datatyper som stöds

### 3.8.7.12 Konvertering

I avsnittet ned fabriksinställningar finns de olika attributen för varje parameter sammanställda. Parametervärden överförs endast som heltal. Därför används konverteringsfaktorer för att överföra decimaler.

*Parameter 4-12 Motorvarvtal, nedre gräns [Hz]* har konverteringsfaktorn 0,1. Om du vill ställa in minimifrekvensen till 10 Hz måste värdet 100 överföras. En konverteringsfaktor på 0,1 betyder att det överförda värdet multipliceras med 0,1. Värdet 100 läses därför som 10,0.

Exempel:

0 s ? konverteringsindex 0

0,00 s ? konverteringsindex -2

0 ms ? konverteringsindex -3

0,00 ms ? konverteringsindex -5

### 3.8.7.13 Processord (PCD)

Blocket med processord är indelat i två block på 16 bitar vardera, som alltid kommer i den angivna ordningsföljden.

PCD 1	PCD 2
Styrtelegram (master ? styrord slav)	Referensvärde
Styrtelegram (slav ? master) statusord	Aktuell utfrekvens

Tabell 3.32 Processord (PCD)

### 3.8.8 FC-protokollexempel

#### 3.8.8.1 Skriva ett parametervärde

Ändra *parameter 4-14 Motorvarvtal, övre gräns [Hz]* till 100 Hz.

Skriv data till EEPROM.

PKE = E19E hex – Skriv enskilt nummer i *parameter 4-14 Motorvarvtal, övre gräns [Hz]*.

IND = 0000 hex

PWEHIGH = 0000 hex

PWELOW = 03E8 Hex – Datavärde 1 000 motsvarar 100 Hz, se *kapitel 3.8.7.12 Konvertering*.

Telegrammet ser ut så här:

E19E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

Bild 3.51 Skriv data till EEPROM

130BA092.10

### **OBS!**

*Parameter 4-14 Motorvarvtal, övre gräns [Hz]* är ett enda ord, och parameterkommandot för skrivning till EEPROM är E. Parameternummer 4–14 är 19E hexadecimalt.

Svaret från slaven till mastern blir:

119E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

Bild 3.52 Svar från slav

130BA093.10

#### 3.8.8.2 Läsa ett parametervärde

Läs värdet i *parameter 3-41 Ramp 1, uppramptid*.

PKE = 1155 hex – Läs parametervärdet i *parameter 3-41 Ramp 1, uppramptid*.

IND = 0000 hex

PWEHIGH = 0000 hex

PWELOW = 0000 hex

1155	H	0000	H	0000	H	0000	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

130BA094.10

Bild 3.53 Parametervärde

Om värdet i *parameter 3-41 Ramp 1, uppramptid* är 10 sekunder blir svaret från slaven till mastern

1155	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

130BA267.10

Bild 3.54 Svar från slav

3E8 hex motsvarar till 1000 decimalt. Konverteringsindex för *parameter 3-41 Ramp 1, uppramptid* är -2, dvs. 0,01. *parameter 3-41 Ramp 1, uppramptid* är av typen *Osignerad 32*.

### 3.8.9 Modbus RTU-protokoll

#### 3.8.9.1 Antaganden

Danfoss förutsätter att det installerade styrsystemet stöder gränssnitten i detta dokument, och att alla krav och begränsningar som anges för regulatorn och frekvensomformaren efterföljs nog.

Den inbyggda Modbus RTU (Remote Terminal Unit) är utformad för att kommunicera med alla regulatorer som stöder de gränssnitt som finns definierade i detta dokument. Läsaren förutsätts ha goda kunskaper om regulatorns möjligheter och begränsningar.

#### 3.8.9.2 Översikt över Modbus RTU

Modbus RTU-översikten beskriver, oberoende av fysisk nätverkskommunikationstyp, den process en regulator använder för att begära åtkomst till en annan enhet. Processen omfattar hur Modbus RTU reagerar på förfrågningar från en annan enhet, samt hur fel identifieras och rapporteras. Här definieras även ett gemensamt format för meddelandefältens layout och innehåll.

Vid kommunikation via ett Modbus RTU-nätverk gör protokollet följande:

- Bestämmer hur varje regulator får reda på sin adress.
- Känner igen ett meddelande som är adresserat till den.
- Avgör vilka åtgärder som ska vidtas.
- Utvinner alla data eller all annan information som finns i meddelandet.

Om ett svar krävs kommer regulatorn att utforma ett svarsmeddelande och skicka iväg det.

Regulatorer kommunicerar enligt en master/slav-princip där endast mastern kan initiera transaktioner (som kallas förfrågningar). Slavarna svarar genom att skicka efterfrågade data till mastern, eller genom att vidta den åtgärd som efterfrågades.

Mastern kan kommunicera med enskilda slavar, eller initiera ett broadcastmeddelande till samtliga slavar. Slavar returnerar ett svar på förfrågningar som är riktade till just dem. Inga svar skickas vid broadcastförfrågningar från mastern. Modbus RTU-protokollet anger formatet för masterns förfrågan genom att ge:

- Enhetens (eller broadcastens) adress.
- En funktionskod som definierar den begärda åtgärden.
- Data som ska skickas.
- Ett felkontrollfält.

Slavens svarsmeddelande utformas också enligt Modbus-protokollet. Det innehåller fält som bekräftar vidtagen åtgärd, eventuella data som ska returneras och ett felkontrollfält. Om det uppstår ett fel när meddelandet tas emot, eller om slaven inte kan utföra den efterfrågade åtgärden, kommer slaven att skapa ett felmeddelande och skicka detta som svar, eller också inträffa en timeout.

#### 3.8.9.3 Frekvensomformare med Modbus RTU

Frekvensomformaren kommunicerar i Modbus RTU-formatet via det inbyggda RS485-gränssnittet. Modbus RTU ger tillgång till funktionerna för styrord och bussreferens i frekvensomformaren.

Styrordet gör att Modbus-mastern kan styra flera viktiga funktioner i frekvensomformaren:

- Start
- Stoppa frekvensomformaren på flera sätt:
  - Utrullningsstopp
  - Snabbstopp
  - DC-bromsstopp
  - Normalt (ramp) stopp
- Återställning efter tripp på grund av fel
- Körning med varierande förinställda varvtal
- Körning bakåt
- Ändra aktiv meny
- Styra frekvensomformarens inbyggda relä

Bussreferensen används vanligen för varvtalsreglering. Det går även att nå parametrarna, läsa av deras värden och, där så är tillåtet, ange värden för dem. Detta erbjuder en mängd styrmöjligheter, inklusive att styra börvärdet för frekvensomformaren när dess interna PI-regulator används.

### 3.8.9.4 Nätverkskonfiguration

Du aktiverar Modbus RTU på frekvensomformaren genom att ange följande parametrar:

Parameter	Inställning
Parameter 8-30 Protokoll	Modbus RTU
Parameter 8-31 Adress	1-247
Parameter 8-32 Baudhastighet	2400-115200
Parameter 8-33 Paritet/stoppbitar	Jämn paritet, 1 stoppbit (standard)

Tabell 3.33 Modbus RTU-parametrar

### 3.8.10 Grundstruktur för Modbus RTU-meddelanden

#### 3.8.10.1 Frekvensomformare med Modbus RTU

Regulatorerna är konfigurerade för att kommunicera i Modbus-nätverket i RTU-läge, där varje byte i ett meddelande innehåller två 4-bitars hexadecimala tecken. Formatet för varje byte visas i *Tabell 3.34*.

Startbit	Databyte						Stopp/paritet	Stopp

Tabell 3.34 Format för varje byte

Kodningssystem	8-bitars binärt, hexadecimalt 0-9, A-F. Två hexadecimala tecken i varje 8-bitarsfält i meddelandet.
Bitar per byte	1 startbit. 8 databitar, där den minst signifikanta biten sänds först; 1 bit för jämn/udda paritet; ingen bit då paritet saknas. 1 stoppbit om paritet används; 2 bitar om paritet saknas.
Felkontrollfält	Cyklisk redundanskontroll (CRC).

#### 3.8.10.2 Meddelandestruktur för Modbus RTU

Den sändande enheten infogar ett Modbus RTU-meddelande i en mall med känd start- och slutpunkt. Detta gör att de mottagande enheterna kan börja där meddelandet startar, läsa adressdelen, avgöra vilken enhet som är mottagare (eller alla enheter om det är ett broadcastmeddelande) och avgöra när meddelandet är slut. Partiella meddelanden identifieras och fel anges som resultat. Tecknen som ska överföras måste anges i hexadecimalt format, 00 till FF, för varje fält. Frekvensomformaren övervakar hela tiden nätverksbussen, även under tysta intervall. När det första fältet (adressfältet) tas emot

avkodar alla frekvensomformare och enheter detta för att avgöra om de är mottagare. Modbus RTU-meddelanden som har adressaten angiven till noll är broadcastmeddelanden. Det går inte att besvara broadcastmeddelanden. En typisk meddelanderam visas i *Tabell 3.35*.

Start	Adress	Funktion	Data	CRC-kontroll	Slut
T1-T2-T3-T4	8 bitar	8 bitar	N x 8 bitar	16 bitar	T1-T2-T3-T4

Tabell 3.35 Typisk meddelandestruktur för Modbus RTU

#### 3.8.10.3 Start-/stoppfält

Meddelanden inleds med en tyst period på minst 3,5 teckenintervall. Den genomförs i form av ett multipelt teckenintervall vid vald nätverksbaudhastighet (visas som start T1-T2-T3-T4). Det första fältet som överförs är enhetsadressen. Efter det sist överförda tecknet följer en liknande period på minst 3,5 teckenintervall som indikerar meddelandets slut. Ett nytt meddelande kan börja efter denna period. Hela meddelandet måste sändas som en kontinuerlig ström. Om en tyst period på mer än 1,5 teckenintervall uppstår innan hela meddelandet slutförts kommer mottagande enhet att radera hela det ofullständiga meddelandet och förutsätta att nästa byte är adressfältet i ett nytt meddelande. Om ett nytt meddelande börjar innan 3,5 teckenintervall efter föregående meddelande, kommer mottagande enhet att identifiera det som en fortsättning av föregående meddelande. Detta ger upphov till en timeout (ingen reaktion från slaven) eftersom värdet i det sista CRC-fältet inte är giltigt för de kombinerade meddelandena.

#### 3.8.10.4 Adressfält

Adressfältet i en meddelandemall består av 8 bitar. Giltiga adresser till slavenheter finns inom intervallet 0–247 decimaler. De enskilda slavenheterna tilldelas adresser inom intervallet 1–247 (0 är reserverat för broadcastläget, som alla slavar känner igen). En master kommunicerar med en slav genom att ange slavens adress i meddelandets adressfält. När slaven skickar sitt svar placerar den sin egen adress i detta adressfält för att låta mastern veta vilken slav som svarar.

#### 3.8.10.5 Funktionsfält

Funktionsfältet i ett meddelande består av 8 bitar. Giltiga koder finns i intervallet 1–FF. Funktionsfält används för att skicka meddelanden mellan master och slav. När ett meddelande skickas från en master till en slavenhet är det funktionskodfältet som informerar slaven om vilken åtgärd som ska utföras. När slaven svarar mastern används funktionskodfältet för att ange endera ett normalt (felfritt) svar, eller för att informera om att någon typ av fel inträffade (ett så kallat undantagssvar). Vid ett normalt svar

ekar slaven helt enkelt den ursprungliga funktionskoden. Vid ett undantagsvar returnerar slaven en kod som motsvarar den ursprungliga funktionskoden med den mest signifikanta biten angiven till logisk 1. Dessutom lägger slaven in en unik kod i svarsmeddelandets datafält. Detta informerar mastern om vilken typ av fel som inträffade, eller orsaken till undantaget. Mer information finns i *kapitel 3.8.10.10 Funktionskoder som stöds av Modbus RTU* och *kapitel 3.8.10.11 Undantagskoder i Modbus*.

### 3.8.10.6 Datafält

Datafältet utgörs av uppsättningar av två hexadecimala tal, inom intervallet 00–FF hexadecimalt. Dessa består av ett RTU-tecken. Datafältet i meddelanden som skickas från en master till slavenheter innehåller ytterligare information som slaven måste utnyttja för att kunna vidta den åtgärd som funktionskoden definierar. Här kan ingå information som exempelvis spol- eller registeradresser, antalet punkter att hantera samt antalet faktiska databyte i fältet.

### 3.8.10.7 Fältet CRC-kontroll

Meddelanden innehåller ett fält för felkontroll som fungerar enligt CRC-principen (Cyclical Redundancy Check). CRC-fältet kontrollerar innehållet i hela meddelandet. Det tillämpas oberoende av eventuell paritetskontrollmetod som används för de enskilda tecknen i meddelandet. CRC-värdet beräknas av den sändande enheten, som lägger till CRC som det sista fältet i meddelandet. Den mottagande enheten räknar om ett CRC-värde vid mottagning av meddelandet, och jämför det beräknade värdet med det faktiska värde som mottogs i CRC-fältet. Om de två värdena inte är desamma uppstår en busstimeout. Felkontrollfältet innehåller ett 16-bitars binärt värde som uttrycks med två 8-bitars byte. När detta skett läggs lågbytedelen av fältet till först, och därefter högbytedelen. Högbytedelen med CRC är den sista byte som skickas i meddelandet.

### 3.8.10.8 Adressering av spolregister

I Modbus är alla data ordnade i spol- och inforegister. Spolar innehåller en enda bit, medan inforegister rymmer ett ord på 2 byte (16 bitar). Alla dataadresser i Modbus-meddelanden refereras till noll. Den första förekomsten av ett dataobjekt adresseras som objekt noll. Exempel: Spolen som kallas *spole 1* i en programmerbar regulator benämns som dataadressfältet i ett Modbus-meddelande. *Spole 127 decimalt* benämns *spole 007EHEX (126 decimalt)*. *Inforegister 40001* benämns *register 0000* i meddelandets dataadressfält. Fältet för funktionskoden anger redan en åtgärd av typen inforegister. Därför är referensen 4XXXX implicit. *Inforegister 40108* benämns *register 006BHEX (107 decimalt)*.

Spolnummer	Beskrivning	Signalriktning
1–16	Styrord för frekvensomformare.	Master till slav
17–32	Referensområdet för frekvensomformarens varvtal eller börvärde är 0 x 0–0 x FFFF (-200 % ... ~200 %)	Master till slav
33–48	Statusord för frekvensomformare (se <i>Tabell 3.38</i> )	Slav till master
49–64	Utan återkoppling: Frekvensomformarens utfrekvens. Med återkoppling: Frekvensomformarens återkopplingssignal.	Slav till master
65	Styrning av parameterskrivning (master till slav)	Master till slav
	0 = Parameterändringar skrivs till frekvensomformarens RAM-minne.	
	1 = Parameterändringar skrivs till frekvensomformarens RAM-minne och EEPROM.	
66–65536	Reserverat	

Tabell 3.36 Beskrivningar av spole

Spole	0	1
01	Förinställd referens, LSB	
02	Förinställd referens, MSB	
03	DC-broms	Ingen DC-broms
04	Utrullningsstopp	Inget utrullningsstopp
05	Snabbstopp	Inget snabbstopp
06	Frysfrekv.	Inte frysfrekv.
07	Rampstopp	Start
08	Ingen återställning	Återställning
09	Ingen jogg	Jogg
10	Ramp 1	Ramp 2
11	Ogiltiga data	Giltiga data
12	Relä 1 från	Relä 1 till
13	Relä 2 från	Relä 2 till
14	Ställ in LSB	
15	Ställ in MSB	
16	Ingen reversering	Reversering

Tabell 3.37 Styrord för frekvensomformare (FC-profil)

Spole	0	1
33	Styrning inte klar	Styrning klar
34	Frekvensomformaren är inte driftklar	Frekvensomformaren är driftklar
35	Utrullningsstopp	Säkerhet sluten
36	Inget larm	Larm
37	Används inte	Används inte
38	Används inte	Används inte
39	Används inte	Används inte
40	Ingen varning	Varning
41	Ej på referens	På referens
42	Hand-läge	Läget Auto
43	Utanför frekvensområdet	Inom frekvensområdet
44	Stoppad	Körs
45	Används inte	Används inte
46	Ingen spänningsvarning	Spänningsvarning
47	Ej på strömgräns	Strömgräns
48	Ingen termisk varning	Termisk varning

Tabell 3.38 Statusord för frekvensomformare (FC-profil)

Register-nummer	Beskrivning
00001-00006	Reserverat
00007	Senaste felkod från ett objektgränssnitt för FC-data
00008	Reserverat
00009	Parameterindex <sup>1)</sup>
00010-00990	000 parametergrupp (parametrarna 0-01 till 0-99)
01000-01990	100 parametergrupp (parametrarna 100 till 1-99)
02000-02990	200 parametergrupp (parametrarna 2-00 till 2-99)
03000-03990	300 parametergrupp (parametrarna 3-00 till 3-99)
04000-04990	400 parametergrupp (parametrarna 4-00 till 4-99)
...	...
49000-49990	4900 parametergrupp (parametrarna 49-00 till 49-99)
50000	Indata: Styrordsregister för frekvensomformare (CTW).
50010	Indata: Bussreferensregister (REF).
...	...
50200	Utdata: Statusordregister för frekvensomformare (STW).
50210	Utdata: Huvudregister över faktiska värden för frekvensomformare (MAV).

Tabell 3.39 Inforegister

1) Används för att ange det indexnummer som behövs för att få åtkomst till en indexerad parameter.

### 3.8.10.9 Styra frekvensomformaren

De koder som kan användas i funktions- och datafälten i ett Modbus RTU-meddelande anges i *kapitel 3.8.10.10 Funktionskoder som stöds av Modbus RTU* och *kapitel 3.8.10.11 Undantagskoder i Modbus*.

### 3.8.10.10 Funktionskoder som stöds av Modbus RTU

Modbus RTU stöder användningen av funktionskoder i ett meddelandes funktionsfält (se *Tabell 3.40*).

Funktion	Funktionskod (hex)
Läs spolar	1
Läs inforegister	3
Skriv enskild spole	5
Skriv enskilt register	6
Skriv flera spolar	F
Skriv flera register	10
Hämta händelseräknare för kommunikation	B
Rapportera slav-ID	11

Tabell 3.40 Funktionskoder

Funktion	Funktionskod	Delfunktionskod	Delfunktion
Diagnostik	8	1	Starta om kommunikation
		2	Returnera diagnostikregister
		10	Rensa räknare och diagnostiskt register
		11	Returnera antal bussmeddelanden
		12	Returnera antal fel vid busskommunikation
		13	Returnera antal slavfel
		14	Returnera antal slavmeddelanden

Tabell 3.41 Funktionskoder och delfunktionskoder

### 3.8.10.11 Undantagskoder i Modbus

En fullständig förklaring av strukturen i ett svar med undantagskoder finns i *kapitel 3.8.10.5 Funktionsfält*.

Kod	Namn	Betyder
1	Ogiltig funktion	Funktionskoden som mottogs i frågan är inte en tillåten åtgärd för servern (eller slaven). Detta kan ske på grund av att funktionskoden endast är tillämplig på nyare enheter och inte finns på den valda enheten. Det kan också indikera att servern (eller slaven) är i fel tillstånd för att bearbeta en förfrågan av denna typ. Till exempel så är den kanske inte konfigurerad och får en förfrågan om att returnera registervärden.
2	Ogiltig dataadress	Dataadressen som togs emot i frågan är inte en tillåten adress för servern (eller slaven). Kombination av referensnummer och överföringslängd är ogiltig. I en regulator med 100 register kan en förfrågan med offset 96 och längd 4 lyckas, men en med offset 96 och längd 5 returnerar undantag 02.
3	Ogiltigt datavärde	Ett värde som finns i frågedatafältet är inte ett tillåtet värde för servern (eller slaven). Detta indikerar ett fel i strukturen på den återstående delen av en komplex förfrågan, till exempel att den implicerade längden är inkorrekt. Den betyder INTE att ett dataobjekt som skickats för lagring i en post har ett värde utanför det som tillämpningen förväntar, eftersom Modbus-protokollet inte känner till det specifika värdets betydelse i en särskild post.
4	Fel på slavenhet	Ett oåterkalleligt fel inträffade när servern (eller slaven) försökte utföra den begärda åtgärden.

Tabell 3.42 Undantagskoder i Modbus

## 3.8.11 Åtkomst till parametrar

### 3.8.11.1 Parameterhantering

PNU (parameternumret) översätts från registeradressen i Modbus läs- eller skrivmeddelandet. Parameternumret översätts till Modbus som (10 x parameternumret) decimal. Exempel: Avläsning av *parameter 3-12 Öka/minska-värde* (16 bitar): Inforegister 3120 innehåller parametervärdet. Värdet 1352 (decimalt) innebär att parametern är inställd på 12,52 %

Avläsning av *parameter 3-14 Förinställd relativ referens* (32 bitar): Inforegister 3410 och 3411 innehåller parametervärdet. Värdet 11300 (decimalt) innebär att parametern är inställd på 1 113,00.

Information om parametrar, storlek och konverteringsindex finns i *Programmeringshandboken*.

### 3.8.11.2 Datalagring

Spole 65 decimalt avgör om data som skrivs till frekvensomformaren lagras i EEPROM och RAM-minne (spole 65 = 1) eller endast i RAM-minnet (spole 65 = 0).

### 3.8.11.3 IND (Index)

Vissa parametrar i frekvensomformaren är matrisparametrar, t.ex. *parameter 3-10 Förinställd referens*. Eftersom Modbus inte stöder matriser i inforegister har frekvensomformaren reserverat inforegister 9 som pekare till matrisen. Innan du avläser eller skriver en matrisparameter ska inforegister 9 anges. Om inforegistret anges till värdet 2 sker alla efterföljande läsningar/skrivningar till matrisparametrar till index 2.

### 3.8.11.4 Textblock

Parametrar lagrade som textsträngar nås på samma sätt som andra parametrar. Maximal textblockstorlek är 20 tecken. Om en läsbegäran för en parameter består av fler tecken än vad som finns i parametern avkortas svaret. Om läsbegäran för en parameter avser färre tecken än vad som finns i parametern utfylls svaret med blanksteg.

### 3.8.11.5 Konverteringsfaktor

Eftersom ett parametervärde endast kan överföras som heltal måste en konverteringsfaktor användas vid överföring av decimaltal.

### 3.8.11.6 Parametervärden

#### Standarddatatyper

Standarddatatyperna är int 16, int 32, uint 8, uint 16 och uint 32. De lagras som 4x register (40001–4FFFF). Parametrarna läses med hjälp av funktionen 03 hex *Läs inforegister*. Parametrarna skrivs med hjälp av funktionen 6 hex *Förinställt enskilt register* för ett register (16 bitar), och funktionen 10 hex *Flera förinställda register* för två register (32 bitar). Läsbara storlekar från ett register (16 bitar) upp till tio register (20 tecken).

#### Icke standarddatatyper

Icke standarddatatyper är textsträngar och lagras som 4x register (40001–4FFFF). Parametrarna läses med hjälp av funktionen 03 hex *Läs inforegister* och skrivs med hjälp av funktionen 10 hex *Förinställ flera register*. De läsbara storlekarna varierar från ett register (2 tecken) upp till tio register (20 tecken).



### 3.8.12 FC-frekvensomformarstyrprofil

#### 3.8.12.1 Styrord enligt FC-profil (parameter 8-10 Styrprofil = FC-profil)

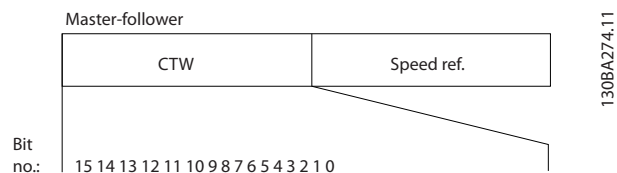


Bild 3.55 Styrord

Bit	Bitvärde = 0	Bitvärde = 1
00	Referensvärde	Externt val lsb
01	Referensvärde	Externt val msb
02	DC-broms	Ramp
03	Utrullning	Ingen utrullning
04	Snabbstopp	Ramp
05	Frys utfrekvens	Använd ramp
06	Rampstopp	Start
07	Ingen funktion	Återställning
08	Ingen funktion	Jogg
09	Ramp 1	Ramp 2
10	Ogiltiga data	Giltiga data
11	Ingen funktion	Relä 01 aktivt
12	Ingen funktion	Relä 02 aktivt
13	Parameterinställning	Val lsb
14	Parameterinställning	Val msb
15	Ingen funktion	Reversera

Tabell 3.43 Styrordsbitar

#### Förklaring av styrbitar

##### Bit 00/01

Bit 00 och 01 används för att välja mellan de fyra referensvärdena som finns förprogrammerade i parameter 3-10 Förinställd referens enligt Tabell 3.44.

Programmerat referensvärde	Parameter	Bit 01	Bit 00
1	Parameter 3-10 Förinställd referens [0]	0	0
2	Parameter 3-10 Förinställd referens [1]	0	1
3	Parameter 3-10 Förinställd referens [2]	1	0
4	Parameter 3-10 Förinställd referens [3]	1	1

Tabell 3.44 Referensvärden

#### **OBS!**

Gör ett val i parameter 8-56 Välj förinställd referens och ange hur bit 00/01 ska sammanföras med motsvarande funktion på de digitala ingångarna.

##### Bit 02, DC-broms

Bit 02 = 0 medför likströmsbroms och stopp. Bromsström och varaktighet ställs in i parameter 2-01 DC-bromsström och parameter 2-02 DC-bromstid.

Bit 02 = 1 ger ramp.

##### Bit 03, Utrullning

Bit 03 = 0: Frekvensomformaren släpper omedelbart motorn (utgångstransistorerna stängs av) så att den utrullar och stannar.

Bit 03 = 1: Frekvensomformaren startar motorn om övriga startvillkor är uppfyllda.

Gör ett val i parameter 8-50 Välj utrullning och ange hur bit 03 ska sammanföras med motsvarande funktion på en digital ingång.

##### Bit 04, Snabbstopp

Bit 04 = 0: Gör att motorvarvtalet rampar ned till stopp (angivet i parameter 3-81 Snabbstopp, ramptid).

##### Bit 05, Frys utgångsfrekvens

Bit 05 = 0: Fryser den aktuella utgångsfrekvensen (i Hz). Ändra den frysta utgångsfrekvensen enbart med hjälp av de digitala ingångarna (parameter 5-10 Plint 18, digital ingång till parameter 5-15 Plint 33, digital ingång) programmerade till Öka varvtal och Minska varvtal.

#### **OBS!**

Om Frys utfrekvens är aktivt kan frekvensomformaren bara stoppas på följande sätt:

- Bit 03, Utrullningsstopp
- Bit 02, Likströmsbroms
- Digital ingång parameter 5-10 Plint 18, digital ingång till parameter 5-15 Plint 33, digital ingångprogrammerad till Likströmsbroms, Utrullningsstopp eller Återställning och utrullningsstopp.

##### Bit 06, Rampstopp/start

Bit 06 = 0: Orsakar ett stopp och gör att motorvarvtalet rampas ned till stopp via den valda nedrampparametern. Bit 06 = 1: Gör att frekvensomformaren kan starta motorn om övriga startvillkor är uppfyllda.

Gör ett val i parameter 8-53 Välj start och ange hur bit 06 Rampstopp/start ska sammanföras med motsvarande funktion på en digital ingång.

##### Bit 07, Återställning

Bit 07 = 0: Ingen återställning.

Bit 07 = 1: Återställning efter tripp. Återställning aktiveras på signalens framflank, till exempel vid växling från logisk 0 till logisk 1.

**Bit 08, Jogg**

Bit 08 = 1: Utfrekvensen bestäms av parameter 3-19 Joggvarvtal [v/m].

**Bit 09, Val av ramp 1/2**

Bit 09 = 0: Ramp 1 är aktiv (parameter 3-41 Ramp 1, uppramptid till parameter 3-42 Ramp 1, nedramptid).  
 Bit 09 = 1: Ramp 2 (parameter 3-51 Ramp 2, uppramptid till parameter 3-52 Ramp 2, nedramptid) är aktiv.

**Bit 10, Ogiltiga data/Giltiga data**

Används för att bestämma om frekvensomformaren ska använda eller ignorera styrordet.

Bit 10 = 0: Styrordet ignoreras.

Bit 10 = 1: Styrordet används. Denna funktion är relevant eftersom telegrammet alltid innehåller styrordet oavsett vilken typ av telegram det är. Stäng av styrordet om du inte vill använda det vid uppdatering eller läsning av parametrar.

**Bit 11, relä 01**

Bit 11 = 0: Reläet är inte aktivt.

Bit 11 = 1: Relä 01 aktiveras, förutsatt att *Styrordsbit 11* har valts i parameter 5-40 Funktionsrelä.

**Bit 12, relä 04**

Bit 12 = 0: Relä 04 är inte aktivt.

Bit 12 = 1: Relä 04 aktiveras, förutsatt att *Styrordsbit 12* har valts i parameter 5-40 Funktionsrelä.

**Bit 13/14, Menyval**

Bit 13 och 14 används för att välja mellan de fyra menyvalen enligt Tabell 3.45.

Meny	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

Tabell 3.45 Specifikation av menyvalen

Funktionen är bara tillgänglig när alternativet [9] Ext menyval har valts i parameter 0-10 Aktiv meny.

Gör ett val i parameter 8-55 Menyval och ange hur bit 13/14 ska sammanföras med motsvarande funktion på de digitala ingångarna.

**Bit 15, Reversering**

Bit 15 = 0: Ingen reversering.

Bit 15 = 1: Reversering. I fabriksinställningen är reversering angett till digital i parameter 8-54 Välj reversering. Bit 15 medför reversering endast när Seriell kommunikation, Logiskt eller eller Logiskt och har valts.

### 3.8.12.2 Statusord enligt FC-profil (STW) (parameter 8-10 Styrprofil = FC-profil)

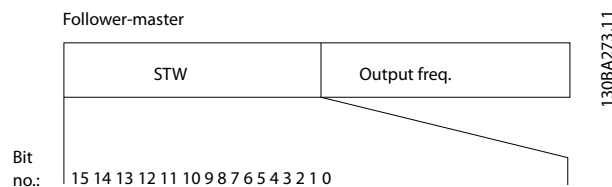


Bild 3.56 Statusord

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Styrning inte klar	Styrning klar
01	Frekvensomformare inte klar	Frekvensomformare klar
02	Utrullning	Aktivera
03	Inget fel	Tripp
04	Inget fel	Fel (ingen tripp)
05	Reserverat	-
06	Inget fel	Trippläsning
07	Ingen varning	Varning
08	Varvtal ? referens	Varvtal = referens
09	Lokal styrning	Busstyrning
10	Utanför frekvensgräns	Frekvensgräns OK
11	Ingen drift	I drift
12	Frekvensomformare OK	Stoppad, autostart
13	Spänning OK	För hög spänning
14	Moment OK	För högt moment
15	Timer OK	Timer överskriden

Tabell 3.46 Statusordbitar

**Förklaring till statusbitar**
**Bit 00, Styrning inte klar/klar**

Bit 00 = 0: Frekvensomformaren trippar.

Bit 00 = 1: Frekvensomformarens styrning är klar, men den nödvändiga strömförsörjningen till effektdelen saknas (vid extern 24 V-försörjning för styrning).

**Bit 01, Frekvensomformare klar**

Bit 01 = 1: Frekvensomformaren är driftklar, men kommandot utrullning är aktivt på de digitala ingångarna eller i den seriella kommunikationen.

**Bit 02, Utrullningsstopp**

Bit 02 = 0: Frekvensomformaren släpper motorn.

Bit 02 = 1: Frekvensomformaren startar motorn med ett startkommando.

**Bit 03, Inget fel/tripp**

Bit 03 = 0: Frekvensomformaren befinner sig inte i ett feltillstånd.

Bit 03 = 1: Frekvensomformaren trippar. Återuppta driften genom att använda [Reset].

**Bit 04, Inget fel/fel (ingen tripp)**

Bit 04 = 0: Frekvensomformaren befinner sig inte i ett feltillstånd.

Bit 04 = 1: Frekvensomformaren visar ett fel men trippar inte.

**Bit 05, Används inte**

Bit 05 används inte i statusordet.

**Bit 06, Inget fel/tripplåsning**

Bit 06 = 0: Frekvensomformaren befinner sig inte i ett feltillstånd.

Bit 06 = 1: Frekvensomformaren har trippat och är låst.

**Bit 07, Ingen varning/varning**

Bit 07 = 0: Det finns inga varningar.

Bit 07 = 1: En varning inträffade.

**Bit 08, Varvtal ? referens/varvtal = referens**

Bit 08 = 0: Motorn körs, men det aktuella varvtalet avviker från den förinställda varvtalsreferensen. Detta kan till exempel vara fallet då varvtalet rampas upp/ned vid start/stopp.

Bit 08 = 1: Motorvarvtalet matchar den förinställda varvtalsreferensen.

**Bit 09, Lokal styrning/busstyrning**

Bit 09 = 0: [Stopp/återställning] är aktiverat på styrenheten, eller också är alternativet *Lokal styrning* valt i *parameter 3-13 Referensplats*. Styrning via seriell kommunikation är inte möjlig.

Bit 09 = 1 Det är möjligt att styra frekvensomformaren via fältbussen/den seriella kommunikationen.

**Bit 10, Utanför frekvensgränsen**

Bit 10 = 0: Utfrekvensen har nått det värde som ställts in i *parameter 4-11 Motorvarvtal, nedre gräns [rpm]* eller *parameter 4-13 Motorvarvtal, övre gräns [rpm]*.

Bit 10 = 1: Utfrekvensen ligger inom de angivna gränserna.

**Bit 11, Ej i drift/i drift**

Bit 11 = 0: Motorn kör inte.

Bit 11 = 1: Frekvensomformaren har en startsignal eller så är utfrekvensen större än 0 Hz.

**Bit 12, Frekvensomformare OK/stoppad, autostart**

Bit 12 = 0: Det föreligger ingen tillfällig överhettning på växelriktaren.

Bit 12 = 1: Växelriktaren har stoppats p.g.a. överhettning, men enheten trippar inte och kommer att återuppta driften så snart överhettningen upphör.

**Bit 13, Spänning OK/gränsen överskriden**

Bit 13 = 0: Det finns inga spänningsvarningar.

Bit 13 = 1: Likspänningen i frekvensomformarens mellankrets är för låg eller för hög.

**Bit 14, Moment OK/gränsen överskriden**

Bit 14 = 0: Motorströmmen är lägre än den momentgräns som ställts in i *parameter 4-18 Strömbegränsning*.

Bit 14 = 1: Momentgränsen i *parameter 4-18 Strömbegränsning* har överskridits.

**Bit 15, Timer OK/gränsen överskriden**

Bit 15 = 0: Varken timern för termiskt motorskydd eller för termiskt skydd har överskridit 100 %.

Bit 15 = 1: En timer har överskridit 100 %.

Alla bitar i STW anges till 0 om anslutningen mellan InterBus-tillvalet och frekvensomformaren bryts eller om ett internt kommunikationsproblem har uppstått.

### 3.8.12.3 Varvtalsreferens för buss

Hastighetsreferensvärdet överförs till frekvensomformaren som ett relativt procentvärde. Värdet överförs i form av ett 16-bitarsord; i heltal (0–32767) motsvarar värdet 16384 (4 000 hex) 100 %. Negativa tal bildas genom 2-komplement. Den aktuella utfrekvensen (MAV) skalas på samma sätt som bussreferensen.

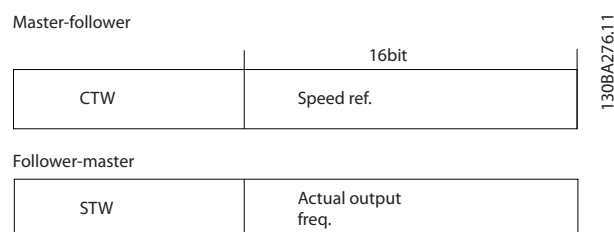


Bild 3.57 Aktuell utfrekvens (MAV)

Referensen och MAV skalas på följande sätt:

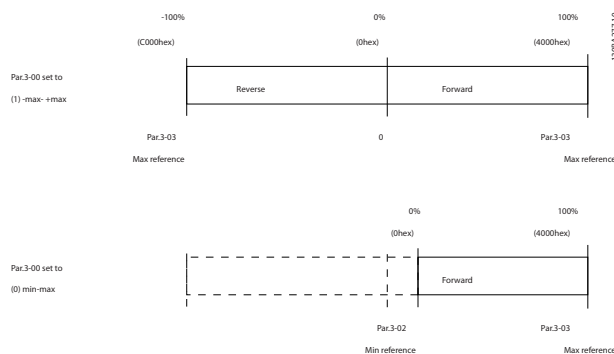


Bild 3.58 Referens och MAV

### 3.8.12.4 Styrord enligt PROFIdrive-profilen (CTW)

Styrordet används för att sända kommandon från en master (t.ex. en dator) till en slav.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Av 1	På 1
01	Av 2	På 2
02	Av 3	På 3
03	Utrullning	Ingen utrullning
04	Snabbstopp	Ramp
05	Frys utfrekvens	Använd ramp
06	Rampstopp	Start
07	Ingen funktion	Återställning
08	Jogg 1 Av	Jogg 1 På
09	Jogg 2 Av	Jogg 2 På
10	Ogiltiga data	Giltiga data
11	Ingen funktion	Minska
12	Ingen funktion	Öka
13	Parameterinställning	Val lsb
14	Parameterinställning	Val msb
15	Ingen funktion	Reversera

Tabell 3.47 Styrordsbitar

#### Förklaring av styrbitar

##### Bit 00, AV 1/PÅ 1

Normala rampstopp där ramptiderna för den valda rampen används.

Bit 00 = 0 leder till stopp och aktivering av reläutgång 1 eller 2 om utfrekvensen är 0 Hz och om [Relä 123] har valts i *parameter 5-40 Funktionsrelä*.

När bit 0 = 1 är frekvensomformaren i Tillstånd 1: *Koppling på ej möjlig*.

##### Bit 01, Av 2/På 2

Utrullningsstopp

När bit 01 = 0 inträffar utrullningsstopp och aktivering av utgångsrelä 1 eller 2 om utfrekvensen är 0 Hz och om [Relä 123] har valts i *parameter 5-40 Funktionsrelä*.

##### Bit 02, Av 3/På 3

Snabbstopp där ramptiden i *parameter 3-81 Snabbstopp, ramptid* används. När bit 02 = 0 inträffar snabbstopp och aktivering av utgångsrelä 1 eller 2 om utfrekvensen är 0 Hz och om [Relä 123] har valts i *parameter 5-40 Funktionsrelä*. När bit 02 = 1 är frekvensomformaren i Tillstånd 1: *Koppling på ej möjlig*.

##### Bit 03, Utrullning/ingen utrullning

Utrullningsstopp, bit 03 = 0 leder till stopp.

När bit 03 = 1 kan frekvensomformaren startas om övriga startvillkor är uppfyllda.

#### **OBS!**

Valet i *parameter 8-50 Välj utrullning* bestämmer hur bit 03 länkas till motsvarande funktion för digitala ingångar.

##### Bit 04, Snabbstopp/ramp

Snabbstopp där ramptiden i *parameter 3-81 Snabbstopp, ramptid* används.

När bit 04 = 0 utförs ett snabbstopp.

När bit 04 = 1 kan frekvensomformaren startas om övriga startvillkor är uppfyllda.

#### **OBS!**

Valet i *parameter 8-51 Välj snabbstopp* bestämmer hur bit 04 länkas till motsvarande funktion för de digitala ingångarna.

##### Bit 05, Frys utfrekvens/använd ramp

När bit 05 = 0 upprätthålls den aktuella utfrekvensen oavsett om referensvärdet ändras.

När bit 05 = 1 kan frekvensomformaren utföra regleringsfunktionen igen; styrningen sker enligt respektive referensvärden.

##### Bit 06, Rampstopp/start

Normalt rampstopp där de valda ramptiderna för den aktuella rampen används. Dessutom aktiveras utgångsrelä 01 eller 04 om utfrekvensen är 0 Hz och relä 123 har valts i *parameter 5-40 Funktionsrelä*.

Bit 06 = 0 leder till stopp.

När bit 06 = 1 kan frekvensomformaren startas om övriga startvillkor är uppfyllda.

#### **OBS!**

Valet i *parameter 8-53 Välj start* bestämmer hur bit 06 länkas till motsvarande funktion för de digitala ingångarna.

##### Bit 07, Ingen funktion/återställning

Återställ efter avstängning.

Bekräfta händelsen i felbufferten.

När bit 07 = 0 utförs ingen återställning.

Om det inträffar en lutningsändring i bit 07 till 1 inträffar en återställning efter avstängning.

##### Bit 08, Jogg 1 av/på

Aktivering av det förprogrammerade varvtalet i *parameter 8-90 Bussjogg 1, varvtal*. JOGG 1 är endast möjlig om bit 04 = 0 och bit 00–03 = 1.

##### Bit 09, Jogg 2 av/på

Aktivering av det förprogrammerade varvtalet i *parameter 8-91 Bussjogg 2, varvtal*. Jogg 2 kan bara användas när bit 04 = 0 och bit 00–03 = 1.

##### Bit 10, Data ogiltiga/giltiga

Används för att bestämma om frekvensomformaren ska använda eller ignorera styrordet.

Bit 10 = 0 innebär att styrordet ignoreras,

Bit 10 = 1 innebär att styrordet används. Den här funktionen behövs eftersom styrordet alltid ingår i telegrammet, oavsett vilken telegramtyp som används. Det går att stänga av styrordet om det inte ska användas vid uppdatering eller läsning av parametrar.

**Bit 11, Ingen funktion/minska**

Används för att minska varvtalsreferensvärdet enligt vad som angetts i *parameter 3-12 Öka/minska-värde*.

När bit 11 = 0 ändras inte referensvärdet.

När bit 11 = 1 minskas referensvärdet.

**Bit 12, Ingen funktion/öka**

Används för att öka varvtalsreferensvärdet enligt värdet som angetts i *parameter 3-12 Öka/minska-värde*.

När bit 12 = 0 ändras inte referensvärdet.

När bit 12 = 1 ökas referensvärdet.

Om både minskning och acceleration är aktiverade (bit 11 och 12 = 1), har minskning högsta prioritet, dvs. varvtalets referensvärde minskas.

**Bits 13/14, Menyval**

Bit 13 och 14 används för att välja mellan de fyra parameterinställningarna, enligt *Tabell 3.48*.

Funktionen är bara tillgänglig när [9] Ext. menyval har valts i *parameter 0-10 Aktiv meny*. Valet i *parameter 8-55 Menyval* bestämmer hur bit 13 och 14 länkas till motsvarande funktion för digitala ingångar. Det går endast att växla meny under körning om menyerna har länkats i *parameter 0-12 Meny är länkad till*.

Meny	Bit 13	Bit 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

Tabell 3.48 Menyval

**Bit 15, Ingen funktion/reversering**

Bit 15 = 0 medför att ingen reversering sker.

Bit 15 = 1 medför reversering.

**OBS!**

I fabriksinställningen är reversering angett till *digital* i *parameter 8-54 Välj reversering*.

**OBS!**

Bit 15 medför reversering endast när *Seriell kommunikation, Logiskt eller eller Logiskt och* har valts.

**3.8.12.5 Statusord enligt PROFIdrive-profil (STW)**

Statusordet används för att informera en master (t.ex. en dator) om en slavs status.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Styrning inte klar	Styrning klar
01	Frekvensomformare inte klar	Frekvensomformare klar
02	Utrullning	Aktivera
03	Inget fel	Tripp
04	Av 2	På 2
05	Av 3	På 3
06	Start möjlig	Start ej möjlig
07	Ingen varning	Varning
08	Varvtals?referens	Varvtal = referens
09	Lokal styrning	Busstyrning
10	Utanför frekvensgräns	Frekvensgräns OK
11	Ingen drift	I drift
12	Frekvensomformare OK	Stoppad, autostart
13	Spänning OK	För hög spänning
14	Moment OK	För högt moment
15	Timer OK	Timer överskriden

Tabell 3.49 Statusordbitar

**Förklaring till statusbitar****Bit 00, Styrning inte klar/klar**

När bit 00 = 0 ska bit 00, 01 eller 02 i styrordet vara 0 (AV 1, AV 2 eller AV 3), annars stängs frekvensomformaren av (tripp).

När bit 00 = 1 är styrningen av frekvensomformaren klar, men det är inte säkert att det finns någon strömförsörjning till den aktuella enheten (om styrsystemet har extern 24 V-matning).

**Bit 01, Frekvensomformare inte klar/klar**

Samma betydelse som bit 00, men med matning från effektenheten. Frekvensomformaren är klar när de nödvändiga startsignalerna tas emot.

**Bit 02, Utrullning/aktivera**

När bit 02 = 0 ska bit 00, 01 eller 02 i styrordet vara 0 (AV 1, Av 2, Av 3 eller utrullning), annars stängs frekvensomformaren av (tripp).

När bit 02 = 1 ska bit 00, 01 eller 02 i styrordet vara 1; frekvensomformaren har inte trippat.

**Bit 03, Inget fel/tripp**

När bit 03 = 0 föreligger inget feltillstånd i frekvensomformaren.

När bit 03 = 1 har frekvensomformaren trippat och kräver en återställningssignal för att kunna startas.

**Bit 04, På 2/Av 2**

När bit 01 i styrordet är 0 är bit 04 = 0.

När bit 01 i styrordet är 1 är bit 04 = 1.

**Bit 05, På 3/Av 3**

När bit 02 i styrordet är 0 är bit 05 = 0.

När bit 02 i styrordet är 1 är bit 05 = 1.

**Bit 06, Start möjlig/start ej möjlig**

Om [1] PROFIdrive har valts i *parameter 8-10 Profil för styrord* så är bit 06 1 efter en bekräftelse av en avstängning, efter aktivering av Av2 eller Av3, och efter anslutning av nätspänningen, *Start ej möjlig* återställs, med bit 00 i styrordet angett till 0 och bit 01, 02 och 10 har angetts till 1.

**Bit 07, Ingen varning/varning**

Bit 07 = 0 betyder att inga varningar föreligger.

Bit 07 = 1 betyder att en varning har utlösts.

**Bit 08, Varvtal ? referens/varvtal = referens**

När bit 08 = 0 avviker motorns aktuella varvtal från det inställda varvtalets referensvärde. Detta kan t.ex. inträffa när varvtalet ändras under start/stopp genom upp-/nedrampning.

När bit 08 = 1 avviker motorns aktuella varvtal från det inställda varvtalets referensvärde.

**Bit 09, Lokal styrning/busstyrning**

Bit 09 = 0 anger att frekvensomformaren har stoppats med [Stopp] på LCP:n eller att [Länkat till hand] eller [Lokal] har valts i *parameter 3-13 Referensplats*.

När bit 09 = 1 kan frekvensomformaren styras via det seriella gränssnittet.

**Bit 10, Utanför frekvensgräns/frekvensgräns OK**

När bit 10 = 0 ligger utfrekvensen utanför de gränser som angetts i *parameter 4-52 Varning, lågt varvtal* och *parameter 4-53 Varning, högt varvtal*.

När bit 10 = 1 ligger utfrekvensen inom de angivna gränserna.

**Bit 11, Ej i drift/i drift**

När bit 11 = 0 roterar inte motorn.

När bit 11 = 1 har frekvensomformaren en startsignal eller så är utfrekvensen är större än 0 Hz.

**Bit 12, Frekvensomformare OK/stoppad, autostart**

När bit 12 = 0 föreligger ingen tillfällig överbelastning av växelriktaren.

När bit 12 = 1 har växelriktaren stoppats p.g.a. överbelastning. Frekvensomformaren har emellertid inte stängts av (tripp), utan kommer att starta om när överbelastningen har upphört.

**Bit 13, Spänning OK/för hög spänning**

När bit 13 = 0 har frekvensomformarens spänningsgränser inte överskridits.

När bit 13 = 1 är likspänningen i frekvensomformarens mellankrets för låg eller för hög.

**Bit 14, Moment OK/för stort moment**

När bit 14 = 0 ligger motormomentet under den gräns som har valts i *parameter 4-16 Momentgräns, motordrift* och *parameter 4-17 Momentgräns, generatordrift*.

När bit 14 = 1 är den gräns som valts i

*parameter 4-16 Momentgräns, motordrift* eller

*parameter 4-17 Momentgräns, generatordrift* överskriden.

**Bit 15, Timer OK/timer överskriden**

När bit 15 = 0 har timern för termiskt motorskydd och timern för termiskt skydd av frekvensomformaren inte överstigit 100 %.

När bit 15 = 1 har någon av dem överstigit 100 %.

### 3.9 Checklista för systemkonstruktion

I *Tabell 3.50* finns en checklista för integrering en frekvensomformare till ett motorstyrssystem. Listan är tänkt som en påminnelse om de allmänna kategorierna och tillvalen som krävs för att specificera systemkraven.

Kategori	Information	Anmärkningar	?
<b>FC-modell</b>			
<b>Effekt</b>			
	Volt		
	Ström		
<b>Fysiska</b>			
	Mått		
	Vikt		
<b>Omgivande miljöförhållanden</b>			
	Temperatur		
	Höjd		
	Fukt		
	Luftkvalitet/damm		
	Nedstämplingskrav		
<b>Kapslingsstorlek</b>			
<b>Ingång</b>			
<b>Kablar</b>			
	Typ		
	Längd		
<b>Säkringar</b>			
	Typ		
	Storlek		
	Klassificering		
<b>Tillval</b>			
	Anslutningar		
	Kontakter		
	Filter		
<b>Utgång</b>			
<b>Kablar</b>			
	Typ		
	Längd		
<b>Säkringar</b>			
	Typ		
	Storlek		
	Klassificering		
<b>Tillval</b>			
	Filter		
<b>Styrning</b>			
<b>Kabeldragning</b>			
	Typ		
	Längd		
	Plintanslutningar		
<b>Kommunikation</b>			
	Protokoll		
	Anslutning		
	Kabeldragning		
<b>Tillval</b>			
	Anslutningar		

Kategori	Information	Anmärkingar	?
	Kontakter		
	Filter		
<b>Motor</b>			
	Typ		
	Klassificering		
	Spänning		
	Tillval		
<b>Specialverktyg och utrustning</b>			
	Flyttning och lagring		
	Montering		
	Elektrisk anslutning		

Tabell 3.50 Checklista för systemkonstruktion



## 4 Tillämpningsexempel

### 4.1 Översikt över tillämpningsfunktioner

VLT® AQUA Drive FC 202 är avsedd för vatten- och avloppstillämpningar. De olika standard- och tillvalsfunktioner som finns omfattar optimerad SmartStart och snabbmeny med fokus på vatten- och avloppstillämpningar:

- **Kaskadreglering**  
Grundläggande kaskadreglering är inbyggd som standard med en kapacitet på upp till 3 pumpar. Kaskadreglering ger varvtalsreglering av en enskild pump i ett system med flera pumpar. Detta är en attraktiv lösning för att sänka kostnaderna, till exempel för tryckstegringsanläggningar. System som har flera pumpar med variabelt varvtal kräver den utökade kaskadregulatorn (MCO 101) eller den avancerad kaskadregulatorn (MCO 102).
- **Motorväxling**  
Motorväxlingsfunktionen är lämplig för tillämpningar med två motorer eller pumpar som delar på en frekvensomformare.
- **Flödeskompensation**  
Flödeskompensation anpassar börvärdet efter flödet och gör det möjligt att montera en trycksensor nära pumpen.
- **Torrkörningsdetektering**  
Funktionen förhindrar skador på pumpen genom att undvika torrkörning och pumpöverhettning.
- **Detektering av kurvslut**  
Funktionen upptäcker när pumpen körs vid maximalt varvtal och börvärdet inte uppnås under en användardefinierad tidsperiod.
- **Rensning**  
Denna förebyggande eller reaktiva rengöringsfunktion är avsedd för pumpar i avloppstillämpningar. Mer information finns i *kapitel 4.2.3 29-1\* Rensningsfunktion*.
- **Inledande/avslutande ramper**  
Programmering av korta ramptider till/från minimihastighet skyddar lager, och säkerställer tillräcklig kylning i tillämpningar med dränkbara pumpar.
- **Backventilsskydd**  
En långsam nedrampningshastighet skyddar backventilerna och förhindrar vattenslag.
- **STO**  
STO aktiverar säkerhetsstoppet (utrullning) när en kritisk situation uppstår.
- **Lågflödesdetektering**  
Funktionen upptäcker tillstånd utan flöde eller med lågt flöde i systemet.
- **Energisparläge**  
Energisparlägesfunktion sparar energi genom att stoppa pumpen om den inte behövs.
- **Rörfyllningsläge**  
Rörfyllningsläget omfattar funktioner för jämn påfyllning av rör och för att undvika vattenslag. Den här funktionen ger olika lägen för horisontella och vertikala rör.
- **Realtidsklocka**
- **Smart Logic Control (SLC)**  
SLC omfattar programmering av en sekvens som består av händelser och åtgärder. SLC erbjuder en rad olika PLC-funktioner med komparatorer, logiska regler och timer.
- **Före/efter smörjning**  
Mer information finns i *kapitel 4.2.4 Före/efter smörjning*.
- **Flödesbekräftelse**  
Mer information finns i *kapitel 4.2.5 29-5\* Flödesbekräftelse*.
- **Avancerad övervakning av minimivarvtal för dränkbara pumpar**  
Mer information finns i *kapitel 4.2.6 Avancerad övervakning av minimivarvtal för dränkbara pumpar*.
- **Förebyggande underhåll**  
Funktionen för förebyggande underhåll gör det möjligt att programmera in schemalagda serviceintervall i frekvensomformaren.

### 4.2 Valda tillämpningsfunktioner

#### 4.2.1 SmartStart

Med SmartStart-guiden är idrifttagning av frekvensomformaren nu både enklare och mer kostnadseffektiv. SmartStart aktiveras vid den första starten eller efter en fabriksåterställning och ledsagar användaren genom ett antal enkla steg för att säkerställa en motorstyrning som är korrekt och så effektiv som möjligt. SmartStart kan även startas direkt via snabbmenyn. Välj inställningar på den grafiska manöverpanelen med 28 tillgängliga språk.

- En pump/motor utan eller med återkoppling
- Motorväxling: När två motorer delar på en frekvensomformare.

- Grundläggande kaskadreglering: Varvtalsreglering av en enskild pump i ett system med flera pumpar. Detta är en attraktiv lösning för att sänka kostnaderna, till exempel för tryckstegringsanläggningar.
- Master-slav: Styr upp till 8 frekvensomformare och pumpar, och säkerställ jämn drift på de övergripande pumphuset.

#### 4.2.2 Snabbmeny för vatten och pumpar

Snabbmenyns post för vatten och pumpar ger snabb åtkomst till de vanligaste vatten- och pumpfunktioner för VLT® AQUA Drive:

- Speciella ramper (inledande/avslutande ramp, backventilsramp)
- Energisparläge
- Rensning
- Torrkörningsdetektering
- Kurvslutsdetektering
- Flödeskompensation
- Rörfyllningsläge för horisontella, vertikala och blandade rörsystem
- Regulatorprestanda
- Övervakning av lägsta varvtal

#### 4.2.3 29-1\* Rensningsfunktion

Meningen med rensningsfunktionen är att rensa pumpbladen från smuts vid avloppsvattentillämpningar så att pumpen fungerar normalt.

En rensningshändelse definieras som den tid då frekvensomformaren startar rensningen fram till att den avslutas. När en rensning startas ramper frekvensomformaren först för att stanna och sedan löper en fränkopplingsfördröjning ut innan den första cykeln startar.

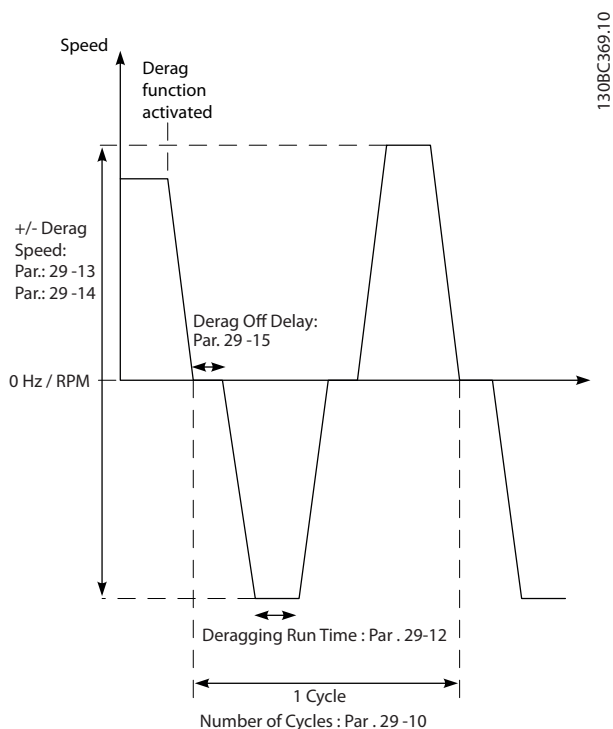


Bild 4.1 Rensningsfunktion

Om en rensning startas från en frekvensomformares stoppläge, hoppas den första fränkopplingsfördröjningen över. Rensningshändelsen kan bestå av flera cykler. En cykel består av en puls i reverserad riktning som följs av en puls i framåtriktning. Rensningen är klar när det specificerade antalet cykler har slutförts. På den sista pulsen (som alltid är framåt) för den sista cykeln är rensningen slutförd när rensningstiden löper ut (frekvensomformaren går på rensningshastighet). Mellan pulserna ger frekvensomformaren utrullningar för en given fränkopplingsfördröjningstid så att smutsen i pumpen kan sjunka.

#### **OBS!**

**Aktivera inte rensningen om pumpen inte kan köras i reverserad riktning.**

Det finns tre olika meddelanden för en pågående rensningshändelse:

- Status på LCP: *Autofjärrensning*.
- En bit i det utökade statusordet (Bit 23, 80 0000 hex).
- En digital utgång kan konfigureras för att återge den aktiva rensningsstatusen.

Beroende på tillämpningen och på vilket sätt den ska användas kan den här funktionen användas som en förebyggande eller reaktiv åtgärd, och kan startas på följande sätt:

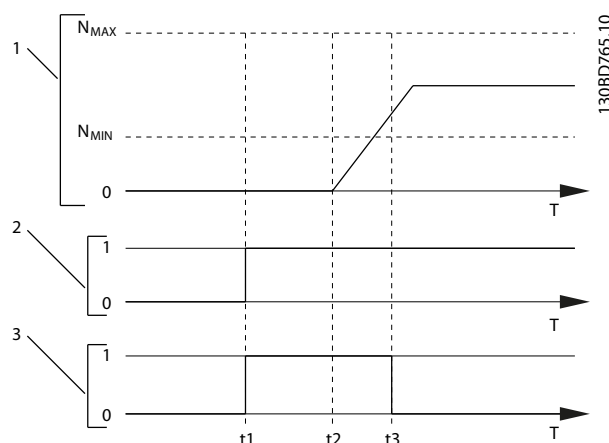
- Vid varje startkommando (*parameter 29-11 Derag at Start/Stop*)
- Vid varje stoppkommando (*parameter 29-11 Derag at Start/Stop*)
- Vid varje start-/stoppkommando (*parameter 29-11 Derag at Start/Stop*)
- På digital ingång (*parametergrupp 5-1\* Digitala ingångar*)
- Vid frekvensomformaråtgärd med Smart Logic Controller (*parameter 13-52 SL Controller-funktioner*)
- Som tidsstyrd åtgärd (*parametergrupp 23-\*\* Tidsbaserade funktioner*)
- På hög effekt (*parametergrupp 29-2\* Rensningseffektjustering*)

#### 4.2.4 Före/efter smörjning

Vissa motorer kräver att deras mekaniska delar smörjs innan och under drift för att förhindra skador/slitage. Detta gäller särskilt när motorn inte har körts på en lång tid. Försmörjning stöder även tillämpningar som kan kräva att vissa frånluftsfläktar körs. Försmörjningsfunktionen signalerar till en extern enhet att den ska påbörja en specifik åtgärd under en av användaren angiven tidsperiod och att den ska börja på framflanken av ett körkommando (till exempel en startbegäran). Dessutom kan en startfördröjning (*parameter 1-71 Startfördr.*) anges så att försmörjningen endast inträffar när frekvensomformaren är stoppad och att den slutförs precis innan frekvensomformaren börjar att rampa upp. Försmörjning kan också konfigureras så att den externa enheten alltid får signaler då frekvensomformaren är i körstatus, eller så att signalen stannar kvar efter det att motorn har stoppats (*parameter 29-42 Post Lube Time*). Tillämpningsexempel innehåller en enhet som smörjer de mekaniska delarna av en motor/pump eller en viss typ av frånluftsfläkt.

Ett exemplariskt fall vore att smörjenheten påbörjar smörjningen vid framflanken av en startbegäran. Fördröj starten under en viss tidsperiod och avsluta smörjningen då fördröjningen löper ut och frekvensomformaren startar.

I *Bild 4.2* visas en annan typ av funktion. I det här fallet löper fördröjningen medan frekvensomformaren redan börjat rampa upp. Mer information om relaterade parametrar finns i *Tabell 4.1*.



1	Varvtalskurva
2	Startkommando (till exempel plint 18)
3	Försmörjningens utsignal
t <sub>1</sub>	Startkommando utfärdat (till exempel plint 18 anges som aktiv). Startfördröjningstiden ( <i>parameter 1-71 Startfördr.</i> ) och försmörjningstiden ( <i>parameter 29-41 Pre Lube Time</i> ).
t <sub>2</sub>	Startfördröjningstiden löper ut. Frekvensomformaren börjar rampa upp.
t <sub>3</sub>	Försmörjningstiden ( <i>parameter 29-41 Pre Lube Time</i> ) löper ut.

Bild 4.2 För-/eftersmörjning, funktionsexempel

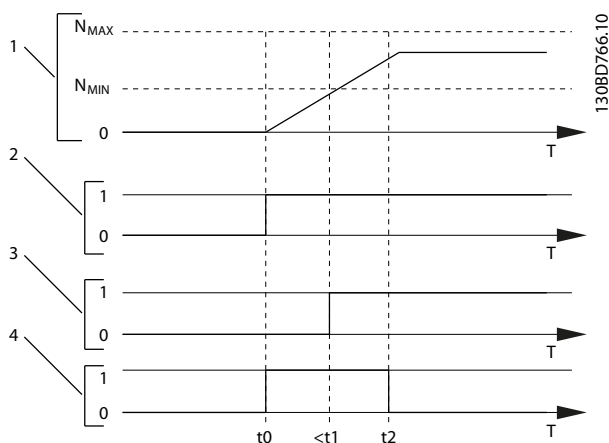
Parameter och namn	Beskrivning	Inställningar	Enhet
<i>Parameter 29-40 Pre/Post Lube Function</i>	Välj för-/eftersmörjningsfunktion. Ange fördröjningen innan motorn rampar upp genom att använda <i>parameter 1-71 Startfördr.</i>	[0]*Inaktiverad [1] Endast försmörjning [2] Före och under körning [3] Före, under körning och efter	-
<i>Parameter 29-41 Pre Lube Time</i>	Ange varaktigheten för signalen efter startsignalen. Används endast när [1] Endast försmörjning väljs i <i>parameter 29-40 Pre/Post Lube Function</i> .	0-600 (*10)	s
<i>Parameter 29-42 Post Lube Time</i>	Välj varaktighet för signalen efter det att motorn stoppats. Används endast när [3] Före, under körning och efter väljs i <i>parameter 29-40 Pre/Post Lube Function</i> .	0-600 (*10)	s

Tabell 4.1 För-/eftersmörjningsparametrar

### 4.2.5 29-5\* Flödesbekräftelse

Funktionen för flödesbekräftelse är avsedd för tillämpningar där du vill att motorn/pumpen ska köra medan den väntar på en extern händelse. Övervakningen av flödesbekräftelsen förväntar sig att få en digital ingångssignal från en givare på en slussventil, flödesbrytare eller liknande extern enhet som indikerar att enheten är i öppet läge och att flöde är möjligt. I *parameter 29-50 Validation Time* definierar en användare hur länge VLT® AQUA DriveFC 202 ska vänta på den digitala ingångssignalen från den externa enheten som bekräftar flödet. Efter att flödet har bekräftats kontrollerar frekvensomformaren signalen igen efter att flödesverifieringstiden och körs sedan normalt. LCP-statusen lyder "Verifierar flöde" medan flödesövervakningen är aktiv.

Frekvensomformaren trippar med larmet *Flöde ej bekräftat* om den förväntade digitala ingångssignal blir inaktiv innan flödets validerings- eller verifieringstid löper ut.



1	Varvtalskurva
2	Startkommando (till exempel plint 18)
3	Digital signal från en extern enhet som bekräftar att flödet är möjligt.
4	Flödesverifiering
$t_0$	Startkommando utfärdat (till exempel plint 18 anges som aktiv).
$t_1$	Digital signal från en extern enhet blir aktiv innan <i>parameter 29-50 Validation Time</i> löper ut.
$t_2$	När <i>parameter 29-51 Verification Time</i> passerar kontrollerar frekvensomformaren signalen från den externa enheten igen och körs sedan normalt.

Bild 4.3 Flödesbekräftelse

Parameter och namn	Beskrivning	Inställningar	Enhet
<i>Parameter 29-50 Validation Time</i>	Den digitala ingångssignalen måste vara aktiv under valideringstiden.	0,1–999,0 (*beroende på storlek)	s
<i>Parameter 29-51 Verification Time</i>	Flödet bekräftas om den digitala ingångssignalen fortfarande är aktiv när valideringstiden är slut.	0,1–255,0 (*15)	s

Tabell 4.2 Parametrar för flödesbekräftelse

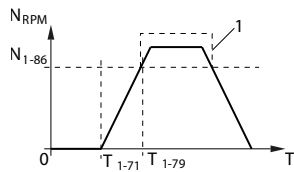
### **OBS!**

Parametrarna syns endast på LCP:n när en digital ingång är konfigurerad som flödesbekräftelse.

### 4.2.6 Avancerad övervakning av minimivarvtal för dränkbara pumpar

Vissa pumpar är mycket känsliga för drift vid lågt varvtal. Vanliga skäl för detta är otillräcklig kylning eller smörjning vid låga varvtal.

Vid överbelastning skyddar frekvensomformaren sig själv med dess inbyggda skyddsfunktioner, som t.ex. innefattar att sänka varvtalet. Till exempel kan strömbegränsningsregulatorn sänka varvtalet. Detta innebär att varvtalet i vissa fall kan sänkas under det varvtal som anges i *parameter 4-11 Motorvarvtal, nedre gräns [rpm]* och *parameter 4-12 Motorvarvtal, nedre gräns [Hz]*. Den avancerade övervakningen av minimivarvtal trippar frekvensomformaren om varvtalet faller under ett visst värde. Om pumpens pumpmotor inte når det varvtal som anges i *parameter 1-86 Tripp lågt varvtal [RPM]* inom den tid som anges i *parameter 1-79 Kompressorstart max tripptid* (upprampning tar för lång tid) trippar frekvensomformaren. Timern för *parameter 1-71 Startfördr.* och *parameter 1-79 Kompressorstart max tripptid* startar samtidigt när startkommandot utfärdas. Det innebär till exempel att om värdet i *parameter 1-71 Startfördr.* är större än eller lika med värdet i *parameter 1-79 Kompressorstart max tripptid* startar aldrig frekvensomformaren.



T <sub>1-71</sub>	Parameter 1-71 Startfördr..
T <sub>1-79</sub>	Parameter 1-79 Kompressorstart max tripptid. Denna tiden inkluderar tiden i T <sub>1-71</sub> .
N <sub>1-86</sub>	Parameter 1-86 Tripp lågt varvtal [RPM]. Om varvtalet faller under detta värde vid normal drift trippar frekvensomformaren.
1	Normal drift.

Bild 4.4 Avancerad övervakning av minimivarvtal

- Parameterinställningarna motsvarar de regionala standardvärdena (som du väljer i *parameter 0-03 Regionala inställningar*), om inte något annat anges.
- Parametrar som är kopplade till plintarna och deras inställningar visas bredvid ritningarna.
- Även de switchinställningar som krävs för de analoga plintarna A53 och A54 visas.

**OBS!**

Om tillvalsfunktionen STO används kan det behövas en byggeledning mellan plint 12 (eller 13) och plint 37 för att frekvensomformaren ska fungera då fabriksinställda programmeringsvärden används.

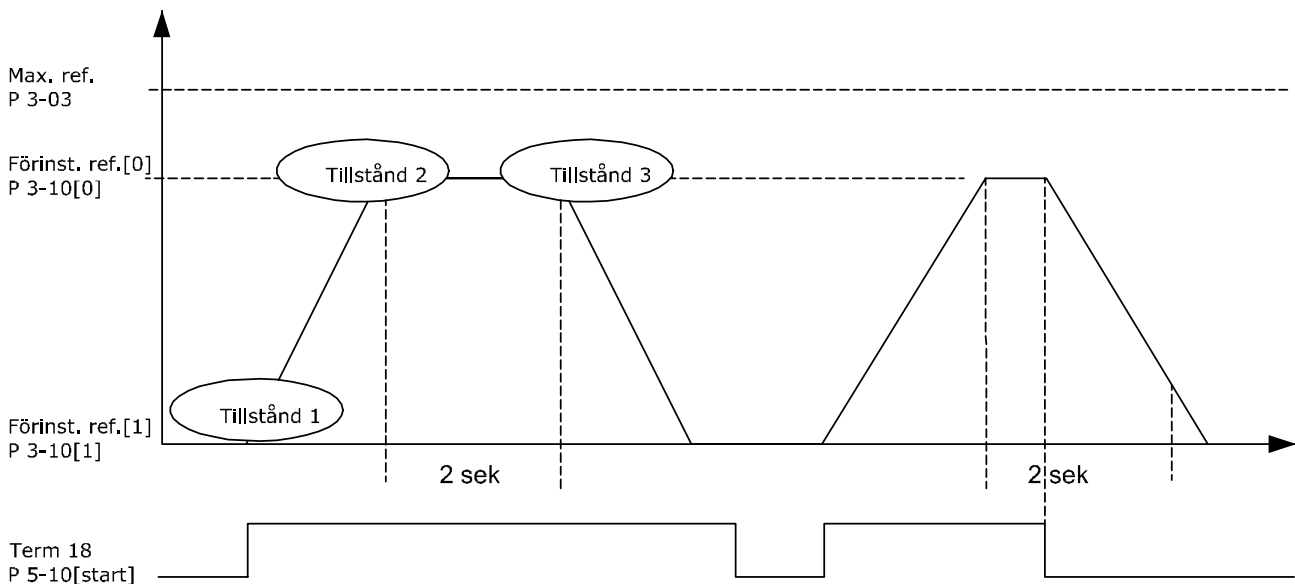
### 4.3 Exempel på tillämpningskonfiguration

Exemplen i detta avsnitt är tänkta som en snabb referens för vanliga tillämpningar.

#### Exempel på SLC-tillämpning

En sekvens 1:

1. Start.
2. Upprampning.
3. Kör med referensvarvtal 2 s.
4. Nedrampning.
5. Axelhåll till stopp.



130BA157.11

Bild 4.5 Upp-/nedrampning

Ange önskade ramptider i *parameter 3-41 Ramp 1, uppramptid* och *parameter 3-42 Ramp 1, nedramptid*

$$t_{ramp} = \frac{t_{acc} \times n_{norm} (par. 1 - 25)}{ref [varv/minut]}$$

Ställ in plint 27 på [0] Ingen drift (parameter 5-12 Plint 27, digital ingång)

Ange förinställd referens 0 till första förinställda varvtal (parameter 3-10 Förinställd referens [0]) i procent av maxreferensvarvtal (parameter 3-03 Maximireferens). Exempel: 60 %

Ange förinställd referens 1 till andra förinställda varvtal (parameter 3-10 Förinställd referens [1]). Exempel: 0 % (noll).

Ange timer 0 för konstant driftvarvtal i parameter 13-20 SL Controller-timer [0]. Exempel: 2 s

Ange händelse 1 i parameter 13-51 SL Controller-villkor [1] till [1] Sant.

Ange händelse 2 i parameter 13-51 SL Controller-villkor [2] till [4] Enligt referens.

Ange händelse 3 i parameter 13-51 SL Controller-villkor [3] till [30] Tidsgräns 0.

Ange händelse 4 i parameter 13-51 SL Controller-villkor [4] till [0] Falskt.

Ange åtgärd 1 i parameter 13-52 SL Controller-funktioner [1] till [10] Välj förinställd ref 0.

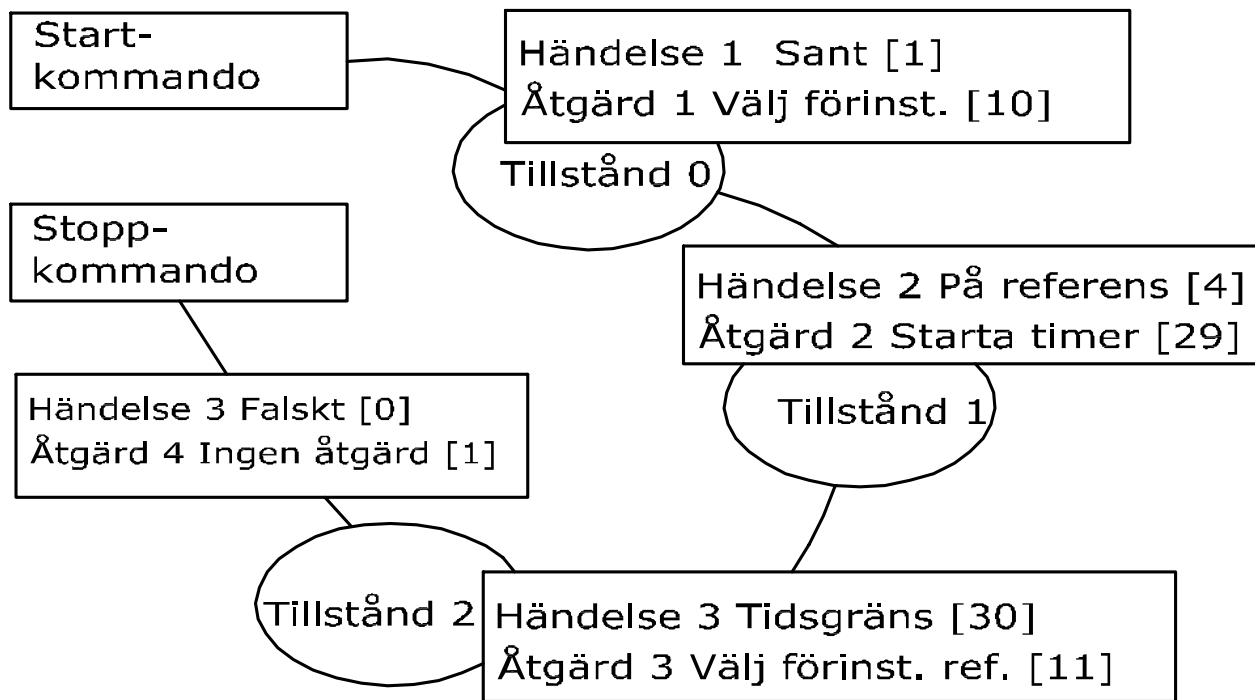
Ange åtgärd 2 i parameter 13-52 SL Controller-funktioner [2] till [29] Starta timer 0.

Ange åtgärd 3 i parameter 13-52 SL Controller-funktioner [3] till [11] Välj förinställd ref 1.

Ange åtgärd 4 i parameter 13-52 SL Controller-funktioner [4] till [1] Ingen åtgärd.

Ange i parameter 13-00 SL Controller-läge till PÅ.

Start-/stoppkommandot tillämpas på plint 18. Om stopp aktiveras kommer frekvensomformaren att rampas ned och gå in i fritt läge.



130BA148.11

Bild 4.6 Exempel på SLC-tillämpning

### 4.3.1 Applikation med dränkbar pump

Systemet består av en dränkbar pump som styrs av en DanfossVLT® AQUA Drive och en tryckgivare. Givaren ger en återkopplingssignal på 4–20 mA till frekvensomformaren, som håller ett konstant tryck genom att reglera pumpens varvtal. En del viktiga överväganden måste göras när en frekvensomformare ska utformas för en tillämpning med en dränkbar pump. Välj frekvensomformare efter motorström.

1. Motorn är en så kallad *burkmotor*, med en burk av rostfritt stål mellan rotor och stator. Det finns ett större och mer magnetiskt motståndsluftgap och ett svagare fält än i en normal motor, vilket gör att motorerna kan utformas med en högre märkström än en normal motor med liknande effekt.
2. Pumpen innehåller axiallager som skadas vid körning under minimivarvtalet, vilket vanligtvis är 30 Hz.

3. Motorreaktansen är icke-linjär i dränkbara pumpmotorer och därför kan AMA (automatisk motoranpassning) eventuellt inte användas. Vanligtvis drivs dränkbara pumpar med väldigt långa motorkablar som eliminerar den icke-linjära motorreaktansen och gör att frekvensomformaren kan utföra AMA. Om AMA inte fungerar kan motordata ställas in i parametergrupp 1-3\* Av. *Motordata* (se motors datablad). Var uppmärksam på att om AMA fungerar kommer frekvensomformaren att kompensera för spänningsfallet i de långa motorkablarna. Längden på motorkabeln måste därför tas med i beräkningen för att kunna optimera systemprestanda om avancerade motordata ställs in manuellt.
4. Det är viktigt att systemet drivs med minsta möjliga förslitning på pump och motor. Ett Danfoss-sinusfilter kan sänka motors isolationspåfrestning och förlänga livslängden (kontrollera den aktuella motorisoleringen och frekvensomformarens du/dt-specifikation). Observera att de flesta tillverkare av dränkbara pumpar kräver att utgångsfilter används.
5. EMC-prestanda kan vara svår att uppnå på grund av att den speciella pumpkabeln, som kan motstå fukt och väta i brunnen, vanligtvis är oskärmad. En lösning kan vara att använda en skärmd kabel ovanför brunnen och fixera skärmen i brunnsröret om det är gjort av stål. Ett sinusfilter minskar även EMI från de oskärmade motorkablarna.

Den speciella burkmotorn används på grund av de fuktiga installationsförhållanden. Frekvensomformaren måste utformas för systemet i enlighet med utströmmen om motorn ska kunna köras på nominell ström.

För att förhindra skador på pumpens axiallager och säkerställa tillräcklig motorkylning så snabbt som möjligt är det viktigt att rampa pumpen från stopp till minimivarvtal så snabbt som möjligt. Välkända tillverkare av dränkbara pumpar rekommenderar att pumpen rampas till minimivarvtal (30 Hz) på max. 2–3 sekunder. VLT® AQUA DriveFC 202 är utformad med initial och avslutande ramp för dessa tillämpningar. Initial och avslutande ramp är två 2 individuella ramper. Om initial ramp aktiveras, rampar motorn från stopp till minimivarvtal och växlar sedan automatiskt till normal ramp när minimivarvtalet uppnås. Avslutande ramp gör motsatsen, dvs. den rampar från minimivarvtal till stopp vid en stoppsituation. Överväg även att aktivera avancerad övervakning av minimivarvtal som beskrivs i *kapitel 4.2 Valda tillämpningsfunktioner*.

Uppnå ytterligare pumpskydd genom att använda torrkörningsdetekteringen. Mer information finns i *Programmeringshandboken*.

Genom att rörfyllningsläget aktiveras kan vattenslag kan förhindras. Frekvensomformaren från Danfoss kan fylla vertikala rör med hjälp av PID-regulatorn och rampa upp trycket till en användardefinierad nivå (enheter/sekund). Om rörfyllningsläge är aktiverat övergår frekvensomformaren till det läget när den når jämnt minimivarvtal efter start. Trycket rampas långsamt upp tills det når ett användardefinierat fyllningsbörvärde, vid vilket frekvensomformaren automatiskt inaktiverar rörfyllningsläget och fortsätter i normalt läge med återkoppling.

#### Elektrisk kabeldragning

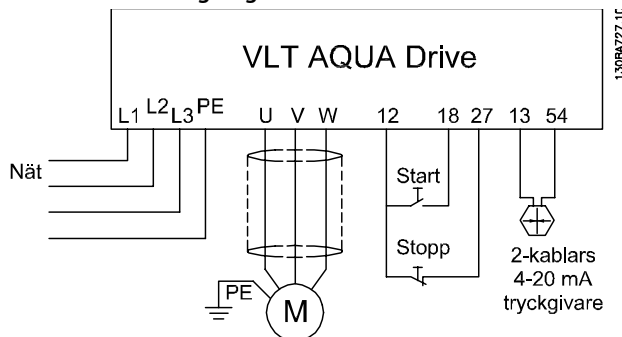


Bild 4.7 Kabeldragning för tillämpning med dränkbar pump

#### **OBS!**

Ange den analoga ingången 2 (plint 54) format till mA. (switch 202).

#### Parameterinställningar

Parameter
Parameter 1-20 Motoreffekt [kW]/parameter 1-21 Motoreffekt [HK]
Parameter 1-22 Motorspänning
Parameter 1-24 Motorström
Parameter 1-28 Motorrotationskontroll
Aktivera reducerad automatisk motoranpassning i parameter 1-29 Automatisk motoranpassning (AMA).

Tabell 4.3 Relevanta parametrar för dränkbar pump  
Användning

Parameter	Inställning
Parameter 3-02 Minimireferens	Minimireferensenheten stämmer överens med enheten i parameter 20-12 Enhet för ref./återk.
Parameter 3-03 Maximireferens	Maximireferensenheten stämmer överens med enheten i parameter 20-12 Enhet för ref./återk.
Parameter 3-84 Inledande ramptid	(2 s)
Parameter 3-88 Slutlig ramptid	(2 s)
Parameter 3-41 Ramp 1, uppramptid	(8 s beroende på storlek)
Parameter 3-42 Ramp 1, nedramptid	(8 s beroende på storlek)
Parameter 4-11 Motorvarvtal, nedre gräns [rpm]	(30 Hz)
Parameter 4-13 Motorvarvtal, övre gräns [rpm]	(50/60 Hz)
Använd guiden för drift med återkoppling under <i>Snabbmeny_Funktion_Inställningar</i> för att lättare ställa in återkopplingsinställningarna i PID-regulatorn.	

Tabell 4.4 Exempel på inställningar för dränkbar pump  
Användning

Parameter	Inställning
Parameter 29-00 Pipe Fill Enable	
Parameter 29-04 Pipe Fill Rate	(Återkopplingsenheter/s)
Parameter 29-05 Filled Setpoint	(Återkopplingsenheter)

Tabell 4.5 Exempel på inställningar för rörfyllningsläge

#### Prestanda

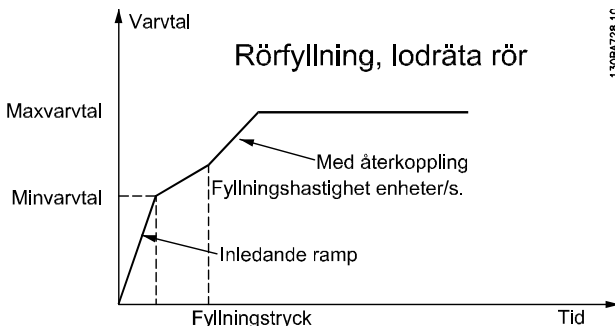


Bild 4.8 Rörfyllningsläge, prestandakurva

### 4.3.2 Kaskadregulatorn BASIC

Kaskadregulatorn BASIC används för pumptillämpningar där ett visst tryck (huvud) eller en viss nivå måste upprätthållas över ett brett dynamiskt intervall. Att köra en stor pump med varierande varvtal över ett brett intervall är inte någon idealisk lösning på grund av pumpens låga verkningsgrad vid lägre varvtal. Det finns en praktisk gräns på omkring 25 % av pumpens märkvarvtal.

I kaskadregulatorn BASIC styr frekvensomformaren en motor (huvudmotor) med variabelt varvtal som pumpen med variabelt varvtal, och den kan koppla in/ur ytterligare två pumpar med konstant varvtal. Anslut de extra pumparna med konstant varvtal direkt till nät eller via mjukstartare. Genom att variera varvtalet hos den första pumpen fås variabel varvtalsreglering för hela systemet. Det variabla varvtalet bibehåller ett konstant tryck, vilket ger minskade systempåfrestningar och tystare drift av pumpsystemet.

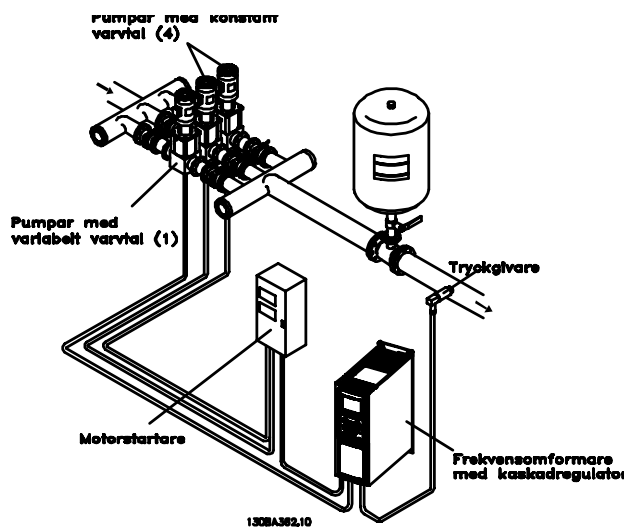


Bild 4.9 Kaskadregulatorn BASIC

#### Fast huvudpump

Motorerna måste vara lika stora. Med kaskadregulatorn BASIC kan frekvensomformaren styra upp till tre pumpar av samma storlek med frekvensomformarens två inbyggda reläer. När den variabla pumpen (huvudpumpen) ansluts direkt till frekvensomformaren styrs de andra två pumparna av de två inbyggda reläerna. När växling av huvudpump aktiveras ansluts pumparna till de inbyggda reläerna och frekvensomformaren kan styra två pumpar.

#### Växling av huvudpump

Motorerna måste vara lika stora. Denna funktion gör att frekvensomformaren kan växla mellan pumparna i systemet (maximalt 2 pumpar). Vid denna drift fördelas körtiden jämnt mellan pumparna, vilket minskar behovet av pumpunderhåll och ökar systemets pålitlighet och livslängd. Växlingen av huvudpump kan ske via en kommandosignal eller vid inkoppling (inkoppling av ytterligare en pump).

Kommandot kan vara en manuell växling eller en signal av typen växlingshändelse. Om växlingshändelsen väljs kommer växling av huvudpump att ske varje gång händelsen inträffar. Möjliga alternativ är bl.a.:

- När en växlingstimer löper ut.
- Vid en förinställd tidpunkt.



- När energisparläge aktiveras för huvudpumpen.

Den faktiska systembelastningen avgör inkoppling.

En separat parameter begränsar växlingen så att den endast äger rum om begärd totalkapacitet är > 50 %. Total pumpkapacitet beräknas som huvudpumpens kapacitet plus kapaciteten hos pumparna med fast varvtal.

### Bandbreddshantering

I system med kaskadstyrning hålls önskat systemtryck inom en viss bandbredd snarare än vid en konstant nivå, detta för att undvika ett alltför frekvent växling mellan pumparna med fasta varvtal. Inkopplingsbandbredden anger önskad bandbredd för driften. När en stor och snabb förändring av systemtrycket inträffar kommer "åsidosätt bandbredd" att åsidosätta "inkopplingsbandbredd" för att undvika en direkt reaktion på en kortvarig tryckförändring. En timer för åsidosättning av bandbredd kan programmeras så att inkoppling förhindras tills systemtrycket har stabiliserats och normal styrning har upprättats.

När kaskadregulatorn är aktiverad och frekvensomformaren avger ett tripplarm kommer systemtrycket att bevaras genom in- och urkoppling av pumparna med fasta varvtal. Genom att använda större bandbredd för fasta varvtal än vad som används för inkopplingsbandbredden kan alltför frekvent in- och urkoppling förhindras och tryckfluktuationer minimeras.

### 4.3.3 Pumpinkoppling med växling av huvudpump

När växling av huvudpump har aktiverats kan maximalt två pumpar styras. Vid ett växlingskommando stannar PID-regulatorn, huvudpumpen rampar ned till minimifrekvensen ( $f_{min}$ ) och efter en viss fördröjning rampar den upp till maximifrekvensen ( $f_{max}$ ). När varvtalet på huvudpumpen når urkopplingsfrekvensen kopplas pumpen med fast varvtal ur. Huvudpumpen fortsätter att rampa upp och därefter rampar den ned till stopp och de två reläerna kopplas bort.

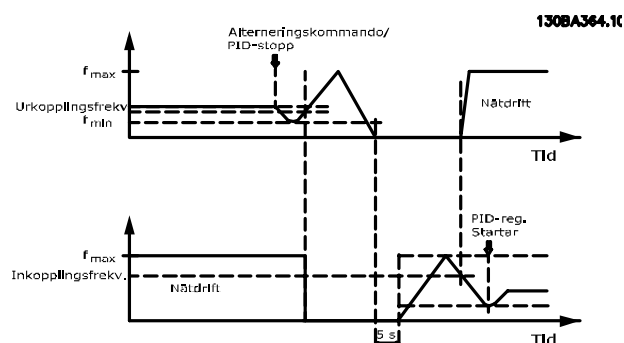


Bild 4.10 Växling av huvudpump

Efter en viss tidsfördröjning slår reläet för pumpen med fast varvtal på (kopplas in) och denna pump blir nu den nya huvudpumpen. Den nya huvudpumpen rampar upp till maximalt varvtal och rampar därefter ned till minimivarvtal. När den rampar ned och når inkopplingsfrekvensen kommer den tidigare huvudpumpen att kopplas in till elnätet som den nya pumpen med fast varvtal.

Om huvudpumpen har körts vid minimifrekvensen ( $f_{min}$ ) under en programmerad tidsperiod och en pump med fast varvtal körs, bidrar huvudpumpen lite till systemet. När timerns inprogrammerade tid löper ut kopplas huvudpumpen ur för att undvika problem med vattenuppvärmning.

### 4.3.4 Systemets status och drift

Om huvudpumpen övergår till energisparläge kommer detta att visas på LCP. Det går att växla huvudpumpen när den är i energisparläge.

När kaskadregulatorn är aktiverad kommer driftstatus för varje pump och kaskadregulatorn att visas på LCP. Den information som visas är:

- Pumpstatus, som är en statusavläsning för de reläer som är tilldelade varje pump. Displayen visar pumpar som är inaktiverade, avstängda, körs på frekvensomformaren eller körs på nätet eller motorstartaren.
- Kaskadstatus, som är en avläsning av kaskadregulatorns status. Displayen visar att kaskadregulatorn är inaktiverad, att alla pumpar är avstängda, att nödstoppet har stannat alla pumpar, att alla pumpar är igång, att pumpar med fast varvtal kopplas in/ur och att växling av huvudpump sker.
- Urkoppling när flöde saknas säkerställer att alla pumpar med fast varvtal stoppas separat tills statusen att flöde saknas upphör.

### 4.3.5 Kopplingschema för kaskadregulator

I Bild 4.11 visas ett exempel med den inbyggda kaskadregulatorn BASIC med en pump med variabelt varvtal (huvudpump) och två pumpar med fast varvtal, en 4–20 mA-givare och systemsäkerhetsspärr.

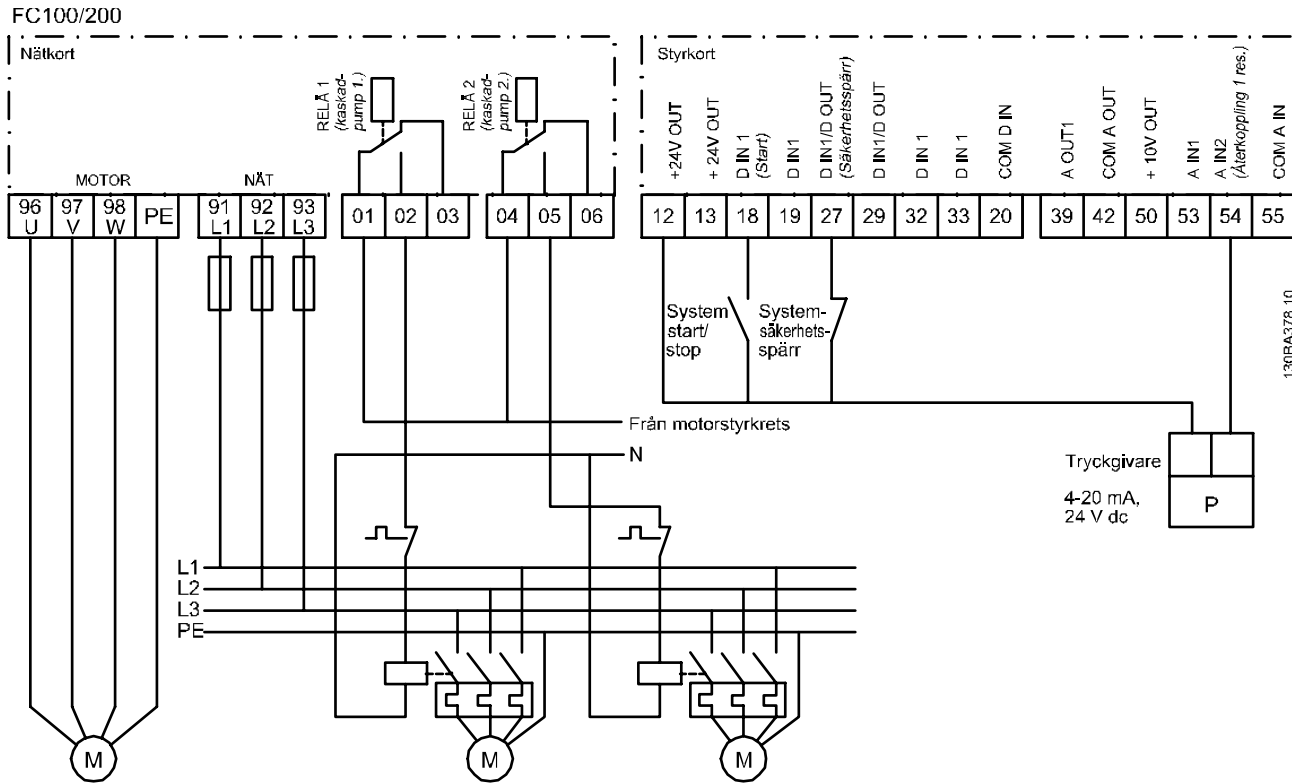


Bild 4.11 Kopplingschema för kaskadregulator

### 4.3.6 Kopplingschema för pump med variabelt varvtal

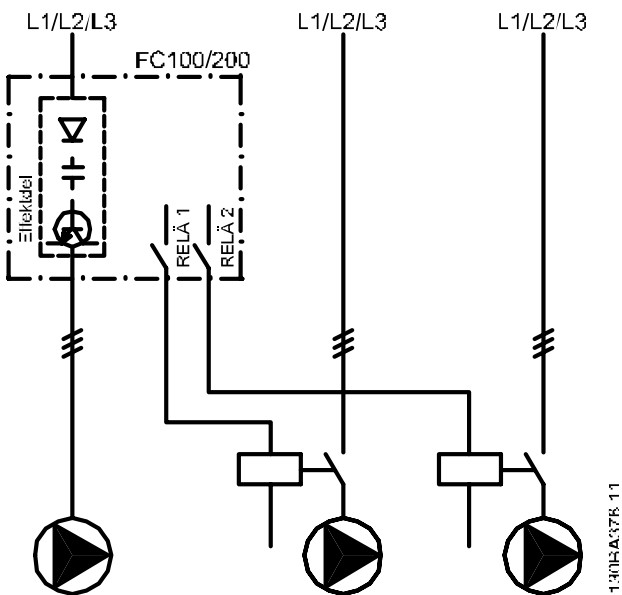


Bild 4.12 Kopplingschema för pump med variabelt varvtal

### 4.3.7 Kopplingschema för huvudpumpsväxling

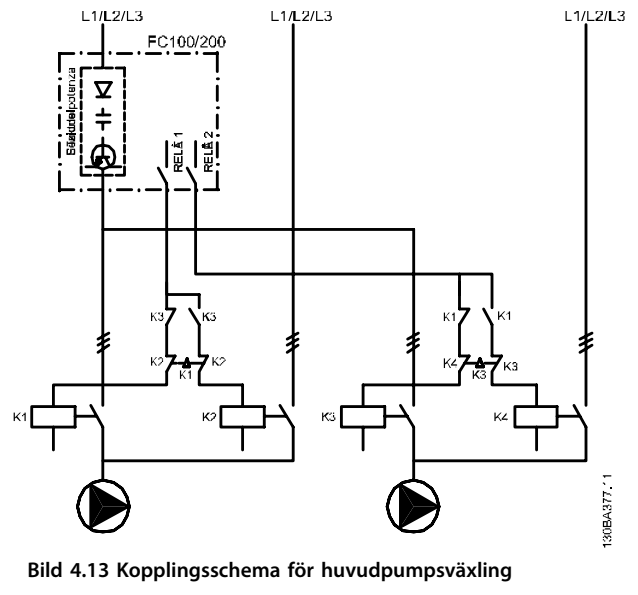


Bild 4.13 Kopplingschema för huvudpumpsväxling

Varje pump måste anslutas till två kontaktorer (K1/K2 och K3/K4) med en mekanisk spärr. Bimetallreläer eller andra motorskyddsenheter måste användas i enlighet med lokala regelverk och/eller individuella behov.

- Relä 1 (R1) och relä 2 (R2) är de reläer som finns inbyggda i frekvensomformaren.
- När alla reläer är frånslagna kommer det första inbyggda reläet som slås på att koppla in den kontaktor som motsvarar pumpen som styrs av reläet. Till exempel slår relä 1 på kontaktor K1, som blir huvudpump.
- K1 blockerar K2 via den mekaniska spärren som förhindrar att nätspanningen kopplas till frekvensomformarens utgång (via K1).
- En extra brytkontakt på K1 förhindrar att K3 kopplas in.
- Relä 2 styr kontaktor K4 för styrning av in- och urkoppling av pumpen med fast varvtal.
- Vid växling slås båda reläerna av, och nu blir relä 2 det första strömsatta reläet.

En mer detaljerad beskrivning av idrifttagning av tillämpningar med blandade pumpar och master/slav-tillämpningar finns *VLT® Kaskadregulator tillval MCO 101/102-handboken*.

### 4.3.8 Extern larmåterställning

FC		Parametrar	
		Funktion	Inställning
+24 V	12	Parameter 5-11 Pl int 19, digital ingång	[1]
+24 V	13		Återställning
D IN	18	* = Standardvärde	
D IN	19	<b>Anteckningar/kommentarer:</b> D IN 37 är ett tillval.	
COM	20		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabell 4.6 Extern larmåterställning

### 4.3.9 Återkoppling

FC		Parametrar	
		Funktion	Inställning
+24 V	12	Parameter 6-22 Plint 54, svag ström	4 mA*
+24 V	13		20 mA*
D IN	18	Parameter 6-23 Plint 54, stark ström	0*
D IN	19		50*
COM	20	* = Standardvärde	
D IN	27	<b>Anteckningar/kommentarer:</b> D IN 37 är ett tillval.	
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabell 4.7 Omvandlare för analog strömåterkoppling

FC		Parametrar	
		Funktion	Inställning
+24 V	12	Parameter 6-20 Pl int 54, låg spänning	0,07 V*
+24 V	13		10 V*
D IN	18	Parameter 6-21 Pl int 54, hög spänning	0*
D IN	19		50*
COM	20	* = Standardvärde	
D IN	27	<b>Anteckningar/kommentarer:</b> D IN 37 är ett tillval.	
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabell 4.8 Omvandlare för analog spänningsåterkoppling (3-lednings)

FC		Parametrar	
		Funktion	Inställning
+24 V	12	Parameter 6-20 Pl int 54, låg spänning	0,07 V*
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20	Parameter 6-21 Pl int 54, hög spänning	10 V*
D IN	27		
D IN	29	Parameter 6-24 Pl int 54, lågt ref./ återkopp- lingsvärde	0*
D IN	32		
D IN	33	Parameter 6-25 Pl int 54, högt ref./ återkopp- lingsvärde	50*
D IN	37		
* = Standardvärde		Anteckningar/kommentarer: D IN 37 är ett tillval.	
U-I			

Tabell 4.9 Omvandlare för analog spänningsåterkoppling (4-lednings)

FC		Parametrar	
		Funktion	Inställning
+24 V	12	Parameter 6-12 Pl int 53, svag ström	4 mA*
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19	Parameter 6-13 Pl int 53, stark ström	20 mA*
COM	20		
D IN	27	Parameter 6-14 Pl int 53, lågt ref./ återkopp- lingsvärde	0 Hz
D IN	29		
D IN	32	Parameter 6-15 Pl int 53, högt ref./ återkopp- lingsvärde	50 Hz
D IN	33		
D IN	37	* = Standardvärde	
* = Standardvärde		Anteckningar/kommentarer: D IN 37 är ett tillval.	
U-I			

Tabell 4.11 Analog varvtalsreferens (ström)

## 4.3.10 Varvtal

FC		Parametrar	
		Funktion	Inställning
+24 V	12	Parameter 6-10 Pl int 53, låg spänning	0,07 V*
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19	Parameter 6-11 Pl int 53, hög spänning	10 V*
COM	20		
D IN	27	Parameter 6-14 Pl int 53, lågt ref./ återkopp- lingsvärde	0 Hz
D IN	29		
D IN	32	Parameter 6-15 Pl int 53, högt ref./ återkopp- lingsvärde	50 Hz
D IN	33		
D IN	37	* = Standardvärde	
* = Standardvärde		Anteckningar/kommentarer: D IN 37 är ett tillval.	
U-I			

Tabell 4.10 Analog varvtalsreferens (spänning)

FC		Parametrar	
		Funktion	Inställning
+24 V	12	Parameter 6-10 Pl int 53, låg spänning	0,07 V*
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19	Parameter 6-11 Pl int 53, hög spänning	10 V*
COM	20		
D IN	27	Parameter 6-14 Pl int 53, lågt ref./ återkopp- lingsvärde	0 Hz
D IN	29		
D IN	32	Parameter 6-15 Pl int 53, högt ref./ återkopp- lingsvärde	1 500 Hz
D IN	33		
D IN	37	* = Standardvärde	
* = Standardvärde		Anteckningar/kommentarer: D IN 37 är ett tillval.	
U-I			

Tabell 4.12 Varvtalsreferens (med hjälp av en manuell potentiometer)

4.3.11 Kör/stopp

		Parametrar	
FC		Funktion	Inställning
+24 V	12	Parameter 5-10 Pl int 18, digital ingång	[8] Start*
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19	Parameter 5-12 Pl int 27, digital ingång	[7] Externt stopp
COM	20		
D IN	27	* = Standardvärde	
D IN	29	<b>Anteckningar/kommentarer:</b> D IN 37 är ett tillval.	
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42	<b>Anteckningar/kommentarer:</b> D IN 37 är ett tillval.	
COM	39		

Tabell 4.13 Start-/stoppkommando med externt stopp

		Parametrar	
FC		Funktion	Inställning
+24 V	12	Parameter 5-10 Pl int 18, digital ingång	[8] Start*
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19	Parameter 5-11 Pl int 19, digital ingång	[52] Drift tillåten
COM	20		
D IN	27	Parameter 5-12 Pl int 27, digital ingång	[7] Externt stopp
D IN	29		
D IN	32	Parameter 5-12 Pl int 27, digital ingång	[7] Externt stopp
D IN	33		
D IN	37	Parameter 5-40 F unktionsrelä	[167] Startkomman do aktivt.
+10 V	50		
A IN	53	* = Standardvärde	
A IN	54	<b>Anteckningar/kommentarer:</b> D IN 37 är ett tillval.	
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
	01		
	02		
	03		
	04		
	05		
	06		

Tabell 4.15 Drift tillåten

		Parametrar	
FC		Funktion	Inställning
+24 V	12	Parameter 5-10 Pl int 18, digital ingång	[8] Start*
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19	Parameter 5-12 Pl int 27, digital ingång	[7] Externt stopp
COM	20		
D IN	27	* = Standardvärde	
D IN	29	<b>Anteckningar/kommentarer:</b> Om parameter parameter 5-12 Pl int 27, digital ingång är inställd på [0] Ingen drift behövs ingen bygglledning till plint 27. D IN 37 är ett tillval.	
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55	<b>Anteckningar/kommentarer:</b> D IN 37 är ett tillval.	
A OUT	42		
COM	39		

Tabell 4.14 Start-/stoppkommando utan externt stopp

4.3.12 Motortermistor

**⚠ VARNING**

**TERMISTORISOLERING**

Risk för personskador eller materiella skador.

- Använd endast termistorer med förstärkt eller dubbel isolering för att uppfylla PELV-isoleringskraven.

4

VLT		Parametrar	
		Funktion	Inställning
+24 V	12	Parameter 1-90 Termiskt motorskydd	[2] Termistortripp
+24 V	13		
D IN	18	Parameter 1-93 Termistorkälla	[1] Analog ingång 53
D IN	19		
COM	20	* = standardvärde	
D IN	27	<b>Anteckningar/kommentarer:</b> Om du bara vill att en varning ska visas ställer du in <i>parameter 1-90 Termiskt motorskydd</i> på [1] <i>Termistorvarning</i> . D IN 37 är ett tillval.	
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabell 4.16 Motortermistor

## 5 Speciella förhållanden

Detta avsnitt innehåller detaljerad information om drift av frekvensomformaren i miljöer som kräver nedstämpling. I vissa fall måste nedstämplingen utföras manuellt. I andra fall utför frekvensomformaren automatiskt en nedstämpling när det är nödvändigt. Nedstämpling säkerställer korrekt drift i kritiska lägen, där alternativet annars är att enheten trippar.

### 5.1 Manuell nedstämpling

#### 5.1.1 När nedstämpling bör övervägas

Överväg nedstämpling när något av följande förhållanden föreligger:

- Drift över 1 000 m (lågt lufttryck)
- Drift vid lågt varvtal
- Långa motorkablar
- Kablar med stort ledararea
- Hög omgivningstemperatur

Mer information finns i *kapitel 5.3 Nedstämpling för omgivningstemperaturer*.

#### 5.1.2 Nedstämpling för drift vid lågt varvtal

När en motor är ansluten till frekvensomformaren är det viktigt att kontrollera att motorkylningen är tillräcklig. Nivån på uppvärmning beror på motorns belastning, men även på driftvarvtal och tid.

#### Konstant moment-tillämpningar (CT-läge)

Problem kan uppstå vid låga varvtalsvärden i konstant moment-tillämpningar. I en tillämpning med konstant moment kan en motor överhettas vid låga varvtal på grund av för lite kylning från motorns inbyggda fläkt. Om motorn kontinuerligt ska köras på ett varvtal som är lägre än halva nominella varvtalet måste därför extra kylning tillföras till motorn (eller så måste en motor som är utformad för denna typ av drift användas).

Ett alternativ är att reducera motorns belastningsgrad genom att välja en större motor. Frekvensomformarens konstruktion begränsar dock motorns storlek.

#### Variabla (kvadratiska) momenttillämpningar (VT)

I VT-tillämpningar som centrifugalpumpar och fläktar, där momentet är proportionellt mot kvadraten på varvtalet och effekten är proportionell mot kvadraten på varvtalet, behövs ingen ytterligare kylning eller nedstämpling av motorn.

### 5.1.3 Nedstämpling för lågt lufttryck

Om lufttrycket minskar avtar också luftens kylningskapacitet.

För höjder under 1 000 meter över havet är nedstämpling inte nödvändig. På höjder över 1 000 m över havet ska max. utströmmen ( $I_{out}$ ) stämplas ned vid omgivningstemperatur ( $T_{AMB}$ ) i enlighet med *Bild 5.1*. Vid höjd över 2 000 m ska du kontakta Danfoss angående PELV.

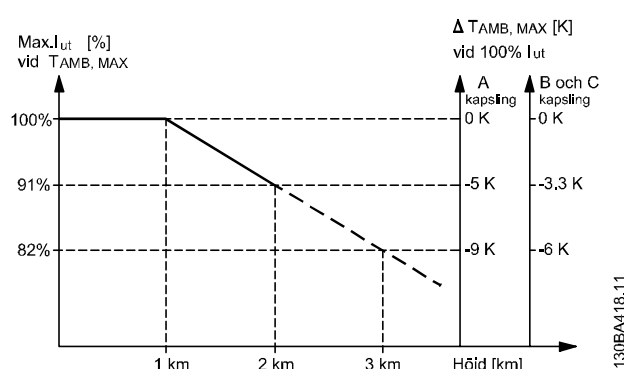


Bild 5.1 Nedstämpling av utström kontra höjd vid  $T_{AMB, MAX}$  för kapslingsstorlek A, B och C.

Ett alternativ är att sänka omgivningstemperaturen vid höga höjder och därmed säkerställa en utström på 100 % vid höga höjder. Som ett exempel på hur diagrammet ska läsas förtydligas situationen vid 2 000 m för kapslingstyp B med  $T_{AMB, MAX} = 50^\circ \text{C}$ . Vid en temperatur på  $45^\circ \text{C}$  ( $T_{AMB, MAX} - 3,3 \text{ K}$ ) är 91 % av den nominella utströmmen tillgänglig. Vid en temperatur på  $41,7^\circ \text{C}$  är 100 % av den nominella utströmmen tillgänglig.

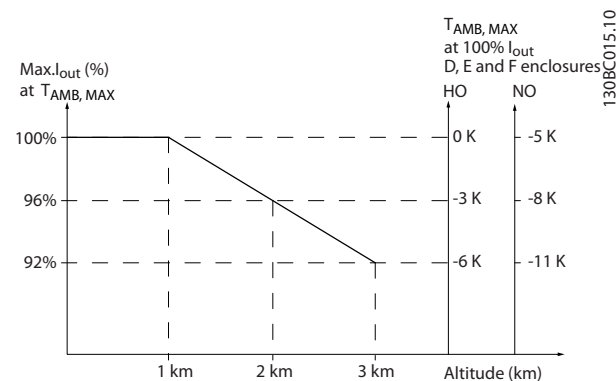


Bild 5.2 Nedstämpling av utström i förhållande till höjd vid  $T_{AMB, MAX}$  för kapslingsstorlek D3h.

## 5.2 Nedstämpling för långa motorkablar eller kablar med stor ledarareax

### OBS!

Gäller endast frekvensomformare på upp till 90 kW. Den maximala kabellängden för den här frekvensomformaren är 300 m långa oskärmade motorkablar och 150 m långa skärmade motorkablar.

Frekvensomformaren har utformats för drift med en motorkabel med nominell ledarareax. Om kabel med större ledarareax används, ska utströmmen minska med 5 % för varje storlek som ledarareax ökas.

Ökad ledarareax ger ökad kapacitans till jord och därmed högre läckström.

5

## 5.3 Nedstämpling för omgivningstemperaturer

Genomsnittstemperaturen ( $T_{AMB, AVG}$ ) uppmätt under 24 timmar måste vara åtminstone 5 °C lägre än den maximalt tillåtna omgivningstemperaturen ( $T_{AMB, MAX}$ ). Om frekvensomformaren arbetar i höga omgivningstemperaturer ska den konstanta utströmmen minska. Nedstämplingen beror på switchmönstret, som kan ställas in på 60° AVM eller SFAVM i parameter 14-00 Switchmönster.

### 5.3.1 Nedstämpling för omgivningstemperatur, kapslingsstorlek A

#### 60° AVM – Pulsbreddsmodulering

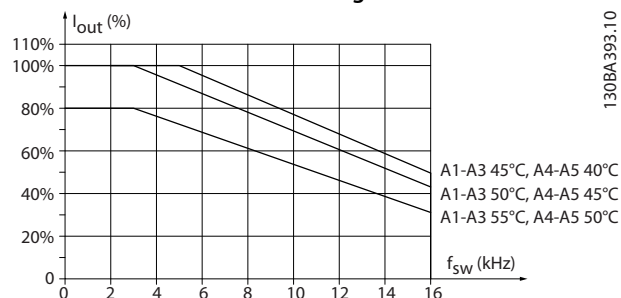


Bild 5.3 Nedstämpling av  $I_{out}$  för olika  $T_{AMB, MAX}$  för kapslingsstorlek A med 60° AVM

130BA393.10

#### SFAVM -- Stator Frequency Asyncon Vector Modulation

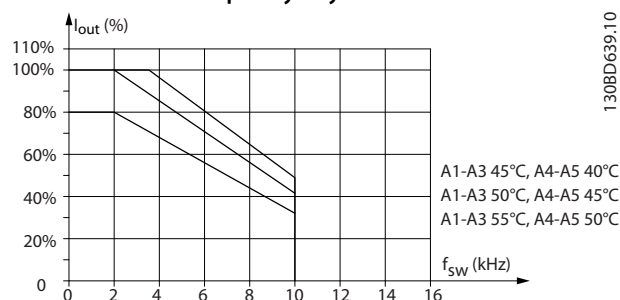


Bild 5.4 Nedstämpling av  $I_{out}$  för olika  $T_{AMB, MAX}$  för kapslingstyp A, med SFAVM

130BD639.10

Om endast 10 m motorkabel eller mindre används i kapslingsstorlek A, krävs mindre nedstämpling. Detta beror på att längden på motorkabeln har en relativt hög inverkan på den rekommenderade nedstämplingen.

#### 60° AVM

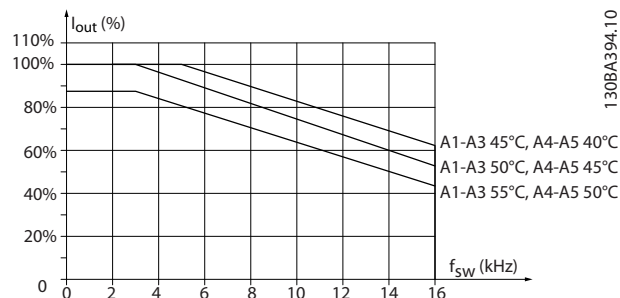


Bild 5.5 Nedstämpling av  $I_{out}$  för olika  $T_{AMB, MAX}$  för kapslingstyp AVM med 60° AVM och maximalt 10 m motorkabel

130BA394.10

#### SFAVM

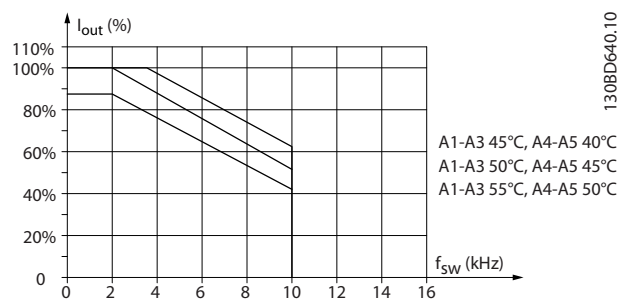


Bild 5.6 Nedstämpling av  $I_{out}$  för olika  $T_{AMB, MAX}$  för kapslingstyp A, med SFAVM och maximalt 10 m motorkabel

130BD640.10



### 5.3.2 Nedstämpling för omgivningstemperaturer, kapslingsstorlek B

#### Kapsling B, T2 och T4

#### 60° AVM – Pulsbreddsmodulering

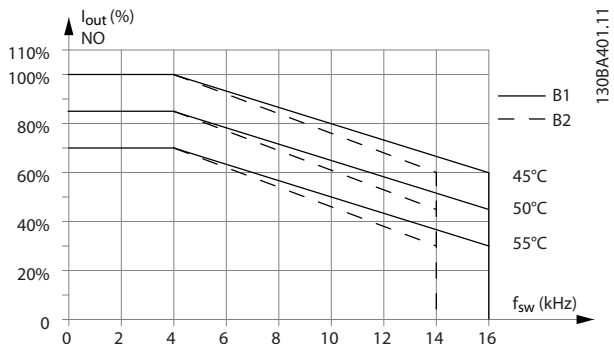


Bild 5.7 Nedstämpling av  $I_{out}$  för olika  $T_{AMB, MAX}$  för kapslingsstorlek B1 och B2 med 60° AVM i läget Normal överbelastning (110 % övermoment)

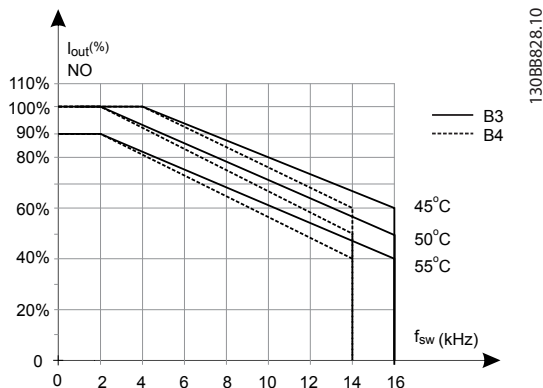


Bild 5.8 Nedstämpling av  $I_{out}$  för olika  $T_{AMB, MAX}$  för kapslingsstorlek B3 och B4 med 60° AVM i läget Normal överbelastning (110 % övermoment)

#### SFAVM -- Stator Frequency Asyncon Vector Modulation

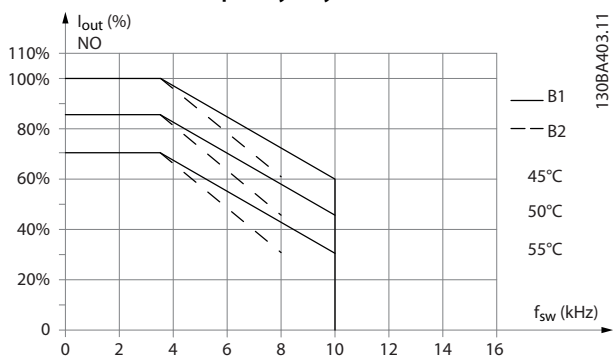


Bild 5.9 Nedstämpling av  $I_{out}$  för olika  $T_{AMB, MAX}$  för kapslingsstorlek B1 och B2, med SFAVM i läget normal överbelastning (110 % övermoment)

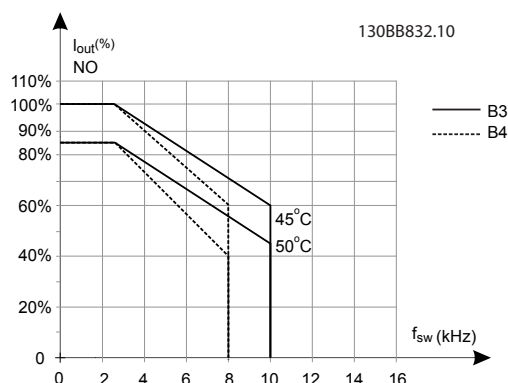


Bild 5.10 Nedstämpling av  $I_{out}$  för olika  $T_{AMB, MAX}$  för kapslingsstorlek B3 och B4, med SFAVM i läget normal överbelastning (110 % övermoment)

#### Kapsling B, T6

#### 60° AVM – Pulsbreddsmodulering

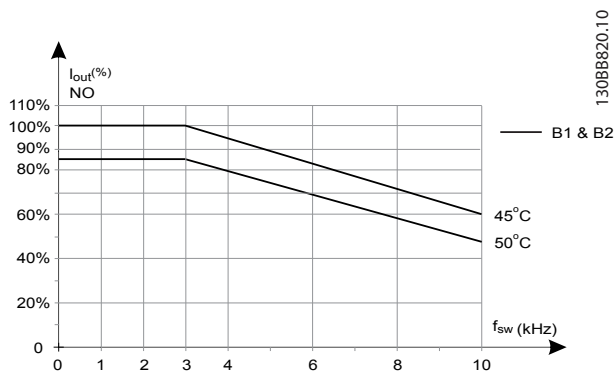


Bild 5.11 Nedstämpling för utström med switchfrekvens och omgivande temperatur för 600 V-frekvensomformare, kapslingsstorlek B, 60 AVM, NÖ

#### SFAVM -- Stator Frequency Asyncon Vector Modulation

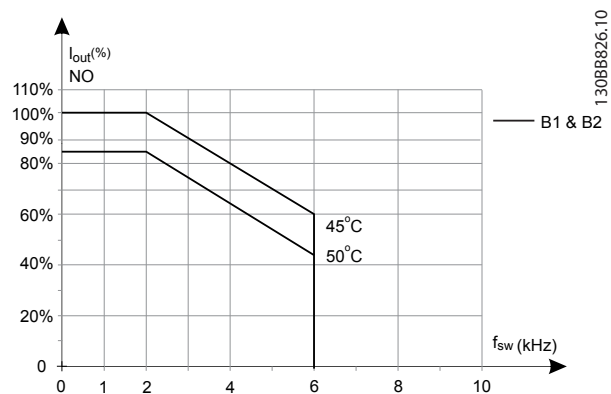


Bild 5.12 Nedstämpling för utström med switchfrekvens och omgivande temperatur för 600 V-frekvensomformare, kapslingsstorlek B, SFAVM, NÖ

5

Kapsling B, T7

Kapsling B2 och B4, 525–690 V

60° AVM – Pulsbreddsmodulering

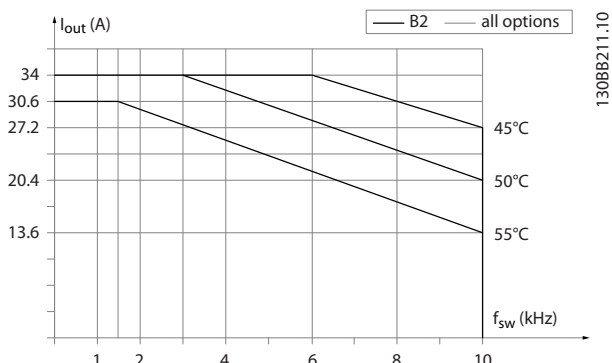


Bild 5.13 Nedstämpling för utström med switchfrekvens och omgivande temperatur för kapslingsstorlek B2 och B4, 60° AVM.

SFAVM -- Stator Frequency Asyncon Vector Modulation

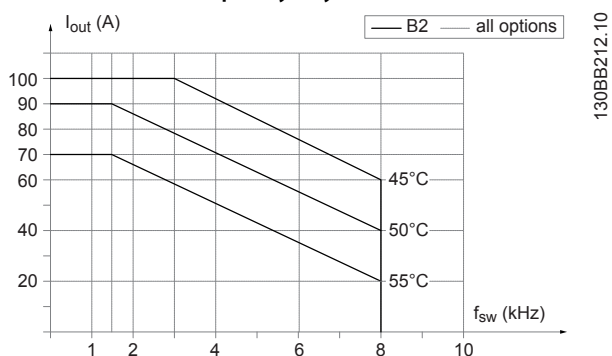


Bild 5.14 Nedstämpling för utström med switchfrekvens och omgivande temperatur för kapslingsstorlek B2 och B4, SFAVM

5.3.3 Nedstämpling för omgivningstemperatur, kapslingsstorlek C

Kapsling C, T2 och T4

60° AVM – Pulsbreddsmodulering

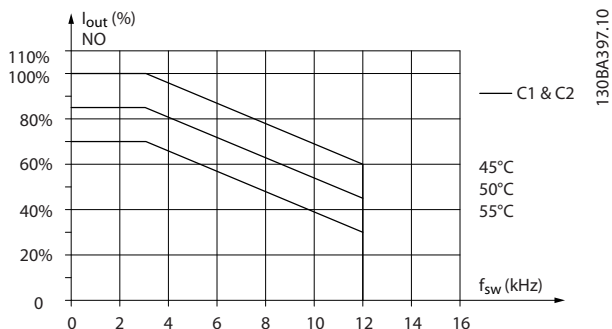


Bild 5.15 Nedstämpling av  $I_{out}$  för olika  $T_{AMB, MAX}$  för kapslingsstorlek C1 och C2, med 60° AVM i läget normal överbelastning (110 % övermoment)

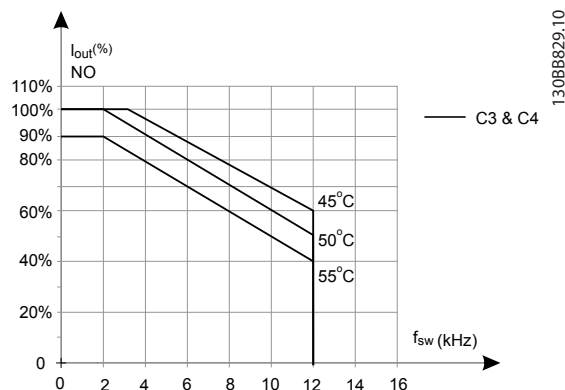


Bild 5.16 Nedstämpling av  $I_{out}$  för olika  $T_{AMB, MAX}$  för kapslingsstorlek C3 och C4, med 60° AVM i läget Normal överbelastning (110 % övermoment)

SFAVM -- Stator Frequency Asyncon Vector Modulation

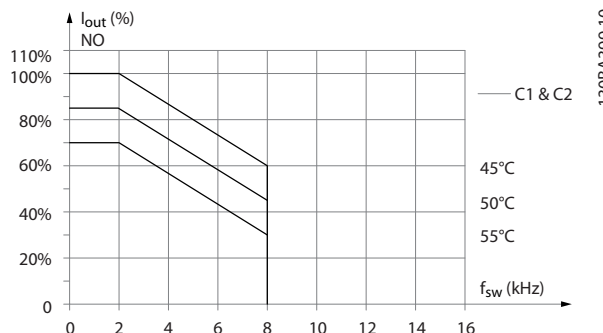


Bild 5.17 Nedstämpling av  $I_{out}$  för olika  $T_{AMB, MAX}$  för kapslingsstorlek C1 och C2, med SFAVM i läget Normal överbelastning (110 % övermoment)

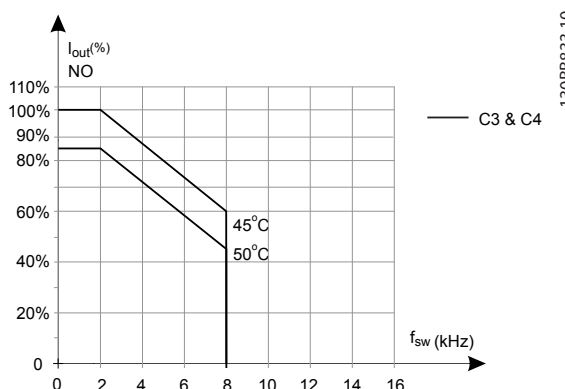
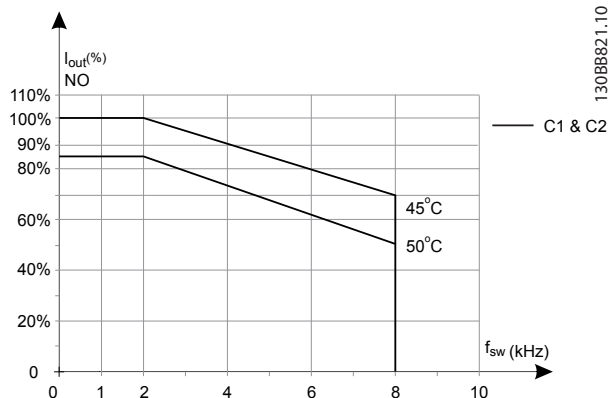


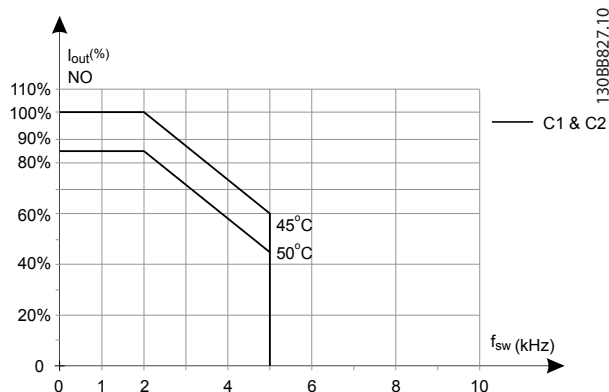
Bild 5.18 Nedstämpling av  $I_{out}$  för olika  $T_{AMB, MAX}$  för kapslingsstorlek C3 och C4, med SFAVM i läget Normal överbelastning (110 % övermoment)

**Kapslingsstorlek C, T6**  
**60° AVM – Pulsbreddsmodulering**



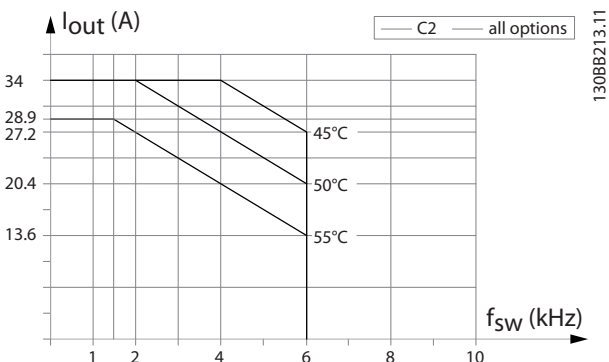
**Bild 5.19** Nedstämpling för utström med switchfrekvens och omgivningstemperatur för 600 V-frekvensomformare, kapslingsstorlek C, 60 AVM, NÖ

**SFAVM -- Stator Frequency Asyncon Vector Modulation**



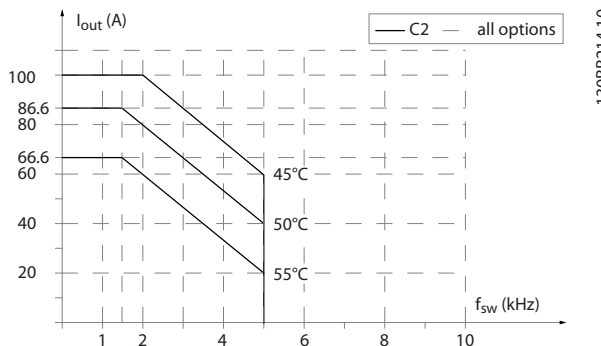
**Bild 5.20** Nedstämpling för utström med switchfrekvens och omgivande temperatur för 600 V-frekvensomformare, kapslingsstorlek C, SFAVM, NÖ

**Kapslingsstorlek C, T7**  
**60° AVM – Pulsbreddsmodulering**

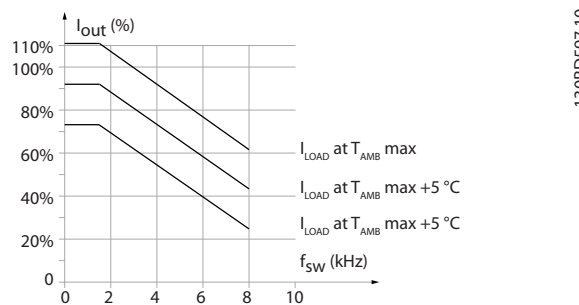


**Bild 5.21** Nedstämpling för utström med switchfrekvens och omgivande temperatur för kapslingsstorlek C2, 60° AVM.

**SFAVM -- Stator Frequency Asyncon Vector Modulation**



**Bild 5.22** Nedstämpling för utström med switchfrekvens och omgivningstemperatur för kapslingsstorlek C2, SFAVM.



**Bild 5.23** Nedstämpling för utström med switchfrekvens och omgivningstemperatur för kapslingsstorlek C3

## 6 Typkod och val

### 6.1 Beställa

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 - [ ] [ ] [ ] [ ] P [ ] [ ] [ ] [ ] T [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] X X S X X X X A [ ] [ ] B [ ] [ ] C [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] D

130BB836.10

Bild 6.1 Typkodsexempel

Konfigurera rätt frekvensomformare för rätt tillämpning från det internetbaserade verktyget Drive Configurator och generera typkoden. Drive Configurator genererar automatiskt ett 8-siffrigt beställningsnummer som skickas till ditt lokala försäljningskontor.

Drive Configurator kan även skapa en projektlista med flera produkter och skicka den till en Danfoss-återförsäljare.

Du får tillgång till Drive Configurator på den globala webbplatsen på: [www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives).

#### 6.1.1 Typkod

Ett exempel på typkod:

FC-202PK75T4E20H1BGCXXXSXXXXA0BXCXXXD0

Betydelsen av tecknen i strängen definieras i *Tabell 6.1* och *Tabell 6.2*. I ovanstående exempel ingår en Profibus DP V1 och ett tillval för 24 V-reservförsörjning.

Beskrivning	Position	Möjliga val <sup>1)</sup>
Produktgrupp	1-2	FC
Frekvensomformarserie	4-6	202: FC 202
Märkeffekt	8-10	0,25–90 kW
Faser	11	S: 1-fas T: 3-fas
Nätspänning	12	2: 200–240 V 4: 380–480 V 6: 525–600 V 7: 525–690 V
Kapsling	13-15	E20: IP20 E55: IP 55/NEMA Typ 12 P20: IP20 (med bakre plåt) P21: IP21/NEMA Typ 1 (med bakre plåt) P55: IP55/NEMA Typ 12 (med bakre plåt) Z20: IP 20 <sup>1)</sup> E66: IP 66

Beskrivning	Position	Möjliga val <sup>1)</sup>
RFI-filter	16-17	Hx: Inga emc-filter är inbyggda i frekvensomformaren H1: Integrerat emc-filter. Uppfyller SS-EN 55011 klass A1/B och SS-EN/IEC 61800-3, kategori 1/2 H2: Inget extra emc-filter. Uppfyller SS-EN 55011 klass A2 och SS-EN/IEC 61800-3, kategori 3 H3: Integrerat emc-filter. Uppfyller SS-EN 55011, klass A1/B och SS-EN/IEC 61800-3, kategori 1/2 H4: Integrerat emc-filter. Uppfyller SS-EN 55011 klass A1 och SS-EN/IEC 61800-3, kategori 2 H5: Marina versioner. Uppfyller samma emissionsnivåer som H2-versioner
Broms	18	B: Bromschopper ingår X: Bromschopper ingår ej T: Safe Torque Off Ingen broms <sup>1)</sup> U: Safe Torque Off bromschopper <sup>1)</sup>
Display	19	G: Grafisk lokal manöverpanel (LCP) N: Numerisk lokal manöverpanel (LCP) X: Ingen lokal manöverpanel
Ytbeläggning PCB	20	C: Ytbehandlad PCB R: Ytbehandlad PCB + förstärkt X: Ej ytbehandlad PCB
Nättillval	21	X: Inget nättillval 1: Nätströmbrytare 3: Nätströmbrytare och säkring 5: Nätströmbrytare, säkring och lastdelning 7: Säkring 8: Nätströmbrytare och lastdelning A: Säkring och lastdelning D: Lastdelning
Anpassning	22	X: Kabelgenomföringar av standardtyp O: Europeisk metrisk tråd i kabelposter S: Kabelinföringar, brittisk standard

Beskrivning	Position	Möjliga val <sup>1)</sup>
Anpassning	23	X: Ingen anpassning
Programvaru- version	24- 27	SXXX: Senaste version – standard- programvara
Programva- ruspråk	28	X: Används inte

Tabell 6.1 Beställningstypkod

1) En del av de tillgängliga valen beror på kapslingsstorleken.

2) Endast tillgänglig för frekvensomformare = 75 kW.

3) Endast tillgänglig för frekvensomformare = 355 kW.

Beskrivning	Position	Möjliga val
A-tillval	29- 30	AX: Inget A-tillval A0: MCA 101 Profibus DP V1 (standard) A4: MCA 104 DeviceNet (standard) AN: MCA 121 Ethernet IP AL: MCA 120 ProfiNet AQ: MCA 122 Modbus TCP
B-tillval	31- 32	BX: Inget tillval BY: MCO-101 Utökad kaskad- styrning BK: MCB 101 Generellt I/O-kort, tillval BP: MCB 105 Relätillval B0: MCB 109 I/O-tillval med RTC- säkerhetskopia B2: MCB 112 PTC-termistorkort B4: MCB 114 VLT Givaringång
C0-tillval	33- 34	CX: Inget tillval
C1-tillval	35	X: Inget tillval R: MCB 113 Ext. reläkort 5: MCO 102 Avancerad kaskad- styrning
C-tillval, programvara	36- 37	XX: Standardregulator
D-tillval	38- 39	DX: Inget tillval D0: Utökad 24 V DC-reserv

Tabell 6.2 Beställningstypkod, tillval

### **OBS!**

Mer information om effektklasser över 90 kW finns i VLT®  
AQUA DriveFC 202 110–1400 kW Design Guide.

## 6.1.2 Programvaruspråk

Frekvensomformaren levereras automatiskt med ett språkpaket för programvaran som är relevant för den region där beställningen gjordes. De regionala språkpaketen anges i *Tabell 6.3*.

Språkpaket 1			Språkpaket 2
Brasiliansk portugisiska	Finska	Ryska	Indonesiska
Bulgariska	Franska	Spanska	Kinesiska
Kroatiska	Tyska	Serbiska	Kinesiska, traditionell
Tjeckiska	Grekiska	Slovenska	Tyska
Danska	Ungerska	Spanska	Japanska
Holländska	Italienska	Svenska	Koreanska
Engelska	Polska	Turkiska	Ryska
Engelska, USA	Rumänska	-	Thailändska

Tabell 6.3 Språkpaket för programvara

Om du vill beställa frekvensomformare med ett annat språkpaket kontaktar du din lokala återförsäljare.

## 6.2 Tillval, tillbehör och reservdelar

### 6.2.1 Tillval och tillbehör

Beskrivning	Beställningsnr	
	Ej ytbehandlad	Ytbehandlad
<b>Diverse maskinvara</b>		
VLT® panelgenomföringssats kapslingsstorlek A5	130B1028	
VLT® panelgenomföringssats kapslingsstorlek B1	130B1046	
VLT® panelgenomföringssats kapslingsstorlek B2	130B1047	
VLT® panelgenomföringssats kapslingsstorlek C1	130B1048	
VLT® panelgenomföringssats kapslingsstorlek C2	130B1049	
VLT® monteringsfästen för kapslingsstorlek A5	130B1080	
VLT® monteringsfästen för kapslingsstorlek B1	130B1081	
VLT® monteringsfäste för kapslingsstorlek B2	130B1082	
VLT® monteringsfäste för kapslingsstorlek C1	130B1083	
VLT® monteringsfäste för kapslingsstorlek C2	130B1084	
VLT® IP 21/NEMA Typ 1-sats, kapslingsstorlek A1	130B1121	
VLT® IP 21/NEMA Typ 1-sats, kapslingsstorlek A2	130B1122	
VLT® IP 21/NEMA Typ 1-sats, kapslingsstorlek A3	130B1123	
VLT® IP 21/NEMA Typ 1-topsats, kapslingsstorlek A2	130B1132	
VLT® IP 21/NEMA Typ 1-topsats, kapslingsstorlek A3	130B1133	
VLT® bakre plåt IP55/NEMA Typ 12, kapslingsstorlek A5	130B1098	
VLT® bakre plåt IP21/NEMA Typ 1, IP55/NEMA Typ 12, kapslingsstorlek B1	130B3383	
VLT® bakre plåt IP21/NEMA Typ 1, IP55/NEMA Typ 12, kapslingsstorlek B2	130B3397	
VLT® bakre plåt IP20/Typ 1, kapslingsstorlek B4	130B4172	
VLT® bakre plåt IP21/NEMA Typ 1, IP55/NEMA Typ 12, kapslingsstorlek C1	130B3910	
VLT® bakre plåt IP21/NEMA Typ 1, IP55/NEMA Typ 12, kapslingsstorlek C2	130B3911	
VLT® bakre plåt IP20/NEMA Typ 1, kapslingsstorlek C3	130B4170	
VLT® bakre plåt IP20/NEMA Typ 1, kapslingsstorlek C4	130B4171	
VLT® bakre plåt IP66/NEMA Typ 4X, kapslingsstorlek A5	130B3242	
VLT® bakre plåt i rostfritt stål IP66/NEMA Typ 4X, kapslingsstorlek B1	130B3434	
VLT® bakre plåt i rostfritt stål IP66/NEMA Typ 4X, kapslingsstorlek B2	130B3465	
VLT® bakre plåt i rostfritt stål IP66/NEMA Typ 4X, kapslingsstorlek C1	130B3468	

Beskrivning	Beställningsnr	
	Ej ytbehandlad	Ytbehandlad
VLT® bakre plåt i rostfritt stål IP66/NEMA Typ 4X, kapslingsstorlek C2	130B3491	
VLT® Profibus-adapter Sub-D9-anslutning	130B1112	
Profibus-avskärmningssats för IP20, kapslingstorlek A1, A2 och A3	130B0524	
Anslutningsplint för DC-bussanslutning på kapslingsstorlek A2/A3	130B1064	
VLT® skruvplintar	130B1116	
VLT® USB-förlängning, 350 mm kabel	130B1155	
VLT® USB-förlängning, 650 mm kabel	130B1156	
VLT® bakre ram A2 för ett bromsmotstånd	175U0085	
VLT® bakre ram A3 för ett bromsmotstånd	175U0088	
VLT® bakre ram A2 för två bromsmotstånd	175U0087	
VLT® bakre ram A3 för två bromsmotstånd	175U0086	
<b>Lokal manöverpanel</b>		
VLT® LCP 101 numerisk lokal manöverpanel	130B1124	
VLT® LCP 102 grafisk lokal manöverpanel	130B1107	
VLT® kabel för LCP 2 eller 3 m	175Z0929	
VLT® panelmonteringssats för alla LCP-typer	130B1170	
VLT® panelmonteringssats, grafisk LCP	130B1113	
VLT® panelmonteringssats, numerisk LCP	130B1114	
VLT® LCP-monteringssats utan LCP	130B1117	
VLT® LCP-monteringssats blindlock IP55/66, 8 m	130B1129	
VLT® manöverpanel LCP 102, grafisk	130B1078	
VLT® blindlock med Danfoss-logotyp, IP55/66	130B1077	
<b>Tillval för öppning A</b>		
VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® Profinet MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® Ethernet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
<b>Tillval för öppning B</b>		
VLT® Generellt I/O-kort MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® Relätillval MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® PTC-termistorkort MCB 112		130B1137
VLT® utökad kaskadregulator MCO 101	130B1118	130B1218
VLT® givaringångstillval MCB 114	130B1172	130B1272
VLT® analogt I/O-tillval med RTC MCB 109	130B1143	130B1243
<b>Monteringssatser för C-tillval</b>		
VLT® monteringsats för C-tillval, 40 mm, kapslingsstorlek A2/A3	130B7530	
VLT® monteringsats för C-tillval, 60 mm, kapslingsstorlek A2/A3	130B7531	
VLT® monteringsats för C-tillval, kapslingsstorlek A5	130B7532	
VLT® monteringsats för C-tillval, kapslingsstorlek B/C/D/E/F (förutom B3)	130B7533	
VLT® monteringsats för C-tillval, 40 mm, kapslingsstorlek B3	130B1413	
VLT® monteringsats för C-tillval, 60 mm, kapslingstyp B3	130B1414	
<b>Tillval för öppning C</b>		
VLT® avancerad kaskadregulator MCO 102	130B1154	130B1254
VLT® utökat reläkort MCB 113	130B1164	130B1264
<b>Tillval för öppning D</b>		
VLT® 24 V DC-försörjning MCB 107	130B1108	130B1208
<b>Satser för läckströmsövervakning</b>		
VLT® sats för läckströmsövervakning, kapslingsstorlek A2/A3	130B5645	
VLT® sats för läckströmsövervakning, kapslingsstorlek B3	130B5764	

Beskrivning	Beställningsnr	
	Ej ytbehandlad	Ytbehandlad
VLT® sats för läckströmsövervakning, kapslingsstorlek B4	130B5765	
VLT® sats för läckströmsövervakning, kapslingsstorlek C3	130B6226	
VLT® sats för läckströmsövervakning, kapslingsstorlek C4	130B5647	
<b>PC-program</b>		
MCT 10-konfigurationsprogramvara, 1 licens	130B1000	
MCT 10-konfigurationsprogramvara, 5 licenser	130B1001	
MCT 10-konfigurationsprogramvara, 10 licenser	130B1002	
MCT 10-konfigurationsprogramvara, 25 licenser	130B1003	
MCT 10-konfigurationsprogramvara, 50 licenser	130B1004	
MCT 10-konfigurationsprogramvara, 100 licenser	130B1005	
MCT 10-konfigurationsprogramvara, >100 licenser	130B1006	
Tillvalen kan beställas som fabriksinbyggda tillval. Mer beställningsinformation finns i <i>kapitel 6.1 Beställa</i> .		

Tabell 6.4 Beställningsnummer för tillval och tillbehör

## 6.2.2 Reservdelar

Information om vilka reservdelar som finns tillgängliga för dina behov kan du få hos VLT-butiken eller konfiguratorn. [VLShop.danfoss.com](http://VLShop.danfoss.com).

## 6.2.3 Tillbehörspåsar

Typ	Beskrivning	Beställningsnr
<b>Tillbehörspåsar</b>		
Tillbehörspåse A1	Tillbehörspåse, kapslingsstorlek A1	130B1021
Tillbehörspåse A2/A3	Tillbehörspåse, kapslingsstorlek A2/A3	130B1022
Tillbehörspåse A5	Tillbehörspåse, kapslingsstorlek A5	130B1023
Tillbehörspåse A1–A5	Tillbehörspåse, kapslingsstorlek A1-A5 broms- och lastdelningsanslutning	130B0633
Tillbehörspåse B1	Tillbehörspåse, kapslingsstorlek B1	130B2060
Tillbehörspåse B2	Tillbehörspåse, kapslingsstorlek B2	130B2061
Tillbehörspåse B3	Tillbehörspåse, kapslingsstorlek B3	130B0980
Tillbehörspåse B4	Tillbehörspåse, kapslingsstorlek B4, 18,5–22 kW	130B1300
Tillbehörspåse B4	Tillbehörspåse, kapslingsstorlek B4, 30 kW	130B1301
Tillbehörspåse C1	Tillbehörspåse, kapslingsstorlek C1	130B0046
Tillbehörspåse C2	Tillbehörspåse, kapslingsstorlek C2	130B0047
Tillbehörspåse C3	Tillbehörspåse, kapslingsstorlek C3	130B0981
Tillbehörspåse C4	Tillbehörspåse, kapslingsstorlek C4, 55 kW	130B0982
Tillbehörspåse C4	Tillbehörspåse, kapslingsstorlek C4, 75 kW	130B0983

Tabell 6.5 Beställningsnummer för tillbehörspåsar



## 6.2.4 Val av bromsmotstånd

När en frekvensomformares varvtalsreferens minskas fungerar motorn som en generator och frekvensomformaren bromsar. När motorn fungerar som en generator ger den energi till frekvensomformaren som är samlad i DC-bussen. Bromsmotståndens uppgift är att belasta DC-bussen under bromsning och därigenom säkerställa att bromseffekten absorberas av bromsmotståndet.

Om ett bromsmotstånd inte används fortsätter frekvensomformarens likspänning på DC-bussen att öka tills den kopplar ifrån för att skydda sig. Fördelen med bromsmotstånd är att det går snabbt att bromsa stora belastningar, t.ex. på ett transportband.

Bromsmotstånden i denna serie är alla externa komponenter. Därför utgör bromsmotståndet inte en integrerad del av frekvensomformaren.

Dent externa bromsmotståndet ger följande fördelar:

- Motståndens tidcykel kan väljas efter behov.
- Värmen som genereras under bromsning kan ledas bakom apparatskåpet så att energin kan användas.
- De elektroniska komponenterna överhettas inte även om bromsmotståndet är överbelastat.

Rekommenderade bromsmotstånd anges i *kapitel 6.2.5 Rekommenderade bromsmotstånd* och *kapitel 6.2.6 Alternativa bromsmotstånd, T2 och T4*. Mer information finns i *VLT® Bromsmotstånd MCE 101 Design Guide*.

### Horisontella och vertikala laster

Danfoss sortiment av bromsmotståndet består av två grupper:

- Bromsmotstånd för horisontella laster (transportbanor, vagnar, transportkranar osv.), se *Bild 6.2*;
- Bromsmotstånd för vertikala laster (kranar, lyftanordningar, hissar), se *Bild 6.3*.

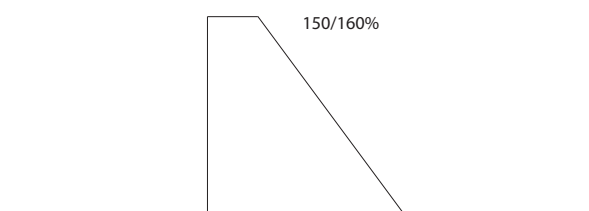


Bild 6.2 Horisontella laster



Bild 6.3 Vertikala laster

Sortimentet av bromsmotstånd är avsett att täcka de allmänna bromskraven för horisontella och vertikala bromstillämpningar.

Tre typer av bromsmotstånd fungerar både horisontellt och vertikalt. Dessa är:

- Flat-pack-bromsmotstånd med aluminiumhölje
- Kompakt bromsmotstånd med aluminiumhölje
- Bromsmotstånd med stålät

Mer information om beställning finns i *kapitel 6.2.5 Rekommenderade bromsmotstånd* och *kapitel 6.2.6 Alternativa bromsmotstånd, T2 och T4*.

175UA067.10

175UA068.10

6

## 6.2.5 Rekommenderade bromsmotstånd

Nät	Spänningsklass
$P_m$	Nominell motorstorlek för frekvensomformartyp
$R_{min}$	Minsta tillåtna bromsmotstånd enligt frekvensomformaren
$R_{rec}$	Rekommenderat bromsmotstånd för bromsmotstånd från Danfoss
Bimetallrelä	Inställning för bromsström för externt bimetallrelä
Artikelnummer	Beställningsnummer för bromsmotstånd från Danfoss
Ledararea	Rekommenderat minsta värde baserat på PVC-isolerad kopparkabel. Omgivningstemperatur på 30 °C med normal värmeavgivning
$P_{br,cont.}$	Bromsmotståndets genomsnittliga märkeffekt Temperaturswitchen aktiveras vid ungefär 90 % av kontinuerlig märkeffekt vid bromsmotstånd med IP54-, IP21 och IP65 kapslingskydd
$R_{br,nom}$	Det nominella (beräknade) motståndsvärdet som säkerställer en bromseffekt på motoraxeln på 150/160/110 % under 1 minut.

6

Tabell 6.6 Förkortningar som används i Tabell 6.7 till Tabell 6.14

## 10 % driftcykel, horisontell bromsning, T2

FC 202				Horisontell bromsning 10 % driftcykel							
Frekvensomformardata				Bromsmotståndsdata						Installation	
				$R_{rec}$ [O]	$P_{br,cont.}$ [kW]	Danfoss-artikelnummer			Bolt connection IP20	Ledararea [mm <sup>2</sup> ]	Bimetall- relä [A]
Ledning IP54	Skruvplint IP21	Skruvplint IP65									
Nät- typ	$P_m$ [kW]	$R_{min}$ [O]	$R_{br,nom}$ [O]								
T2	0,25	380	691,3	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T2	0,37	380	466,7	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,55	275	313,7	300	0,100	175u3006	-	-	-	1,5	0,6
T2	0,75	188	230,0	200	0,100	175u3011	-	-	-	1,5	0,7
T2	1,1	130	152,9	145	0,100	175u3016	-	-	-	1,5	0,8
T2	1,5	81,0	110,5	100	0,100	175u3021	-	-	-	1,5	0,9
T2	2,2	58,5	74,1	70	0,200	175u3026	-	-	-	1,5	1,6
T2	3	45,0	53,7	48	0,200	175u3031	-	-	-	1,5	1,9
T2	3,7	31,5	39,9	35	0,300	175u3325	-	-	-	1,5	2,7
T2	5,5	22,5	28,7	27	0,360	175u3326	175u3477	175u3478	-	1,5	3,5
T2	7,5	17,7	20,8	18	0,570	175u3327	175u3442	175u3441	-	1,5	5,3
T2	11	12,6	14,0	13	0,680	175u3328	175u3059	175u3060	-	1,5	6,8
T2	15	8,7	10,2	9,0	1,130	175u3329	175u3068	175u3069	-	2,5	10,5
T2	18,5	5,3	8,2	5,7	1,400	175u3330	175u3073	175u3074	-	4	15
T2	22	5,1	6,9	5,7	1,700	175u3331	175u3483	175u3484	-	4	16
T2	30	3,2	5,0	3,5	2,200	175u3332	175u3080	175u3081	-	6	24
T2	37	3,0	4,1	3,5	2,800	175u3333	175u3448	175u3447	-	10	27
T2	45	2,4	3,3	2,8	3,200	175u3334	175u3086	175u3087	-	16	32

Tabell 6.7 T2, horisontell bromsning 10 % driftcykel, rekommenderade bromsmotstånd

## 40 % driftcykel, vertikal bromsning, T2

FC 202				Vertikal bromsning 40 % driftcykel							
Frekvensomformardata				Bromsmotståndsdata						Installation	
				R <sub>rec</sub> [O]	P <sub>br,cont.</sub> [kW]	Danfoss-artikelnummer				Ledararea [mm <sup>2</sup> ]	Bimetall- relä [A]
Nät- typ	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [O]	R <sub>br,nom</sub> [O]			Ledning IP54	Skruvplint IP21	Skruvplint IP65	Bolt connection IP20		
T2	0,25	380	691,3	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T2	0,37	380	466,7	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,55	275	313,7	300	0,200	175u3096	-	-	-	1,5	0,8
T2	0,75	188	230,0	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T2	1,1	130	152,9	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T2	1,5	81,0	110,5	100	0,450	175u3301	175u3402	175u3401	-	1,5	2
T2	2,2	58,5	74,1	70	0,570	175u3302	175u3404	175u3403	-	1,5	2,7
T2	3	45,0	53,7	48	0,960	175u3303	175u3406	175u3405	-	1,5	4,2
T2	3,7	31,5	39,9	35	1,130	175u3304	175u3408	175u3407	-	1,5	5,4
T2	5,5	22,5	28,7	27	1,400	175u3305	175u3410	175u3409	-	1,5	6,8
T2	7,5	17,7	20,8	18	2,200	175u3306	175u3412	175u3411	-	1,5	10,4
T2	11	12,6	14,0	13	3,200	175u3307	175u3414	175u3413	-	2,5	14,7
T2	15	8,7	10,2	9,0	5,500	-	175u3176	175u3177	-	4	23
T2	18,5	5,3	8,2	5,7	6,000	-	-	-	175u3233	10	33
T2	22	5,1	6,9	5,7	8,000	-	-	-	175u3234	10	38
T2	30	3,2	5,0	3,5	9,000	-	-	-	175u3235	16	51
T2	37	3,0	4,1	3,5	14,000	-	-	-	175u3224	25	63
T2	45	2,4	3,3	2,8	17,000	-	-	-	175u3227	35	78

Tabell 6.8 T2, vertikal bromsning 40 % driftcykel, rekommenderade bromsmotstånd

## 10 % driftcykel, horisontell bromsning, T4

FC 202				Horisontell bromsning 10 % driftcykel							
Frekvensomformardata				Bromsmotståndsdata						Installation	
				R <sub>rec</sub> [O]	P <sub>br,cont.</sub> [kW]	Danfoss-artikelnummer				Ledararea [mm <sup>2</sup> ]	Bimetall- relä [A]
Nät- typ	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [O]	R <sub>br,nom</sub> [O]			Ledning IP54	Skruvplint IP21	Skruvplint IP65	Bolt connection IP20		
T4	0,37	1000	1864,2	1200	0,100	175u3000	-	-	-	1,5	0,3
T4	0,55	1000	1246,3	1200	0,100	175u3000	-	-	-	1,5	0,3
T4	0,75	620	910,2	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T4	1,1	546	607,3	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T4	1,5	382	437,3	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T4	2,2	260	293,3	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T4	3	189	212,7	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T4	4	135	157,3	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T4	5,5	99,0	113,3	110	0,450	175u3335	175u3450	175u3449	-	1,5	1,9
T4	7,5	72,0	82,4	80	0,570	175u3336	175u3452	175u3451	-	1,5	2,5
T4	11	50,0	55,3	56	0,680	175u3337	175u3027	175u3028	-	1,5	3,3
T4	15	36,0	40,3	38	1,130	175u3338	175u3034	175u3035	-	1,5	5,2
T4	18,5	27,0	32,5	28	1,400	175u3339	175u3039	175u3040	-	1,5	6,7
T4	22	20,3	27,2	22	1,700	175u3340	175u3047	175u3048	-	1,5	8,3
T4	30	18,0	19,8	19	2,200	175u3357	175u3049	175u3050	-	1,5	10,1
T4	37	13,4	16,0	14	2,800	175u3341	175u3055	175u3056	-	2,5	13,3
T4	45	10,8	13,1	12	3,200	175u3359	175u3061	175u3062	-	2,5	15,3
T4	55	8,8	10,7	9,5	4,200	-	175u3065	175u3066	-	4	20
T4	75	6,5	7,8	7,0	5,500	-	175u3070	175u3071	-	6	26
T4	90	4,2	6,5	5,5	7,000	-	-	-	175u3231	10	36
T4	110	3,6	5,3	4,7	9,000	-	-	-	175u3079	16	44
T4	132	3,0	4,4	3,7	11,000	-	-	-	175u3083	25	55
T4	160	2,5	3,6	3,3	13,000	-	-	-	175u3084	35	63
T4	200	2,0	2,9	2,7	16,000	-	-	-	175u3088	50	77
T4	250	1,6	2,3	2,1	20,000	-	-	-	175u3091	70	98
T4	315	1,2	1,8	1,7	26,000	-	-	-	175u3093	2 x 35	124
T4	355	1,2	1,6	1,3	32,000	-	-	-	175u3097	2 x 35	157
T4	400	1,2	1,4	1,2	36,000	-	-	-	175u3098	2 x 50	173
T4	450	1,1	1,3	1,1	42,000	-	-	-	175u3099	2 x 50	196
T4	500	0,9	1,1	2 x 1,9	-	-	-	-	-	-	-
T4	560	0,9	1,0	2 x 1,7	-	-	-	-	-	-	-
T4	630	0,8	0,9	2 x 1,5	-	-	-	-	-	-	-
T4	710	0,7	0,8	2 x 1,3	-	-	-	-	-	-	-
T4	800	0,6	0,7	3 x 1,8	-	-	-	-	-	-	-
T4	1000	0,5	0,6	3 x 1,6	-	-	-	-	-	-	-

Tabell 6.9 T4, horisontell bromsning 10 % driftcykel, rekommenderade bromsmotstånd

## 40 % driftcykel, vertikal bromsning, T4

FC 202				Vertikal bromsning 40 % driftcykel							
Frekvensomformardata				Bromsmotståndsdata						Installation	
				R <sub>rec</sub> [O]	P <sub>br,cont.</sub> [kW]	Danfoss-artikelnummer				Ledararea [mm <sup>2</sup> ]	Bimetall- relä [A]
Nät- typ	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [O]	R <sub>br,nom</sub> [O]			Ledning IP54	Skruvplint IP21	Skruvplint IP65	Bolt connection IP20		
T4	0,37	1000	1864,2	1200	0,200	175u3101	-	-	-	1,5	0,4
T4	0,55	1000	1246,3	1200	0,200	175u3101	-	-	-	1,5	0,4
T4	0,75	620	910,2	850	0,200	175u3308	-	-	-	1,5	0,5
T4	1,1	546	607,3	630	0,300	175u3309	-	-	-	1,5	0,7
T4	1,5	382	437,3	410	0,450	175u3310	175u3416	175u3415	-	1,5	1
T4	2,2	260	293,3	270	0,570	175u3311	175u3418	175u3417	-	1,5	1,4
T4	3	189	212,7	200	0,960	175u3312	175u3420	175u3419	-	1,5	2,1
T4	4	135	157,3	145	1,130	175u3313	175u3422	175u3421	-	1,5	2,7
T4	5,5	99,0	113,3	110	1,700	175u3314	175u3424	175u3423	-	1,5	3,7
T4	7,5	72,0	82,4	80	2,200	175u3315	175u3138	175u3139	-	1,5	5
T4	11	50,0	55,3	56	3,200	175u3316	175u3428	175u3427	-	1,5	7,1
T4	15	36,0	40,3	38	5,000	-	-	-	175u3236	1,5	11,5
T4	18,5	27,0	32,5	28	6,000	-	-	-	175u3237	2,5	14,7
T4	22	20,3	27,2	22	8,000	-	-	-	175u3238	4	19
T4	30	18,0	19,8	19	10,000	-	-	-	175u3203	4	23
T4	37	13,4	16,0	14	14,000	-	-	-	175u3206	10	32
T4	45	10,8	13,1	12	17,000	-	-	-	175u3210	10	38
T4	55	8,8	10,7	9,5	21,000	-	-	-	175u3213	16	47
T4	75	6,5	7,8	7,0	26,000	-	-	-	175u3216	25	61
T4	90	4,2	6,5	5,5	36,000	-	-	-	175u3219	35	81
T4	110	3,6	5,3	4,7	42,000	-	-	-	175u3221	50	95
T4	132	3,0	4,4	3,7	52,000	-	-	-	175u3223	70	119
T4	160	2,5	3,6	3,3	60,000	-	-	-	175u3225	2 x 35	135
T4	200	2,0	2,9	2,7	78,000	-	-	-	175u3228	2 x 50	170
T4	250	1,6	2,3	2,1	90,000	-	-	-	175u3230	2 x 70	207
T4	315	1,2	1,8	1,7	-	-	-	-	-	-	-
T4	355	1,2	1,6	1,3	-	-	-	-	-	-	-
T4	400	1,2	1,4	1,2	-	-	-	-	-	-	-
T4	450	1,1	1,3	1,1	-	-	-	-	-	-	-
T4	500	0,9	1,1	2 x 1,9	-	-	-	-	-	-	-
T4	560	0,9	1,0	2 x 1,7	-	-	-	-	-	-	-
T4	630	0,8	0,9	2 x 1,5	-	-	-	-	-	-	-
T4	710	0,7	0,8	2 x 1,3	-	-	-	-	-	-	-
T4	800	0,6	0,7	3 x 1,8	-	-	-	-	-	-	-
T4	1000	0,5	0,6	3 x 1,6	-	-	-	-	-	-	-

Tabell 6.10 T4, vertikal bromsning 40 % driftcykel, rekommenderade bromsmotstånd

## 10 % driftcykel, horisontell bromsning, T6

FC 202				Horisontell bromsning 10 % driftcykel							
Frekvensomformardata				Bromsmotståndsdata						Installation	
				R <sub>rec</sub> [O]	P <sub>br,cont.</sub> [kW]	Danfoss-artikelnummer				Ledararea [mm <sup>2</sup> ]	Bimetall- relä [A]
Nät- typ	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [O]	R <sub>br,nom</sub> [O]			Ledning IP54	Skruvplint IP21	Skruvplint IP65	Bolt connection IP20		
T6	0,75	620	1329,7	1200	0,100	175u3000	-	-	-	1,5	0,3
T6	1,1	620	889,1	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T6	1,5	550	642,7	570	0,100	175u3003	-	-	-	1,5	0,4
T6	2,2	380	431,1	415	0,200	175u3005	-	-	-	1,5	0,7
T6	3	260	312,5	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T6	4	189	231,6	200	0,300	175u3342	-	-	-	1,5	1,1
T6	5,5	135	166,6	145	0,450	175u3343	175u3012	175u3013	-	1,5	1,7
T6	7,5	99,0	121,1	100	0,570	175u3344	175u3136	175u3137	-	1,5	2,3
T6	11	69,0	81,6	72	0,680	175u3345	175u3456	175u3455	-	1,5	2,9
T6	15	48,6	59,4	52	1,130	175u3346	175u3458	175u3457	-	1,5	4,4
T6	18,5	35,1	47,9	38	1,400	175u3347	175u3460	175u3459	-	1,5	5,7
T6	22	27,0	40,1	31	1,700	175u3348	175u3037	175u3038	-	1,5	7
T6	30	22,5	29,2	27	2,200	175u3349	175u3043	175u3044	-	1,5	8,5
T6	37	17,1	23,6	19	2,800	175u3350	175u3462	175u3461	-	2,5	11,4
T6	45	13,5	19,4	14	3,200	175u3358	175u3464	175u3463	-	2,5	14,2
T6	55	11,7	15,8	13,5	4,200	-	175u3057	175u3058	-	4	17
T6	75	9,9	11,5	11	5,500	-	175u3063	175u3064	-	6	21
T6	90	8,6	9,6	7,0	7,000	-	-	-	175u3245	10	32

Tabell 6.11 T6, horisontell bromsning 10 % driftcykel, rekommenderade bromsmotstånd

## 40 % driftcykel, vertikal bromsning, T6

FC 202				Vertikal bromsning 40 % driftcykel							
Frekvensomformardata				Bromsmotståndsdata						Installation	
				R <sub>rec</sub> [O]	P <sub>br,cont.</sub> [kW]	Danfoss-artikelnummer				Ledararea [mm <sup>2</sup> ]	Bimetall- relä [A]
Nät- typ	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [O]	R <sub>br,nom</sub> [O]			Ledning IP54	Skruvplint IP21	Skruvplint IP65	Bolt connection IP20		
T6	0,75	620	1329,7	1200	0,360	-	175u3102	175u3103	-	1,5	0,6
T6	1,1	620	889,1	850	0,280	175u3317	175u3104	175u3105	-	1,5	0,6
T6	1,5	550	642,7	570	0,450	175u3318	175u3430	175u3429	-	1,5	0,9
T6	2,2	380	431,1	415	0,570	175u3319	175u3432	175u3431	-	1,5	1,1
T6	3	260	312,5	270	0,960	175u3320	175u3434	175u3433	-	1,5	1,8
T6	4	189	231,6	200	1,130	175u3321	175u3436	175u3435	-	1,5	2,3
T6	5,5	135	166,6	145	1,700	175u3322	175u3126	175u3127	-	1,5	3,3
T6	7,5	99,0	121,1	100	2,200	175u3323	175u3438	175u3437	-	1,5	4,4
T6	11	69,0	81,6	72	3,200	175u3324	175u3440	175u3439	-	1,5	6,3
T6	15	48,6	59,4	52	5,500	-	175u3148	175u3149	-	1,5	9,7
T6	18,5	35,1	47,9	38	6,000	-	-	-	175u3239	2,5	12,6
T6	22	27,0	40,1	31	8,000	-	-	-	175u3240	4	16
T6	30	22,5	29,2	27	10,000	-	-	-	175u3200	4	19
T6	37	17,1	23,6	19	14,000	-	-	-	175u3204	10	27
T6	45	13,5	19,4	14	17,000	-	-	-	175u3207	10	35
T6	55	11,7	15,8	13,5	21,000	-	-	-	175u3208	16	40
T6	75	9,9	11,5	11	26,000	-	-	-	175u3211	25	49
T6	90	8,6	9,6	7,0	30,000	-	-	-	175u3241	35	66

Tabell 6.12 T6, vertikal bromsning 40 % driftcykel, rekommenderade bromsmotstånd

## 10 % driftcykel, horisontell bromsning, T7

FC 202				Horisontell bromsning 10 % driftcykel							
Frekvensomformardata				Bromsmotståndsdata						Installation	
				R <sub>rec</sub> [O]	P <sub>br,cont.</sub> [kW]	Danfoss-artikelnummer				Ledararea [mm <sup>2</sup> ]	Bimetall- relä [A]
Nät- typ	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [O]	R <sub>br,nom</sub> [O]			Ledning IP54	Skruvplint IP21	Skruvplint IP65	Bolt connection IP20		
T7	1,1	620	830	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T7	1,5	513	600	570	0,100	175u3003	-	-	-	1,5	0,4
T7	2,2	340	403	415	0,200	175u3005	-	-	-	1,5	0,7
T7	3	243	292	270	0,300	175u3361	-	-	-	1,5	1
T7	4	180	216	200	0,360	-	175u3009	175u3010	-	1,5	1,3
T7	5,5	130	156	145	0,450	-	175u3012	175u3013	-	1,5	1,7
T7	7,5	94	113	105	0,790	-	175u3481	175u3482	-	1,5	2,6
T7	11	94,5	110,9	105	0,790	175u3360	175u3481	175u3482	-	1,5	2,7
T7	15	69,7	80,7	72	1,130	175u3351	175u3466	175u3465	-	1,5	3,8
T7	18,5	46,8	65,1	52	1,400	175u3352	175u3468	175u3467	-	1,5	4,9
T7	22	36,0	54,5	42	1,700	175u3353	175u3032	175u3033	-	1,5	6
T7	30	29,0	39,7	31	2,200	175u3354	175u3470	175u3469	-	1,5	7,9
T7	37	22,5	32,1	27	2,800	175u3355	175u3472	175u3471	-	2,5	9,6
T7	45	18,0	26,3	22	3,200	175u3356	175u3479	175u3480	-	2,5	11,3
T7	55	13,5	21,4	15,5	4,200	-	175u3474	175u3473	-	4	15
T7	75	13,5	15,6	13,5	5,500	-	175u3476	175u3475	-	6	19
T7	90	8,8	13,0	11	7,000	-	-	-	175u3232	10	25
T7	110	8,8	10,6	9,1	9,000	-	-	-	175u3067	16	32
T7	132	6,6	8,8	7,4	11,000	-	-	-	175u3072	16	39
T7	160	4,2	7,2	6,1	13,000	-	-	-	175u3075	16	46
T7	200	4,2	5,8	5,0	16,000	-	-	-	175u3078	25	57
T7	250	3,4	4,6	4,0	20,000	-	-	-	175u3082	35	71
T7	315	2,3	3,7	3,2	26,000	-	-	-	175u3085	50	90
T7	400	2,3	2,9	2,5	32,000	-	-	-	175u3089	70	113
T7	450	2,0	2,6	2,3	36,000	-	-	-	175u3090	2 x 35	125
T7	500	1,9	2,3	2,0	42,000	-	-	-	175u3092	2 x 35	145
T7	560	1,5	2,1	1,6	52,000	-	-	-	175u3094	2 x 50	180
T7	630	1,4	1,8	1,4	60,000	-	-	-	175u3095	2 x 50	207
T7	710	1,2	1,6	2 x 2,6	-	-	-	-	-	-	-
T7	800	1,1	1,4	2 x 2,2	-	-	-	-	-	-	-
T7	900	1,0	1,3	2 x 2,0	-	-	-	-	-	-	-
T7	1000	0,9	1,1	3 x 2,6	-	-	-	-	-	-	-
T7	1200	0,8	1,0	3 x 2,4	-	-	-	-	-	-	-
T7	1400	0,6	0,8	3 x 2,0	-	-	-	-	-	-	-

Tabell 6.13 T7, horisontell bromsning 10 % driftcykel, rekommenderade bromsmotstånd

## 40 % driftcykel, vertikal bromsning, T7

FC 202				Vertikal bromsning 40 % driftcykel							
Frekvensomformardata				Bromsmotståndsdata						Installation	
				R <sub>rec</sub> [O]	P <sub>br,cont.</sub> [kW]	Danfoss-artikelnummer				Ledararea [mm <sup>2</sup> ]	Bimetall- relä [A]
Nät- typ	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [O]	R <sub>br,nom</sub> [O]			Ledning IP54	Skruvplint IP21	Skruvplint IP65	Bolt connection IP20		
T7	1,1	620	830	630	0,360	-	175u3108	175u3109	-	1,5	0,8
T7	1,5	513	600	570	0,570	-	175u3110	175u3111	-	1,5	1
T7	2,2	340	403	415	0,790	-	175u3112	175u3113	-	1,5	1,3
T7	3	243	292	270	1,130	-	175u3118	175u3119	-	1,5	2
T7	4	180	216	200	1,700	-	175u3122	175u3123	-	1,5	2,8
T7	5,5	130	156	145	2,200	-	175u3106	175u3107	-	1,5	3,7
T7	7,5	94	113	105	3,200	-	175u3132	175u3133	-	1,5	5,2
T7	11	94,5	110,9	105	4,200	-	175u3134	175u3135	-	1,5	6
T7	15	69,7	80,7	72	4,200	-	175u3142	175u3143	-	1,5	7,2
T7	18,5	46,8	65,1	52	6,000	-	-	-	175u3242	2,5	10,8
T7	22	36,0	54,5	42	8,000	-	-	-	175u3243	2,5	13,9
T7	30	29,0	39,7	31	10,000	-	-	-	175u3244	4	18
T7	37	22,5	32,1	27	14,000	-	-	-	175u3201	10	23
T7	45	18,0	26,3	22	17,000	-	-	-	175u3202	10	28
T7	55	13,5	21,4	15,5	21,000	-	-	-	175u3205	16	37
T7	75	13,5	15,6	13,5	26,000	-	-	-	175u3209	16	44
T7	90	8,8	13,0	11	36,000	-	-	-	175u3212	25	57
T7	110	8,8	10,6	9,1	42,000	-	-	-	175u3214	35	68
T7	132	6,6	8,8	7,4	52,000	-	-	-	175u3215	50	84
T7	160	4,2	7,2	6,1	60,000	-	-	-	175u3218	70	99
T7	200	4,2	5,8	5,0	78,000	-	-	-	175u3220	2 x 35	125
T7	250	3,4	4,6	4,0	90,000	-	-	-	175u3222	2 x 35	150
T7	315	2,3	3,7	3,2	-	-	-	-	-	-	-
T7	400	2,3	2,9	2,5	-	-	-	-	-	-	-
T7	450	2,0	2,6	2,3	-	-	-	-	-	-	-
T7	500	1,9	2,3	2,0	-	-	-	-	-	-	-
T7	560	1,5	2,1	1,6	-	-	-	-	-	-	-
T7	630	1,4	1,8	1,4	-	-	-	-	-	-	-
T7	710	1,2	1,6	2 x 2,6	-	-	-	-	-	-	-
T7	800	1,1	1,4	2 x 2,2	-	-	-	-	-	-	-
T7	900	1,0	1,3	2 x 2,0	-	-	-	-	-	-	-
T7	1000	0,9	1,1	3 x 2,6	-	-	-	-	-	-	-
T7	1200	0,8	1,0	3 x 2,4	-	-	-	-	-	-	-
T7	1400	0,6	0,8	3 x 2,0	-	-	-	-	-	-	-

Tabell 6.14 T7, vertikal bromsning 40 % driftcykel, rekommenderade bromsmotstånd



## 6.2.6 Alternativa bromsmotstånd, T2 och T4

Nät	Spänningsklass
$P_m$	Nominell motorstorlek för frekvensomformartyp
$R_{min}$	Minsta tillåtna bromsmotstånd enligt frekvensomformare
$R_{rec}$	Rekommenderat bromsmotstånd för bromsmotstånd från Danfoss
Driftcykel	$P_{br,cont} \times 100 / P_m$
Artikelnummer	Beställningsnummer för bromsmotstånd från Danfoss
$P_{br,cont}$	Bromsmotståndets genomsnittliga märkeffekt
$R_{br,nom}$	Det nominella (beräknade) motståndsvärdet som säkerställer en bromseffekt på motoraxeln på 150/160/110 % under 1 minut.

Tabell 6.15 Förkortningar som används i Tabell 6.16 till Tabell 6.17

## Nät: 200–240 V, T2

FC 202	$P_m$	$R_{min}$	$R_{br,nom}$	Flat-pack IP65		
				$R_{rec}$ per objekt/ $P_{br,cont}$	Driftcykel	Danfoss-artikelnummer
T2	[kW]	[?]	[?]	[?/W]	%	175Uxxxx
PK25	0,25	380	691,3	430/100	40	1002
PK37	0,37	380	466,7	430/100	27	1002
PK55	0,55	275	313,7	330/100	18	1003
PK55	0,55	275	313,7	310/200	36	0984
PK75	0,75	188	230,0	220/100	13	1004
PK75	0,75	188	230,0	210/200	26	0987
P1K1	1,1	130	152,9	150/100	9	1005
P1K1	1,1	130	152,9	150/200	18	0989
P1K5	1,5	81,0	110,5	100/100	7	1006
P1K5	1,5	81,0	110,5	100/200	14	0991
P2K2	2,2	58,5	74,1	72/200	9	0992
P3K0	3	45,0	53,7	50/200	7	0993
P3K7	3,7	31,5	39,9	35/200	6	0994
P3K7	3,7	31,5	39,9	72/200	11	2 x 0992
P5K5	5,5	22,5	28,7	40/200	7	2 x 0996

Tabell 6.16 Nät: 200–240 V (T2), alternativa bromsmotstånd

**Nät: 380–480 V, T4**

FC 202	P <sub>m</sub>	R <sub>min</sub>	R <sub>br,nom</sub>	Flat-pack IP65		
				R <sub>rec</sub> per objekt/P <sub>br,cont.</sub>	Driftcykel	Danfoss-artikel-nummer
T4	[kW]	[?]	[?]	[?/W]	%	175Uxxxx
PK75	0,75	620	910,2	830/100	13	1000
P1K1	1,1	546	607,3	620/100	9	1001
P1K1	1,1	546	607,3	620/200	18	0982
P1K5	1,5	382	437,3	430/100	7	1002
P1K5	1,5	382	437,3	430/200	14	0983
P2K2	2,2	260	293,3	310/200	9	0984
P3K0	3	189	212,7	210/200	7	0987
P4K0	4	135	157,3	150/200	5	0989
P4K0	4	135	157,3	300/200	10	2 x 0985
P5K5	5,5	99,0	113,3	130/200	7	2 x 0990
P7K5	7,5	72,0	82,4	80/240	6	2 x 0090

Tabell 6.17 Nät: 380–480 V (T4), alternativa bromsmotstånd

## 6.2.7 Övertonsfilter

Övertonsfilter används för att minska övertonsströmmar på nätet.

- AHF 010: 10 % strömdistortion
- AHF 005: 5 % strömdistortion

### Kylning och ventilation

IP20: Kyls med naturlig luftkylning eller inbyggda fläktar.

IP00: Ytterligare forcerad kylning krävs. Säkra tillräckligt luftflöde genom filtret under installationen för att undvika överhettning av filtret. Ett minsta luftflöde på 2 m/s krävs genom filtret.

Märkeffekt och märkström <sup>1)</sup>		Normal motor	Filtrets märkström	Beställningsnummer AHF 005		Beställningsnummer AHF 010	
			50 Hz	IP00	IP20	IP00	IP20
[kW]	[A]	[kW]	[A]				
0.37-4.0	1,2-9	3	10	130B1392	130B1229	130B1262	130B1027
5.5-7.5	14,4	7,5	14	130B1393	130B1231	130B1263	130B1058
11,0	22	11	22	130B1394	130B1232	130B1268	130B1059
15,0	29	15	29	130B1395	130B1233	130B1270	130B1089
18,0	34	18,5	34	130B1396	130B1238	130B1273	130B1094
22,0	40	22	40	130B1397	130B1239	130B1274	130B1111
30,0	55	30	55	130B1398	130B1240	130B1275	130B1176
37,0	66	37	66	130B1399	130B1241	130B1281	130B1180
45,0	82	45	82	130B1442	130B1247	130B1291	130B1201
55,0	96	55	96	130B1443	130B1248	130B1292	130B1204
75,0	133	75	133	130B1444	130B1249	130B1293	130B1207
90,0	171	90	171	130B1445	130B1250	130B1294	130B1213

Tabell 6.18 Övertonsfilter för 380–415 V, 50 Hz

Märkeffekt och märkström <sup>1)</sup>		Normal motor	Filtrets märkström	Beställningsnummer AHF 005		Beställningsnummer AHF 010	
			60 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
0.37-4.0	1,2-9	3	10	130B3095	130B2857	130B2874	130B2262
5.5-7.5	14,4	7,5	14	130B3096	130B2858	130B2875	130B2265
11,0	22	11	22	130B3097	130B2859	130B2876	130B2268
15,0	29	15	29	130B3098	130B2860	130B2877	130B2294
18,0	34	18,5	34	130B3099	130B2861	130B3000	130B2297
22,0	40	22	40	130B3124	130B2862	130B3083	130B2303
30,0	55	30	55	130B3125	130B2863	130B3084	130B2445
37,0	66	37	66	130B3026	130B2864	130B3085	130B2459
45,0	82	45	82	130B3127	130B2865	130B3086	130B2488
55,0	96	55	96	130B3128	130B2866	130B3087	130B2489
75,0	133	75	133	130B3129	130B2867	130B3088	130B2498
90,0	171	90	171	130B3130	130B2868	130B3089	130B2499

Tabell 6.19 Övertonsfilter för 380–415 V, 60 Hz

Märkeffekt och märkström <sup>1)</sup>		Normal motor	Filtrets märkström	Beställningsnummer AHF 005		Beställningsnummer AHF 010	
			60 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
0,37-4,0	1-7,4	3	10	130B1787	130B1752	130B1770	130B1482
5,5-7,5	9,9-13	7,5	14	130B1788	130B1753	130B1771	130B1483
11,0	19	11	19	130B1789	130B1754	130B1772	130B1484
15,0	25	15	25	130B1790	130B1755	130B1773	130B1485
18,0	31	18,5	31	130B1791	130B1756	130B1774	130B1486
22,0	36	22	36	130B1792	130B1757	130B1775	130B1487
30,0	47	30	48	130B1793	130B1758	130B1776	130B1488
37,0	59	37	60	130B1794	130B1759	130B1777	130B1491
45,0	73	45	73	130B1795	130B1760	130B1778	130B1492
55,0	95	55	95	130B1796	130B1761	130B1779	130B1493
75,0	118	75	118	130B1797	130B1762	130B1780	130B1494
90	154	90	154	130B1798	130B1763	130B1781	130B1495

Tabell 6.20 Övertonsfilter för 440–480 V, 60 Hz

1) Frekvensomformarens märkeffekt och märkström enligt faktiska driftförhållanden

Märkeffekt och märkström <sup>1)</sup>		Normal motor	Filtrets märkström	Beställningsnummer AHF 005		Beställningsnummer AHF 010	
			60 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
11,0	15	10	15	130B5261	130B5246	130B5229	130B5212
15,0	19	16,4	20	130B5262	130B5247	130B5230	130B5213
18,0	24	20	24	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
22,0	29	24	29	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
30,0	36	33	36	130B5265	130B5250	130B5233	130B5216
37,0	49	40	50	130B5266	130B5251	130B5234	130B5217
45,0	58	50	58	130B5267	130B5252	130B5235	130B5218
55,0	74	60	77	130B5268	130B5253	130B5236	130B5219
75,0	85	75	87	130B5269	130B5254	130B5237	130B5220
90	106	90	109	130B5270	130B5255	130B5238	130B5221

Tabell 6.21 Övertonsfilter för 600 V, 60 Hz

Märkeffekt och märkström <sup>1)</sup>		Normal motor	Märkeffekt och märkström		Normal motor	Filtrets märkström	Beställningsnummer AHF 005		Beställningsnummer AHF 010		
			551–690 V				50 Hz		IP00	IP20	IP00
500–550 V		[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
11,0	15	7,5	P15K	16	15	15	130B5000	130B5088	130B5297	130B5280	
15,0	19,5	11	P18K	20	18,5	20	130B5017	130B5089	130B5298	130B5281	
18,0	24	15	P22K	25	22	24	130B5018	130B5090	130B5299	130B5282	
22,0	29	18,5	P30K	31	30	29	130B5019	130B5092	130B5302	130B5283	
30,0	36	22	P37K	38	37	36	130B5021	130B5125	130B5404	130B5284	
37,0	49	30	P45K	48	45	50	130B5022	130B5144	130B5310	130B5285	
45,0	59	37	P55K	57	55	58	130B5023	130B5168	130B5324	130B5286	
55,0	71	45	P75K	76	75	77	130B5024	130B5169	130B5325	130B5287	
75,0	89	55				87	130B5025	130B5170	130B5326	130B5288	
90,0	110	90				109	130B5026	130B5172	130B5327	130B5289	

6

Tabell 6.22 Övertonsfilter, 500–690 V, 50 Hz

1) Frekvensomformarens märkeffekt och märkström enligt faktiska driftförhållanden

## 6.2.8 Sinusfilter

Frekvensomformarens märkeffekt och märkström						Filtrets märkström			Switch-frekvens	Beställningsnummer	
200–240 V		380–440 V		441–500 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23 <sup>1)</sup>
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[kHz]		
-	-	0,37	1,3	0,37	1,1	2,5	2,5	2	5	130B2404	130B2439
0,25	1,8	0,55	1,8	0,55	1,6						
0,37	2,4	0,75	2,4	0,75	2,1						
		1,1	3	1,1	3	4,5	4	3,5	5	130B2406	130B2441
0,55	3,5	1,5	4,1	1,5	3,4						
0,75	4,6	2,2	5,6	2,2	4,8						
1,1	6,6	3	7,2	3	6,3	8	7,5	5,5	5	130B2408	130B2443
1,5	7,5	-	-	-	-						
-	-	4	10	4	8,2						
2,2	10,6	5,5	13	5,5	11	17	16	13	5	130B2411	130B2446
3	12,5	7,5	16	7,5	14,5						
3,7	16,7	-	-	-	-						
5,5	24,2	11	24	11	21	24	23	18	4	130B2412	130B2447
7,5	30,8	15	32	15	27	38	36	28,5	4	130B2413	130B2448
		18,5	37,5	18,5	34						
11	46,2	22	44	22	40	48	45,5	36	4	130B2281	130B2307
15	59,4	30	61	30	52	62	59	46,5	3	130B2282	130B2308
18,5	74,8	37	73	37	65	75	71	56	3	130B2283	130B2309
22	88	45	90	55	80	115	109	86	3	130B3179	130B3181*
30	115	55	106	75	105						
37	143	75	147	90	130						
45	170	90	177			180	170	135	3	130B3182	130B3183*

Tabell 6.23 Sinusfilter för frekvensomformare med 380–500 V

1) Beställningsnummer markerade med \* är IP23.

Frekvensomformarens märkeffekt och märkström						Filtrets märkström vid 690 V			Switch-frekvens	Beställningsnummer	
525–600 V		551–690 V		525–550 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23 <sup>1)</sup>
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	kHz		
0,75	1,7	1,1	1,6	1,1	2,1	4,5	4	3	4	130B7335	130B7356
1,1	2,4	1,5	2,2	1,5	2,7						
1,5	2,7	2,2	3,2	2,2	3,9						
2,2	3,9	3,0	4,5	3,0	4,9						
3	4,9	4,0	5,5	4,0	6,1	10	9	7	4	130B7289	130B7324
4	6,1	5,5	7,5	5,5	9,0						
5,5	9	7,5	10	7,5	11						
7,5	11	11	13	7,5	14	13	12	9	3	130B3195	130B3196
11	18	15	18	11	19	28	26	21	3	130B4112	130B4113
15	22	18,5	22	15	23						
18,5	27	22	27	18	28						
22	34	30	34	22	36	45	42	33	3	130B4114	130B4115
30	41	37	41	30	48						
37	52	45	52	37	54	76	72	57	3	130B4116	130B4117*
45	62	55	62	45	65						
55	83	75	83	55	87	115	109	86	3	130B4118	130B4119*
75	100	90	100	75	105						
90	131	-	-	90	137	165	156	124	2	130B4121	130B4124*

Tabell 6.24 Sinusfilter för frekvensomformare med 525–690 V och 525–690 V

1) Beställningsnummer markerade med \* är IP23.

Parameter	Inställning
Parameter 14-00 Switchmönster	[1] SFAVM
Parameter 14-01 Switchfrekvens	Ställ in enligt det enskilda filtret. Visas på filtrets produktetikett och i utgångsfilterhandboken. Sinusfilter tillåter inte lägre switchfrekvens än vad som finns angivet för det enskilda filtret.
Parameter 14-55 Utgångsfilter	[2] Sinusfilter monterat

Tabell 6.25 Parameterinställningar för drift med sinusfilter

## 6.2.9 dU/dt-filter

Frekvensomformarens märkdata [V]										Filtrets märkström [V]				Beställningsnummer		
200-240		380-440		441-500		525-550		551-690		380 vid 60 Hz 200-400/ 440 vid 50 Hz	460/480 vid 60 Hz 500/525 vid 50 Hz	575/600 vid 60 Hz	690 vid 50 Hz	IP00	IP20	IP54
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]			
3	12,5	5,5	13	5,5	11	5,5	9,5	1,1	1,6	17	15	13	10	Ej tillämpligt	130B7367 <sup>1)</sup>	Ej tillämpligt
3,7	16	7,5	16	7,5	14,5	7,5	11,5	1,5	2,2							
-	-	-	-	-	-	-	-	2,2	3,2							
-	-	-	-	-	-	-	-	3	4,5							
-	-	-	-	-	-	-	-	4	5,5							
-	-	-	-	-	-	-	-	5,5	7,5							
-	-	-	-	-	-	-	-	7,5	10							
5,5	24,2	11	24	11	21	7,5	14	11	13	44	40	32	27	130B2835	130B2836*	130B2837
7,5	30,8	15	32	15	27	11	19	15	18							
-	-	18,5	37,5	18,5	34	15	23	18,5	22							
-	-	22	44	22	40	18,5	28	22	27							
11	46,2	30	61	30	52	30	43	30	34	90	80	58	54	130B2838	130B2839*	130B2840
15	59,4	37	73	37	65	37	54	37	41							
18,5	74,8	45	90	55	80	45	65	45	52							
22	88	-	-	-	-	-	-	-	-							
-	-	55	106	75	105	55	87	55	62	106	105	94	86	130B2841	130B2842*	130B2843
-	-	-	-	-	-	-	-	75	83							
30	115	75	147	90	130	75	113	90	108	177	160	131	108	130B2844	130B2845*	130B2846
37	143	90	177	-	-	90	137	-	-							
45	170	-	-	-	-	-	-	-	-							

Tabell 6.26 dU/dt Filters för 200-690 V

1) Dedikerade A3-kapslingsstorlekar som stöder fotavtrycksmontering och montering sida vid sida. Fast skärmd kabelanslutning till frekvensomformaren.

Parameter	Inställning
Parameter 14-01 Switchfrekvens	Högre driftswitchfrekvens än vad som anges för det enskilda filtret rekommenderas inte.
Parameter 14-55 Utgångsfilter	[0] Inget filter
Parameter 14-56 Kapacitans, utgångsfilter	Används inte
Parameter 14-57 Induktans utgångsfilter	Används inte

Tabell 6.27 Parameterinställningar för drift med dU/dt-filter

### 6.2.10 Common Mode-filter

Kapslingsstorlek	Beställningsnummer	Kärnmått					Vikt [kg]
		W	w	H	h	d	
A och B	130B3257	60	43	40	25	22,3	0,25
C1	130B7679	82,8	57,5	45,5	20,6	33	
C2, C3, C4	130B3258	102	69	61	28	37	1,6
D	130B3259	189	143	126	80	37	2,45

Tabell 6.28 Common mode-filter, beställningsnummer

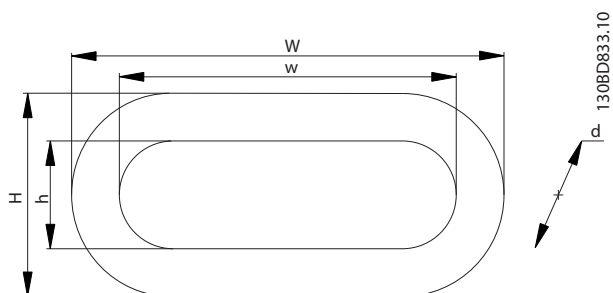


Bild 6.4 HF-CM-kärna



## 7 Specifikationer

### 7.1 Elektriska data

#### 7.1.1 Nätförsörjning 1 x 200–240 V AC

Typbeteckning	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P5K5	P7K5	P15K	P22K
Normal axeleffekt [kW]	1,1	1,5	2,2	3,0	3,7	5,5	7,5	15	22
Normal axeleffekt vid 240 V [hk]	1,5	2,0	2,9	4,0	4,9	7,5	10	20	30
Skyddsklassificering IP20/chassi	A3	-	-	-	-	-	-	-	-
Skyddsklassificering IP21/Typ 1	-	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
Skyddsklassificering IP55/Typ 12	A5	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
Skyddsklassificering IP66/NEMA 4X	A5	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
<b>Utström</b>									
Kontinuerlig (3 x 200–240 V) [A]	6,6	7,5	10,6	12,5	16,7	24,2	30,8	59,4	88
Intermittent (3 x 200–240 V) [A]	7,3	8,3	11,7	13,8	18,4	26,6	33,4	65,3	96,8
Kontinuerlig kVa vid 208 V [kVa]	2,4	2,7	3,8	4,5	6,0	8,7	11,1	21,4	31,7
<b>Maximal inström</b>									
Kontinuerlig (1 x 200–240 V) [A]	12,5	15	20,5	24	32	46	59	111	172
Intermittent (1 x 200–240 V) [A]	13,8	16,5	22,6	26,4	35,2	50,6	64,9	122,1	189,2
Max. nätsäkringar [A]	20	30	40	40	60	80	100	150	200
<b>Ytterligare specifikationer</b>									
Maximal ledararea (nät, motor, broms) [mm <sup>2</sup> ] (AWG)	0,2–4 (4–10)					10 (7)	35 (2)	50 (1/0)	95 (4/0)
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för nät med strömbrytare [mm <sup>2</sup> ] (AWG)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	25 (3)	50 (1/0)	2 x 50 (2 x 1/0) <sup>9)</sup> 10)
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för nät utan strömbrytare [mm <sup>2</sup> ] (AWG)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	25 (3)	50 (1/0)	95 (4/0)
Kabelisoleringens märkdata för temperatur [°C]	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Uppskattad effektförlust <sup>3)</sup> vid beräknad maximal belastning [W] <sup>4)</sup>	44	30	44	60	74	110	150	300	440
Verkningsgrad <sup>5)</sup>	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98

Tabell 7.1 Nätförsörjning 1 x 200–240 V växelström, normal överbelastning 110 % under 1 minut, P1K1–P22K

## 7.1.2 Nätförsörjning 3 x 200–240 V AC

Typbeteckning	PK25		PK37		PK55		PK75	
	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ
Hög/normal överbelastning <sup>1)</sup>								
Normal axeffekt [kW]	0,25		0,37		0,55		0,75	
Normal axeffekt vid 208 V [hk]	0,34		0,5		0,75		1	
Skyddsklassificering IP20/chassi <sup>6)</sup>	A2		A2		A2		A2	
Skyddsklassificering IP21/Typ 1								
Skyddsklassificering IP55/Typ 12	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A4/A5	
Skyddsklassificering IP66/NEMA 4X								
<b>Utström</b>								
Kontinuerlig (3 x 200–240 V) [A]	1,8		2,4		3,5		4,6	
Intermittent (3 x 200–240 V) [A]	2,7	2,0	3,6	2,6	5,3	3,9	6,9	5,1
Kontinuerlig kVa vid 208 V [kVa]	0,65		0,86		1,26		1,66	
<b>Maximal inström</b>								
Kontinuerlig (3 x 200–240 V) [A]	1,6		2,2		3,2		4,1	
Intermittent (3 x 200–240 V) [A]	2,4	1,8	3,3	2,4	4,8	3,5	6,2	4,5
Max. nätsäkringar [A]	10		10		10		10	
<b>Ytterligare specifikationer</b>								
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för nät, motor, broms och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])					4, 4, 4 (12, 12, 12)		(minimum 0,2 (24))	
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för nätbrytare [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])					6, 4, 4 (10, 12, 12)			
Uppskattad effektförlust <sup>3)</sup> vid beräknad maximal belastning [W] <sup>4)</sup>	21		29		42		54	
Verkningsgrad <sup>5)</sup>	0,94		0,94		0,95		0,95	

Tabell 7.2 Nätförsörjning 3 x 200–240 V AC, PK25-PK75

Typbeteckning	P1K1		P1K5		P2K2		P3K0		P3K7	
	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ
Hög/normal överbelastning <sup>1)</sup>										
Normal axeffekt [kW]	1,1		1,5		2,2		3,0		3,7	
Normal axeffekt vid 208 V [hk]	1,5		2		3		4		5	
Skyddsklassificering IP20/chassi <sup>6)</sup>	A2		A2		A2		A3		A3	
Skyddsklassificering IP21/Typ 1										
Skyddsklassificering IP55/Typ 12	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A5		A5	
Skyddsklassificering IP66/NEMA 4X										
<b>Utström</b>										
Kontinuerlig (3 x 200–240 V) [A]	6,6		7,5		10,6		12,5		16,7	
Intermittent (3 x 200–240 V) [A]	9,9	7,3	11,3	8,3	15,9	11,7	18,8	13,8	25	18,4
Kontinuerlig kVa vid 208 V [kVa]	2,38		2,70		3,82		4,50		6,00	
<b>Maximal inström</b>										
Kontinuerlig (3 x 200–240 V) [A]	5,9		6,8		9,5		11,3		15,0	
Intermittent (3 x 200–240 V) [A]	8,9	6,5	10,2	7,5	14,3	10,5	17,0	12,4	22,5	16,5
Max. nätsäkringar [A]	20		20		20		32		32	
<b>Ytterligare specifikationer</b>										
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för nät, motor, broms och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])					4, 4, 4 (12, 12, 12)		(minimum 0,2 (24))			
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för nätbrytare [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])					6, 4, 4 (10, 12, 12)					
Uppskattad effektförlust <sup>3)</sup> vid beräknad maximal belastning [W] <sup>4)</sup>	63		82		116		155		185	
Verkningsgrad <sup>5)</sup>	0,96		0,96		0,96		0,96		0,96	

Tabell 7.3 Nätförsörjning 3 x 200–240 V AC, P1K1-P3K7

Typbeteckning	P5K5		P7K5		P11K		P15K	
	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ
Hög/normal överbelastning <sup>1)</sup>								
Normal axeleffekt [kW]	3,7	5,5	5,5	7,5	7,5	11	11	15
Normal axeleffekt vid 208 V [hk]	5,0	7,5	7,5	10	10	15	15	20
IP20/chassi7)	B3		B3		B3		B4	
Skyddsklassificering IP21/Typ 1	B1		B1		B1		B2	
Skyddsklassificering IP55/Typ 12								
Skyddsklassificering IP66/NEMA 4X								
<b>Utström</b>								
Kontinuerlig (3 x 200–240 V) [A]	16,7	24,2	24,2	30,8	30,8	46,2	46,2	59,4
Intermittent (3 x 200–240 V) [A]	26,7	26,6	38,7	33,9	49,3	50,8	73,9	65,3
Kontinuerlig kVa vid 208 V [kVa]	6,0	8,7	8,7	11,1	11,1	16,6	16,6	21,4
<b>Maximal inström</b>								
Kontinuerlig (3 x 200–240 V) [A]	15,0	22,0	22,0	28,0	28,0	42,0	42,0	54,0
Intermittent (3 x 200–240 V) [A]	24,0	24,2	35,2	30,8	44,8	46,2	67,2	59,4
Max. nätsäkringar [A]	63		63		63		80	
<b>Ytterligare specifikationer</b>								
IP20 maximal ledararea <sup>2)</sup> för nät, motor, broms och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		35, -, - (2, -, -)	
Skyddsklassificering IP21 maximal ledararea-section <sup>2)</sup> för nät, broms och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 16 (6, 8, 6)		16, 10, 16 (6, 8, 6)		16, 10, 16 (6, 8, 6)		35, -, - (2, -, -)	
Skyddsklassificering IP21 maximal ledararea <sup>2)</sup> för motor [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		35, 25, 25 (2, 4, 4)	
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för nätbrytare [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)						35 (2)	
Uppskattad effektförlust <sup>3)</sup> vid beräknad maximal belastning [W] <sup>4)</sup>	239	310	239	310	371	514	463	602
Verkningsgrad <sup>5)</sup>	0,96		0,96		0,96		0,96	

Tabell 7.4 Nätförsörjning 3 x 200–240 V AC, P5K5-P15K

Typbeteckning	P18K		P22K		P30K		P37K		P45K	
Hög/normal överbelastning <sup>1)</sup>	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ
Normal axeleffekt [kW]	15	18,5	18,5	22	22	30	30	37	37	45
Normal axeleffekt vid 208 V [hk]	20	25	25	30	30	40	40	50	50	60
Skyddsklassificering IP20/Chassi <sup>7)</sup>	B4		C3		C3		C4		C4	
Skyddsklassificering IP21/Typ 1										
Skyddsklassificering IP55/Typ 12	C1		C1		C1		C2		C2	
Skyddsklassificering IP66/NEMA 4X										
<b>Utström</b>										
Kontinuerlig (3 x 200–240 V) [A]	59,4	74,8	74,8	88,0	88,0	115	115	143	143	170
Intermittent (3 x 200–240 V) [A]	89,1	82,3	112	96,8	132	127	173	157	215	187
Kontinuerlig kVa vid 208 V [kVa]	21,4	26,9	26,9	31,7	31,7	41,4	41,4	51,5	51,5	61,2
<b>Maximal inström</b>										
Kontinuerlig (3 x 200–240 V) [A]	54,0	68,0	68,0	80,0	80,0	104	104	130	130	154,0
Intermittent (3 x 200–240 V) [A]	81,0	74,8	102	88,0	120	114	156	143	195	169,0
Max. nätsäkringar [A]	125		125		160		200		250	
<b>Ytterligare specifikationer</b>										
Skyddsklassificering IP20 maximal ledararea för nät, broms, motor och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Skyddsklassificering IP21, IP55, IP66 maximal ledararea för nät och motor [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Skyddsklassificering IP21, IP55, IP66 maximal ledararea för broms och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för fränkoppling [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])			50, 35, 35 (1, 2, 2)				95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Uppskattad effektförlust <sup>3)</sup> vid beräknad maximal belastning [W] <sup>4)</sup>	624	737	740	845	874	1140	1143	1353	1400	1636
Verkningsgrad <sup>5)</sup>	0,96		0,97		0,97		0,97		0,97	

Tabell 7.5 Nätförsörjning 3 x 200–240 V AC, P18K–P45K

## 7.1.3 Nätförsörjning 1 x 380–480 V AC

Typbeteckning	P7K5	P11K	P18K	P37K
Normal axeleffekt [kW]	7,5	11	18,5	37
Normal axeleffekt vid 240 V [hk]	10	15	25	50
Skyddsklassificering IP21/Typ 1	B1	B2	C1	C2
Skyddsklassificering IP55/Typ 12	B1	B2	C1	C2
Skyddsklassificering IP66/NEMA 4X	B1	B2	C1	C2
<b>Utström</b>				
Kontinuerlig (3 x 380–440 V) [A]	16	24	37,5	73
Intermittent (3 x 380–440 V) [A]	17,6	26,4	41,2	80,3
Kontinuerlig (3 x 441–480 V) [A]	14,5	21	34	65
Intermittent (3 x 441–480 V) [A]	15,4	23,1	37,4	71,5
Kontinuerlig kVa vid 400 V [kVa]	11,0	16,6	26	50,6
Kontinuerlig kVa vid 460 V [kVa]	11,6	16,7	27,1	51,8
<b>Maximal inström</b>				
Kontinuerlig (1 x 380–440 V) [A]	33	48	78	151
Intermittent (1 x 380–440 V) [A]	36	53	85,5	166
Kontinuerlig (1 x 441–480 V) [A]	30	41	72	135
Intermittent (1 x 441–480 V) [A]	33	46	79,2	148
Max. nätsäkringar [A]	63	80	160	250
<b>Ytterligare specifikationer</b>				
Maximal ledararea för nät, motor och broms [mm <sup>2</sup> ] ((AWG))	10 (7)	35 (2)	50 (1/0)	120 (4/0)
Uppskattad effektförlust <sup>3)</sup> vid beräknad maximal belastning [W] <sup>4)</sup>	300	440	740	1480
Verkningsgrad <sup>5)</sup>	0,96	0,96	0,96	0,96

Tabell 7.6 Nätförsörjning 1 x 380–480 V AC, normal överbelastning 110 % under 1 minut, P7K5–P37K

## 7.1.4 Nätförsörjning 3 x 380–480 V AC

Typbeteckning	PK37		PK55		PK75		P1K1		P1K5	
	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ
Hög/normal överbelastning <sup>1)</sup>										
Normal axeleffekt [kW]	0,37		0,55		0,75		1,1		1,5	
Normal axeleffekt vid 460 V [hk]	0,5		0,75		1,0		1,5		2,0	
Skyddsklassificering IP20/chassi <sup>6)</sup>	A2		A2		A2		A2		A2	
Skyddsklassificering IP55/Typ 12 Skyddsklassificering IP66/NEMA 4X	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A4/A5		A4/A5	
<b>Utström</b>										
Kontinuerlig (3 x 380–440 V) [A]	1,3		1,8		2,4		3,0		4,1	
Intermittent (3 x 380–440 V) [A]	2,0	1,4	2,7	2,0	3,6	2,6	4,5	3,3	6,2	4,5
Kontinuerlig (3 x 441–480 V) [A]	1,2		1,6		2,1		2,7		3,4	
Intermittent (3 x 441–480 V) [A]	1,8	1,3	2,4	1,8	3,2	2,3	4,1	3,0	5,1	3,7
Kontinuerlig kVa vid 400 V [kVa]	0,9		1,3		1,7		2,1		2,8	
Kontinuerlig kVa vid 460 V [kVa]	0,9		1,3		1,7		2,4		2,7	
<b>Maximal inström</b>										
Kontinuerlig (3 x 380–440 V) [A]	1,2		1,6		2,2		2,7		3,7	
Intermittent (3 x 380–440 V) [A]	1,8	1,3	2,4	1,8	3,3	2,4	4,1	3,0	5,6	4,1
Kontinuerlig (3 x 441–480 V) [A]	1,0		1,4		1,9		2,7		3,1	
Intermittent (3 x 441–480 V) [A]	1,5	1,1	2,1	1,5	2,9	2,1	4,1	3,0	4,7	3,4
Max. nätsäkringar [A]	10		10		10		10		10	
<b>Ytterligare specifikationer</b>										
Skyddsklassificering IP20, IP21 maximal ledararea <sup>2)</sup> för nät, motor, broms och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (minimum 0,2 (24))									
Skyddsklassificering IP55, IP66 maximal ledararea <sup>2)</sup> för nät, motor, broms och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12)									
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för frånkoppling [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)									
Uppskattad effektförlust <sup>3)</sup> vid nominell maximal belastning [W] <sup>4)</sup>	35		42		46		58		62	
Verkningsgrad <sup>5)</sup>	0,93		0,95		0,96		0,96		0,97	

Tabell 7.7 Nätförsörjning 3 x 380–480 V AC, PK37–P1K5

Typbeteckning	P2K2		P3K0		P4K0		P5K5		P7K5	
	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ
Hög/normal överbelastning <sup>1)</sup>										
Normal axeleffekt [kW]	2,2		3,0		4,0		5,5		7,5	
Normal axeleffekt vid 460 V [hk]	2,9		4,0		5,3		7,5		10	
Skyddsklassificering IP20/chassi <sup>6)</sup>	A2		A2		A2		A3		A3	
Skyddsklassificering IP55/Typ 12 Skyddsklassificering IP66/NEMA 4X	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A5		A5	
<b>Utström</b>										
Kontinuerlig (3 x 380–440 V) [A]	5,6		7,2		10		13		16	
Intermittent (3 x 380–440 V) [A]	8,4	6,2	10,8	7,9	15,0	11,0	19,5	14,3	24,0	17,6
Kontinuerlig (3 x 441–480 V) [A]	4,8		6,3		8,2		11		14,5	
Intermittent (3 x 441–480 V) [A]	7,2	5,3	9,5	6,9	12,3	9,0	16,5	12,1	21,8	16,0
Kontinuerlig kVa vid 400 V [kVa]	3,9		5,0		6,9		9,0		11,0	
Kontinuerlig kVa vid 460 V [kVa]	3,8		5,0		6,5		8,8		11,6	
<b>Maximal inström</b>										
Kontinuerlig (3 x 380–440 V) [A]	5,0		6,5		9,0		11,7		14,4	
Intermittent (3 x 380–440 V) [A]	7,5	5,5	9,8	7,2	13,5	9,9	17,6	12,9	21,6	15,8
Kontinuerlig (3 x 441–480 V) [A]	4,3		5,7		7,4		9,9		13,0	
Intermittent (3 x 441–480 V) [A]	6,5	4,7	8,6	6,3	11,1	8,1	14,9	10,9	19,5	14,3
Max. nätsäkringar [A]	20		20		20		30		30	
<b>Ytterligare specifikationer</b>										
Skyddsklassificering IP20, IP21 maximal ledararea <sup>2)</sup> för nät, motor, broms och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (minimum 0,2 (24))									
Skyddsklassificering IP55, IP66 maximal ledararea <sup>2)</sup> för nät, motor, broms och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12)									
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för frånkoppling [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)									
Uppskattad effektförlust <sup>3)</sup> vid nominell maximal belastning [W] <sup>4)</sup>	88		116		124		187		225	
Verkningsgrad <sup>5)</sup>	0,97		0,97		0,97		0,97		0,97	

Tabell 7.8 Nätförsörjning 3 x 380–480 V AC, P2K2–P7K5

Typbeteckning	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K	
Hög/normal överbelastning <sup>1)</sup>	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ
Normal axeleffekt [kW]	7,5	11	11	15	15	18,5	22,0	22,0	22,0	30
Normal axeleffekt vid 460 V [hk]	10	15	15	20	20	25	30	30	30	40
Skyddsklassificering IP20/Chassi <sup>7)</sup>	B3		B3		B3		B4			B4
Skyddsklassificering IP21/Typ 1	B1		B1		B1		B2		B2	
Skyddsklassificering IP55/Typ 12 Skyddsklassificering IP66/NEMA 4X	B1		B1		B1		B2		B2	
<b>Utström</b>										
Kontinuerlig (3 x 380–440 V) [A]	-	24	24	32	32	37,5	37,5	44	44	61
Intermittent (60 s överbelastning) (3 x 380–440 V) [A]	-	26,4	38,4	35,2	51,2	41,3	60	48,4	70,4	67,1
Kontinuerlig (3 x 441–480 V) [A]	-	21	21	27	27	34	34	40	40	52
Intermittent (60 s överbelastning) (3 x 441–480 V) [A]	-	23,1	33,6	29,7	43,2	37,4	54,4	44	64	61,6
Kontinuerlig kVa vid 400 V [kVa]	-	16,6	16,6	22,2	22,2	26	26	30,5	30,5	42,3
Kontinuerlig kVa vid 460 V [kVa]	-	16,7	16,7	21,5	21,5	27,1	27,1	31,9	31,9	41,4
<b>Maximal inström</b>										
Kontinuerlig (3 x 380–440 V) [A]	-	22	22	29	29	34	34	40	40	55
Intermittent (60 s överbelastning) (3 x 380–440 V) [A]	-	24,2	35,2	31,9	46,4	37,4	54,4	44	64	60,5
Kontinuerlig (3 x 441–480 V) [A]	-	19	19	25	25	31	31	36	36	47
Intermittent (60 s överbelastning) (3 x 441–480 V) [A]	-	20,9	30,4	27,5	40	34,1	49,6	39,6	57,6	51,7
Max. nätsäkringar [A]	-	63		63		63		63		80
<b>Ytterligare specifikationer</b>										
Skyddsklassificering IP21, IP55, IP66 maximal ledararea <sup>2)</sup> för nät, broms och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 16 (6, 8, 6)						35, -, - (2, -, -)			
Skyddsklassificering IP21, IP55, IP66 maximal ledararea <sup>2)</sup> för motor [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)						35, 25, 25 (2, 4, 4)			
Skyddsklassificering IP20 maximal ledararea <sup>2)</sup> för nät, broms, motor och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)						35, -, - (2, -, -)			
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för frånkoppling [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)									
Uppskattad effektförlust <sup>3)</sup> vid nominell maximal belastning [W] <sup>4)</sup>	291	392	291	392	379	465	444	525	547	739
Verkningsgrad <sup>5)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabell 7.9 Nätförsörjning 3 x 380–480 V AC, P11K–P30K



Typbeteckning	P37K		P45K		P55K		P75K		P90K	
Hög/normal överbelastning <sup>1)</sup>	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ
Normal axeleffekt [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
Normal axeleffekt vid 460 V [hk]	40	50	50	60	60	75	75	100	100	125
Skyddsklassificering IP20/chassi <sup>6)</sup>	B4		C3		C3		C4		C4	
Skyddsklassificering IP21/Typ 1	C1		C1		C1		C2		C2	
Skyddsklassificering IP55/Typ 12	C1		C1		C1		C2		C2	
Skyddsklassificering IP66/NEMA 4X	C1		C1		C1		C2		C2	
<b>Utström</b>										
Kontinuerlig (3 x 380–440 V) [A]	61	73	73	90	90	106	106	147	147	177
Intermittent (60 s överbelastning) (3 x 380–440 V) [A]	91,5	80,3	110	99	135	117	159	162	221	195
Kontinuerlig (3 x 441–480 V) [A]	52	65	65	80	80	105	105	130	130	160
Intermittent (60 s överbelastning) (3 x 441–480 V) [A]	78	71,5	97,5	88	120	116	158	143	195	176
Kontinuerlig kVa vid 400 V [kVa]	42,3	50,6	50,6	62,4	62,4	73,4	73,4	102	102	123
Kontinuerlig kVa vid 460 V [kVa]	41,4	51,8	51,8	63,7	63,7	83,7	83,7	104	103,6	128
<b>Maximal inström</b>										
Kontinuerlig (3 x 380–440 V) [A]	55	66	66	82	82	96	96	133	133	161
Intermittent (60 s överbelastning) (3 x 380–440 V) [A]	82,5	72,6	99	90,2	123	106	144	146	200	177
Kontinuerlig (3 x 441–480 V) [A]	47	59	59	73	73	95	95	118	118	145
Intermittent (60 s överbelastning) (3 x 441–480 V) [A]	70,5	64,9	88,5	80,3	110	105	143	130	177	160
Max. nätsäkringar [A]	100		125		160		250		250	
<b>Ytterligare specifikationer</b>										
Skyddsklassificering IP20 maximal ledararea för nät och motor [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Skyddsklassificering IP20 maximal ledararea för broms och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		95 (4/0)		95 (4/0)	
Skyddsklassificering IP21, IP55, IP66 maximal ledararea för nät och motor [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Skyddsklassificering IP21, IP55, IP66 maximal ledararea för broms och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för nätbrytare [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])			50, 35, 35 (1, 2, 2)				95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Uppskattad effektförlust <sup>3)</sup> vid nominell maximal belastning [W] <sup>4)</sup>	570	698	697	843	891	1083	1022	1384	1232	1474
Verkningsgrad <sup>5)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98		0,99	

7

Tabell 7.10 Nätförsörjning 3 x 380–480 V AC, P37K–P90K

## 7.1.5 Nätförsörjning 3 x 525–600 V AC

Typbeteckning	PK75		P1K1		P1K5		P2K2	
	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ
Hög/normal överbelastning <sup>1)</sup>								
Normal axeleffekt [kW]	0,75		1,1		1,5		2,2	
Normal axeleffekt [hk]	1		1,5		2		3	
Skyddsklassificering IP20/chassi	A3		A3		A3		A3	
Skyddsklassificering IP21/Typ 1	A3		A3		A3		A3	
Skyddsklassificering IP55/Typ 12	A5		A5		A5		A5	
<b>Utström</b>								
Kontinuerlig (3 x 525–550 V) [A]	1,8		2,6		2,9		4,1	
Intermittent (3 x 525–550 V) [A]	2,7	2,0	3,9	2,9	4,4	3,2	6,2	4,5
Kontinuerlig (3 x 551–600 V) [A]	1,7		2,4		2,7		3,9	
Intermittent (3 x 551–600 V) [A]	2,6	1,9	3,6	2,6	4,1	3,0	5,9	4,3
Kontinuerlig kVa vid 550 V [kVa]	1,7		2,5		2,8		3,9	
Kontinuerlig kVa vid 550 V [kVa]	1,7		2,4		2,7		3,9	
<b>Maximal inström</b>								
Kontinuerlig (3 x 525–600 V) [A]	1,7		2,4		2,7		4,1	
Intermittent (3 x 525–600 V) [A]	2,6	1,9	3,6	2,6	4,1	3,0	6,2	4,5
Max. nätsäkringar [A]	10		10		10		20	
<b>Ytterligare specifikationer</b>								
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för nät, motor, broms och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (minimum 0,2 (24))							
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för nätbrytare [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)							
Uppskattad effektförlust <sup>3)</sup> vid nominell maximal belastning [W] <sup>4)</sup>	35		50		65		92	
Verkningsgrad <sup>5)</sup>	0,97		0,97		0,97		0,97	

Tabell 7.11 Nätförsörjning 3 x 525–600 V AC, PK75–P2K2

Typbeteckning	P3K0		P4K0		P5K5		P7K5	
	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ
Hög/normal överbelastning <sup>1)</sup>								
Normal axeleffekt [kW]	3,0		4,0		5,5		7,5	
Normal axeleffekt [hk]	4		5		7,5		10	
Skyddsklassificering IP20/chassi Skyddsklassificering IP21/Typ 1	A2		A2		A3		A3	
IP55/typ 12	A5		A5		A5		A5	
<b>Utström</b>								
Kontinuerlig (3 x 525–550 V) [A]	5,2		6,4		9,5		11,5	
Intermittent (3 x 525–550 V) [A]	7,8	5,7	9,6	7,0	14,3	10,5	17,3	12,7
Kontinuerlig (3 x 551–600 V) [A]	4,9		6,1		9,0		11,0	
Intermittent (3 x 551–600 V) [A]	7,4	5,4	9,2	6,7	13,5	9,9	16,5	12,1
Kontinuerlig kVa vid 550 V [kVa]	5,0		6,1		9,0		11,0	
Kontinuerlig kVa vid 550 V [kVa]	4,9		6,1		9,0		11,0	
<b>Maximal inström</b>								
Kontinuerlig (3 x 525–600 V) [A]	5,2		5,8		8,6		10,4	
Intermittent (3 x 525–600 V) [A]	7,8	5,7	8,7	6,4	12,9	9,5	15,6	11,4
Max. nätsäkringar [A]	20		20		32		32	
<b>Ytterligare specifikationer</b>								
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för nät, motor, broms och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] (AWG)	4,4,4 (12,12,12) (minimum 0,2 (24))							
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för nätbrytare [mm <sup>2</sup> ] (AWG)	6,4,4 (10,12,12)							
Uppskattad effektförlust <sup>3)</sup> vid nominell maximal belastning [W] <sup>4)</sup>	122		145		195		261	
Verkningsgrad <sup>5)</sup>	0,97		0,97		0,97		0,97	

Tabell 7.12 Nätförsörjning 3 x 525–600 V AC, P3K0–P7K5

Typbeteckning	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K		P37K	
Hög/normal överbelastning <sup>1)</sup>	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ
Normal axeleffekt [kW]	7,5	11	11	15	15	18,5	18,5	22	22	30	30	37
Normal axeleffekt [hk]	10	15	15	20	20	25	25	30	30	40	40	50
Skyddsklassificering IP20/chassi	B3		B3		B3		B4		B4		B4	
Skyddsklassificering IP21/Typ 1 Skyddsklassificering IP55/Typ 12 Skyddsklassificering IP66/NEMA 4X	B1		B1		B1		B2		B2		C1	
<b>Utström</b>												
Kontinuerlig (3 x 525–550 V) [A]	11,5	19	19	23	23	28	28	36	36	43	43	54
Intermittent (3 x 525–550 V) [A]	18,4	21	30	25	37	31	45	40	58	47	65	59
Kontinuerlig (3 x 551–600 V) [A]	11	18	18	22	22	27	27	34	34	41	41	52
Intermittent (3 x 551–600 V) [A]	17,6	20	29	24	35	30	43	37	54	45	62	57
Kontinuerlig kVa vid 550 V [kVa]	11	18,1	18,1	21,9	21,9	26,7	26,7	34,3	34,3	41,0	41,0	51,4
Kontinuerlig kVa (vid 575 V) [kVa]	11	17,9	17,9	21,9	21,9	26,9	26,9	33,9	33,9	40,8	40,8	51,8
<b>Maximal inström</b>												
Kontinuerlig vid 550 V [A]	10,4	17,2	17,2	20,9	20,9	25,4	25,4	32,7	32,7	39	39	49
Intermittent vid 550 V [A]	16,6	19	28	23	33	28	41	36	52	43	59	54
Kontinuerlig vid 575 V [A]	9,8	16	16	20	20	24	24	31	31	37	37	47
Intermittent vid 575 V [A]	15,5	17,6	26	22	32	27	39	34	50	41	56	52
Max. nätsäkringar [A]	40		40		50		60		80		100	
<b>Ytterligare specifikationer</b>												
Skyddsklassificering IP20 maximal ledararea <sup>2)</sup> för nät, broms, motor och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)						35,-,- (2,-,-)					
Skyddsklassificering IP21, IP55, IP66 maximal ledararea <sup>2)</sup> för nät, broms och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)						35,-,- (2,-,-)					
Skyddsklassificering IP21, IP55, IP66 maximal ledararea <sup>2)</sup> för motor [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)						35, 25, 25 (2, 4, 4)					
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för nätbrytare [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)						50, 35, 35 (1, 2, 2)					
Uppskattad effektförlust <sup>3)</sup> vid nominell maximal belastning [W] <sup>4)</sup>	220	300	220	300	300	370	370	440	440	600	600	740
Verkningsgrad <sup>5)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabell 7.13 Nätförsörjning 3 x 525-600 V AC, P11K-P37K

Typbeteckning	P45K		P55K		P75K		P90K	
Hög/normal överbelastning <sup>1)</sup>	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ
Normal axeleffekt [kW]	37	45	45	55	55	75	75	90
Normal axeleffekt [hk]	50	60	60	75	75	100	100	125
Skyddsklassificering IP20/chassi	C3		C3		C4		C4	
Skyddsklassificering IP21/Typ 1 Skyddsklassificering IP55/Typ 12 Skyddsklassificering IP66/NEMA 4X	C1		C1		C2		C2	
<b>Utström</b>								
Kontinuerlig (3 x 525–550 V) [A]	54	65	65	87	87	105	105	137
Intermittent (3 x 525–550 V) [A]	81	72	98	96	131	116	158	151
Kontinuerlig (3 x 525–600 V) [A]	52	62	62	83	83	100	100	131
Intermittent (3 x 525–600 V) [A]	78	68	93	91	125	110	150	144
Kontinuerlig kVa vid 525 V [kVa]	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100	100,0	130,5
Kontinuerlig kVa (vid 575 V) [kVa]	51,8	61,7	61,7	82,7	82,7	99,6	99,6	130,5
<b>Maximal inström</b>								
Kontinuerlig vid 550 V [A]	49	59	59	78,9	78,9	95,3	95,3	124,3
Intermittent vid 550 V [A]	74	65	89	87	118	105	143	137
Kontinuerlig vid 575 V [A]	47	56	56	75	75	91	91	119
Intermittent vid 575 V [A]	70	62	85	83	113	100	137	131
Max. nätsäkringar [A]	150		160		225		250	
<b>Ytterligare specifikationer</b>								
Skyddsklassificering IP20 maximal ledararea för nät och motor [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
Skyddsklassificering IP20 maximal ledararea för broms och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
Skyddsklassificering IP21, IP55, IP66 maximal ledararea för nät och motor [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
Skyddsklassificering IP21, IP55, IP66 maximal ledararea för broms och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för nätbrytare [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)				95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Uppskattad effektförlust <sup>3)</sup> vid nominell maximal belastning [W] <sup>4)</sup>	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
Verkningsgrad <sup>5)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabell 7.14 Nätförsörjning 3 x 525–600 V AC, P45K–P90K

## 7.1.6 Nätförsörjning 3 x 525–690 V AC

Typbeteckning	P1K1		P1K5		P2K2		P3K0		P4K0		P5K5		P7K5	
	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ
Hög/normal överbelastning <sup>1)</sup>														
Normal axeleffekt [kW]	1,1		1,5		2,2		3,0		4,0		5,5		7,5	
Normal axeleffekt [hk]	1,5		2		3		4		5		7,5		10	
Skyddsklassificering IP20/chassi	A3		A3		A3		A3		A3		A3		A3	
<b>Utström</b>														
Kontinuerlig (3 x 525–550 V) [A]	2,1		2,7		3,9		4,9		6,1		9,0		11,0	
Intermittent (3 x 525–550 V) [A]	3,2	2,3	4,1	3,0	5,9	4,3	7,4	5,4	9,2	6,7	13,5	9,9	16,5	12,1
Kontinuerlig (3 x 551–690 V) [A]	1,6		2,2		3,2		4,5		5,5		7,5		10,0	
Intermittent (3 x 551–690 V) [A]	2,4	1,8	3,3	2,4	4,8	3,5	6,8	5,0	8,3	6,1	11,3	8,3	15,0	11,0
Kontinuerlig kVa vid 525 V [kVa]	1,9		2,5		3,5		4,5		5,5		8,2		10,0	
Kontinuerlig kVa vid 690 V [kVa]	1,9		2,6		3,8		5,4		6,6		9,0		12,0	
<b>Maximal inström</b>														
Kontinuerlig (3 x 525–550 V) [A]	1,9		2,4		3,5		4,4		5,5		8,1		9,9	
Intermittent (3 x 525–550 V) [A]	2,9	2,1	3,6	2,6	5,3	3,9	6,6	4,8	8,3	6,1	12,2	8,9	14,9	10,9
Kontinuerlig (3 x 551–690 V) [A]	1,4		2,0		2,9		4,0		4,9		6,7		9,0	
Intermittent (3 x 551–690 V) [A]	2,1	1,5	3,0	2,2	4,4	3,2	6,0	4,4	7,4	5,4	10,1	7,4	13,5	9,9
<b>Ytterligare specifikationer</b>														
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för nät, motor, broms och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (minimum 0,2 (24))													
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för nätbrytare [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)													
Uppskattad effektförlust <sup>3)</sup> vid nominell maximal belastning [W] <sup>4)</sup>	44		60		88		120		160		220		300	
Verkningsgrad <sup>5)</sup>	0,96		0,96		0,96		0,96		0,96		0,96		0,96	

Tabell 7.15 A3-kapsling, nätförsörjning 3 x 525–690 V AC IP20/skyddade chassin, P1K1–P7K5

Typbeteckning	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K	
	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ
Hög/normal överbelastning <sup>1)</sup>										
Normal axeleffekt vid 550 V [kW]	5,9	7,5	7,5	11	11	15	15	18,5	18,5	22
Normal axeleffekt vid 550 V [hk]	7,5	10	10	15	15	20	20	25	25	30
Normal axeleffekt vid 690 V [kW]	7,5	11	11	15	15	18,5	18,5	22	22	30
Normal axeleffekt vid 690 V [hk]	10	15	15	20	20	25	25	30	30	40
Skyddsklassificering IP20/chassi	B4		B4		B4		B4		B4	
Skyddsklassificering IP21/Typ 1										
Skyddsklassificering IP55/Typ 12	B2		B2		B2		B2		B2	
<b>Utström</b>										
Kontinuerlig (3 x 525–550 V) [A]	11	14	14,0	19,0	19,0	23,0	23,0	28,0	28,0	36,0
Intermittent (60 s överbelastning) (3 x 525–550 V) [A]	17,6	15,4	22,4	20,9	30,4	25,3	36,8	30,8	44,8	39,6
Kontinuerlig (3 x 551–690 V) [A]	10	13	13,0	18,0	18,0	22,0	22,0	27,0	27,0	34,0
Intermittent (60 s överbelastning) (3 x 551–690 V) [A]	16	14,3	20,8	19,8	28,8	24,2	35,2	29,7	43,2	37,4
Kontinuerlig kVa vid 550 V [kVa]	10	13,3	13,3	18,1	18,1	21,9	21,9	26,7	26,7	34,3
Kontinuerlig kVa vid 690 V [kVa]	12	15,5	15,5	21,5	21,5	26,3	26,3	32,3	32,3	40,6
<b>Maximal inström</b>										
Kontinuerlig vid 550 V [A]	9,9	15	15,0	19,5	19,5	24,0	24,0	29,0	29,0	36,0
Intermittent (60 s överbelastning) vid 550 V [A]	15,8	16,5	23,2	21,5	31,2	26,4	38,4	31,9	46,4	39,6
Kontinuerlig (vid 690 V) [A]	9	14,5	14,5	19,5	19,5	24,0	24,0	29,0	29,0	36,0
Intermittent (60 s överbelastning) vid 690 V [A]	14,4	16	23,2	21,5	31,2	26,4	38,4	31,9	46,4	39,6
<b>Ytterligare specifikationer</b>										
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för nät, motor, broms och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	35, 25, 25 (2, 4, 4)									
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för nätbrytare [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16,10,10 (6, 8, 8)									
Uppskattad effektförlust <sup>3)</sup> vid nominell maximal belastning [W] <sup>4)</sup>	150	220	150	220	220	300	300	370	370	440
Verkningsgrad <sup>5)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

7

Tabell 7.16 B2/B4-kapsling, nätförsörjning 3 x 525–690 V AC IP20/IP21/IP55, chassi/NEMA 1/NEMA 12, P11K-P22K

Typbeteckning	P37K		P45K		P55K		P75K/N75K <sup>8)</sup>		P90K/N90K <sup>8)</sup>	
	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ	HÖ	NÖ
Hög/normal överbelastning <sup>1)</sup>										
Normal axeleffekt vid 550 V [kW]	22	30	30	37	37	45	45	55	55	75
Normal axeleffekt vid 550 V [hk]	30	40	40	50	50	60	60	75	75	100
Normal axeleffekt vid 690 V [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
Normal axeleffekt vid 690 V [hk]	40	50	50	60	60	75	75	100	199	125
Skyddsklassificering IP20/chassi	B4		C3		C3		D3h		D3h	
Skyddsklassificering IP21/Typ 1										
Skyddsklassificering IP55/Typ 12	C2		C2		C2		C2		C2	
<b>Utström</b>										
Kontinuerlig (3 x 525–550 V) [A]	36,0	43,0	43,0	54,0	54,0	65,0	65,0	87,0	87,0	105
Intermittent (60 s överbelastning) (3 x 525–550 V) [A]	54,0	47,3	64,5	59,4	81,0	71,5	97,5	95,7	130,5	115,5
Kontinuerlig (3 x 551–690 V) [A]	34,0	41,0	41,0	52,0	52,0	62,0	62,0	83,0	83,0	100
Intermittent (60 s överbelastning) (3 x 551–690 V) [A]	51,0	45,1	61,5	57,2	78,0	68,2	93,0	91,3	124,5	110
Kontinuerlig kVa vid 550 V [kVa]	34,3	41,0	41,0	51,4	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100
Kontinuerlig kVa vid 690 V [kVa]	40,6	49,0	49,0	62,1	62,1	74,1	74,1	99,2	99,2	119,5
<b>Maximal inström</b>										
Kontinuerlig vid 550 V [A]	36,0	49,0	49,0	59,0	59,0	71,0	71,0	87,0	87,0	99,0
Intermittent (60 s överbelastning) vid 550 V [A]	54,0	53,9	72,0	64,9	87,0	78,1	105,0	95,7	129	108,9
Kontinuerlig vid 690 V [A]	36,0	48,0	48,0	58,0	58,0	70,0	70,0	86,0	-	-
Intermittent (60 s överbelastning) vid 690 V [A]	54,0	52,8	72,0	63,8	87,0	77,0	105	94,6	-	-
<b>Ytterligare specifikationer</b>										
Maximal ledararea för nät och motor [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	150 (300 MCM)									
Maximal ledararea för broms och lastdelning [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	95 (3/0)									
Maximal ledararea <sup>2)</sup> för nätbrytare [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	95 (3/0)						185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)		-	
Uppskattad effektförlust <sup>3)</sup> vid nominell maximal belastning [W] <sup>4)</sup>	600	740	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
Verkningsgrad <sup>5)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabell 7.17 B4-, C2-, C3-kapsling, nätförsörjning 3 x 525–690 V AC IP20/IP21/IP55, chassi/NEMA1/NEMA 12, P30K–P75K

Information om säkringsklassificeringar finns i kapitel 7.7 Säkringar och maximalbrytare.

1) Hög överbelastning = 150 % eller 160 % moment under 60 s. Normal överbelastning = 110 % moment under 60 s.

2) De tre värdena för maximal ledararea gäller för enkel kärna, mjuk ledning och mjuk ledning med hylsor.

3) Gäller dimensionering av frekvensomformarens kylning. Om switchfrekvensen ökar jämfört med fabriksinställningen kan effektförlusterna stiga. LCP och normal effektförbrukning för styrkort är inkluderade. Mer information om effektförlust enligt SS-EN 50598-2 finns på [www.danfoss.com/vlteneryefficiency](http://www.danfoss.com/vlteneryefficiency).

4) Verkningsgrad uppmätt vid nominell ström. Mer information om verkningsgradsklasser finns i kapitel 7.4 Omgivande miljöförhållanden. Mer information om delbelastningsförluster finns på [www.danfoss.com/vlteneryefficiency](http://www.danfoss.com/vlteneryefficiency).

5) Mätt med 5 m skärmd motorkabel vid nominell belastning och nominell frekvens.

6) Kapslingsstorlek A2+A3 kan konverteras till IP21 med en konverteringssats. Se även kapitel 3.6 Mekanisk ritning.

7) Kapslingsstorlek B3+B4 och C3+C4 kan konverteras till IP21 med en konverteringssats. Se även kapitel 3.6 Mekanisk ritning.

8) Kapslingsstorlekar för N75K, N90K är D3h för IP20/Chassi och D5h för IP54/Typ 12.

9) Två ledningar krävs.

10) Varianten är ej tillgänglig i IP21.



## 7.2 Nätförsörjning

### Nätförsörjning (L1, L2, L3)

Nätspänning	200–240 V ± 10 %
Nätspänning	380–480 V ± 10 %
Nätspänning	525–600 V ± 10 %
Nätspänning	525–690 V ± 10 %

#### Nätspänning låg/nätavbrott:

Vid låg nätspänning eller ett nätavbrott fortsätter frekvensomformaren tills mellankretsspänningen är lägre än den undre gränsspänningen. Normalt sett är detta 15 % under frekvensomformarens lägsta nominella nätspänning. Start och fullt moment kan inte förväntas vid en nätspänning som är < 10 % under frekvensomformarens lägsta nominella nätspänning.

Nätfrekvens	50/60 Hz +4/-6 %
-------------	------------------

Frekvensomformarens strömförsörjning testas i enlighet med IEC61000-4-28, 50 Hz +4/-6 %.

Maximal obalans tillfälligt mellan nätfaser	3,0 % av den nominella nätspänningen
Sann effektfaktor (?)	= 0,9 vid nominell belastning
Förskjuten effektfaktor (cosφ) nära 1	(> 0,98)
Koppling på nätspänningsingång L1, L2, L3 (nättillslag) = 7,5 kW	maximalt 2 gånger/min.
Koppling på ingångsförsörjning L1, L2, L3 (nättillslag) 11–90 kW	maximalt 1 gång/min.
Miljö enligt SS-EN 60664-1	överspänningskategori III/utsläppsgrad 2

Enheten är lämplig att använda på en krets som har kapacitet att leverera högst 100 000 A RMS symmetriska ampere, maximalt 240/480/600/690 V.

## 7.3 Motoreffekt och motordata

### Motoreffekt (U, V, W)

Utspänning	0–100 % av nätspänningen
Utfrekvens	0–590 Hz <sup>1)</sup>
Brytare på utgång	Obegränsat
Ramptider	1–3 600 s

1) Beroende på effektstorlek.

### Momentegenskaper, normal överbelastning

Startmoment (konstant moment)	maximalt 110 % under 1 minut, en gång på 10 minuter <sup>2)</sup>
Överbelastningsmoment (konstant moment)	maximalt 110 % under 1 minut, en gång på 10 minuter <sup>2)</sup>

### Momentegenskaper, hög överbelastning

Startmoment (konstant moment)	maximalt 150/160 % under 1 minut, en gång på 10 minuter <sup>2)</sup>
Överbelastningsmoment (konstant moment)	maximalt 150/160 % under 1 minut, en gång på 10 minuter <sup>2)</sup>

2) Procentangivelsen är grundad på frekvensomformarens nominella moment, beroende på effektstorlek.

## 7.4 Omgivande miljöförhållanden

### Miljö

Kapslingsstorlek A, skyddsklassificering	IP20/chassi, IP21/typ 1, IP55/typ 12, IP66/typ 4X
Kapslingsstorlek B1/B2, skyddsklassificering	IP21/typ 1, IP55/typ 12, IP66/typ 4X
Kapslingsstorlek B3/B4, skyddsklassificering	IP20/chassi
Kapslingsstorlek C1/C2, skyddsklassificering	IP21/typ 1, IP55/typ 12, IP66/typ 4X
Kapslingsstorlek C3/C4, skyddsklassificering	IP20/chassi
Kapslingsatts tillgänglig = kapslingsstorlek A	IP21/TYP 1/IP4X-toppkåpa
Vibrationstest kapsling A/B/C	1,0 g
Maximal relativ luftfuktighet	5–95 % (IEC 721-3-3; Klass 3K3 (icke kondenserande) under drift
Aggressiv miljö (IEC 721-3-3), ej ytbehandlad	klass 3C2
Aggressiv miljö (IEC 721-3-3), ytbehandlad	klass 3C3
Testmetod enligt IEC 60068-2-43 H2S (10 dagar)	
Omgivningstemperatur	Maximalt 50 °C

Mer information om nedstämpling för hög omgivningstemperatur finns i kapitel 5 Speciella förhållanden.

Min. omgivningstemperatur vid full drift	0 °C
Min. omgivningstemperatur med reducerade prestanda	-10 °C
Temperatur vid lagring/transport	-25 to +65/70 °C
Maximal höjd över havet utan nedstämpling	1 000 m
Max. höjd över havet med nedstämpling	3 000 m

Nedstämpling för höga höjder, se kapitel 5 Speciella förhållanden.

EMC-standarder, emission	SS-EN 61800-3
EMC-standard, immunitet	SS-EN 61800-3
Energiklass <sup>1)</sup>	IE2

1) Bestäms enligt SS-EN 50598-2 vid:

- Nominell belastning
- 90 % nominell frekvens
- Switchfrekvensens fabriksinställning
- Switchmönstrets fabriksinställning

## 7.5 Kabelspecifikationer

Max. motorkabellängd, skärmad kabel	150 m
Maximal motorkabellängd, oskärmad kabel	300 m
Maximal ledararea till motor, nät, lastdelning och broms <sup>1)</sup>	
Maximal ledararea för styrplintar, enkelledare	1,5 mm <sup>2</sup> /16 AWG (2 x 0,75 mm <sup>2</sup> )
Maximal ledararea för styrplintar, mjuk kabel	1 mm <sup>2</sup> /18 AWG
Maximal ledararea till styrplintarna, mantlad kabel	0,5 mm <sup>2</sup> /20 AWG
Min. ledararea för styrplintar	0,25 mm <sup>2</sup>

1) Mer information finns i tabellerna med elektriska data i kapitel 7.1 Elektriska data.

Du måste jorda nätanslutningen korrekt med plint T95 (PE) på frekvensomformaren. Jordanslutningens ledararea måste vara minst 10 mm<sup>2</sup> eller vara 2 godkända nätkablar som är separat anslutna enligt SS-EN 50178. Se även kapitel 3.2.8 Läckström till jord. Använd oskärmad kabel.

## 7.5.1 Kabellängder för flera parallellkopplade motoranslutningar

Kapslingsstorlek	Effekt [kW]	Spänning [V]	1 kabel [m]	2 kablar [m]	3 kablar [m]	4 kablar [m]
A1, A2, A4, A5	0,37–0,75	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A4, A5	1,1–1,5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A4, A5	2,2–4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, A4, A5	5,5–7,5	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11–75	400	150	75	50	37
		500	150	75	50	37
A3	1,1–7,5	525–690	100	50	33	25
B4	11–30	525–690	150	75	50	37
C3	37–45	525–690	150	75	50	37

Tabell 7.18 Maximal kabellängd för varje parallellkabel<sup>1)</sup>

1) Mer information finns i kapitel 3.4.6 Ansluta flera motorer.

## 7.6 Styringång/-utgång och styrdata

Styrkort, RS485 seriell kommunikation

Plintnummer ..... 68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)

Plintnummer 61 ..... gemensam för plint 68 och 69

*RS 485-kretsen för seriell kommunikation är funktionellt separerad från andra centrala kretsar och är galvaniskt isolerad från nätspänningen (PELV).*

Analoga ingångar

Antal analoga ingångar ..... 2

Plintnummer ..... 53, 54

Lägen ..... Spänning eller ström

Lägesväljare ..... Brytare S201 och brytare S202

Spänningsläge ..... Switch S201/switch S202 = OFF (U)

Spänningsnivå ..... 0 till +10 V (skalbar)

Ingångsresistans, Ri ..... cirka 10 kΩ

Max. spänning ..... ±20 V

Strömläge ..... Switch S201/switch S202 = ON (I)

Strömnivå ..... 0/4 till 20 mA (skalbar)

Ingångsresistans, Ri ..... cirka 200 Ω

Max. ström ..... 30 mA

Upplösning för analoga ingångar ..... 10 bitar (samt tecken)

Noggrannhet hos analoga ingångar ..... Max. fel 0,5 % av full skala

Bandbredd ..... 200 Hz

*De analoga ingångarna är galvaniskt isolerade från nätspänningen (PELV) och övriga högspänningsplintar.*

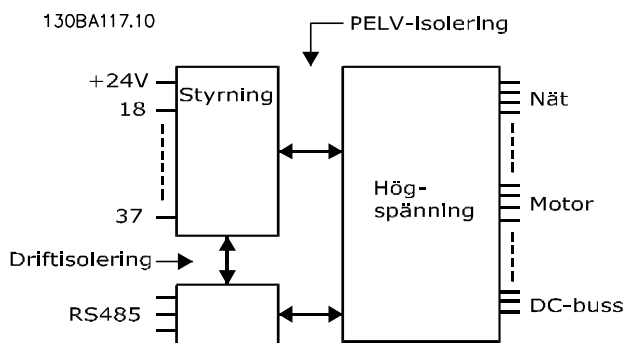


Bild 7.1 PELV-isolering på analoga ingångar

## Analog utgång

Antal programmerbara analoga utgångar	1
Plintnummer	42
Strömområde vid analog utgång	0/4-20 mA
Max. motståndsbelastning på gemensam vid analog utgång	500 Ω
Noggrannhet på analog utgång	Max. fel: 0,8 % av full skala
Upplösning på analog utgång	8 bit

Den analoga utgången är galvaniskt isolerad från nätspänningen (PELV) och andra högspänningsplintar.

## Digitala ingångar

Programmerbara digitala ingångar	4 (6)
Plintnummer	18, 19, 27 <sup>1)</sup> , 29 <sup>1)</sup> , 32, 33,
Logik	PNP eller NPN
Spänningsnivå	0-24 V DC
Spänningsnivå, logisk 0 PNP	< 5 V DC
Spänningsnivå, logisk 1 PNP	> 10 V DC
Spänningsnivå, logisk 0 NPN	> 19 V DC
Spänningsnivå, logisk "1" NPN	< 14 V DC
Maximal spänning på ingång	28 V DC
Ingångsresistans, R <sub>i</sub>	cirka 4 kΩ

Alla digitala ingångar är galvaniskt isolerade från nätspänningen (PELV) och övriga högspänningsplintar.

1) Plintarna 27 och 29 kan även programmeras som utgång.

## Digital utgång

Programmerbara digitala utgångar/pulsutgångar	2
Plintnummer	27, 29 <sup>1)</sup>
Spänningsnivå på digital utgång/utfrekvens	0-24 V
Max. utström (platta eller källa)	40 mA
Maxbelastning vid utfrekvens	1 kΩ
Max. kapacitiv belastning vid utfrekvens	10 nF
Min. utfrekvens vid frekvensutgång	0 Hz
Max. utfrekvens vid frekvensutgång	32 kHz
Noggrannhet för utfrekvens	Max. fel: 0,1 % av full skala
Upplösning för utfrekvens	12 bitar

1) Plintarna 27 och 29 kan även programmeras som ingångar.

Den digitala utgången är galvaniskt isolerad från nätspänningen (PELV) och övriga högspänningsplintar.

## Pulsingångar

Programmerbara pulsingångar	2
Plintnummer puls	29, 33
Max. frekvens på plint 29, 33	110 kHz (mottaktsdriven)
Max. frekvens på plint 29, 33	5 kHz (öppen kollektor)
Min. frekvens på plint 29 och 33	4 Hz

Spänningsnivå	Se kapitel 7.6.1 Digitala ingångar
Max spänning på ingång	28 V DC
Ingångsresistans, Ri	cirka 4 kΩ
Pulsingångsnoggrannhet (0,1–1 kHz)	Max. fel: 0,1 % av full skala

## Styrkort, 24 V DC-utgång

Plintnummer	12, 13
Maximal last	200 mA

24 V DC-försörjningen är galvaniskt isolerad från nätspänningen (PELV), men har samma potential som de analoga och digitala in- och utgångarna.

## Reläutgångar

Programmerbara reläutgångar	2
<b>Relä 01 plintnummer</b>	1-3 (brytande), 1-2 (slutande)
Maximal plintbelastning (AC-1) <sup>1)</sup> på 1–3 (NC), 1–2 (NO) (resistiv belastning)	240 V AC, 2 A
Maximal plintbelastning (AC-15) <sup>1)</sup> (induktiv belastning vid cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximal plintbelastning (DC-1) <sup>1)</sup> på 1–2 (NO), 1–3 (NC) (resistiv belastning)	60 V DC, 1 A
Maximal plintbelastning (DC-13) <sup>1)</sup> (induktiv belastning)	24 V DC, 0,1 A
<b>Relä 02 plintnummer</b>	4-6 (brytande), 4-5 (slutande)
Maximal plintbelastning (AC-1) <sup>1)</sup> på 4–5 (NO) (resistiv belastning) <sup>2) 3)</sup>	400 V AC, 2 A
Maximal plintbelastning (AC-15) <sup>1)</sup> på 4–5 (NO) (induktiv belastning vid cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximal plintbelastning (DC-1) <sup>1)</sup> på 4–5 (NO) (resistiv belastning)	80 V DC, 2 A
Maximal plintbelastning (DC-13) <sup>1)</sup> på 4–5 (NO) (induktiv belastning)	24 V DC, 0,1 A
Maximal plintbelastning (AC-1) <sup>1)</sup> på 4–6 (NC) (resistiv belastning)	240 V AC, 2 A
Maximal plintbelastning (AC-15) <sup>1)</sup> på 4–6 (NC) (induktiv belastning vid cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximal plintbelastning (DC-1) <sup>1)</sup> på 4–6 (NC) (resistiv belastning)	50 V DC, 2 A
Maximal plintbelastning (DC-13) <sup>1)</sup> på 4–6 (NC) (induktiv belastning)	24 V DC, 0,1 A
Minimal plintbelastning på 1–3 (NC), 1–2 (NO), 4–6 (NC), 4–5 (NO)	24 V DC, 10 mA, 24 V AC, 20 mA
Miljö enligt SS-EN 60664-1	överspänningskategori III/utsläppsgrad 2

1) IEC 60947 delar 4 och 5.

Reläkontakterna är galvaniskt isolerade från resten av kretsen genom förstärkt isolering (PELV).

2) Överspänningskategori II.

3) UL-tillämpningar 300 V AC 2 A.

## Styrkort, 10 V DC-utgång

Plintnummer	50
Utspänning	10,5 V ± 0,5 V
Maximal last	25 mA

10 V DC-försörjningen är galvaniskt isolerad från nätspänningen (PELV) och övriga högspänningsplintar.

## Styregenskaper

Upplösning av utfrekvens vid 0–590 Hz	± 0,003 Hz
Systemets svarstid (plint 18, 19, 27, 29, 32, 33)	= 2 ms
Varvtalsreglering (utan återkoppling)	1:100 av synkront varvtal
Varvtalsnoggrannhet (utan återkoppling)	30–4 000 varv/minut: max. fel ± 8 varv/minut

Alla styregenskaper är baserade på en 4-polig asynkronmotor.

## Styrkortsprestanda

Scan intervall	5 ms
----------------	------

## Styrkort, USB seriell kommunikation

USB-standard	1,1 (fullt varvtal)
USB-kontakt	USB-kontakt för typ B-enhet

**⚠ FÖRSIKTIGT**

Datoranslutningen sker via en vanlig USB-kabel.

USB-anslutningen är galvaniskt isolerad från nätspänningen (PELV) och andra plintar med hög spänning.

USB-anslutningen är inte galvaniskt isolerad från skyddsjorden. Använd endast en isolerad dator som anslutning till USB-anslutningen på frekvensomformaren, alternativt en isolerad USB-kabel/-konverterare.

## 7.7 Säkringar och maximalbrytare

Använd säkringar och/eller maximalbrytare på försörjningssidan som skydd vid eventuella komponentfel inne i frekvensomformaren (första felställe).

**OBS!**

Användandet av säkringar på försörjningssidan är obligatorisk för installationer enligt IEC 60364 (CE) och NEC 2009 (UL).

**Rekommendationer:**

- Säkringar av gG-typ.
- Maximalbrytare av Moeller-typ. Vid användning av andra typer av maximalbrytare måste du säkerställa att energin till frekvensomformaren ligger på en nivå som är lika med eller mindre än för Moeller-typerna.

Om du använder rekommenderade säkringar och maximalbrytare, begränsas eventuella skador på frekvensomformaren till skador inne i enheten. Mer information finns i *tillämpningsnoteringen Säkringar och maximalbrytare*.

Säkringarna nedan är lämpliga att använda på en krets som har kapacitet att leverera 100 000 A<sub>rms</sub> (symmetriska), beroende på frekvensomformarens märkspänning. Med rätt säkringar är frekvensomformarens SCCR (Short Circuit Current Rating) 100 000 A<sub>rms</sub>.

## 7.7.1 CE-överensstämmelse

## 200–240 V, kapslingsstorlek A, B och C

Kapsling	Effekt [kW]	Rekommenderad säkringsstorlek	Rekommenderad maximal säkring	Rekommenderad maximalbrytare Moeller	Maximal trippnivå [A]
A2	0,25–2,2	gG-10 (0,25–1,5) gG-16 (2,2)	gG-25	PKZM0-25	25
A3	3,0–3,7	gG-16 (3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
A4	0,25–2,2	gG-10 (0,25–1,5) gG-16 (2,2)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0,25–3,7	gG-10 (0,25–1,5) gG-16 (2,2–3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	5,5–11	gG-25 (5,5) gG-32 (7,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	15	gG-50	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	5,5–11	gG-25	gG-63	PKZM4-50	50
B4	15–18	gG-32 (7,5) gG-50 (11) gG-63 (15)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	18,5–30	gG-63 (15) gG-80 (18,5) gG-100 (22)	gG-160 (15–18,5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	160
C2	37–45	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250
C3	22–30	gG-80 (18,5) aR-125 (22)	gG-150 (18,5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	150
C4	37–45	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250

7

Tabell 7.19 200–240 V, kapslingsstorlek A, B och C

## 38–480 V, kapslingsstorlek A, B och C

Kapsling	Effekt [kW]	Rekommenderad säkringsstorlek	Rekommenderad maximal säkring	Rekommenderad maximalbrytare Moeller	Maximal trippnivå [A]
A2	1,1–4,0	gG-10 (0,37–3) gG-16 (4)	gG-25	PKZM0-25	25
A3	5,5–7,5	gG-16	gG-32	PKZM0-25	25
A4	1,1–4,0	gG-10 (0,37–3) gG-16 (4)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	1,1–7,5	gG-10 (0,37–3) gG-16 (4–7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11–18,5	gG-40	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22–30	gG-50 (18,5) gG-63 (22)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11–18	gG-40	gG-63	PKZM4-50	50
B4	22–37	gG-50 (18,5) gG-63 (22) gG-80 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	37–55	gG-80 (30) gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-160	NZMB2-A200	160
C2	75–90	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	45–55	gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-150 (37) gG-160 (45)	NZMB2-A200	150
C4	75–90	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tabell 7.20 380–480 V, kapslingsstorlek A, B och C



## 525–600 V, kapslingsstorlek A, B och C

Kapsling	Effekt [kW]	Rekommenderad säkringsstorlek	Rekommenderad maximal säkring	Rekommenderad maximalbrytare Moeller	Maximal trippnivå [A]
A2	1,1–4,0	gG-10	gG-25	PKZM0-25	25
A3	5,5–7,5	gG-10 (5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	1,1–7,5	gG-10 (0,75–5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11–18	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-40 (18,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22–30	gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11–18,5	gG-25 (11) gG-32 (15)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	22–37	gG-40 (18,5) gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	37–55	gG-63 (37) gG-100 (45) aR-160 (55)	gG-160 (37–45) aR-250 (55)	NZMB2-A200	160
C2	75–90	aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	45–55	gG-63 (37) gG-100 (45)	gG-150	NZMB2-A200	150
C4	75–90	aR-160 (55) aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

7

Tabell 7.21 525–600 V, kapslingsstorlek A, B och C

## 525–690 V, kapslingsstorlek A, B och C

Kapsling	Effekt [kW]	Rekommenderad säkringsstorlek	Rekommenderad maximal säkring	Rekommenderad maximalbrytare Danfoss	Maximal trippnivå [A]
A3	1,1	gG-6	gG-25	CTI25M 10-16	16
	1,5	gG-6	gG-25	CTI25M 10-16	16
	2,2	gG-6	gG-25	CTI25M 10-16	16
	3	gG-10	gG-25	CTI25M 10-16	16
	4	gG-10	gG-25	CTI25M 10-16	16
	5,5	gG-16	gG-25	CTI25M 10-16	16
	7,5	gG-16	gG-25	CTI25M 10-16	16
B2	11	gG-25	gG-63		
	15	gG-25	gG-63		
	18	gG-32			
	22	gG-32			
C2	30	gG-40			
	37	gG-63	gG-80		
	45	gG-63	gG-100		
	55	gG-80	gG-125		
	75	gG-100	gG-160		
C3	37	gG-100	gG-125		
	45	gG-125	gG-160		

Tabell 7.22 525–690 V, kapslingsstorlek A, B och C

## 7.7.2 Uppfyller UL

1 x 200–240 V, kapslingsstorlek A, B och C

Rekommenderad maximal säkring													
Power [kW]	Max. nätsäkringsstorlek [A]	Bussmann JFHR2	Bussmann RK1	Bussmann J	Bussmann T	Bussmann CC	Bussmann CC	Bussmann CC	SIBA RK1	Littelfuse RK1	Ferraz-Shawmut CC	Ferraz-Shawmut RK1	Ferraz-Shawmut J
1,1	15	FWX-15	KTN-R15	JKS-15	JJN-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15	5017906-016	KLN-R15	ATM-R15	A2K-15R	HSJ15
1,5	20	FWX-20	KTN-R20	JKS-20	JJN-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20	5017906-020	KLN-R20	ATM-R20	A2K-20R	HSJ20
2,2	30 <sup>1)</sup>	FWX-30	KTN-R30	JKS-30	JJN-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30	5012406-032	KLN-R30	ATM-R30	A2K-30R	HSJ30
3,0	35	FWX-35	KTN-R35	JKS-35	JJN-35	---	---	---	---	KLN-R35	---	A2K-35R	HSJ35
3,7	50	FWX-50	KTN-R50	JKS-50	JJN-50	---	---	---	5014006-050	KLN-R50	---	A2K-50R	HSJ50
5,5	60 <sup>2)</sup>	FWX-60	KTN-R60	JKS-60	JJN-60	---	---	---	5014006-063	KLN-R60	---	A2K-60R	HSJ60
7,5	80	FWX-80	KTN-R80	JKS-80	JJN-80	---	---	---	5014006-080	KLN-R80	---	A2K-80R	HSJ80
15	150	FWX-150	KTN-R150	JKS-150	JJN-150	---	---	---	2028220-150	KLN-R150	---	A2K-150R	HSJ150
22	200	FWX-200	KTN-R200	JKS-200	JJN-200	---	---	---	2028220-200	KLN-R200	---	A2K-200R	HSJ200

Tabell 7.23 1 x 200–240 V, kapslingsstorlek A, B och C

1) Siba tillåtet upp till 32 A.

2) Siba tillåtet upp till 63 A.

1 x 380–500 V, kapslingsstorlek B och C

Rekommenderad maximal säkring													
Power [kW]	Max. nätsäkringsstorlek [A]	Bussmann JFHR2	Bussmann RK1	Bussmann J	Bussmann T	Bussmann CC	Bussmann CC	Bussmann CC	SIBA RK1	Littelfuse RK1	Ferraz-Shawmut CC	Ferraz-Shawmut RK1	Ferraz-Shawmut J
7,5	60	FWH-60	KTS-R60	JKS-60	JJS-60				5014006-063	KLS-R60	-	A6K-60R	HSJ60
11	80	FWH-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80				2028220-100	KLS-R80	-	A6K-80R	HSJ80
22	150	FWH-150	KTS-R150	JKS-150	JJS-150				2028220-160	KLS-R150	-	A6K-150R	HSJ150
37	200	FWH-200	KTS-R200	JKS-200	JJS-200				2028220-200	KLS-200	-	A6K-200R	HSJ200

Tabell 7.24 1 x 380–500 V, kapslingsstorlek B och C

- KTS-säkringar från Bussmann kan ersätta KTN för 240 V-frekvensomformare.
- FWH-säkringar från Bussmann kan ersätta FWX för 240 V-frekvensomformare.
- JJS-säkringar från Bussmann kan ersätta JJN för 240 V-frekvensomformare

- KLSR-säkringar från Littelfuse kan ersätta KLNR-säkringar för 240 V-frekvensomformare.
- A6KR-säkringar från Ferraz-Shawmut kan ersätta A2KR-säkringar för 240 V-frekvensomformare.

**3 x 200–240 V, kapslingsstorlek A, B och C**

Effekt [kW]	Rekommenderad maximal säkring					
	Bussmann Typ RK1 <sup>1)</sup>	Bussmann Typ J	Bussmann Typ T	Bussmann Typ CC	Bussmann	Bussmann Typ CC
0,25–0,37	KTN-R-05	JKS-05	JJN-05	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
0,55–1,1	KTN-R-10	JKS-10	JJN-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
1,5	KTN-R-15	JKS-15	JJN-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
2,2	KTN-R-20	JKS-20	JJN-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
3,0	KTN-R-25	JKS-25	JJN-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
3,7	KTN-R-30	JKS-30	JJN-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
5,5–7,5	KTN-R-50	JKS-50	JJN-50	-	-	-
11	KTN-R-60	JKS-60	JJN-60	-	-	-
15	KTN-R-80	JKS-80	JJN-80	-	-	-
18,5–22	KTN-R-125	JKS-125	JJN-125	-	-	-
30	KTN-R-150	JKS-150	JJN-150	-	-	-
37	KTN-R-200	JKS-200	JJN-200	-	-	-
45	KTN-R-250	JKS-250	JJN-250	-	-	-

**7**

Tabell 7.25 3 x 200–240 V, kapslingsstorlek A, B och C

Effekt [kW]	Rekommenderad maximal säkring							
	SIBA Typ RK1	Littelfuse Typ RK1	Ferraz- Shawmut Typ CC	Ferraz- Shawmut Typ RK1 <sup>2)</sup>	Bussmann Typ JFHR2 <sup>3)</sup>	Littelfuse JFHR2	Ferraz- Shawmut JFHR2 <sup>4)</sup>	Ferraz- Shawmut J
0,25–0,37	5017906-005	KLN-R-05	ATM-R-05	A2K-05-R	FWX-5	-	-	HSJ-6
0,55–1,1	5017906-010	KLN-R-10	ATM-R-10	A2K-10-R	FWX-10	-	-	HSJ-10
1,5	5017906-016	KLN-R-15	ATM-R-15	A2K-15-R	FWX-15	-	-	HSJ-15
2,2	5017906-020	KLN-R-20	ATM-R-20	A2K-20-R	FWX-20	-	-	HSJ-20
3,0	5017906-025	KLN-R-25	ATM-R-25	A2K-25-R	FWX-25	-	-	HSJ-25
3,7	5012406-032	KLN-R-30	ATM-R-30	A2K-30-R	FWX-30	-	-	HSJ-30
5,5–7,5	5014006-050	KLN-R-50	-	A2K-50-R	FWX-50	-	-	HSJ-50
11	5014006-063	KLN-R-60	-	A2K-60-R	FWX-60	-	-	HSJ-60
15	5014006-080	KLN-R-80	-	A2K-80-R	FWX-80	-	-	HSJ-80
18,5–22	2028220-125	KLN-R-125	-	A2K-125-R	FWX-125	-	-	HSJ-125
30	2028220-150	KLN-R-150	-	A2K-150-R	FWX-150	L25S-150	A25X-150	HSJ-150
37	2028220-200	KLN-R-200	-	A2K-200-R	FWX-200	L25S-200	A25X-200	HSJ-200
45	2028220-250	KLN-R-250	-	A2K-250-R	FWX-250	L25S-250	A25X-250	HSJ-250

Tabell 7.26 3 x 200–240 V, kapslingsstorlek A, B och C

- 1) KTS-säkringar från Bussmann kan ersätta KTN för 240 V-frekvensomformare.
- 2) A6KR-säkringar från Ferraz-Shawmut kan ersätta A2KR-säkringar för 240 V-frekvensomformare.
- 3) FWH-säkringar från Bussmann kan ersätta FWX för 240 V-frekvensomformare.
- 4) A50X-säkringar från Ferraz-Shawmut kan ersätta A25X-säkringar för 240 V-frekvensomformare.

## 3 x 380–480 V, kapslingsstorlek A, B och C

Power [kW]	Rekommenderad maximal säkring					
	Bussmann Typ RK1	Bussmann Typ J	Bussmann Typ T	Bussmann Typ CC	Bussmann Typ CC	Bussmann Typ CC
-	KTS-R-6	JKS-6	JJS-6	FNQ-R-6	KTK-R-6	LP-CC-6
1,1–2,2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11	KTS-R-40	JKS-40	JJS-40	-	-	-
15	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
22	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
30	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
37	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
45	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
55	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
75	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	-	-	-
90	KTS-R-250	JKS-250	JJS-250	-	-	-

Tabell 7.27 3 x 380–480 V, kapslingsstorlek A, B och C

Effekt [kW]	Rekommenderad maximal säkring							
	SIBA Typ RK1	Littelfuse Typ RK1	Ferraz- Shawmut Typ CC	Ferraz- Shawmut Typ RK1	Bussmann JFHR2	Ferraz- Shawmut J	Ferraz- Shawmut JFHR2 <sup>1)</sup>	Littelfuse JFHR2
-	5017906-006	KLS-R-6	ATM-R-6	A6K-6-R	FWH-6	HSJ-6	-	-
1,1–2,2	5017906-010	KLS-R-10	ATM-R-10	A6K-10-R	FWH-10	HSJ-10	-	-
3	5017906-016	KLS-R-15	ATM-R-15	A6K-15-R	FWH-15	HSJ-15	-	-
4	5017906-020	KLS-R-20	ATM-R-20	A6K-20-R	FWH-20	HSJ-20	-	-
5,5	5017906-025	KLS-R-25	ATM-R-25	A6K-25-R	FWH-25	HSJ-25	-	-
7,5	5012406-032	KLS-R-30	ATM-R-30	A6K-30-R	FWH-30	HSJ-30	-	-
11	5014006-040	KLS-R-40	-	A6K-40-R	FWH-40	HSJ-40	-	-
15	5014006-050	KLS-R-50	-	A6K-50-R	FWH-50	HSJ-50	-	-
22	5014006-063	KLS-R-60	-	A6K-60-R	FWH-60	HSJ-60	-	-
30	2028220-100	KLS-R-80	-	A6K-80-R	FWH-80	HSJ-80	-	-
37	2028220-125	KLS-R-100	-	A6K-100-R	FWH-100	HSJ-100	-	-
45	2028220-125	KLS-R-125	-	A6K-125-R	FWH-125	HSJ-125	-	-
55	2028220-160	KLS-R-150	-	A6K-150-R	FWH-150	HSJ-150	-	-
75	2028220-200	KLS-R-200	-	A6K-200-R	FWH-200	HSJ-200	A50-P-225	L50-S-225
90	2028220-250	KLS-R-250	-	A6K-250-R	FWH-250	HSJ-250	A50-P-250	L50-S-250

Tabell 7.28 3 x 380–480 V, kapslingsstorlek A, B och C

1) A50QS-säkringar från Ferraz-Shawmut kan ersätta A50P-säkringar.

## 3 x 525–600 V, kapslingsstorlek A, B och C

Effekt [kW]	Rekommenderad maximal säkring									
	Bussmann Typ RK1	Bussmann n Typ J	Bussmann Typ T	Bussmann Typ CC	Bussmann n Typ CC	Bussmann n Typ CC	SIBA Typ RK1	Littelfuse Typ RK1	Ferraz-Shawmut Typ RK1	Ferraz-Shawmut J
0,75–1,1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5	5017906-005	KLS-R-005	A6K-5-R	HSJ-6
1,5–2,2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10	5017906-010	KLS-R-010	A6K-10-R	HSJ-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15	5017906-016	KLS-R-015	A6K-15-R	HSJ-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20	5017906-020	KLS-R-020	A6K-20-R	HSJ-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25	5017906-025	KLS-R-025	A6K-25-R	HSJ-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HSJ-30
11–15	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-	5014006-040	KLS-R-035	A6K-35-R	HSJ-35
18	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HSJ-45
22	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-	5014006-050	KLS-R-050	A6K-50-R	HSJ-50
30	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HSJ-60
37	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HSJ-80
45	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HSJ-100
55	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-	2028220-125	KLS-R-125	A6K-125-R	HSJ-125
75	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-	2028220-150	KLS-R-150	A6K-150-R	HSJ-150
90	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-	2028220-200	KLS-R-175	A6K-175-R	HSJ-175

Tabell 7.29 3 x 525–600 V, kapslingsstorlek A, B och C

## 3 x 525–690 V, kapslingsstorlek B och C

Effekt [kW]	Maximal nätsäkring [A]	Rekommenderad maximal säkring						
		Bussmann E52273 RK1/JDDZ	Bussmann E4273 J/JDDZ	Bussmann E4273 T/JDDZ	SIBA E180276 RK1/JDDZ	Littelfuse E81895 RK1/JDDZ	Ferraz-Shawmut E163267/E2137 RK1/JDDZ	Ferraz-Shawmut E2137 J/HSJ
11–15	30	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HST-30
22	45	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HST-45
30	60	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HST-60
37	80	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HST-80
45	90	KTS-R-90	JKS-90	JJS-90	5014006-100	KLS-R-090	A6K-90-R	HST-90
55	100	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HST-100
75	125	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	2028220-125	KLS-150	A6K-125-R	HST-125
90	150	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	2028220-150	KLS-175	A6K-150-R	HST-150

Tabell 7.30 3 x 525–690 V, kapslingsstorlek B och C

## 7.8 Märkeffekter, vikt och mått

Kapslingsstorlek [kW]	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
1 x 200-240 V	-	1,1	1,1-2,2	1,1	1,5-3,7	7,5	-	-	15	22	-	-
3 x 200-240 V	0,25-3,0	3,7	0,25-2,2	0,25-3,7	5,5-11	15	5,5-11	15-18,5	18,5-30	37-45	22-30	37-45
1 x 380-480 V	-	-	1,1-4,0	-	7,5	11	-	-	18	37	-	-
3 x 380-480 V	0,37-4,0	5,5-7,5	0,37-4,0	0,37-7,5	11-18,5	22-30	11-18,5	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90
3 x 525-600 V	-	0,75-7,5	-	0,75-7,5	11-18,5	22-30	11-18,5	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90
3 x 525-690 V	-	-	-	-	-	11-30	-	-	-	37-90	-	-
IP	20	20	55/66	55/66	21/55/66	21/55/66	20	20	21/55/66	21/55/66	20	20
NEMA	Chassi Typ 1	Chassi Typ 1	Typ 12/4X	Typ 12/4X	Typ 1/12/4X	Typ 1/12/4X	Chassi	Chassi	Typ 1/12/4X	Typ 1/12/4X	Chassi	Chassi
<b>Höjd [mm]</b>												
Bakre plätens höjd	268	375	390	420	480	650	399	520	680	770	550	660
Höjd med jordningsplåt för fältbusskablar	374	-	-	-	-	-	419	595	-	-	630	800
Avstånd mellan monteringshål	257	350	401	402	454	624	380	495	648	739	521	631
<b>Bredd [mm]</b>												
Bakre plätens bredd	90	130	200	242	242	242	165	231	308	370	308	370
Bakre plätens bredd med ett C-tillval	130	170	-	242	242	242	205	231	308	370	308	370
Bakre plätens bredd med två C-tillval	90	130	-	242	242	242	165	231	308	370	308	370
Avstånd mellan monteringshål	70	110	171	215	210	210	140	200	272	334	270	330
<b>Djup<sup>1)</sup> [mm]</b>												
Utan tillval A/B	205	205	175	200	260	260	248	242	310	335	333	333
Med tillval A/B	220	220	175	200	260	260	262	242	310	335	333	333
<b>Skruvhål [mm]</b>												
c	8,0	8,0	8,25	8,2	12	12	8	-	12	12	-	-
d	Ø11	Ø11	Ø12	Ø12	Ø19	Ø19	12	-	Ø19	Ø19	-	-
e	Ø5,5	Ø5,5	Ø6,5	Ø6,5	Ø9	Ø9	6,8	8,5	Ø9,0	Ø9,0	8,5	8,5
f	9	9	6	9	9	9	7,9	15	9,8	9,8	17	17
<b>Maximal vikt [kg]</b>												
	4,9	5,3	9,7	14	23	27	12	23,5	45	65	35	50

1) Kapslingsdjupet är beroende av vilka tillval som installeras.

Tabell 7.31 Märkeffekter, vikt och mått

## 7.9 dU/dt-testning

Installation av ett dU/dt-filter eller LC-filter på frekvensomformarens utgång rekommenderas eftersom det förhindrar skador på motorer utan fasisolering i lindningarna eller annan isoleringsförstärkning utformad för användning med frekvensomformare.

När en transistor i växelriktaren växlar, stiger spänningen till motorn med ett dU/dt-förhållande som bestäms av:

- Motorinduktans
- Motorkabel (typ, ledararea, längd, skärmd eller oskärmd)

Egeninduktansen orsakar en toppspänning i motorspänningen innan den stabiliseras. Nivån beror på spänningen i DC-bussen.

Toppspänning på motorplintarna orsakas av växling på IGBT:er. Både stigtiden och toppspänningen påverkar motorns livslängd. En för hög toppspänning kan ge negativ påverkan på motorer utan fasisolering i lindningarna över tid.

Om motorkabeln är kort (några få meter) blir stigtiden och toppspänningen lägre. Stigtiden och toppspänningen ökar med kabellängden.

Frekvensomformaren uppfyller kraven för motorkonstruktion enligt IEC 60034-25 och IEC 60034-17.

### 7.9.1 Toppspänning på motorn

Använd följande tumregler för att uppnå ungefärliga värden för kabellängder och spänningar som inte nämns nedan:

1. Stigtiden ökar/minskar proportionellt med kabellängden.
2.  $U_{PEAK} = \text{DC-busspänning} \times 1,9$   
(DC-busspänning = nätspänning  $\times 1,35$ ).
3. 
$$dU/dt = \frac{0,8 \times U_{PEAK}}{\text{Stigtid}}$$

Data mäts enligt IEC 60034-17.

Kabellängder anges i meter.

#### 200–240 V (T2)

Kabel-längd [m]	Nät-spänning [V]	Stigtid [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	240	0,226	0,616	2,142
50	240	0,262	0,626	1,908
100	240	0,650	0,614	0,757
150	240	0,745	0,612	0,655

Tabell 7.32 Frekvensomformare, P5K5, T2

Kabel-längd [m]	Nät-spänning [V]	Stigtid [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
5	230	0,13	0,510	3,090
50	230	0,23	0,590	2,034
100	230	0,54	0,580	0,865
150	230	0,66	0,560	0,674

Tabell 7.33 Frekvensomformare, P7K5, T2

Kabel-längd [m]	Nät-spänning [V]	Stigtid [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	240	0,264	0,624	1,894
136	240	0,536	0,596	0,896
150	240	0,568	0,568	0,806

Tabell 7.34 Frekvensomformare, P11K, T2

Kabel-längd [m]	Nät-spänning [V]	Stigtid [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
30	240	0,556	0,650	0,935
100	240	0,592	0,594	0,807
150	240	0,708	0,575	0,669

Tabell 7.35 Frekvensomformare, P15K, T2

Kabel-längd [m]	Nät-spänning [V]	Stigtid [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,832
150	240	0,720	0,574	0,661

Tabell 7.36 Frekvensomformare, P18K, T2

Kabel-längd [m]	Nät-spänning [V]	Stigtid [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,560	0,580	0,832
150	240	0,720	0,574	0,661

Tabell 7.37 Frekvensomformare, P22K, T2

Kabel-längd [m]	Nät-spänning [V]	Stigtid [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
15	240	0,194	0,626	2,581
50	240	0,252	0,574	1,929
150	240	0,444	0,538	0,977

Tabell 7.38 Frekvensomformare, P30K, T2

Kabel-längd [m]	Nät-spännin g [V]	Stigtid [μ s]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
30	240	0,300	0,598	1,593
100	240	0,536	0,566	0,843
150	240	0,776	0,546	0,559

Tabell 7.39 Frekvensomformare, P37K, T2

Kabel-längd [m]	Nät-spännin g [V]	Stigtid [μ s]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
30	240	0,300	0,598	1,593
100	240	0,536	0,566	0,843
150	240	0,776	0,546	0,559

Tabell 7.40 Frekvensomformare, P45K, T2

**380–480 V (T4)**

Kabel-längd [m]	Nät-spännin g [V]	Stigtid [μ s]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	400	0,640	0,690	0,862
50	400	0,470	0,985	0,985
150	400	0,760	1,045	0,947

Tabell 7.41 Frekvensomformare, P1K5, T4

Kabel-längd [m]	Nät-spännin g [V]	Stigtid [μ s]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	400	0,172	0,890	4,156
50	400	0,310		2,564
150	400	0,370	1,190	1,770

Tabell 7.42 Frekvensomformare, P4K0, T4

Kabel-längd [m]	Nät-spännin g [V]	Stigtid [μ s]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	400	0,04755	0,739	8,035
50	400	0,207	1,040	4,548
150	400	0,6742	1,030	2,828

Tabell 7.43 Frekvensomformare, P7K5, T4

Kabel-längd [m]	Nät-spännin g [V]	Stigtid [μ s]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
15	400	0,408	0,718	1,402
100	400	0,364	1,050	2,376
150	400	0,400	0,980	2,000

Tabell 7.44 Frekvensomformare, P11K, T4

Kabel-längd [m]	Nät-spännin g [V]	Stigtid [μ s]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	400	0,422	1,060	2,014
100	400	0,464	0,900	1,616
150	400	0,896	1,000	0,915

Tabell 7.45 Frekvensomformare, P15K, T4

Kabel-längd [m]	Nät-spännin g [V]	Stigtid [μ s]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	400	0,344	1,040	2,442
100	400	1,000	1,190	0,950
150	400	1,400	1,040	0,596

Tabell 7.46 Frekvensomformare, P18K, T4

Kabel-längd [m]	Nät-spännin g [V]	Stigtid [μ s]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	400	0,232	0,950	3,534
100	400	0,410	0,980	1,927
150	400	0,430	0,970	1,860

Tabell 7.47 Frekvensomformare, P22K, T4

Kabel-längd [m]	Nät-spännin g [V]	Stigtid [μ s]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
15	400	0,271	1,000	3,100
100	400	0,440	1,000	1,818
150	400	0,520	0,990	1,510

Tabell 7.48 Frekvensomformare, P30K, T4

Kabel-längd [m]	Nät-spännin g [V]	Stigtid [μ s]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	480	0,270	1,276	3,781
50	480	0,435	1,184	2,177
100	480	0,840	1,188	1,131
150	480	0,940	1,212	1,031

Tabell 7.49 Frekvensomformare, P37K, T4

Kabel-längd [m]	Nät-spännin g [V]	Stigtid [μ s]	U <sub>PEAK</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	400	0,254	1,056	3,326
50	400	0,465	1,048	1,803
100	400	0,815	1,032	1,013
150	400	0,890	1,016	0,913

Tabell 7.50 Frekvensomformare, P45K, T4



Kabel-längd [m]	Nät-spänning [V]	Stigtid [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
10	400	0,350	0,932	2,130

Tabell 7.51 Frekvensomformare, P55K, T4

Kabel-längd [m]	Nät-spänning [V]	Stigtid [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
5	480	0,371	1,170	2,466

Tabell 7.52 Frekvensomformare, P75K, T4

Kabel-längd [m]	Nät-spänning [V]	Stigtid [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
5	400	0,364	1,030	2,264

Tabell 7.53 Frekvensomformare, P90K, T4

**525–600 V (T6)**

Kabel-längd [m]	Nät-spänning [V]	Stigtid [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	600	0,304	1,560	4,105
50	600	0,300	1,550	4,133
100	600	0,536	1,640	2,448
150	600	0,576	1,640	2,278

Tabell 7.54 Frekvensomformare, P11K, T6

Kabel-längd [m]	Nät-spänning [V]	Stigtid [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	600	0,084	1,560	7,962
50	600	0,120	1,540	5,467
100	600	0,165	1,472	3,976
150	600	0,190	1,530	3,432

Tabell 7.55 Frekvensomformare, P22K, T6

Kabel-längd [m]	Nät-spänning [V]	Stigtid [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
15	600	0,276	1,184	4,290

Tabell 7.56 Frekvensomformare, P55K, T6

**525–690 V (T7)**

Kabel-längd [m]	Nät-spänning [V]	Stigtid [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
80	690	0,580	1,728	2,369
130	690	0,930	1,824	1,569
180	690	0,925	1,818	1,570

Tabell 7.57 Frekvensomformare, P7K5, T7

Kabel-längd [m]	Nät-spänning [V]	Stigtid [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
5	690	0,250	1,440	4,608
105	690	0,570	1,800	2,526
180	690	0,982	1,840	1,499

Tabell 7.58 Frekvensomformare, P45K, T7

Kabel-längd [m]	Nät-spänning [V]	Stigtid [ $\mu$ s]	$U_{PEAK}$ [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
6	690	0,238	1,416	4,739
50	690	0,358	1,764	3,922
150	690	0,465	1,872	3,252

Tabell 7.59 Frekvensomformare, P55K, T7

**7.10 Klassificering av ljudnivå**

Kapslingsstorlek	50 % fläkthastighet [dBA]	Maximal fläkthastighet [dBA]
A1	51	60
A2	51	60
A3	51	60
A4	51	60
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
B4	52	62
C1	52	62
C2	55	65
C4	56	71
D3h	58	71

Tabell 7.60 Klassificering av ljudnivå

Värdena är uppmätta en meter från enheten.

## 7.11 Valda tillval

### 7.11.1 VLT® Generellt I/O-kort, modul MCB 101

MCB 101 används för utökning av digitala och analoga in- och utgångar.

Anslut MCB 101 till öppning B i frekvensomformaren.

Innehåll:

- MCB 101-tillvalsmodul
- Utökat fäste för LCP

### 7.11.2 VLT® Reläkort MCB 105

Relätillvalet MCB 105 inkluderar tre SPDT-kontakter och måste anslutas till tillvalsöppning B.

Elektriska data

Maximal plintbelastning (AC-1) <sup>1)</sup> (resistiv belastning)	240 V AC 2 A
Maximal plintbelastning (AC-15) <sup>1)</sup> (induktiv belastning vid cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximal plintbelastning (DC-1) <sup>1)</sup> (resistiv belastning)	24 V DC 1 A
Maximal plintbelastning (DC-13) <sup>1)</sup> (induktiv belastning)	24 V DC 0,1 A
Minimal plintbelastning (DC)	5 V 10 mA
Max. antal kopplingar vid nominell/minimal belastning	6 minimum <sup>-1</sup> /20 s <sup>-1</sup>

1) IEC 947, del 4 och 5

När relätillvalet beställs separat innehåller det

- Relämodul MCB 105
- Större LCP-fäste och större plintskydd
- Etikett för att hindra åtkomst till omkopplarna S201, S202 och S801
- Kabelband för att fästa kablar vid relämodulen

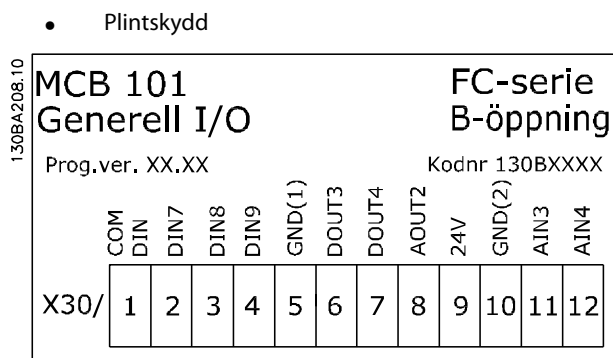
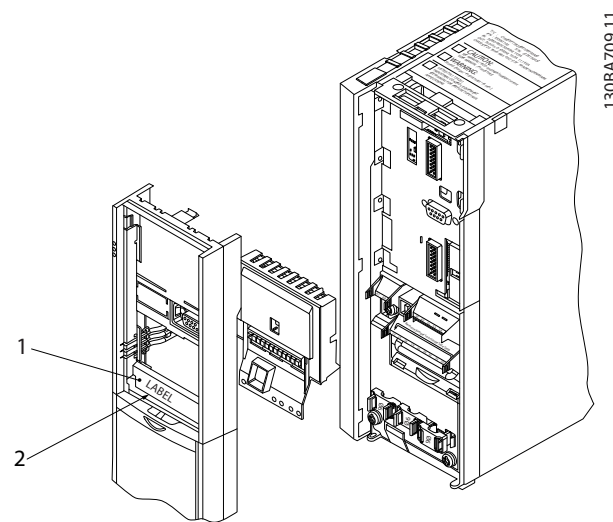


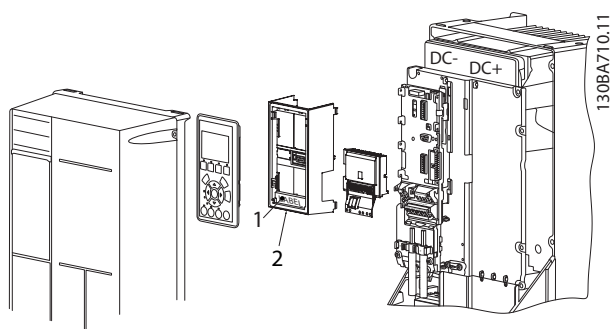
Bild 7.2 Tillvalet MCB 101

7



1	<b>WARNING!</b> Etiketten <b>MÅSTE</b> placeras på LCP:n enligt bilden (UL-godkänd).
2	Reläkort

Bild 7.3 Kapslingsstorlek A2, A3, B3



1	<b>VARNING!</b> Etiketten <b>MÅSTE</b> placeras på LCP:n enligt bilden (UL-godkänd).
2	Reläkort

Bild 7.4 Kapslingsstorlek A5, B1, B2, B4, C1, C2, C3, C4



Warning Dual Supply

130BE040.10

Bild 7.5 Varningsetikett placerad på tillval

Så här monterar du reläkortstillvalet MCB 105:

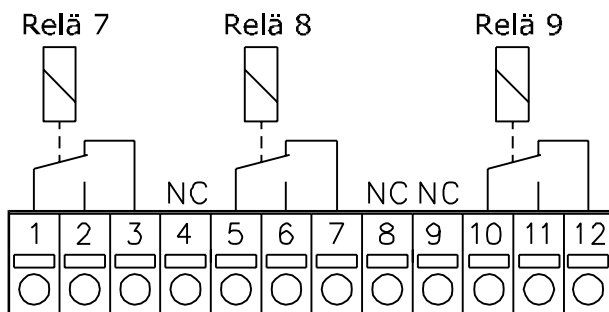
1. Koppla från strömmen till frekvensomformaren.
2. Koppla från strömmen till de strömförande delarna i anslutningarna på reläplintarna.
3. Tag bort LCP:n, plintskyddet och LCP-ramen från frekvensomformaren.
4. Anslut MCB 105-tillvalet till öppning B.
5. Anslut styrkablar och fäst dem med hjälp av de medföljande kabelbanden.
6. Kontrollera att den avskalade kabelns längd är riktig (se Bild 7.7).
7. Blanda inte ihop strömförande delar (högspänning) med styrsignaler (PELV).
8. Montera det större LCP-fästet och plintskyddet.
9. Sätt tillbaka LCP:n.
10. Anslut nätspänning till frekvensomformaren.
11. Välj reläfunktioner i *parameter 5-40 Funktionsrelä* [6-8], *parameter 5-41 Till-fördr., relä* [6-8] och *parameter 5-42 Från-fördr., relä* [6-8].

**OBS!**

Matris [6] är relä 7, matris [7] är relä 8 och matris [8] är relä 9

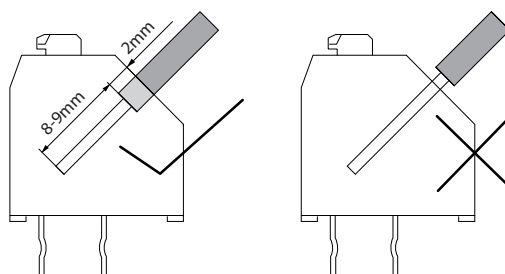
**OBS!**

För åtkomst till RS485-terminering, brytare S801 eller ström-/spänningsbrytare S201/S202 tar du bort reläkortet (se Bild 7.3 och Bild 7.4, position 2).



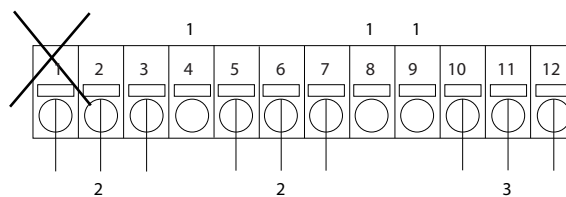
130BA162.10

Bild 7.6 Reläer

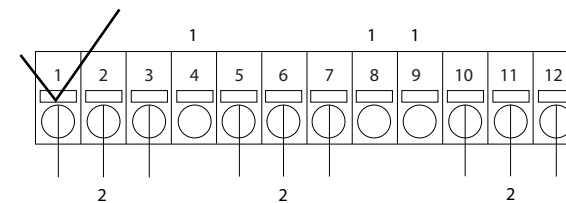
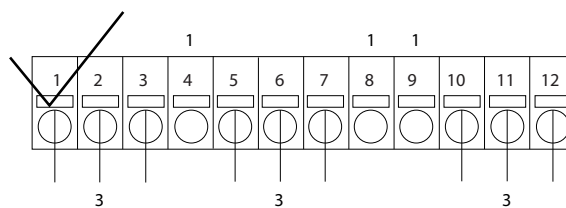


130BA177.10

Bild 7.7 Korrekt kabeldragning



130BA176.11



1	NC
2	Spänningsförande del
3	PELV

Bild 7.8 Korrekt kabeldragning för reläer

**OBS!**

Kombinera inte 24/48 V-system med högspännings-system.

7.11.3 VLT® PTC-termistorkort MCB 112

Med tillvalet MCB 112 kan du övervaka temperaturen för en elektrisk motor via en galvaniskt isolerad PTC-termistoringång. Det är ett B-tillval för frekvensomformare med STO.

Mer information om andra tillämpningsmöjligheter finns i *kapitel 4 Tillämpningsexempel*.

X44/1 och X44/2 är termistoringångarna. X44/12 aktiverar STO för frekvensomformaren (T37) om termistorvärdena visar att det är nödvändigt. X44/10 meddelar frekvensomformaren att en begäran om STO kom från MCB 112, så att larmet hanteras på rätt sätt. En av de digitala ingångsparametrarna (eller en digital ingång i ett monterat tillval) måste ställas in på [80] PTC-kort 1 om informationen från X44/10 ska kunna användas. Konfigurera *parameter 5-19 Plint 37 Säkerhetsstopp* med önskad STO-funktionalitet (standardinställningen är ett larm om säkerhetsstopp).

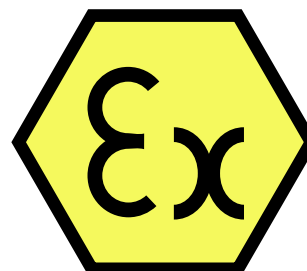
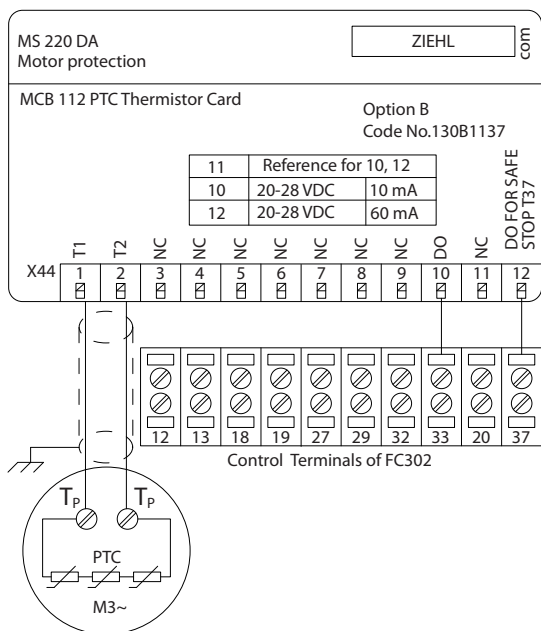


Bild 7.10 ATmosphère EXplosive (ATEX)

7



130BA638:10

Bild 7.9 Installation av MCB 112

**ATEX-certifiering med FC 102, FC 103, FC 202 och FC 302**

MCB 112 har certifierats för ATEX, vilket betyder att frekvensomformaren tillsammans med MCB 112 kan användas med motorer i potentiellt explosiva atmosfärer. Mer information finns i *VLT® PTC-termistorkortet MCB 112-handboken*.

## Elektriska data

## Motståndsinkoppling

PTC-kompatibel med DIN 44081 och DIN 44082

Nummer	1..6 seriekopplade resistorer
Avstängningsvärde	3,3 Ω ... 3,65 Ω ... 3,85 Ω
Återställningsvärde	1,7 Ω ... 1,8 Ω ... 1,95 Ω
Triggertolerans	± 6 °C
Totalt motstånd på givarlingan	< 1,65 Ω
Plintspänning	= 2,5 V för R = 3,65 Ω, = 9 V för R = 8
Strömgivare	= 1 mA
Kortslutning	20 Ω = R = 40 Ω
Effektförbrukning	60 mA

## Testförhållanden

SS-EN 60947-8

Mätningsspänning ökar motstånd	6 000 V
Överspänningskategori	III
Föroreningsgrad	2
Mätningssätkillnadsspänning Vbis	690 V
Tillförlitlig galvanisk isolation till Vi	500 V
Nominellt intervall för omgivningstemperatur	-20 °C till +60 °C
	SS-EN 60068-2-1 torr värme
Fukt	5–95 %, ingen kondensation tillåten
Vibrationsmotstånd	10 till 1 000 Hz 1,14 g
Stötmotstånd	50 g

## Säkerhetssystemsvärden

EN 61508 för Tu = 75 °C pågående

SIL	2 för underhållscykel på 2 år 1 för underhållscykel på 3 år
HFT	0
PFD (för årligt funktionstest)	4,10 x 10 <sup>-3</sup>
SFF	78%
? <sub>s</sub> + ? <sub>DD</sub>	8494 FIT
? <sub>DU</sub>	934 FIT
Beställningsnummer 130B1137	

### 7.11.4 VLT® Utökad reläkort MCB 113

MCB 113 utökar frekvensomformarens I/O med sju digitala ingångar, två analoga utgångar och fyra SPDT-reläer.

Utökad I/O ökar flexibiliteten och medför att de tyska NAMUR NE37-rekommendationerna uppfylls.

MCB 113 är ett standard C1-tillval och känns automatiskt igen efter montering.

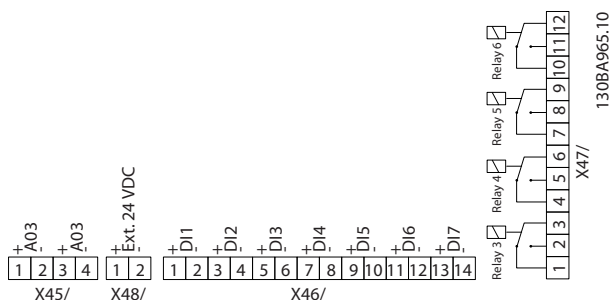


Bild 7.11 Elektriska anslutningar till MCB 113

Säkerställ galvanisk isolation mellan frekvensomformaren och tillvalskortet genom att ansluta MCB 113 till en extern 24 V på X48. Om galvanisk isolation inte är nödvändig kan tillvalskortet försörjas med 24 V internt från frekvensomformaren.

#### **OBS!**

När du ansluter både 24 V-signaler och högspännings-signaler i reläerna ska du säkerställa att det inte finns något oanvänt relä mellan 24 V-signalen och högspänningsignalen.

Använd följande parametergrupper vid installation av MCB 113:

- 5-1\* Digital ingång
- 6-7\* Analog utgång 3
- 6-5\* Analog utgång 4
- 14-8\* Tillval
- 5-4\* Reläer
- 16-6\* Ingångar och utgångar

#### **OBS!**

I parametergrupp 5-4\* Relä,

- Matris [2] är relä 3.
- Matris [3] är relä 4.
- Matris [4] är relä 5.
- Matris [5] är relä 6.

## Elektriska data

Reläer	
Nummer	4 SPDT
Belastning vid 250 V AC/30 V DC	8 A
Belastning vid 250 V AC/30 V DC med $\cos\phi = 0,4$	3,5 A
Överspänningskategori (kontakt-jord)	III
Överspänningskategori (kontakt-kontakt)	II
Kombination av 250 V- och 24 V-signaler	Möjligt med ett oanvänt relä mellan
Maximal genomströmningsfördröjning	10 ms
Isolerad från jord/ chassi för användning med IT-nätssystem	

## Digitala ingångar

Digitala ingångar	
Nummer	7
Område	0–24 V
Läge	PNP/NPN
Ingångsimpedans	4 kW
Låg utlösarnivå	6,4 V
Hög utlösarnivå	17 V
Maximal genomströmningsfördröjning	10 ms

## Analoga utgångar

Analoga utgångar	
Nummer	2
Område	0/4 -20 mA
Upplösning	11 bitar
Linjäritet	< 0,2%

7.11.5 VLT<sup>®</sup> Givaringångstillval MCB 114

Givaringångstillvalskortet MCB 114 kan användas i följande fall:

- Givaringångar för temperaturgivarna PT100 och PT1000 för övervakning av lagertemperaturer.
- Som en generell utökning av de analoga ingångarna med en extra ingång för flerzonsstyrning eller mätning av differentialtrycket.
- Ge stöd åt utökade PID-regulatorer med I/O för börvärdesingångar och givaringångar.

Vanliga motorer, som är konstruerade med temperaturgivare för att skydda lagren mot överbelastning, är försedda med 3 stycken PT100/1000-temperaturgivare: en fram, en i lagret längst bak och en i motorlindningarna. VLT<sup>®</sup> Givaringångstillvalet MCB 114 har stöd för 2- eller 3-ledningsgivare med individuella temperaturgränser för under-/övertemperatur. Vid start autotekteras givartypen PT100 eller PT1000.

Om den uppmätta temperaturen understiger den nedre gränsen eller överstiger den övre gränsen, genererar tillvalet ett larm. Den individuellt uppmätta temperaturen i varje givaringång kan läsas av på displayen eller av olika avläsningsparametrar. Det går att ställa in reläerna eller de digitala utgångarna så att de är aktiva om ett larm inträffar. Det gör du genom att välja [21] *Termisk varning* i parametergrupp 5-\*\* *Digital I/O*.

Ett feltillstånd är knutet till ett vanligt varnings-/larmnummer, som är *Larm/varning 20, Temp. ingångsfel*. Du kan ange att vilken utgång som helst ska vara aktiv om den varningen eller det larmet dyker upp.

## 7.11.5.1 Elektriska och mekaniska specifikationer

## Analog ingång

Antal analoga ingångar	1
Format	0–20 mA eller 4–20 mA
Kabeldragning	2
Ingångsimpedans	<200 Ω
Provtakt	1 kHz
Tredje beställningens filter	100 Hz vid 3 dB
Tillvalet kan förse den analoga givaren med 24 V DC (plint 1).	

## Temperaturgivaringång

Antal analoga ingångar som stöder PT100/1000	3
Signaltyp	PT100/1000
Anslutning	PT 100 2- eller 3-ledning/PT1000 2- eller 3-ledning
Frekvens för PT100- och PT1000-ingången	1 Hz för varje kanal
Upplösning	10 bitar
	-50–204 °C
Temperaturintervall	-58–399 °F

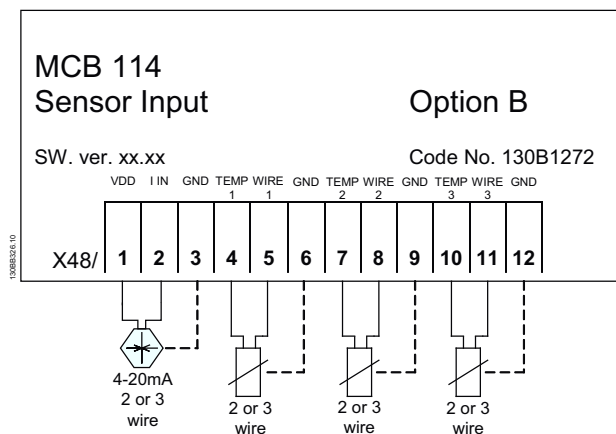
## Galvanisk isolation

Givarna som ska anslutas måste vara galvaniskt isolerade från nätspänningsnivån	IEC 61800-5-1 och UL508C
---	--------------------------

## Kabeldragning

Maximal signalkabellängd	500 m
--------------------------	-------

## 7.11.5.2 Elektrisk kabeldragning



Plint	Namn	Funktion
1	VDD	24 V DC för försörjning av givare om 4–20 mA
2	I i	4–20 mA-ingång
3	GND	GND med analog ingång
4, 7, 10	Temp. 1, 2, 3	Temperaturingång
5, 8, 11	Ledning 1, 2, 3	Den tredje ledningsingången om 3 ledningsgivare används
6, 9, 12	GND	Temperaturingång GND

Bild 7.12 MCB 114 elektrisk kabeldragning

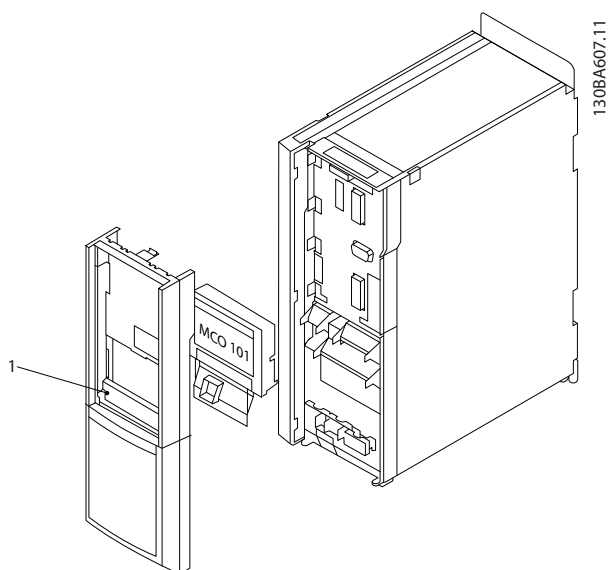
## 7.11.6 VLT® Utökad kaskadregulator MCO 101

Tillvalet MCO 101 innehåller tre växlande reläer och kan monteras på öppning B.

Max. plintbelastning (AC)	240 V AC 2 A
Max. plintbelastning (DC)	24 V DC 1 A
Min. plintbelastning (DC)	5 V 10 mA
Maximalt antal switchningar vid nominell/minimal belastning	6 min <sup>-1</sup> /20 s <sup>-1</sup>

Tabell 7.61 MCO 101 elektriska data



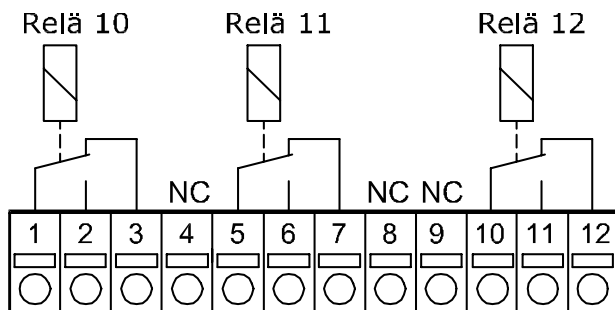


1 Ta bort MCO 101-tillvalet om du vill få åtkomst till RS485-termination (S801) ström/spänningsbrytare (S201, S202)

Bild 7.13 Montering av B-tillval

Så här monterar du MCO 101-tillvalet:

1. Koppla från strömmen till frekvensomformaren.
2. Koppla från strömmen till de strömförande delarna i anslutningarna på reläplintarna.
3. Avlägsna LCP:n, plintskyddet och hållaren från FC 202.
4. Montera MCO 101-tillvalet i öppning B.
5. Anslut styrkablar och fäst dem med hjälp av de medföljande kabelbanden.
6. Montera den medföljande hållaren och plintskyddet.
7. Sätt tillbaka LCP:n.
8. Anslut nätspänning till frekvensomformaren.



130BA606.10

Bild 7.14 Användning av anslutningar

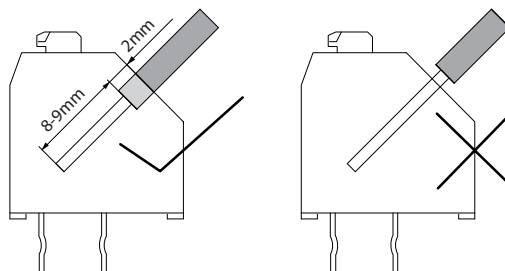
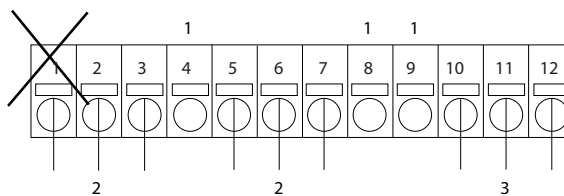


Bild 7.15 Montering av kablar

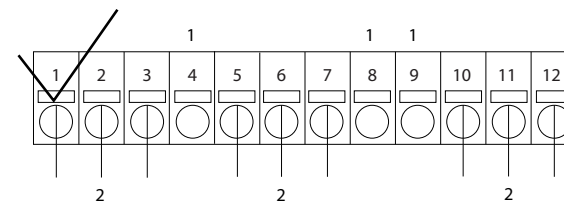
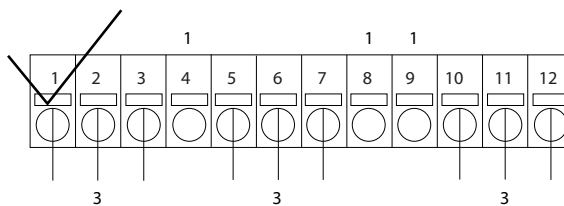
130BA177.10

**VARNING**

Blanda inte lågspänningsdelar och PELV-system (se Bild 7.16).



130BA176.11



1	NC
2	Spänningsförande del
3	PELV

Bild 7.16 Felaktig och korrekt reläkabeldragning

### 7.11.7 VLT® Avancerad kaskadregulator MCO 102

Tillvalet VLT Avancerad kaskadstyrkort MCO 102 är endast avsett för användning i öppning C1. Monteringpositionen för C1-tillval visas i Bild 7.17.

Max. plintbelastning (AC)	240 V AC 2 A
Max. plintbelastning (DC)	24 V DC 1 A
Min. plintbelastning (DC)	5 V 10 mA
Maximalt antal switchningar vid nominell/minimal belastning	6 min <sup>-1</sup> /20 s <sup>-1</sup>

Tabell 7.62 Elektriska data, MCO 102

#### Verktyg som behövs

Vissa objekt behövs för installationen av monteringsats för tillval C (beroende på kapsling):

Typ	Beskrivning	Beställningsnummer
<b>Tillval</b>		
MCF 105	Monteringsats för kapsling A2 och A3 (40 mm för ett C-tillval)	130B7530
MCF 105	Monteringsats för kapsling A5	130B7532
MCF 105	Monteringsats för kapsling B, C, D, E, F1 och F3 (förutom B3)	130B7533
MCF 105	Monteringsats för kapsling B3 (40 mm för C-tillval)	130B1413
<b>Tillbehörspåse</b>		
MCO 102	Tillbehörspåse	130B0152

Tabell 7.63 Beställningsnummer för monteringsatser och tillbehörspåse

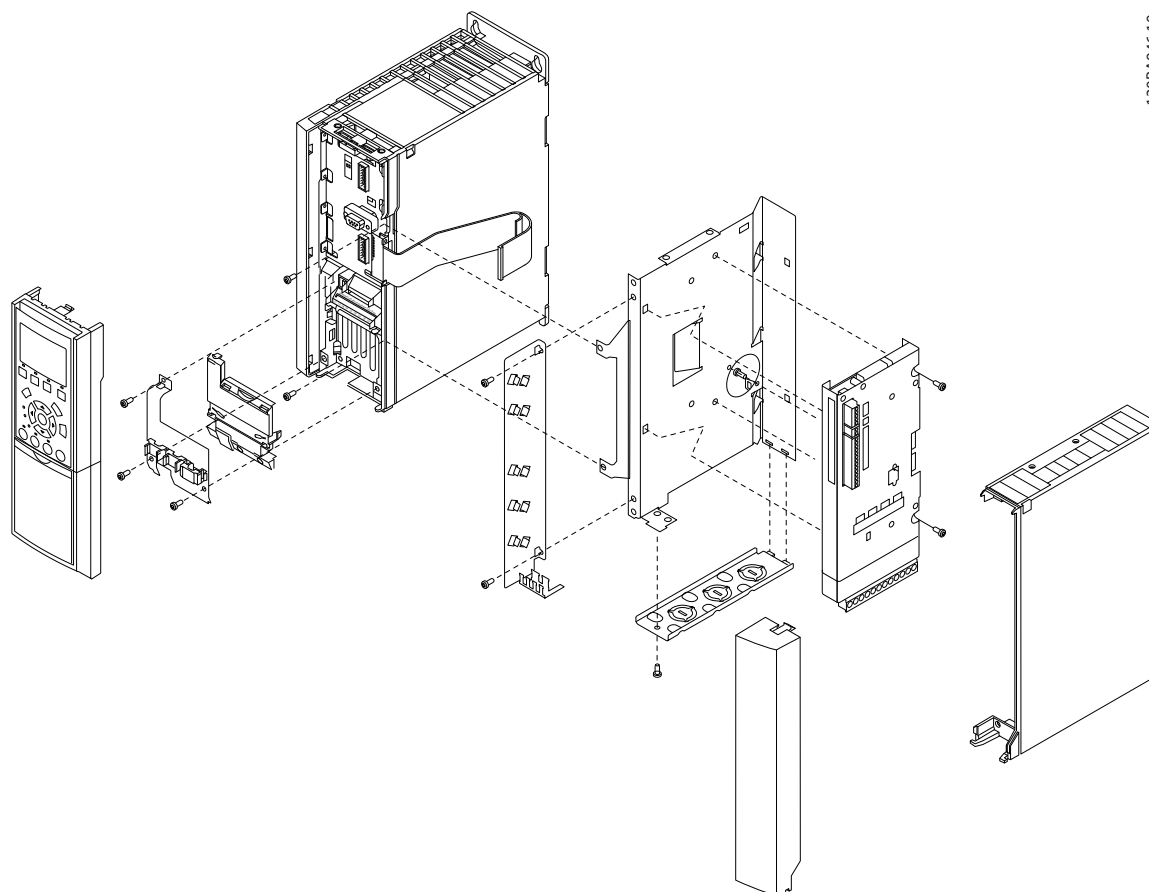


Bild 7.17 Kapsling A2, A3 (och B3) 40 mm (endast ett C-tillval)

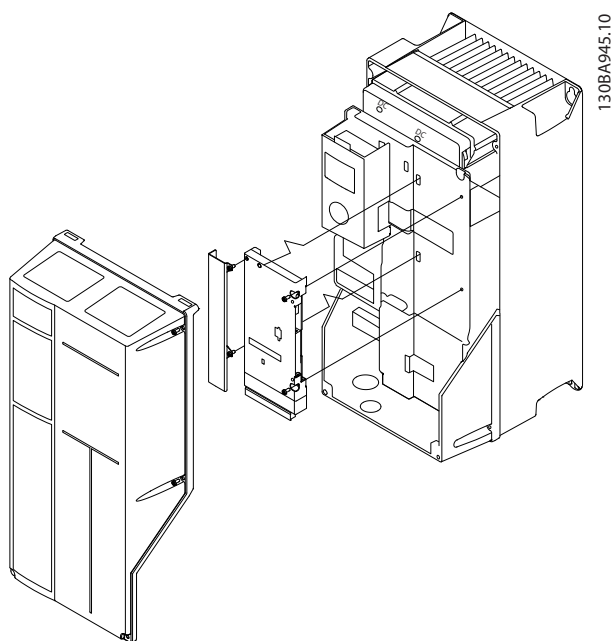


Bild 7.18 Kapslingar B (utom B3) och C

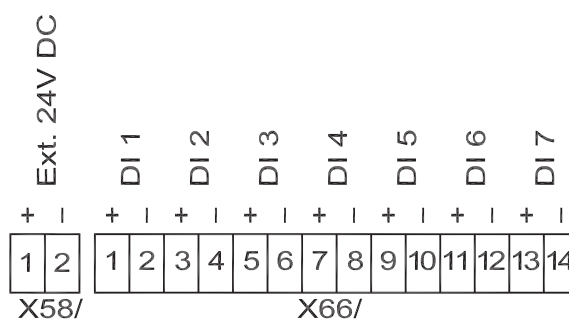


Bild 7.20 Avancerad kaskadregulator MCO 102, plintanslutningar till 7 digitala ingångar och åtkomst till intern 24 V DC

Så här ansluter du MCO 102-tillvalet

1. Koppla från strömmen.
2. Koppla från strömmen till de strömförande delarna i anslutningarna på reläplintarna.
3. Avlägsna LCP:n, plintskyddet och hållaren från FC 202.
4. Anslut MCO 102-tillvalet till öppning C1.
5. Anslut styrkablarna och fäst dem med hjälp av de medföljande kabelbanden.
6. Montera den medföljande hållaren och plintskyddet.
7. Sätt tillbaka LCP:n.
8. Anslut nätspänning till frekvensomformaren.

**Ansluta plintarna**

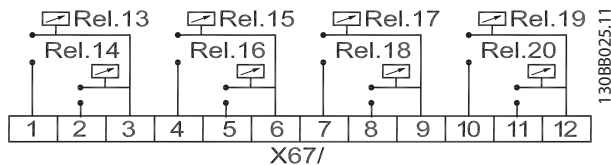


Bild 7.19 Avancerad kaskadregulator MCO 102, plintanslutningar, 8 reläer

## 8 Bilaga – Valda ritningar

### 8.1 Ritningar över nätanslutning (3-faser)

Denna samling av ritningar är avsedd att hjälpa till i planeringen för åtkomst i konstruktionsfasen. I *handboken* finns installationsprocedurer så som:

- Säkerhetskrav.
- Installationsprocedurer, steg för steg.
- Alternativa konfigurationer.
- Ytterligare ritningar.

Nätanslutning för kapsling A1, A2 och A3:

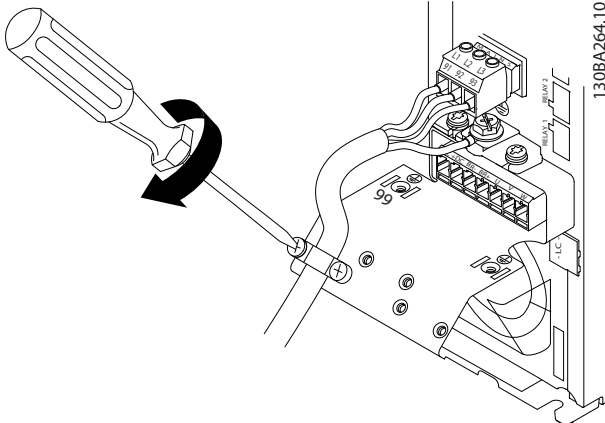


Bild 8.1 Stödfäste

Nätanslutning för kapsling A4/A5

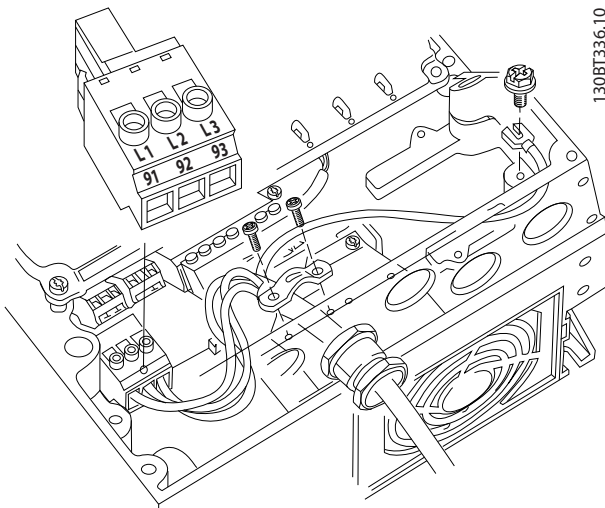


Bild 8.2 Nät och jordning utan fränksiljare

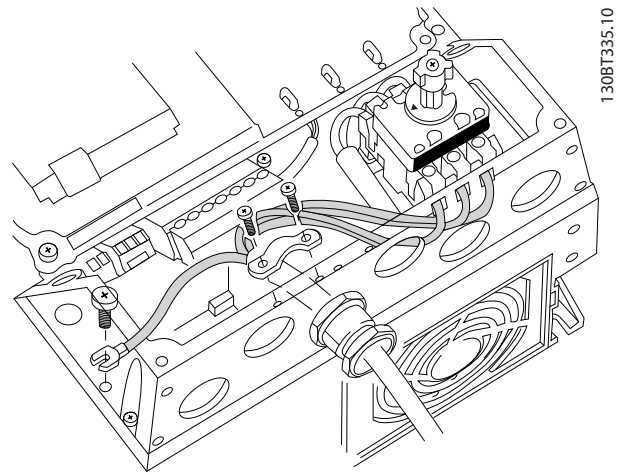


Bild 8.3 Nät och jordning med fränksiljare (för S2-varianter i kapslingsstorlek B2 måste den extra anslutningsplinten användas för nätanslutning).

Montera PE på frekvensomformarens vänstra sida om fränksiljare används (kapsling A4/A5).

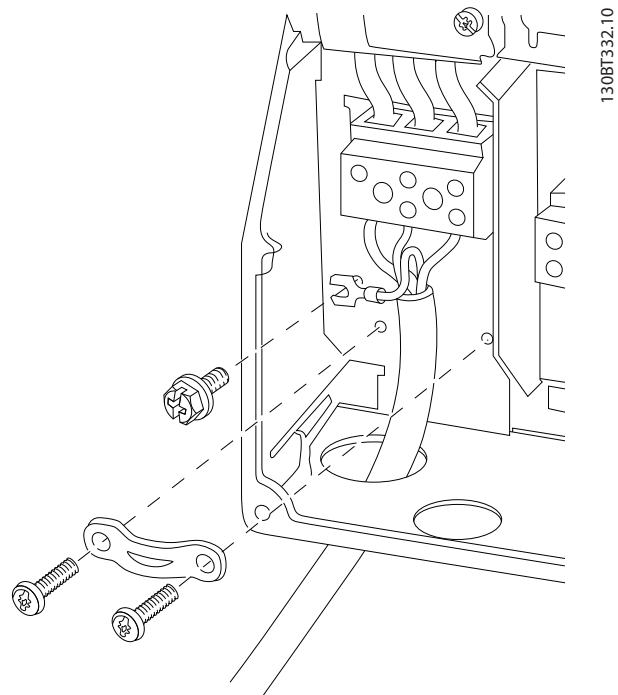


Bild 8.4 Nätanslutning kapsling B1 och B2

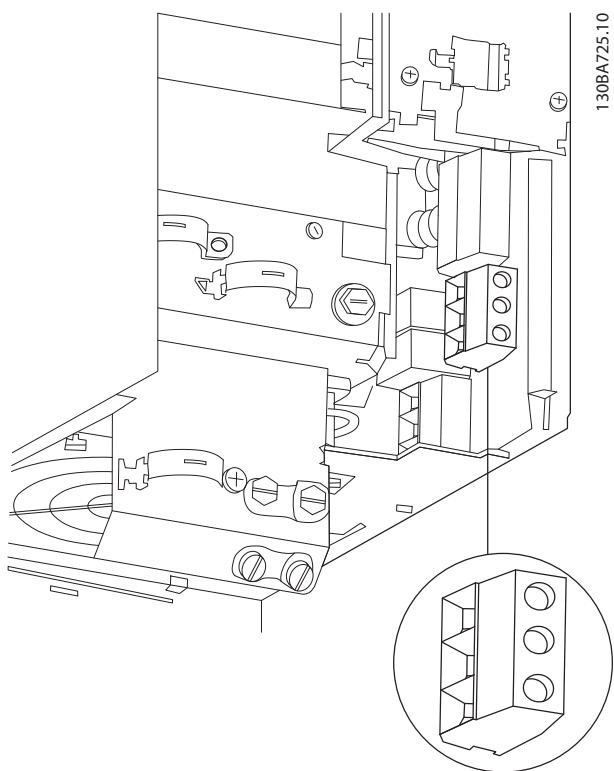


Bild 8.5 Nätanslutning kapsling B3

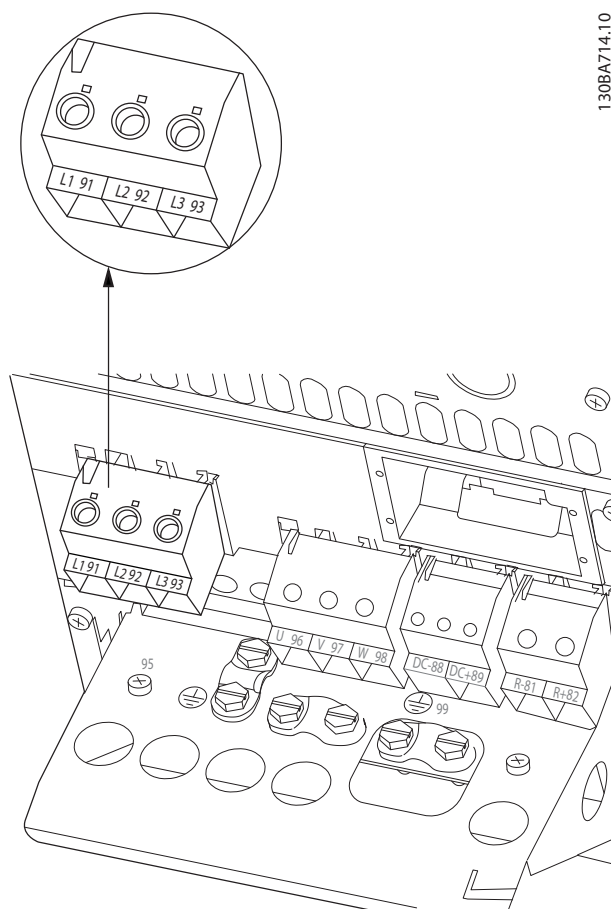
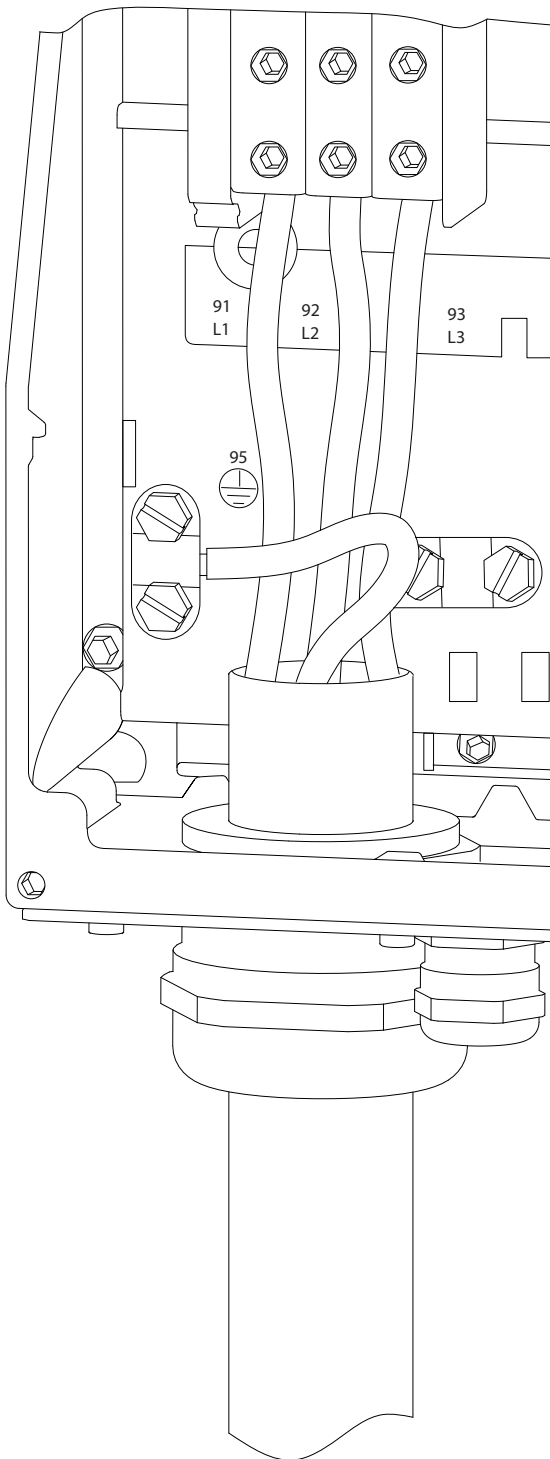
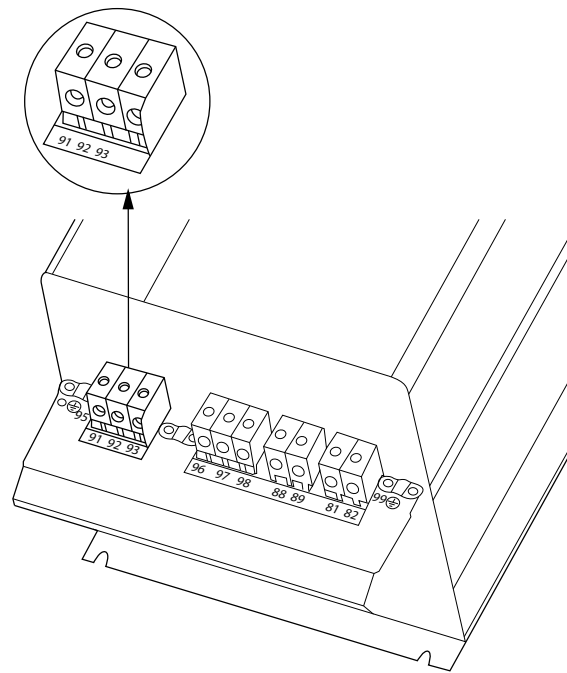


Bild 8.6 Nätanslutning kapsling B4



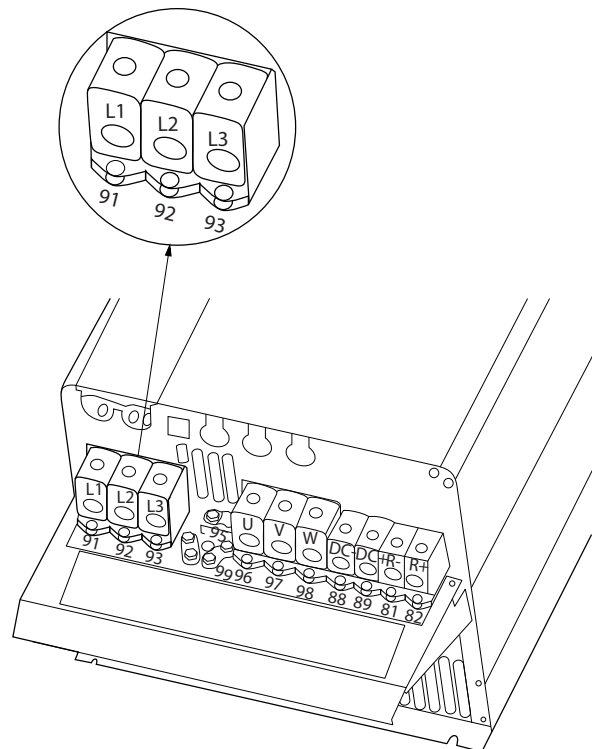
130BA389.10

Bild 8.7 Nätanslutning kapsling C1 och C2 (IP21/NEMA Typ 1 och IP55/66/NEMA Typ 12).



130BA718.10

Bild 8.8 Nätanslutning kapsling C3 (IP20).



130BA719.10

Bild 8.9 Nätanslutning för kapsling C4 (IP20).

## 8.2 Ritningar för motoranslutning

### Motoranslutning

Denna samling av ritningar är avsedd att hjälpa till i planeringen för återkomst i konstruktionsfasen.

I *handboken* finns installationsprocedurer så som:

- Säkerhetskrav.
- Installationsprocedurer, steg för steg.
- Plintbeskrivningar.
- Alternativa konfigurationer.
- Ytterligare ritningar.

Plintnummer	96	97	98	99	
	U	V	W	PE <sup>1)</sup>	Motorspänning 0–100 % av nätspänningen. 3 ledningar från motorn
	U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Deltaanslutning
	W2	U2	V2		6 ledningar från motorn
	U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Stjärnanslutning U2, V2, W2 U2, V2 och W2 ska kopplas ihop separat.

Tabell 8.1 Plintbeskrivningar

#### 1) Skyddad jordanslutning

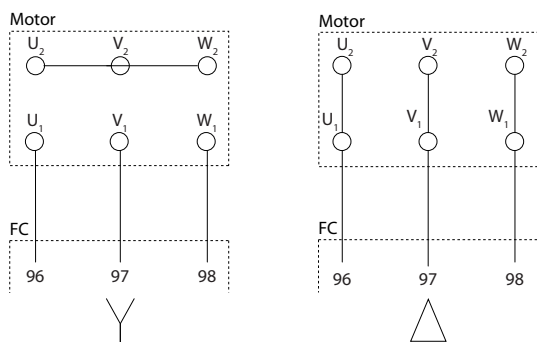


Bild 8.10 Stjärn- och Delta-anslutningar

Alla slags asynkrona standardmotorer med 3-fas kan anslutas till frekvensomformaren. Normalt stjärnkopplas små motorer (230/400 V, Y). Större motorer deltakopplas normalt (400/690 V, Δ). Korrekt anslutning och spänning anges på motorns märkskylt.

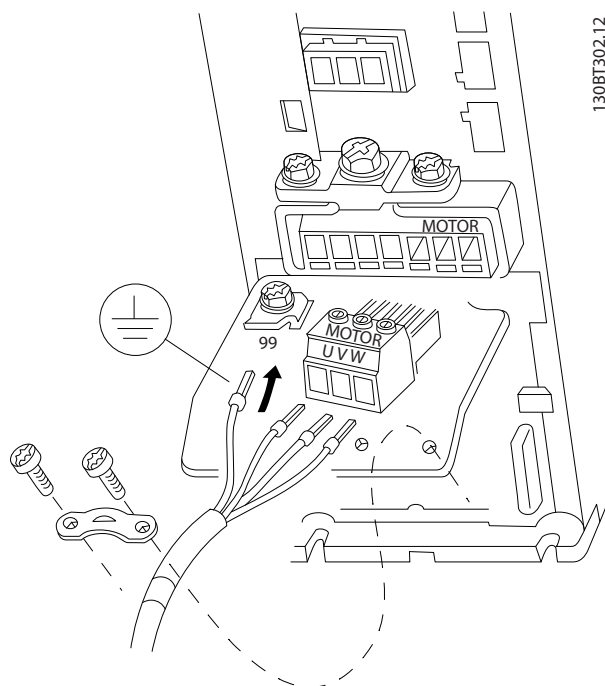


Bild 8.11 Motoranslutning för kapsling A1, A2 och A3

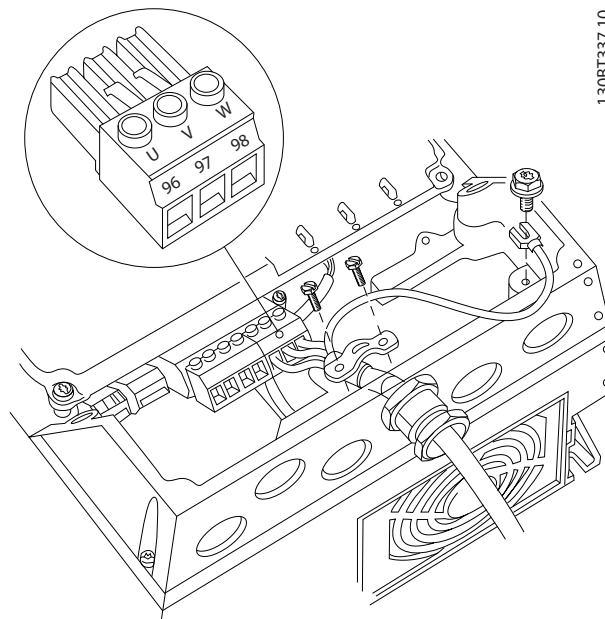


Bild 8.12 Motoranslutning för kapsling A4/A5

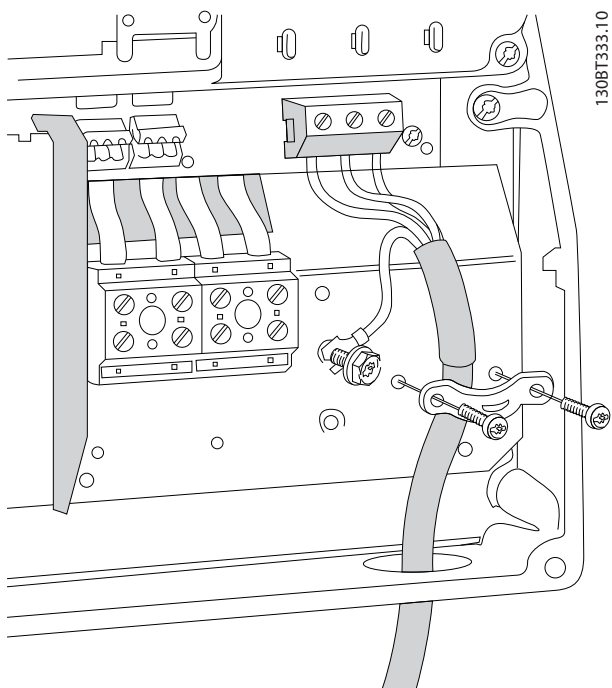


Bild 8.13 Motoranslutning för kapsling B1 och B2

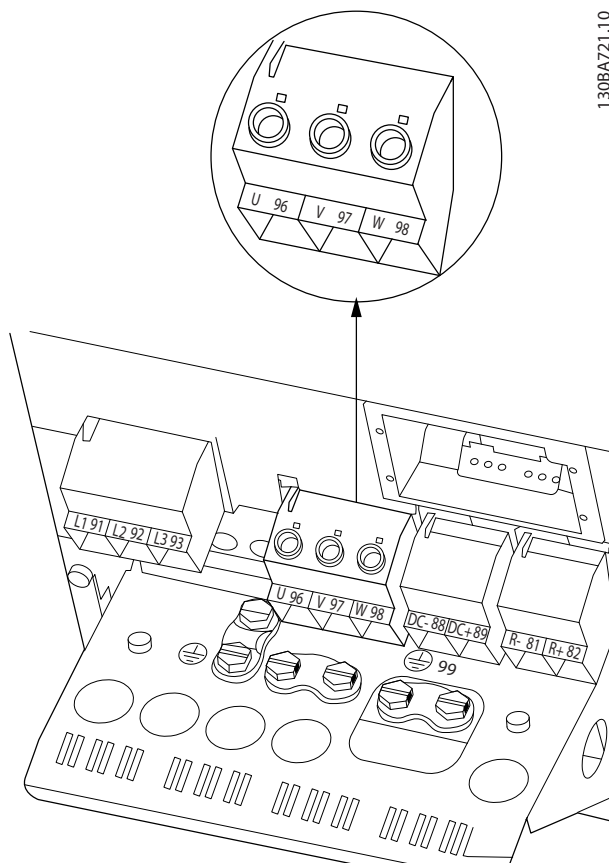


Bild 8.15 Motoranslutning för kapsling B4

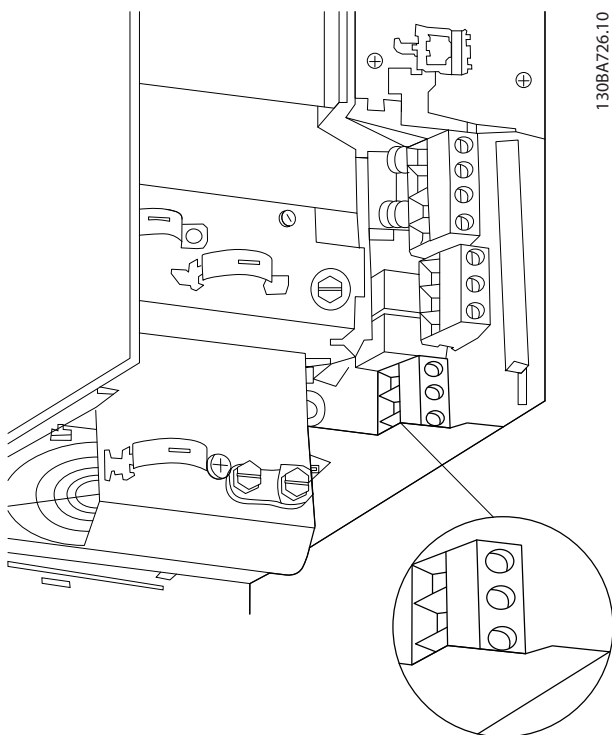


Bild 8.14 Motoranslutning för kapsling B3

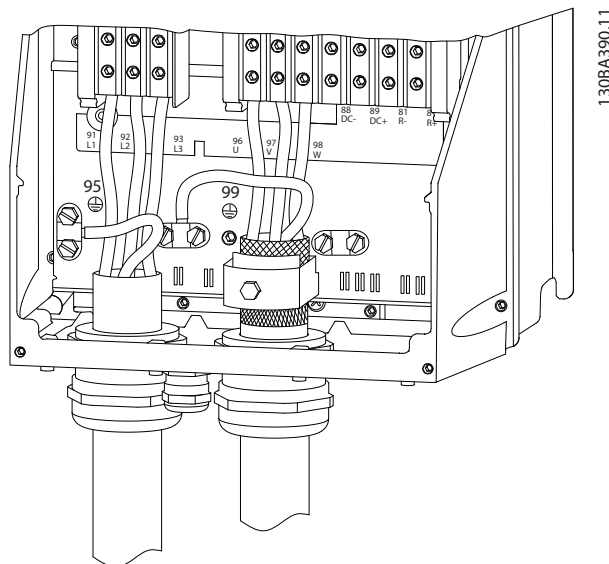
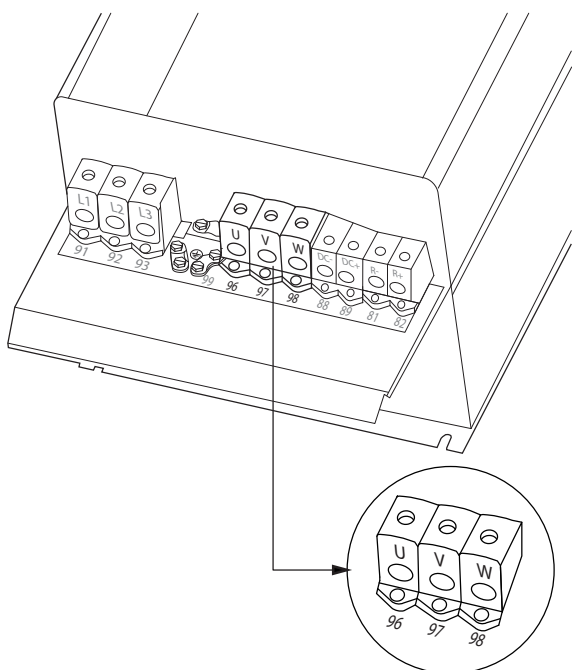


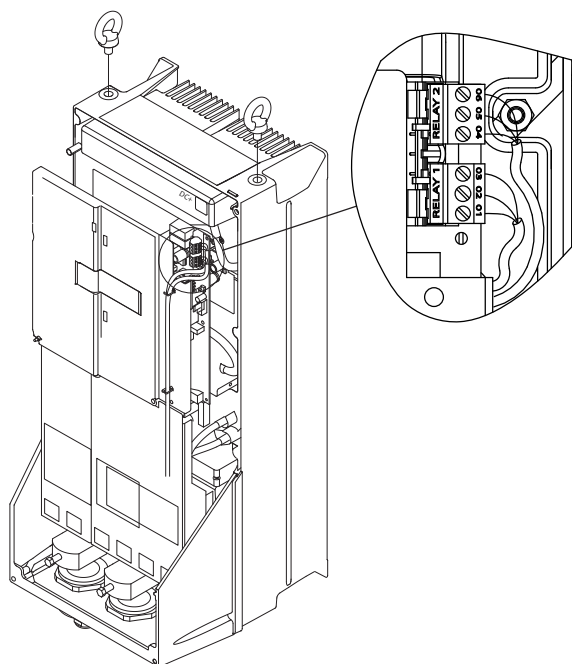
Bild 8.16 Motoranslutning kapsling C1 och C2 (IP21/NEMA Typ 1 och IP55/66/NEMA Typ 12)





130BA740.10

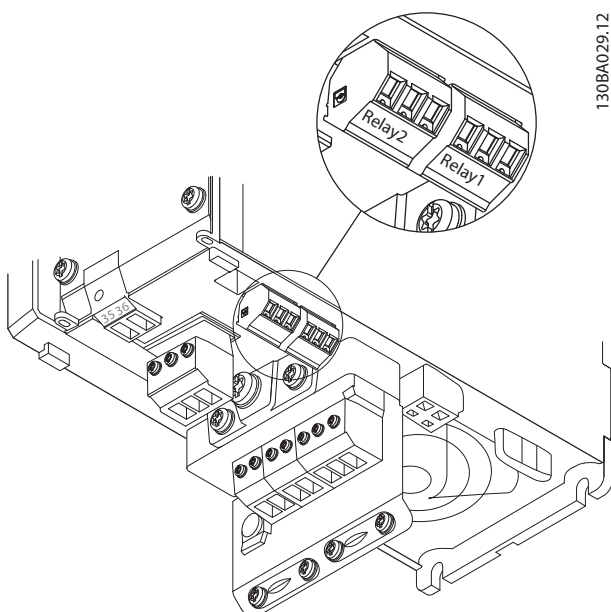
Bild 8.17 Motoranslutning för kapsling C3 och C4



130BA391.12

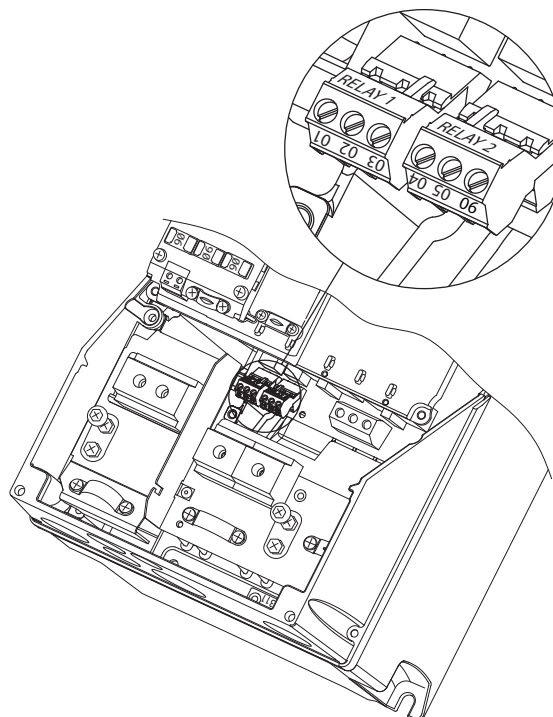
Bild 8.19 Plintar för reläanslutning (kapslingsstorlek C1 och C2).

### 8.3 Ritningar över reläplint



130BA029.12

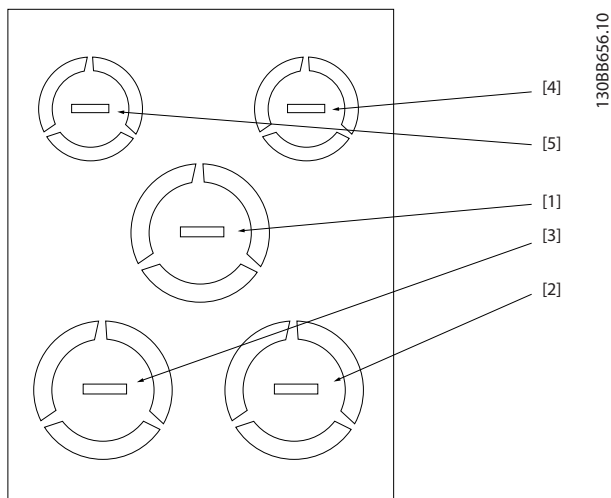
Bild 8.18 Plintar för reläanslutning (kapslingsstorlek A1, A2 och A3).



130BA215.10

Bild 8.20 Plintar för reläanslutning (kapslingsstorlek A5, B1 och B2).

## 8.4 Kabelingångshål

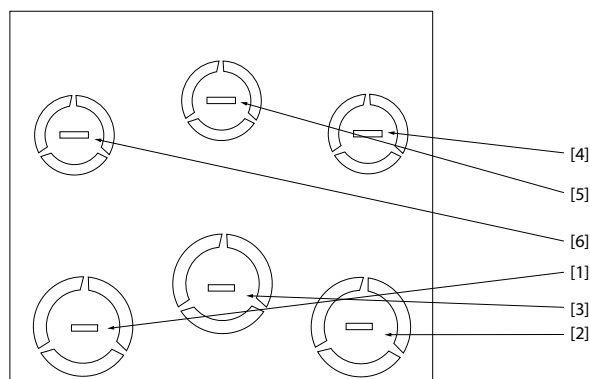


130BB656.10

Hålnummer och rekommenderad användning	Mått <sup>1)</sup>		Närmaste metriska
	UL [in]	[mm]	
1 Nät	3/4	28,4	M25
2 Motor	3/4	28,4	M25
3 Broms/ lastdelning	3/4	28,4	M25
4 Styrkabel	1/2	22,5	M20
5 Styrkabel	1/2	22,5	M20

1) Tolerans ± 0,2 mm

Bild 8.21 Kapslingsstorlek A2, IP21

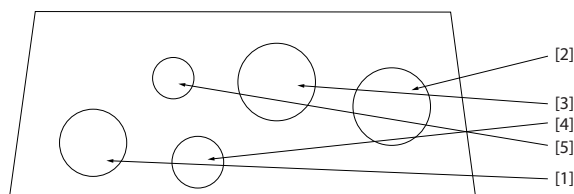


130BB657.10

Hålnummer och rekommenderad användning	Mått <sup>1)</sup>		Närmaste metriska
	UL [in]	[mm]	
1 Nät	3/4	28,4	M25
2 Motor	3/4	28,4	M25
3 Broms/ lastdelning	3/4	28,4	M25
4 Styrkabel	1/2	22,5	M20
5 Styrkabel	1/2	22,5	M20
6 Styrkabel	1/2	22,5	M20

1) Tolerans ± 0,2 mm

Bild 8.22 Kapslingsstorlek A3, IP21

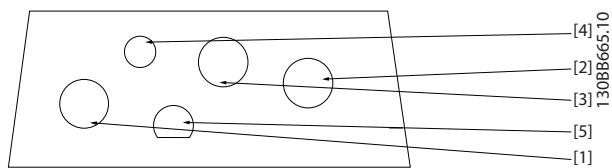


130BB663.10

Hålnummer och rekommenderad användning	Mått <sup>1)</sup>		Närmaste metriska
	UL [in]	[mm]	
1 Nät	3/4	28,4	M25
2 Motor	3/4	28,4	M25
3 Broms/ lastdelning	3/4	28,4	M25
4 Styrkabel	1/2	22,5	M20
5 Borttagen	-	-	-

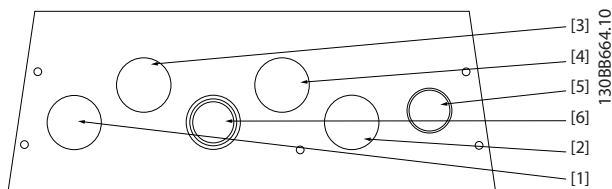
1) Tolerans ± 0,2 mm

Bild 8.23 Kapslingsstorlek A4, IP55



Hålnummer och rekommenderad användning	Närmaste metriska
1 Nät	M25
2 Motor	M25
3 Broms/lastdelning	M25
4 Styrkabel	M16
5 Styrkabel	M20

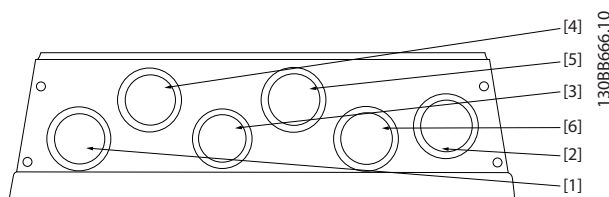
Bild 8.24 Kapslingsstorlek A4, IP55 gängade kabelförskruvningshål



Hålnummer och rekommenderad användning	Mått <sup>1)</sup>		Närmaste metriska
	UL [in]	[mm]	
1 Nät	3/4	28,4	M25
2 Motor	3/4	28,4	M25
3 Broms/lastdelning	3/4	28,4	M25
4 Styrkabel	3/4	28,4	M25
5 Styrkabel <sup>2)</sup>	3/4	28,4	M25
6 Styrkabel <sup>2)</sup>	3/4	28,4	M25

1) Tolerans ± 0,2 mm  
2) Ingångshål

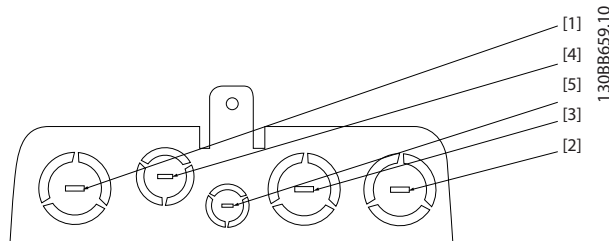
Bild 8.25 Kapslingsstorlek A5, IP55



Hålnummer och rekommenderad användning	Närmaste metriska
1 Nät	M25
2 Motor	M25
3 Broms/lastdelning	28,4 mm <sup>1)</sup>
4 Styrkabel	M25
5 Styrkabel	M25
6 Styrkabel	M25

1) Ingångshål

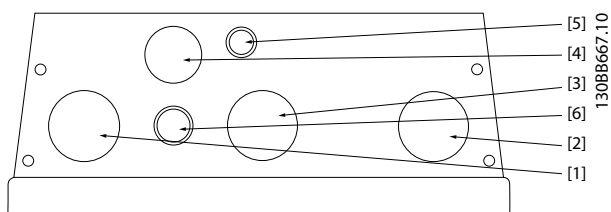
Bild 8.26 Kapslingsstorlek A5, IP55 gängade kabelförskruvningshål



Hålnummer och rekommenderad användning	Mått <sup>1)</sup>		Närmaste metriska
	UL [in]	[mm]	
1 Nät	1	34,7	M32
2 Motor	1	34,7	M32
3 Broms/lastdelning	1	34,7	M32
4 Styrkabel	1	34,7	M32
5 Styrkabel	1/2	22,5	M20

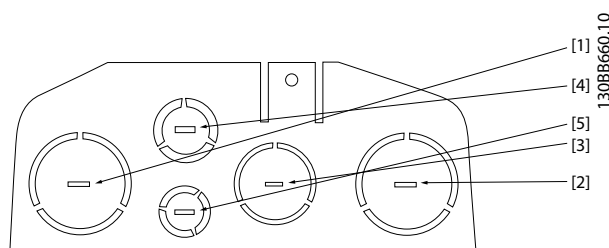
1) Tolerans ± 0,2 mm

Bild 8.27 Kapslingsstorlek B1, IP21



Hålnummer och rekommenderad användning	Mått <sup>1)</sup>		Närmaste metriska
	UL [in]	[mm]	
1 Nät	1	34,7	M32
2 Motor	1	34,7	M32
3 Broms/ lastdelning	1	34,7	M32
4 Styrkabel	3/4	28,4	M25
5 Styrkabel	1/2	22,5	M20
5 Styrkabel <sup>2)</sup>	1/2	22,5	M20

1) Tolerans ± 0,2 mm  
2) Ingångshål



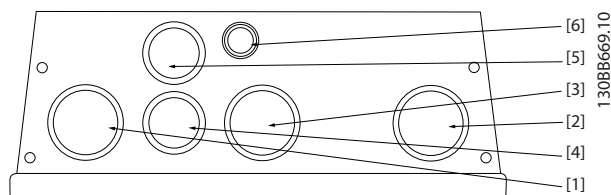
Hålnummer och rekommenderad användning	Mått <sup>1)</sup>		Närmaste metriska
	UL [in]	[mm]	
1 Nät	1 1/4	44,2	M40
2 Motor	1 1/4	44,2	M40
3 Broms/ lastdelning <sup>2)</sup>	1	34,7	M32
4 Styrkabel	3/4	28,4	M25
5 Styrkabel	1/2	22,5	M20

1) Tolerans ± 0,2 mm  
2) Nät för S2-varianter med nätfrånkoppling.

8

Bild 8.28 Kapslingsstorlek B1, IP55

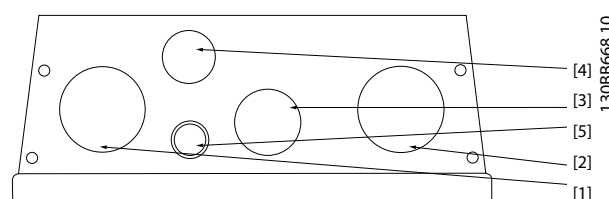
Bild 8.30 Kapslingsstorlek B2, IP21



Hålnummer och rekommenderad användning	Närmaste metriska
1 Nät	M32
2 Motor	M32
3 Broms/ lastdelning	M32
4 Styrkabel	M25
5 Styrkabel	M25
6 Styrkabel	22,5 mm <sup>1)</sup>

1) Ingångshål

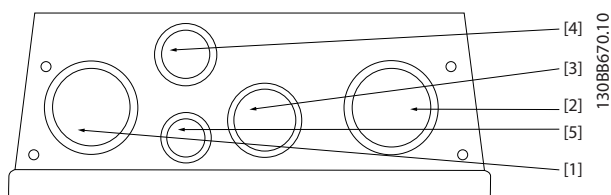
Bild 8.29 Kapslingsstorlek B1, IP55 gängade kabelförskruvningshål



Hålnummer och rekommenderad användning	Mått <sup>1)</sup>		Närmaste metriska
	UL [in]	[mm]	
1 Nät	1 1/4	44,2	M40
2 Motor	1 1/4	44,2	M40
3 Broms/ lastdelning <sup>3)</sup>	1	34,7	M32
4 Styrkabel	3/4	28,4	M25
5 Styrkabel <sup>2)</sup>	1/2	22,5	M20

1) Tolerans ± 0,2 mm  
2) Ingångshål  
3) Nät för S2-varianter med nätfrånkoppling.

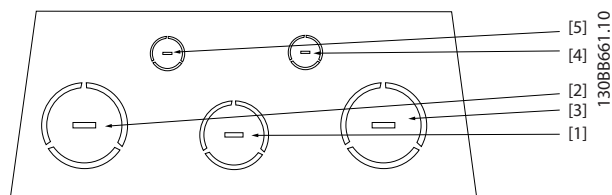
Bild 8.31 Kapslingsstorlek B2, IP55



Hålnummer och rekommenderad användning	Närmaste metriska
1) Nät	M40
2) Motor	M40
3) Broms/lastdelning <sup>1)</sup>	M32
4) Styrkabel	M25
5) Styrkabel	M20

1) Nät för S2-varianter med nätfrånkoppling.

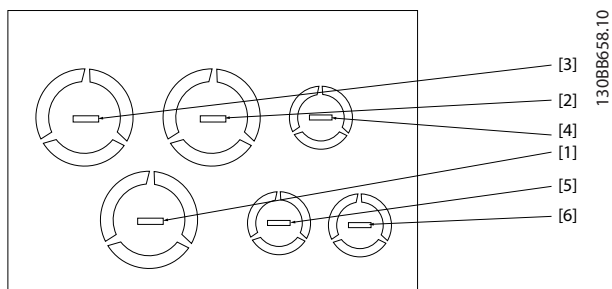
Bild 8.32 Kapslingsstorlek B2, IP55 gängade kabelförskruvningshål



Hålnummer och rekommenderad användning	Mått <sup>1)</sup>		Närmaste metriska
	UL [in]	[mm]	
1 Nät	2	63,3	M63
2 Motor	2	63,3	M63
3 Broms/lastdelning	1 1/2	50,2	M50
4 Styrkabel	3/4	28,4	M25
5 Styrkabel	1/2	22,5	M20

1) Tolerans ± 0,2 mm

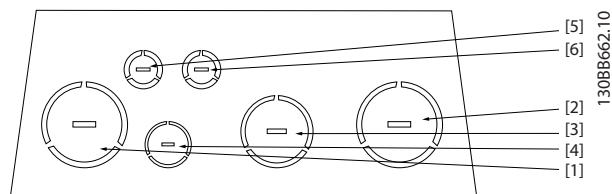
Bild 8.34 Kapslingsstorlek C1, IP21



Hålnummer och rekommenderad användning	Mått <sup>1)</sup>		Närmaste metriska
	UL [in]	[mm]	
1 Nät	1	34,7	M32
2 Motor	1	34,7	M32
3 Broms/lastdelning	1	34,7	M32
4 Styrkabel	1/2	22,5	M20
5 Styrkabel	1/2	22,5	M20
6 Styrkabel	1/2	22,5	M20

1) Tolerans ± 0,2 mm

Bild 8.33 Kapslingsstorlek B3, IP21



Hålnummer och rekommenderad användning	Mått <sup>1)</sup>		Närmaste metriska
	UL [in]	[mm]	
1 Nät	2	63,3	M63
2 Motor	2	63,3	M63
3 Broms/lastdelning	1 1/2	50,2	M50
4 Styrkabel	3/4	28,4	M25
5 Styrkabel	1/2	22,5	M20
6 Styrkabel	1/2	22,5	M20

1) Tolerans ± 0,2 mm

Bild 8.35 Kapslingsstorlek C2, IP21

## Index

## A

## AC

AC-broms.....	27, 31, 58
Växelström.....	19, 20
Växelströmsingång.....	19
Växelströmsnät.....	19
Växelströmsvågform.....	19

Adressfält.....	83
-----------------	----

AEO.....	9
se även <i>Automatisk energioptimering</i>	

Affinitetslagar.....	16
----------------------	----

Allmänna strömförsörjningsnätet.....	48
--------------------------------------	----

AMA.....	9, 29, 101
se även <i>Automatisk motoranpassning</i>	

Analog utgång.....	154
--------------------	-----

Analog varvtalsreferens.....	106
------------------------------	-----

Analoga ingångar.....	153
-----------------------	-----

Analogt I/O.....	68
------------------	----

## Användning

Avlopp.....	95
Backventilsskydd.....	95
Detektering av kurvslut.....	95
Dränkbar pump.....	95, 98, 100, 101
Exempel på tillämpningskonfiguration.....	99
Flödesbekräftelse.....	95, 98
Flödeskompensation.....	95, 96
Kaskadreglering.....	95
Lågflödesdetektering.....	95
Realtidsklocka.....	95
Rensning.....	95, 96
Torrkörningsdetektering.....	95, 96, 101
Växling av huvudpump.....	102, 103

Apparatskåp.....	41
------------------	----

## Å

Återbetalningstid.....	17
------------------------	----

## Återkoppling

Återkoppling.....	23, 25, 61, 69, 84, 100, 105
Återkopplingshantering.....	25, 37
Återkopplingskonvertering.....	26
Återkopplingssignal.....	22, 30
Inställning för återkoppling.....	102

## A

ATEX.....	29, 68, 170
-----------	-------------

Auto on.....	22, 23
--------------	--------

Automatisk energioptimering.....	9, 28, 29
se även <i>AEO</i>	

Automatisk motoranpassning.....	9, 29, 101
se även <i>AMA</i>	

Automatisk rampning.....	39
--------------------------	----

Avancerad övervakning av minimivarvtal.....	95, 98, 99, 101
---	-----------------

Avstånd.....	38, 41, 63, 64
--------------	----------------

Axiallager.....	101
-----------------	-----

## B

Bakre plåt.....	64
-----------------	----

Behörig personal.....	13
-----------------------	----

## Beställa

Avancerad kaskadregulator.....	117
Common mode-filter.....	134
DeviceNet.....	117
DU/dt-filter.....	133
Ethernet/IP.....	117
Från typkod.....	114
Modbus TCP.....	117
Monteringsfäste.....	116
Nummer.....	114
PC-program.....	118
Profibus.....	117
Profinet.....	117
Reservdelar.....	118
Sinusfilter.....	131
Tillbehör.....	118
Tillbehörspåse.....	118
Tillval.....	118

Börvärde.....	23
---------------	----

## Broms

Bromschopper.....	59, 66, 114
Bromseffekt.....	10
Broms-IGBT.....	20
Bromsmoment.....	59
Bromsmotstånd.....	31, 58
Bromsning.....	31
Bromsström.....	87, 120
Bromssystem.....	119
Bromstillval.....	20, 66
Dynamisk broms.....	20, 21, 31, 58

Bromseffekt.....	59
------------------	----

## Bromsmotstånd

Bromsmotstånd.....	9, 10, 20, 21, 26, 31, 58, 59, 66, 70, 77, 117, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128
Bromsmotståndets driftcykel.....	58
Förkortningar.....	120, 127
Kabeldragning.....	59
Ledararea.....	120

Bromsmotstånd med stål nät.....	119
---------------------------------	-----

Bromsmotståndets tidcykel.....	119
--------------------------------	-----

## C

CFM.....	39
----------	----

Checklista för systemkonstruktion.....	93
--	----

Cos f.....	53, 67, 151, 155, 168, 173
------------	----------------------------

## D

Damm.....	36, 40, 41
-----------	------------

Data			
Datafält.....	84		
Datakontrollbyte.....	78		
Datatyp.....	81, 86		
DC			
DC-broms.....	58, 82, 84, 87		
Likström.....	30, 31, 58		
DC-busspänning.....	119		
Definition.....	10, 45, 48, 51		
Definitioner av IP-klassificering.....	41		
Deltakoppling.....	181		
Digital ingång.....	154		
Digital utgång.....	154		
Direktiv			
EMC.....	11		
EMC-direktivet.....	11		
ErP.....	12		
Låg spänning.....	11		
Lågspänningsdirektivet.....	11		
Maskinenheter.....	11, 12		
Drift tillåten.....	31, 107		
Driftcykel			
Driftcykel.....	10, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128		
Driftcykelsberäkning.....	58		
DU/dt-testning.....	165		
E			
Effektfaktor.....	10, 19, 52, 53, 54, 151		
Eftersläpningskompensation.....	10, 26		
Elektronisk-termiskt relä.....	57		
se även <i>ETR</i>			
EMC			
EMC.....	8, 42, 44, 45, 46, 64		
EMC-effekt.....	51		
EMC-egendom.....	51		
EMC-egenskaper.....	51		
Emc-filter.....	114		
EMC-filter.....	44		
EMC-immunitet.....	46		
EMC-implementering.....	54		
EMC-plan.....	45		
Emissioner.....	42		
Emissionskrav.....	43, 45		
Immunitetskrav.....	43, 45		
Ledningsburen emission.....	44		
Luftburen emission.....	44		
Störning.....	64		
Testresultat.....	43		
Energisparläge.....	15, 28, 31, 95, 96, 103		
ETR.....	9, 27, 29, 57, 68		
se även <i>Elektronisk-termiskt relä</i>			
Explosiv atmosfär.....	40, 68, 170		
Extern larmåterställning.....	105		
Externt kommando.....	19		
Externt stopp.....	107		
Extrema driftförhållanden.....	26		
F			
Fältet CRC-kontroll.....	84		
Fasobalans.....	27, 33		
FC-profil			
Protokollöversikt.....	77		
Statusord.....	88		
Styrord.....	87		
Telegramlängd (LGE).....	78		
Filter			
AHF 005.....	128		
AHF 010.....	128		
Common mode.....	134		
Common mode-filter.....	71		
DU/dt.....	46, 54, 71, 133, 165		
Filter.....	40		
LC.....	54, 55, 56, 165		
Övertonsfilter.....	71, 128, 129, 130		
Radiofrekvensstörningar.....	41		
se även <i>RFI</i>			
Sinusvåg.....	20, 54, 71, 101		
Fjärrmonteringsatts.....	74		
Fläkt....	11, 15, 18, 28, 30, 33, 36, 38, 39, 40, 69, 73, 97, 109, 128		
Flat-pack-bromsmotstånd med aluminiumhölje.....	119		
Flödesbekräftelse.....	15		
Flygande start.....	27, 28, 30		
Förbättrad kontroll.....	18		
Förbikoppling av frekvens.....	30		
Före-/eftersmörjning.....	95, 97		
Förebyggande underhåll.....	35, 95		
Förkortningar.....	9, 47		
Försiktighetsåtgärder.....	13		
Förskjuten effektfaktor.....	151		
Förvärmning.....	30		
Frekvensomformarens adress.....	78		
Fukt.....	37, 38, 41, 93, 152		
Funktionsfält.....	84		
G			
Gemensam kopplingspunkt.....	48		
Generator.....	26, 39, 49, 54		
Guide.....	15, 95		
Guiden för drift med återkoppling.....	102		
H			
Hand on.....	22, 23		
Hög höjd.....	42, 109, 152		
Hög spänning.....	13		
Högfrekvent common mode-kärna.....	71		

Horisontell belastning.....	119	Kortslutning	
Horisontella avstånd.....	64	Kortslutning.....	11, 20, 29, 33, 37, 53, 66, 171
I		(motorfas – fas).....	26
I/O.....	66, 67, 69, 115, 6, 172, 173	Kortslutningsförhållande.....	48
In- och urkoppling		Kortslutningsskydd.....	26
In- och urkoppling på utgången.....	27	Kylning... 28, 30, 33, 36, 38, 39, 40, 57, 64, 66, 95, 109, 128, 150	
Switchfrekvens.....	27, 28, 33, 38, 43, 47, 50, 59, 60, 71, 111, 112, 113, 131, 132, 133	Kylningsförhållanden.....	64
Index (IND).....	80, 86	L	
Ingångsström.....	19, 64	Läckström.....	14
Initiering.....	10	Lågflödesdetektering.....	15
Inkopplingsbandbredd.....	103	Lagring.....	34, 35, 36, 37, 42, 86, 94, 152
Installation sida vid sida.....	64	Lambda.....	10, 52
IP21/NEMA typ 1-kapslingssats.....	71	Lastdelning.....	13, 21, 26, 46, 114, 118, 136, 137, 138, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 184, 185, 186, 187
Isolationsmotståndsovervakning.....	65	Lastdelningsplint.....	66
J		LCP.....	9, 34, 61, 74, 92, 98, 103, 114
Jogg.....	88	se även <i>Lokal manöverpanel</i>	
Jordning.....	29, 46, 50, 51, 178	Likriktardelen.....	20
K		Likriktardiod.....	47
Kabel		Likriktare.....	19, 20
Ingångshål.....	184	Ljudnivå.....	39
Kabelingång.....	184	Logisk regel.....	31, 32, 95
Längd.....	153	Lokal manöverpanel.....	9, 34, 61, 114, 117
Motorkabel....	29, 40, 41, 42, 43, 44, 50, 55, 57, 59, 63, 71, 75, 101, 109, 110, 150, 165	se även <i>LCP</i>	
Motorkabellängd.....	43, 46, 49, 55, 71, 152	Luftflöde.....	38, 39, 40, 128
Oskärmad motorkabel.....	54	Luftflödesberäkning.....	38
Parallell motorkabel.....	43	M	
Skärmad kabel.....	64	Masterfrekvensomformare.....	69
Specifikationer.....	152	Mått.....	73, 74, 75, 93, 164, 184, 185, 186, 187
Kabeldragning.....	40, 41, 47, 57, 93	Maximalbrytare.....	26, 50, 53, 66, 156, 157, 158, 159
Kabeldragning		Med återkoppling.....	22, 23, 30, 33, 84, 95, 101
Elektrisk kabeldragning.....	101	Mekanisk montering.....	64
Kabeldragning.....	61, 63, 104, 174, 177	Mellankrets.....	19, 26, 165
för reläer.....	169, 175	Mellanliggande del.....	20
Kopplingsschema.....	61	Miljö	
Kinetisk back-up.....	30	Bostads.....	45, 53
Kompakt bromsmotstånd med aluminiumhölje.....	119	Industri.....	44, 45, 53
Komparator.....	31, 32, 95	Miljö.....	152
Kondensation.....	37	Minskad energiåtgång.....	15, 16, 17, 31
Kontaktor.....	66, 69, 70, 105	Mjukstartare.....	18, 70
Konverteringsfaktor.....	81, 86	Modbus RTU	
Konverteringsindex.....	81, 82	Funktionskod.....	85
Kopplingsschema		Grundstruktur för meddelanden.....	83
Pump med variabelt varvtal.....	104	Meddelandestruktur.....	83
Växling av huvudpump.....	104	Nätverkskonfiguration.....	83
		Översikt.....	82
		Protokoll.....	82
		RS485-gränssnitt.....	82
		Undantagskod.....	86



Modulering.....	9, 28, 40, 110, 111, 112, 113	OVC.....	26, 27
Moment		se även <i>Överspanningsstyrning</i>	
Bromsmoment.....	27	Ö	
CT-kurva.....	10	Överbelastning	
Fullt moment.....	30	Hög överbelastning.....	150, 151
Konstant moment.....	9	Läget Normal överbelastning.....	111, 112
Momentegenskap.....	151	Lysdiod för överbelastning.....	66
Momentgräns.....	9, 27, 57, 89	Normal överbelastning.....	135, 139, 151
Nominellt moment.....	60	Överbelastning.....	29, 47, 57, 66, 98
Startmoment.....	151	Överbelastningsbörvärde.....	29
Variabelt moment.....	9	Överbelastningsmoment.....	151
VT-kurva.....	11	Överbelastningsskydd.....	15, 27, 66
Monteringsfäste.....	75	Överensstämmelse	
Motor		CE.....	11
Burkmotor.....	100, 101	CE-märkning.....	11
Isolering.....	46	C-tick.....	12
Isoleringspåfrestningar.....	54, 101	Galvanisk isolation.....	29, 35, 41, 42, 68, 171, 172, 174
Jordning.....	54	UL-klassad.....	12
Lagerpåfrestningar.....	54	Uppfyller Marine.....	12
Lagerström.....	46	Överhettning.....	10, 27, 28, 33, 66, 89
Motoranslutning.....	181	Överspänning	
Motoreffekt.....	151	Motorgenererad överspänning.....	26
Motorfas saknas.....	27	Överspänning.....	26, 27, 31, 39, 58, 70, 151, 155, 171
Motorfaser.....	26	Överspanningsstyrning.....	26
Motorkablar.....	64	Överspänning.....	59
Motormoment.....	92	Övertoner	
Motorspänning.....	165	Analys.....	47
Motorstartare.....	18, 66, 103	Beräkna övertoner.....	36, 49
Motorström.....	19, 28, 60, 89	Emissionskrav.....	48
Motortermistor.....	40, 108	Emissionsstandarder gällande övertoner.....	48
Motorväxling.....	15, 95	Övertoner.....	8, 19, 37, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54
Termisk påfrestning.....	54	Övertonsbegränsning.....	49
Termiskt motorskydd.....	12, 29, 57, 89	Övertonsdistorsion.....	10, 42, 47
Termistor.....	108	Spänningsövertoner.....	47
Utgångsprestanda (U, V, W).....	151	Testresultat.....	48
		Total övertonsdistorsion.....	47
<b>N</b>		<b>P</b>	
Nät		Parameterblock.....	79
Nätanslutning.....	178	Parameternummer (PNU).....	80
Nätavbrott.....	30	Parametervärde (PWE).....	80
Nätförsörjning.....	10, 47	PCD.....	79, 81
Nätskydd.....	65	PC-program.....	35
Transient.....	19, 53	PELV.....	9, 29, 41, 42, 108, 109, 153, 154, 155, 156, 169, 175
Nedstämpling		PID-regulator.....	22, 25, 30, 101, 102, 173
Automatisk.....	27	Pilz.....	66
Drift vid lågt varvtal.....	109	PKE-fält.....	80
Konstant moment-tillämpningar (CT-läge).....	109	Plint 37.....	32, 33, 61, 170
Kylning.....	109	Potentiometer.....	106
Lågt lufttryck.....	109	Praxis.....	10
Manuell.....	109	Processblock.....	79
Nedstämpling.....	28, 33, 37, 93, 109, 110, 111, 112, 152	Processord.....	81
Omgivningstemperatur.....	110		
Stor ledararea.....	110		
Variabla (kvadratiska) momenttillämpningar (VT).....	109		
<b>O</b>			
Oavsiktlig motorrotation.....	14		
Oavsiktlig start.....	13		
Omgivande miljöförhållanden.....	152		

PROFIdrive-profil		Resonansdämpning.....	28
Statusord.....	91	RFI	
Styord.....	90	RFI.....	20, 29, 39, 42, 52, 54
Programvara		RFI-filter.....	20, 39, 41, 44, 49, 52, 65, 66, 114
HCS.....	54	RMS-ström.....	19
se även <i>Harmonic Calculation Software</i>		Rörfyllningsläge.....	15, 95, 96, 101, 102
MCT 10-konfigurationsprogramvara.....	35	Roterande delar.....	14
MCT 31.....	36	RS485	
Programvaran Harmonic Calculation Software (HCS).....	36, 52	Bussavslutning.....	77
Programvaruspråk.....	115, 116	EMC-säkerhetsåtgärder.....	77
Programversion.....	118	Installation och inställning.....	75
Språkpaket.....	116	Nätverksanslutning.....	76
Proportionalitetslagar.....	16	RS485.....	10, 22, 34, 35, 42, 74, 76, 77, 169, 175
PT100.....	29, 68, 173	Seriegränssnitt RS485.....	75
PT1000.....	29, 68, 173	S	
PTC-sensor.....	29	Säkerhet.....	13, 14, 32, 33, 69, 178, 181
Pulsbreddsmodulering.....	20	Säkring....	21, 26, 66, 93, 114, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163
Pulsingångar.....	154	Sann effektfaktor.....	151
Pump med fast varvtal.....	69	Skärmning.....	54, 55, 59
Pump med variabelt varvtal.....	69	Skydd mot läckström till jord.....	42
Pumpinkoppling.....	103	Slavfrekvensomformare.....	69
R		Smart logic control.....	10, 15, 31
Radiofrekvensstörningar.....	29, 52, 65	Smart Logic Control.....	35, 95, 97, 99, 100
se även <i>RFI</i>		SmartStart.....	15, 95
Ramp		Snabbmeny.....	15, 34, 95, 96, 102
Avslutande ramp.....	15, 95, 96, 101, 102	Spänningsnivå.....	154
Inledande ramp.....	101, 102	Spolregister.....	84
RCD.....	9, 50, 65	Start-/stoppfält.....	83
Realtidsklocka.....	15, 35	Start-/stoppkommando.....	107
Referens		Statusord.....	79, 81, 84, 85, 89, 96
Extern referens.....	22, 23	Stigtid.....	165
Referens.....	99	Stjärn-/deltastart.....	18
Referensförinställning.....	23	Stjärn/deltastartare.....	70
Referenshantering.....	23, 24	Stjärnkoppling.....	181
Regenerationsplint.....	66	STO.....	8, 15, 32, 61, 68, 95, 170
Relä		Stopp.....	107
Belastningsrelä.....	68	Stötar.....	39
Inbyggt relä.....	82, 102		
Relä.....	12, 27, 42, 61, 68, 69, 103, 169, 173		
04.....	88		
1.....	84, 87, 88, 105, 155		
2.....	84, 87, 105, 155		
7.....	169		
8.....	169		
9.....	169		
Reläanslutning.....	62		
Reläplint.....	41, 169, 175, 177, 183		
Relätillval.....	62, 68		
Reläutgång.....	62, 155		
SPDT-larmrelä.....	65		
SPDT-relä.....	68, 172		
Utgångsrelä.....	29, 90		
Rensning.....	15		
Reservkraftsystem.....	54		

Ström		Tillval	
Grundläggande ström.....	47	Avancerad kaskadregulator.....	68, 95, 176, 177
Hög ström.....	33	DeviceNet.....	67, 69, 115
Individuell övertonsström.....	48	EtherNet IP.....	67, 69, 115
Inström.....	47	Givaringång.....	173
Läckström.....	42, 49, 50	Givaringångstillval MCB 114.....	69
Låg ström.....	34	Grundläggande kaskadregulator.....	69
Likström.....	19	Kaskadregulator.....	35, 68, 103, 104
Mellanliggande strömnivå.....	42	Kaskadregulatorn Basic.....	102
Nominell ström.....	45, 100	Kaskadregulatorstillval.....	69
Nominell utström.....	9	MCB 114.....	173
Överström.....	30	MCO 101.....	174
Övertonsström.....	47	MCO 102.....	176
Övertonsströmsdistortion.....	71	Modbus TCP.....	67, 69, 115
Ström.....	47	Profibus.....	114, 115
Strömdistortion.....	48, 128	PROFIBUS.....	67, 69
Strömgräns.....	9, 27, 28	PROFINET.....	67, 69, 115
Strömmätning.....	29	PTC-termistorkort.....	29, 68, 69, 115, 117, 170
Strömripping.....	33, 71	Reläkort.....	12, 68, 69, 115, 117, 168, 169, 172
Strömslingor.....	42	Utökad kaskadregulator.....	174
Utström.....	28, 29, 55, 101, 109, 110, 111	Utökad reläkort MCB 113.....	69
Strömbrytare.....	20, 66, 114	Tillvalsutrustning.....	8
Strömgivare.....	20	Toppsspänning på motorn.....	165
Styrkort		Torrkörningsdetektering.....	15
Styrkort, 10 V DC-utgång.....	155	Transformator.....	47
Styrkort, 24 V DC-utgång.....	155	Transient.....	39, 50
Styrkort, RS485 seriell kommunikation.....	153	Transientskydd.....	19
Styrkortsprestanda.....	155	Tripp	
USB seriell kommunikation.....	155	Tripp... 10, 27, 28, 30, 32, 33, 34, 54, 57, 66, 70, 82, 87, 88, 89,	
Styrning		91, 92, 98, 103, 109	
Isolering av styrledning.....	57	låst.....	11, 26
Styrbit.....	87, 90	Trippnivå.....	157, 158, 159
Styregenskaper.....	155	Tripp.....	108
Styringång/-utgång.....	153	Tröghetsmoment.....	26
Styrkablar.....	64	U	
Styrlogik.....	19	U/f.....	59
Styrordsbit.....	87	Underhåll.....	40
Styrordsbit.....	90	Underspänning.....	52
System		UPEAK.....	165
Drift.....	103	Uppfyller UL.....	160
Status.....	103	Urladdningstid.....	13
T		Utan återkoppling.....	21, 69
Telegramlängd.....	78, 81	Utgångskontaktor.....	58, 63
Telegramstruktur.....	78	Utrullning.....	10, 30, 32, 82, 84, 85, 87, 88, 90, 91, 95, 96
Temperatur		V	
Temperatur.....	37	Väggmontering.....	64
Temperatur, genomsnittlig.....	38	Variabel reglering av flöde och tryck.....	18
Temperatur, maximal.....	37, 38	Varierande flöde under 1 år.....	17
Temperatur, omgivande.....	37	Värmare för apparatskåp.....	37
Temperaturgivare.....	174	Varvtalsgräns.....	21, 27, 57
Termisk givare.....	20	Varvtalsreferens.....	106
Termiskt motorskydd.....	108		
Termiskt skydd.....	12		
Termistor.....	10, 41, 57, 66, 170		
Textblock.....	79, 86		

Växelriktardel.....	20
Växelriktare.....	19
Ventilation.....	128
Ventilreglering.....	30
Verkningsgrad	
Motorverkningsgrad.....	60
Verkningsgrad.....	9
Verkningsgrad.....	16, 28, 29, 59, 60, 68, 102, 150, 152
Vertikal belastning.....	119
Vertikala avstånd.....	64
Vibration.....	39
Vikt.....	37, 93, 134, 164
VVC+.....	9, 20
Y	
Ytbeläggning.....	39, 65, 114





.....  
Danfoss tar inte på sig något ansvar för eventuella fel i kataloger, broschyrer eller annat tryckt material. Danfoss förbehåller sig rätten till konstruktionsändringar av sina produkter utan föregående meddelande. Detsamma gäller produkter upptagna på inestående order under förutsättning att redan avtalade specifikationer inte ändras. Alla varumärken i det här materialet tillhör respektive företag. Danfoss och Danfoss logotyp är varumärken som tillhör Danfoss A/S. Med ensamrätt.  
.....

Danfoss A/S  
Ulsnaes 1  
DK-6300 Graasten  
vlt-drives.danfoss.com

