



Design Guide

VLT[®] AQUA Drive FC 202

0,25-90 kW



Indholdsfortegnelse

1 Introduktion	8
1.1 Formålet med Design Guiden	8
1.2 Opbygning	8
1.3 Yderligere ressourcer	8
1.4 Forkortelser, symboler og konventioner	9
1.5 Ordforklaring	10
1.6 Dokument- og softwareversion	11
1.7 Godkendelser og certificeringer	11
1.7.1 CE-mærke	11
1.7.1.1 Lavspændingsdirektivet	11
1.7.1.2 EMC-direktivet	11
1.7.1.3 Maskindirektivet	11
1.7.1.4 ErP-direktivet	12
1.7.2 C-tick overensstemmelse	12
1.7.3 UL-overensstemmelse	12
1.7.4 Marine-overensstemmelse	12
1.8 Sikkerhed	13
1.8.1 Generelle sikkerhedsprincipper	13
2 Produktoversigt	15
2.1 Introduktion	15
2.2 Beskrivelse af drift	19
2.3 Driftssekvens	20
2.3.1 Ensretterdelen	20
2.3.2 Mellemdelen	20
2.3.3 Veksleretterdel	20
2.3.4 Bremseoption	20
2.3.5 Belastningsfordeling	21
2.4 Styringsstrukturer	21
2.4.1 Styringsstruktur, åben sløjfe	21
2.4.2 Styringsstruktur for lukket sløjfe	22
2.4.3 Lokalbetjening (Hand On) og Fjernbetjening (Auto On)	22
2.4.4 Referencehåndtering	23
2.4.5 Feedbackhåndtering	25
2.5 Automatiserede driftsfunktioner	26
2.5.1 Kortslutningsbeskyttelse	26
2.5.2 Overspændingsbeskyttelse	26
2.5.3 Detektering af manglende motorfase	27
2.5.4 Detektering af ubalance i netfasen	27

2.5.5 Kobling på udgangen	27
2.5.6 Overbelastningsbeskyttelse	27
2.5.7 Automatisk derating	27
2.5.8 Automatisk energioptimering	28
2.5.9 Automatisk switchfrekvensmodulering	28
2.5.10 Automatisk derating for høj switchfrekvens	28
2.5.11 Automatisk derating for overtemperatur	28
2.5.12 Auto-rampning	28
2.5.13 Strømgrænsekredsløb	28
2.5.14 Effektdudsving i ydeevne	28
2.5.15 Soft start af motoren	28
2.5.16 Resonansdæmpning	29
2.5.17 Temperaturkontrollerede ventilatorer	29
2.5.18 EMC-overensstemmelse	29
2.5.19 Måling af strøm på alle tre motorfaser	29
2.5.20 Galvanisk adskillelse af styreklemmer	29
2.6 Tilpassede applikationsfunktioner	29
2.6.1 Automatisk motortilpasning	29
2.6.2 Termisk motorbeskyttelse	29
2.6.3 Netudfald	30
2.6.4 Indbyggede PID-styreenheder	30
2.6.5 Automatisk genstart	30
2.6.6 Flying start	30
2.6.7 Fuldt moment ved reduceret hastighed	31
2.6.8 Frekvens-bypass	31
2.6.9 Motorforvarmer	31
2.6.10 Fire programmerbare opsætninger	31
2.6.11 Dynamisk bremsning	31
2.6.12 DC-bremsning	31
2.6.13 Sleep mode	31
2.6.14 Startbeting.	31
2.6.15 Smart Logic Control (SLC)	31
2.6.16 STO-funktion	33
2.7 Fejl-, advarsels- og alarmfunktioner	33
2.7.1 Drift ved overtemperatur	33
2.7.2 Høj og lav referenceadvarsel	33
2.7.3 Høj og lav feedbackadvarsel	34
2.7.4 Faseubalance eller fasetab	34
2.7.5 Høj frekvens advarsel	34
2.7.6 Lav frekvens advarsel	34

2.7.7 Advarsel, strøm høj	34
2.7.8 Advarsel, strøm lav	34
2.7.9 Uden belastning/advarsel, kilremsbrud	34
2.7.10 Tabt serieI grænseflade	34
2.8 Brugergænseflader og programmering	34
2.8.1 LCP-betjeningspanel	35
2.8.2 Pc-software	35
2.8.2.1 MCT 10-opsætningssoftware	36
2.8.2.2 VLT® Harmonics Calculation Software MCT 31	36
2.8.2.3 Harmonics Calculation Software (HCS)	36
2.9 Vedligeholdelse	36
2.9.1 Opbevaring	36
3 Systemintegration	37
3.1 Omgivende driftsforhold	37
3.1.1 Luftfugtighed	37
3.1.2 Temperatur	37
3.1.3 Kølmg	38
3.1.4 Motorgenereret overspænding	39
3.1.5 Akustisk støj	39
3.1.6 Vibrationer og rystelser	39
3.1.7 Aggressive atmosfærer	39
3.1.8 Definitioner på IP-klassificering	41
3.1.9 Radiofrekvensforstyrrelse	41
3.1.10 Overensstemmelse for PELV og galvanisk adskillelse	42
3.1.11 Opbevaring	42
3.2 EMC, beskyttelse mod harmoniske strømme og overgang til jord	43
3.2.1 Generelle forhold vedrørende EMC-emissioner	43
3.2.2 EMC-testresultater	44
3.2.3 Emissionskrav	45
3.2.4 Immunitetskrav	45
3.2.5 Motorisolering	46
3.2.6 Motorleje strøm	46
3.2.7 Harmoniske svingninger	47
3.2.8 Lækstrøm til jord	50
3.3 Netforsyningsintegrering	51
3.3.1 Netforsyningskonfigurationer og EMC-virkninger	51
3.3.2 Lavfrekvent netforstyrrelse	51
3.3.3 Analysering af netforstyrrelse	52
3.3.4 Løsninger til reduktion af netforstyrrelse	53

3.3.5 Radiofrekvensforstyrrelse	53
3.3.6 Klassificering af driftsstedet	53
3.3.7 Anvend med adskilt indgangskilde	53
3.3.8 Effektfaktorkorrektion	54
3.3.9 Forsinkelse på indgangsstrøm	54
3.3.10 Nettransienter	54
3.3.11 Drift med en standbygenerator	54
3.4 Motorintegrering	55
3.4.1 Overvejelser ved motorvalg	55
3.4.2 Sinusbølge- og dU/dt-filtre	55
3.4.3 Korrekt jording af motor	55
3.4.4 Motorkabler	55
3.4.5 Skærmning af motorkabel	56
3.4.6 Tilslutning af flere motorer	56
3.4.7 Adskillelse af styreledninger	58
3.4.8 Termisk motorbeskyttelse	58
3.4.9 Udgangskontaktor	58
3.4.10 Bremsefunktioner	58
3.4.11 Dynamisk bremsning	59
3.4.12 Bremsemodstandsberegning	59
3.4.13 Kabelføring for bremsemodstand	60
3.4.14 Bremsemodstand og bremse-IGBT	60
3.4.15 Energieffektivitet	60
3.5 Yderligere indgange og udgange	62
3.5.1 Ledningsdiagram	62
3.5.2 Relætilslutninger	63
3.5.3 EMC-korrekt elektrisk tilslutning	64
3.6 Mekanisk planlægning	65
3.6.1 Mindsteafstand	65
3.6.2 Vægmontering	65
3.6.3 Adgang	66
3.7 Optioner og tilbehør	66
3.7.1 Kommunikationsoptioner	70
3.7.2 Indgang/udgang, feedback og sikkerhedsoptioner	70
3.7.3 Kaskadestyringsoptioner	70
3.7.4 Bremsemodstande	72
3.7.5 Sinusfiltre	72
3.7.6 dU/dt-filtre	72
3.7.7 Common mode-filtre	72
3.7.8 Harmoniske filtre	73

3.7.9 IP21/NEMA Type 1-kapslingssæt	73
3.7.10 Frembygningssæt til LCP	75
3.7.11 Monteringskonsol for kapslingstyper A5, B1, B2, C1 og C2	76
3.8 RS-485 seriel grænseflade	76
3.8.1 Oversigt	76
3.8.2 Netværksforbindelse	77
3.8.3 RS-485-busterminering	78
3.8.4 EMC-retningslinjer	78
3.8.5 FC-protokoloversigt	78
3.8.6 Netværkskonfiguration	79
3.8.7 Rammestruktur for FC-protokolmeddelelser	79
3.8.8 FC-protokol, eksempler	82
3.8.9 Modbus RTU-protokol	83
3.8.10 Rammestruktur for Modbus RTU-meddelelse	84
3.8.11 Adgang til parametre	87
3.8.12 FC-apparatstyreprofil	88
3.9 Afkrydsningsliste for systemdesign	94
4 Applikationseksempler	96
4.1 Oversigt over applikationsfunktioner	96
4.2 Valgte applikationsfunktioner	97
4.2.1 SmartStart	97
4.2.2 Kvikmenu Vand og pumper	97
4.2.3 29-1* Udrensningsfunktion	97
4.2.4 Pre/Post Lube	98
4.2.5 29-5* Flow Confirmation	99
4.3 Eksempler på applikationsopsætninger	100
4.3.1 Dykpumpeapplikation	102
4.3.2 Basic-kaskadestyreenhed	104
4.3.3 Pumpeindkobling med styrepumpealternering	104
4.3.4 Systemstatus og drift	105
4.3.5 Kabelføringsdiagram for kaskadestyreenhed	106
4.3.6 Kabelføringsdiagram for fast pumpe med variabel hastighed	107
4.3.7 Kabelføringsdiagram til styrepumpealternering	107
5 Særlige forhold	111
5.1 Manuel derating	111
5.2 Derating for lange motorkabler eller kabler med større tværsnit	112
5.3 Derating for omgivelsestemperatur	112
6 Typekode og valg	116

6.1 Bestilling	116
6.1.1 Typekode	116
6.1.2 Softwaresprog	118
6.2 Optioner, tilbehør og reservedele	118
6.2.1 Optioner og tilbehør	118
6.2.2 Reservedele	120
6.2.3 Tilbehørsposer	120
6.2.4 Valg af bremsemodstand	121
6.2.5 Anbefalede bremsemodstande	122
6.2.6 Alternative bremsemodstande, T2 og T4	130
6.2.7 Harmoniske filtre	131
6.2.8 Sinusfiltre	133
6.2.9 dU/dt-filtre	135
6.2.10 Common mode-filtre	136
7 Specifikationer	137
7.1 Elektriske data	137
7.1.1 Netforsyning 1 x 200-240 V AC	137
7.1.2 Netforsyning 3 x 200-240 V AC	138
7.1.3 Netforsyning 1 x 380-480 V AC	141
7.1.4 Netforsyning 3 x 380-480 V AC	142
7.1.5 Netforsyning 3 x 525-600 V AC	146
7.1.6 Netforsyning 3 x 525-690 V AC	150
7.2 Netforsyning	153
7.3 Motorudgang og motordata	153
7.4 Omgivelsesforhold	154
7.5 Kabelspecifikationer	154
7.6 Styringsind-/udgange og styringsdata	155
7.7 Sikringer og afbrydere	158
7.8 Nominel effekt, vægt og mål	167
7.9 dU/dt-test	168
7.10 Klassificering af akustisk støj	170
7.11 Valgte optioner	171
7.11.1 VLT® Universal I/O Module MCB 101	171
7.11.2 VLT® Relækort MCB 105	171
7.11.3 VLT® PTC-termistorkort MCB 112	173
7.11.4 VLT® Udvidet relækort MCB 113	175
7.11.5 VLT® Sensor Input Option MCB 114	176
7.11.6 VLT® Udvidet kaskadestyreenhed MCO 101	177
7.11.7 VLT® Avanceret kaskadestyreenhed MCO 102	178

8 Appendiks - Udvalgte tegninger	181
8.1 Tegninger over nettilslutning (3-faser)	181
8.2 Tegninger over motortilslutning	184
8.3 Tegninger over relæklemmer	186
8.4 Kabelindgangshuller	187
Indeks	191

1 Introduktion

1.1 Formålet med Design Guiden

Denne Design Guide omhandler Danfoss VLT® AQUA Drive frekvensomformere og er beregnet til:

- Projekt- og systemingeniører
- Design- og systemrådgivere
- Applikations- og produktspecialister

Design Guiden indeholder tekniske oplysninger om frekvensomformerens egenskaber i forbindelse med integrering i motorstyringen og overvågningssystemer.

Formålet med Design Guiden er at beskrive overvejelser vedrørende design og planlægning af data for at kunne integrere frekvensomformerer i et system. Design Guiden afdækker valg af frekvensomformere og optioner i forskellige applikationer og installationer.

En gennemgang af de detaljerede produktoplysninger i designfasen muliggør udviklingen af et godt gennemtænkt system med optimal funktionalitet og virkningsgrad.

VLT® er et registreret varemærke.

1.2 Opbygning

Kapitel 1 Introduktion: Det overordnede formål med Design Guiden og overensstemmelse med internationale direktiver.

Kapitel 2 Produktoversigt: Frekvensomformerens interne struktur og funktionalitet og dens driftsmæssige funktioner.

Kapitel 3 Systemintegration: Hensyn til omgivelserne; EMC, harmoniske strømme, og jordlækstrøm; netforsyning; motorer og motortilslutninger; andre forbindelser; mekanisk planlægning; beskrivelser af optioner og tilgængeligt tilbehør.

Kapitel 4 Applikationseksempler: Eksempler på produktapplikationer og retningslinjer til anvendelse.

Kapitel 5 Særlige forhold: Detaljerede oplysninger om usædvanlige funktionsmiljøer.

Kapitel 6 Typekode og valg: Procedurer for bestilling af udstyr og optioner, således at den planlagte brug af systemet imødekommes.

Kapitel 7 Specifikationer: En sammenfatning af tekniske data i tabeller og grafikformat.

Kapitel 8 Appendiks - Udvalgte tegninger: En sammenfatning af grafik, der viser netforsyning og motortilslutninger, relæklemmer, og kabelindgange.

1.3 Yderligere ressourcer

Tilgængelige ressourcer, der kan give en forståelse af avanceret frekvensomformerdrift, programmering og overensstemmelse med direktiver:

- VLT® AQUA Drive FC 202 *Betjeningsvejledningen* (der i denne manual vil blive nævnt som *Betjeningsvejledning*) indeholder detaljerede oplysninger om installation og opstart af frekvensomformerer.
- VLT® AQUA Drive FC 202 *Design Guide* indeholder oplysninger, der er nødvendige for design og planlægning, når frekvensomformerer skal integreres i et system.
- VLT® AQUA Drive FC 202 *Programming Guide* (der i denne manual vil blive nævnt som *Programming Guide*) indeholder detaljerede oplysninger om, hvordan der arbejdes med parametre, samt mange applikationseksempler.
- VLT® *Safe Torque Off* -betjeningsvejledningen beskriver, hvordan man bruger Danfoss frekvensomformere i funktionelle sikkerhedsapplikationer. Denne manual leveres med frekvensomformerer, når STO-optionen er til stede.
- VLT® *Brake Resistor Design Guide* forklarer valg af optimal bremsemodstand.

Yderligere publikationer og manualer kan downloades fra danfoss.com/Product/Literature/Technical+Documentation.htm.

BEMÆRK!

Det er muligt at købe ekstraudstyr, hvilket kan resultere i ændrede procedurer i forhold til det, der er beskrevet i disse publikationer. Sørg for at læse instruktionerne, der følger med ekstraudstyret, vedrørende specifikke krav.

Kontakt en Danfoss-leverandør, eller besøg www.danfoss.com for yderligere oplysninger.

1.4 Forkortelser, symboler og konventioner

60° AVM	60° asynkron vektormodulering
A	Ampere/AMP
AC	Vekselstrøm
AD	Luftafladning
AEO	Automatisk energioptimering
AI	Analog indgang
AMA	Automatisk motortilpasning
AWG	American Wire Gauge
°C	Grader celsius
CD	Konstant afladning
CM	Common mode
CT	Konstant moment
DC	Jævnstrøm
DI	Digital indgang
DM	Differential mode
D-TYPE	Frekvensomformerafhængigt
EMC	Elektromagnetisk kompatibilitet
EMF	Elektromotorisk kraft
ETR	Elektronisk termorelæ
f _{JOG}	Motorfrekvensen, når jog-funktionen er aktiveret.
f _M	Motorfrekvens
f _{MAX}	Den maksimale udgangsfrekvens, som frekvensomformerer kan påføre på udgangen.
f _{MIN}	Den minimale motorfrekvens fra frekvensomformerer
f _{M,N}	Nominel motorfrekvens
FC	Frekvensomformer
g	Gram
Hiperface®	Hiperface® er et registreret varemærke tilhørende Stegmann
hk	Hestekræfter
HTL	HTL-encoder (10-30 V) pulser - højspænding transistor logic
Hz	Hertz
I _{INV}	Nominel udgangsstrøm for vekselretter
I _{LIM}	Strømgrænse
I _{M,N}	Nominel motorstrøm
I _{VLT,MAKS}	Maksimal udgangsstrøm
I _{VLT,N}	Nominel udgangsstrøm leveret af frekvensomformerer
kHz	Kilohertz
LCP	LCP-betjeningspanel
lsb	Mindst betydende bit
m	Meter
mA	Milliampere
MCM	Mille circular mil
MCT	Motion control tool
mH	Induktans i milli Henry
min	Minut
ms	Millisekund
msb	Mest betydende bit

η_{VLT}	Frekvensomformerens virkningsgrad defineret som forholdet mellem den afgivne og den modtagne effekt.
nF	Kapacitans i nano Farad
NLCP	Numerisk LCP-betjeningspanel
Nm	Newton meter
n _s	Synkron motorhastighed
Online-/offline-parametre	Ændringer af onlineparametre aktiveres umiddelbart efter, at dataværdien er ændret.
P _{br, forts.}	Bremsemodstandens nominelle effekt (gennemsnitlig effekt ved kontinuerlig bremsning).
PCB	Printplade
PCD	Procesdata
PELV	Beskyttende ekstra lav spænding
P _m	Frekvensomformerens nominelle udgangsstrøm angivet som høj overbelastning (HO).
P _{M,N}	Nominel motoreffekt
PM-motor	Permanent magnetmotor
Proces PID	PID-regulatoren opretholder den ønskede hastighed, tryk, temperatur, osv.
R _{br,nom}	Den nominelle modstandsværdi, som sikrer bremseeffekt på motorakslen på 150/160 % i 1 minut
RCD	Fejlstrømsafbryder
Regen	Regenerative klemmer
R _{min}	Minimum tilladelig bremsemodstandsværdi pr. frekvensomformer
RMS	Effektiv værdi (RMS - root mean square)
O/MIN	Omdrejninger pr. minut
R _{rec}	Bremsemodstandens anbefalede modstandsværdi af Danfoss-bremsemodstande
sek	Sekund
SFAVM	Stator flux-orienteret asynkron vektormodulering
STW	Statusord
SMPS	Switch mode-strømforsyning
THD	Total harmonisk forvrængning
T _{LIM}	Momentgrænse
TTL	TTL-encoder (5 V) pulser - transistor transistor logic
U _{M,N}	Nominel motorspænding
V	Volt
VT	Variabelt moment
VVC+	Voltage vector control

Tabel 1.1 Forkortelser

Konventioner

Nummererede lister angiver procedurer.

Lister med punkttegn angiver andre oplysninger og beskrivelser af illustrationer.

Tekst i kursiv angiver:

- Krydsreferencer
- Link
- Fodnote
- Parameternavn, parametergruppenavn, parameteroption

Alle mål er i mm (tommer).

* angiver en fabriksindstilling for en parameter.

Følgende symboler anvendes i dette dokument:



Angiver en potentielt farlig situation, som kan medføre dødsfald eller alvorlig personskade.



Angiver en potentielt farlig situation, som kan medføre mindre eller moderat personskade. Kan også bruges til at advare mod usikre fremgangsmåder.



Angiver vigtige oplysninger, herunder situationer som kan resultere i skade på udstyr eller ejendom.

1.5 Ordforklaring

Bremsemodstand

Bremsemodstanden er et modul, som kan absorbere den bremseeffekt, der genereres ved regenerativ bremsning. Denne regenerative bremseeffekt øger mellemkredsspændingen, og en bremsechopper sørger for at afsætte effekten i bremsemodstanden.

Friløb

Motorakslen er i friløb. Intet moment på motoren.

CT-karakteristik

Konstant momentkarakteristik anvendt til alle applikationer, f.eks. transportbånd, fortrængningspumper og kraner.

Initialisering

Ved initialisering (*parameter 14-22 Driftstilstand*) vender frekvensomformereren tilbage til fabriksindstillingen.

Periodisk driftscyklus

Periodisk drift betyder en sekvens af driftcyklusser. Hver cyklus består af en periode med og en periode uden belastning. Driften kan være enten periodisk drift eller ikke-periodisk drift.

Effektfaktor

Den reelle effektfaktor (lambda) tager alle harmoniske strømme i betragtning og er altid lavere end effektfaktoren (cosphi), som kun tager den første harmoniske strøm på spænding og strøm i betragtning.

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

Cosphi er også kendt som effektforskydningsfaktor.

Både lambda og cosphi er angivet for Danfoss VLT®-frekvensomformere i *kapitel 7.2 Netforsyning*.

Effektfaktoren angiver, i hvilken grad frekvensomformereren belaster netforsyningen.

En lavere effektfaktor betyder højere I_{RMS} for den samme kW-ydelse.

Derudover indikerer en høj effektfaktor, at de harmoniske strømme er lave.

Alle Danfoss-frekvensomformere er forsynet med indbyggede DC-spoler i DC-linket for at opnå en høj effektfaktor og reducere THD på hovedforsyningen.

Opsætning

Parameterindstillinger kan gemmes i 4 opsætninger. Det er muligt at skifte mellem de 4 parameteropsætninger og redigere i en opsætning, mens en anden er aktiv.

Slipkompensering

Frekvensomformereren kompenserer for motorslippet ved at give frekvensen et tilskud, der følger den målte motorbelastning, således at motorhastigheden holdes næsten konstant.

Smart Logic Control (SLC)

SLC er en række brugerdefinerede handlinger, som afvikles, når de tilknyttede brugerdefinerede hændelser evalueres som sande af SLC. (Parametergruppe 13-** *Intelligent logik*).

FC-standardbus

Omfatter RS-485-bus med FC-protokol eller MC-protokol. Se *parameter 8-30 Protokol*.

Termistor

Temperaturafhængig modstand, der placeres, hvor temperaturen ønskes overvåget (frekvensomformer eller motor).

Trip

Tilstand, der skiftes til i fejlsituationer, f.eks. hvis frekvensomformereren udsættes for en overtemperatur, eller når den beskytter motoren, processen eller mekanismen. Genstart forhindres, indtil årsagen til fejlen er forsvundet, og trip-tilstanden annulleres. Annullér trip-tilstanden ved at:

- aktivere nulstilling eller
- programmere frekvensomformereren til at nulstille automatisk

Trip må ikke benyttes til personbeskyttelse.

Triplåst

En tilstand, der skiftes til i fejlsituationer, hvor en frekvensomformer beskytter sig selv og kræver fysisk indgriben, for eksempel hvis frekvensomformereren udsættes for

kortslutning på udgangen. En triplås kan kun annulleres ved at afbryde netforsyningen, fjerne årsagen til fejlen og tilslutte frekvensomformeren igen. Genstart forhindres, indtil trip-tilstanden annulleres ved at aktivere nulstilling. I nogle tilfælde kan nulstillingen udføres automatisk via programmering. Trip må ikke benyttes til personbeskyttelse.

VT-karakteristik

Variabel momentkarakteristik, som anvendes til pumper og ventilatorer.

1.6 Dokument- og softwareversion

Denne manual bliver regelmæssigt gennemgået og opdateret. Alle forslag til forbedringer er velkomne.

Tabel 1.2 viser dokumentversionen og den tilsvarende softwareversion.

Udgave	Bemærkninger	Softwareversion
MG20N6xx	Erstatter MG20N5xx	2.20 og senere

Tabel 1.2 Dokument- og softwareversion

1.7 Godkendelser og certificeringer

Frekvensomformere er konstrueret i overensstemmelse med de direktiver, der er beskrevet i dette afsnit.

Yderligere oplysninger om godkendelser og certifikater kan downloades fra <http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/>.

1.7.1 CE-mærke



Illustration 1.1 CE

CE-mærket (Communauté européenne) indikerer, at producenten af produktet overholder alle gældende EU-direktiver. De EU-direktiver, der gælder for design og fremstilling af af frekvensomformere, er anført i Tabel 1.3.

BEMÆRK!

CE-mærket regulerer ikke produktets kvalitet. De tekniske specifikationer kan ikke udledes af CE-mærket.

BEMÆRK!

Frekvensomformere med integreret sikkerhedsfunktion skal overholde maskindirektivet.

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

Tabel 1.3 EU-direktiver gældende til frekvensomformere

1) Overholdelse af maskindirektivet er kun påkrævet for frekvensomformere med en integreret sikkerhedsfunktion.

Overensstemmelseserklæringer kan fås ved anmodning.

1.7.1.1 Lavspændingsdirektivet

Lavspændingsdirektivet finder anvendelse for alt elektrisk udstyr, der anvendes i spændingsområderne 50-1.000 V AC og 75-1.600 V DC.

Formålet med direktivet er at sikre personbeskyttelse og undgå beskadigelse af ejendom ved drift af elektrisk udstyr, der er installeret, og som vedligeholdes korrekt i den tilsigtede applikation.

1.7.1.2 EMC-direktivet

Formålet med EMC-direktivet (elektromagnetisk kompatibilitet) er at reducere elektromagnetisk forstyrrelse og højne immunitet af elektrisk udstyr og installationer. Det grundlæggende beskyttelseskrav beskrevet i EMC-direktivet 2004/108/EC angiver, at apparater, som genererer elektromagnetisk forstyrrelse (EMI), eller hvis drift kan påvirkes af EMI, skal være beregnet til at begrænse frembringelsen af elektromagnetisk forstyrrelse og skal have en passende grad af immunitet til EMI, når disse er korrekt installeret og vedligeholdes og anvendes som beregnet.

Apparater med elektrisk udstyr, der anvendes i enkeltstående løsninger, eller som en del af et system, skal være udstyret med CE-mærket. Systemer kræver ikke CE-mærket, men de skal overholde de grundlæggende beskyttelseskrav beskrevet i EMC-direktivet.

1.7.1.3 Maskindirektivet

Formålet med maskindirektivet er at sikre personbeskyttelse og undgå beskadigelse af ejendom for mekanisk udstyr anvendt i den tilsigtede applikation. Maskindirektivet gælder for en maskine, der består af en samling af forbundne komponenter eller apparater, hvoraf mindst én kan udføre mekanisk bevægelse.

Frekvensomformere med integreret sikkerhedsfunktion skal overholde maskindirektivet. Frekvensomformere uden sikkerhedsfunktion hører ikke ind under maskindirektivet. Hvis en frekvensomformer er integreret i et system med

maskiner, stiller Danfoss oplysninger om sikkerhedsaspekter angående frekvensomformeren til rådighed.

Når frekvensomformere anvendes i maskiner med mindst én bevægelig del, skal maskinproducenten kunne fremvise en erklæring, der angiver, at alle relevante love og sikkerhedsforanstaltninger overholdes.

1.7.1.4 ErP-direktivet

ErP-direktivet er det Europæiske Ecodesign-direktiv for energi-relaterede produkter. Direktivet beskriver ecodesign-kravene til energi-relaterede produkter, herunder frekvensomformere. Formålet med direktivet er at øge energieffektivitet og niveauet for beskyttelse af miljøet, idet sikkerheden omkring energiforsyningen øges. Miljømæssig påvirkning af energi-relaterede produkter omfatter energiforbrug gennem hele produktets livscyklus.

1.7.2 C-tick overensstemmelse



Illustration 1.2 C-Tick

C-tick-mærket angiver overensstemmelse med gældende tekniske standarder for elektromagnetisk kompatibilitet (EMC). C-tick-overensstemmelse er påkrævet, når elektriske og elektroniske apparater skal etableres på markedet i Australien og New Zealand.

C-tick-mærkets regulatoriske retningslinjer omhandler kabelbåret og udstrålet emission. Anvend de emissionsgrænser, der er angivet i EN/IEC 61800-3, for frekvensomformere.

En overensstemmelseserklæring kan gøres tilgængelig ved anmodning.

1.7.3 UL-overensstemmelse

Registreret til UL



Illustration 1.3 UL

BEMÆRK!

525–690 V-frekvensomformere er ikke UL-certificerede.

Frekvensomformeren overholder fastholdelseskravene for termisk hukommelse i UL508C. Yderligere oplysninger findes i *kapitel 2.6.2 Termisk motorbeskyttelse*.

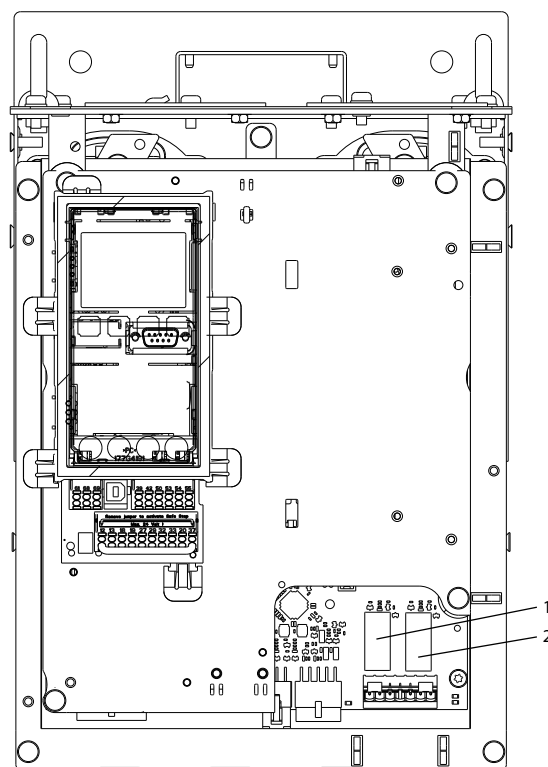
1.7.4 Marine-overensstemmelse

Apparater med indtrængningsbeskyttelsesklassificering IP55 (NEMA 12) eller højere forhindrer gnistdannelse og er klassificeret som elektriske apparater med begrænset eksplosionsrisiko i henhold til European Agreement concerning International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways (ADN).

Gå til www.danfoss.com for yderligere oplysninger om marine-godkendelser.

For apparater med indtrængningsbeskyttelsesklassificering IP20/Chassis, IP21/NEMA 1, eller IP54 forhindres risiko for gnistdannelse på følgende måde:

- Der må ikke monteres en netafbryder
- Kontrollér, at *parameter 14-50 RFI-filter* er indstillet til [1] Aktiv.
- Fjern alle relæstik med mærket *RELAY*. Se *Illustration 1.4*.
- Kontrollér, hvilke relæoptioner er installeret, hvis der er installeret nogen. Den eneste tilladte relæoption er VLT® Udvidet relækort MCB 113.



130BD832.10

1, 2	Relæstik
------	----------

Illustration 1.4 Placering af relæstik

Producentens deklaration kan fås ved forespørgsel.

1.8 Sikkerhed

1.8.1 Generelle sikkerhedsprincipper

Frekvensomformere indeholder komponenter med høj spænding og kan potentielt forårsage dødsfald, hvis de håndteres ukorrekt. Kun uddannet personale må montere og betjene udstyret. Reparationsarbejde må ikke påbegyndes, før strømmen til frekvensomformeren er fjernet, og det angivne tidsrum for afledning af ophobet elektrisk energi er gået.

Nøje overholdelse af sikkerhedsforanstaltninger og anmærkninger er obligatorisk for sikker drift af frekvensomformeren.

1.8.2 Uddannet personale

Korrekt og pålidelig transport, lagring, montering, drift og vedligeholdelse er påkrævet for problemfri og sikker drift af frekvensomformeren. Det er kun tilladt for uddannet personale at montere eller betjene dette udstyr.

Kvalificeret personale defineres som uddannet personale, som er autoriseret til at montere, idriftsætte og vedligeholde udstyr, systemer og kredsløb i overensstemmelse med relevante love og bestemmelser. Derudover skal personalet være bekendt med de instruktioner og sikkerhedsforanstaltninger, der er beskrevet i denne betjeningsvejledning.

⚠ ADVARSEL

HØJSPÆNDING

Frekvensomformere indeholder højspænding, når de er tilsluttet netspændingen, DC-strømforsyning eller belastningsfordeling. Hvis montering, start og vedligeholdelse udføres af personale, der ikke er uddannet til det, kan det resultere i død eller alvorlig personskade.

- Montering, opstart og vedligeholdelse må kun udføres af uddannet personale.

⚠ ADVARSEL

UTILSIGTET START

Når frekvensomformeren er tilsluttet netspændingen, DC-strømforsyningen, eller belastningsfordeling, kan motoren starte pludseligt. Utilsigtet start under programmering, service- eller reparationsarbejde kan resultere i død, alvorlig personskade eller beskadigelse af udstyr eller ejendom. Motoren kan startes med en ekstern kontakt, en seriel buskommando, et indgangsreference-signal fra LCP'et, eller efter en slettet fejltilstand.

For at undgå utilsigtet motorstart:

- Afbryd frekvensomformeren fra netforsyningen.
- Tryk på [Off/Reset] på LCP'et, før programmering af parametre.
- Frekvensomformeren, motoren og det drevne udstyr skal være fuldstændigt tilsluttet og samlet, når frekvensomformeren er tilsluttet netspændingen, DC-strømforsyningen eller belastningsfordeling.

⚠ ADVARSEL

AFLADNINGSTID

Frekvensomformeren indeholder DC-link-kondensatorer, der kan forblive opladede, selv når frekvensomformeren ikke er forsynet med strøm. Det kan resultere i død eller alvorlig personskade, hvis der ikke ventes det angivne tidsrum, efter at strømmen er slået fra, før der udføres service- eller reparationsarbejde.

- Stop motoren.
- Frakobl netspændingen og de eksterne DC-link-strømforsyninger, herunder reservebatterier (backup), UPS og DC-link-tilslutninger til andre frekvensomformere.
- Afbryd eller lås PM-motor.
- Vent, indtil kondensatorerne er helt afladede, før der foretages service- eller reparationsarbejde. Ventetiden er angivet i Tabel 1.4.

Spænding [V]	Min. ventetid (minutter)		
	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
Der kan være højspænding til stede, selv når LED-advarsels-lamperne er slukkede.			

Tabel 1.4 Afladningstid

⚠ ADVARSEL**FARLIG LÆKSTRØM**

Lækstrømmene overstiger 3,5 mA. Hvis frekvensomformereren ikke jordes korrekt, kan det resultere i død eller alvorlig personskade.

- Sørg for, at udstyret jordes korrekt af en autoriseret elektriker.

⚠ ADVARSEL**FARER VED UDSKYRET**

Kontakt med roterende aksler og elektrisk udstyr kan resultere i død eller alvorlig personskade.

- Montering, start og vedligeholdelse må kun udføres af uddannet og kvalificeret personale.
- Elektrisk arbejde skal overholde nationale og lokale sikkerhedsforskrifter.
- Følg procedurerne i dette dokument.

⚠ ADVARSEL**UTILSIGTET MOTOROMDREJNING****VINDMØLLEEFFEKT**

Utilstet rotation i permanente magnetmotorer medfører spænding og kan oplade apparatet, hvilket kan resultere i død, alvorlig personskade eller skade på udstyret.

- Sørg for, at permanente magnetmotorer blokeres for at forhindre utilstet rotation.

⚠ FORSIGTIG**FARE PGA. INTERN FEJL**

En intern fejl i frekvensomformereren kan resultere i alvorlig personskade, når frekvensomformereren ikke er lukket korrekt.

- Sørg for, at alle dæksler er på plads og fastgjort sikkert, inden apparatet forsynes med strøm.

2 Produktoversigt

2.1 Introduktion

Dette kapitel indeholder en oversigt over frekvensomformerens primære samlinger og kredsløb. Det beskriver de interne elektriske funktioner og signalbehandlingsfunktioner. En beskrivelse af den interne styringsstruktur er også inkluderet.

Automatiserede og valgfri frekvensomformerfunktioner, der er tilgængelige for konstruktion af robuste driftssystemer med avanceret ydeevnerapportering hvad angår styring og status, er også beskrevet.

2.1.1 Produkt beregnet til applikationer inden for vand- og spildevandsområdet.

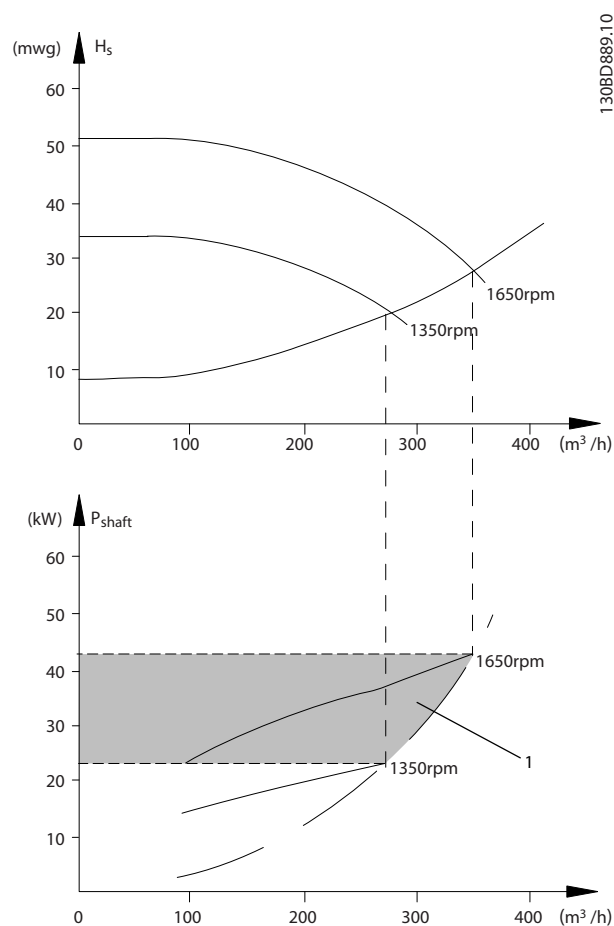
VLT® AQUA Drive FC 202 er konstrueret til applikationer inden for vand- og spildevandsområdet. Den integrerede SmartStart-guide og kvikmenuen *Vand og pumper* hjælper brugeren igennem idriftsættelsesprocessen. Udvalget af standardfunktioner og valgfrie funktioner er bl.a. følgende:

- Kaskadestyring
- Detektering af tør kørsel
- Slut på kurve-detektering
- Motoralternering
- Udrensning
- Indledende og afsluttende rampe
- Stoprampe
- STO
- Registrering af lavt flow
- Pre lube
- Flow-bekræftelse
- Rørfyldningstilstand
- Sleep mode
- Realtidsur
- Adgangskodebeskyttelse
- Overbelastningsbeskyttelse
- Smart Logic Control
- Minimum speed monitor
- Gratis programmérbare tekster til oplysninger, advarsler og andre varslinger

2.1.2 Energibesparelser

Sammenlignet med alternative styresystemer og teknologier er en frekvensomformer det mest energioptimale styresystem til styring af ventilator- og pumpeanlæg.

Ved at anvende en frekvensomformer til styring af flow vil en reduktion på 20 % af pumpehastigheden medføre energibesparelser på ca. 50 % i typiske applikationer. *Illustration 2.1* viser et eksempel på en opnåelig energireduktion.



1	Energibesparelse
---	------------------

Illustration 2.1 Eksempel: Energibesparelse

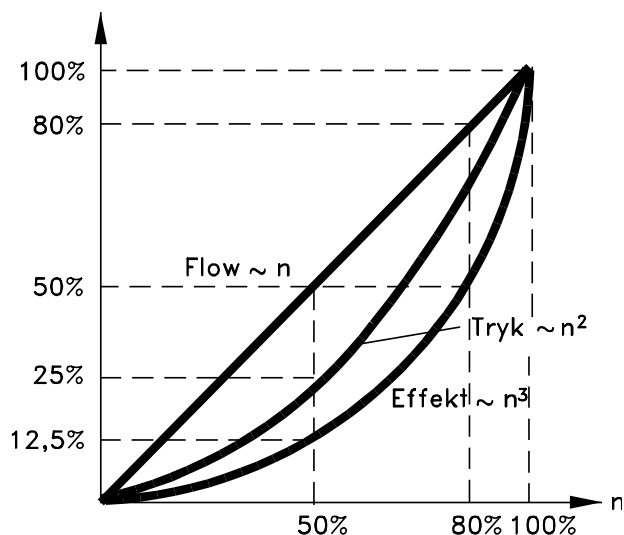
2

2.1.3 Eksempel på energibesparelser

Som vist i *Illustration 2.2* styres gennemstrømningen ved at ændre pumpehastigheden, målt i O/MIN. Ved at reducere hastigheden med kun 20 % fra den nominelle hastighed reduceres gennemstrømningen tilsvarende 20 %. Det skyldes, at gennemstrømningen er direkte proportional med hastigheden. Elektricitetsforbruget reduceres imidlertid med næsten 50 %.

Hvis anlægget kun skal kunne levere en gennemstrømning på 100 % meget få dage om året, og resten af året i gennemsnit ligger under 80 % af den nominelle gennemstrømning, er energibesparelserne på mere end 50 %.

Illustration 2.2 beskriver afhængigheden af gennemstrømning, tryk og strømforbrug for pumpehastighed i O/MIN for centrifugalpumper.



DANFOSS
175HA208.10

Illustration 2.2 Affinitetslove for centrifugalpumper

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

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

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

En lige virkningsgrad i hastighedsområdet antages.

Q = gennemstrømning	P = effekt
Q ₁ = gennemstrømning 1	P ₁ = effekt 1
Q ₂ = reduceret gennemstrømning	P ₂ = reduceret effekt
H = tryk	n = hastighedsregulering
H ₁ = tryk 1	n ₁ = hastighed 1
H ₂ = reduceret tryk	n ₂ = reduceret hastighed

Tabel 2.1 Affinitetslove

2.1.4 Ventilstyring vs. hastighedsstyring af centrifugalpumper

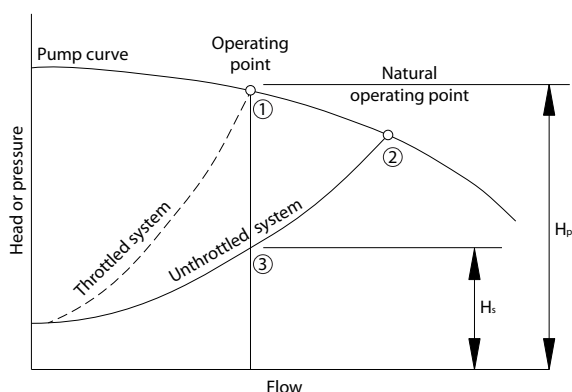
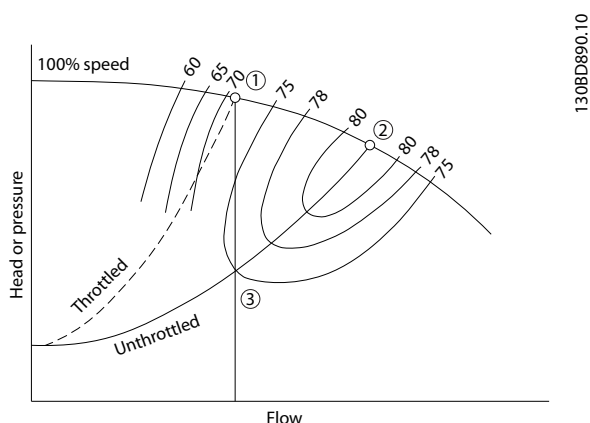
Ventilstyring

Da behovet for proceskrav i vandsystemer varierer, skal gennemstrømningen justeres tilsvarende. Hyppigt anvendte metoder til gennemstrømningstilpasning er nedregulering eller recirkulering med anvendelse af ventiler.

En recirkuleringsventil, som er åbnet for meget, kan forårsage, at pumpen kører til slutningen af pumpekurven med en høj gennemstrømningshastighed ved en lav pumpeleftehøjde. Disse forhold forårsager ikke kun et energispild på grund af høj pumpehastighed, men kan også medføre hulrumsdannelse med efterfølgende skader på pumpen.

Nedregulering af gennemstrømningen med en ventil tilføjer et trykfald henover ventilen (HP-HS). Dette kan sammenlignes med en bremse, der accelereres og trækkes samtidig i et forsøg på at reducere bilens hastighed.

Illustration 2.3 viser, at nedregulering får systemkurven til at vende fra punkt (2) på pumpekurven til et punkt med betydelig mindre virkningsgrad (1).

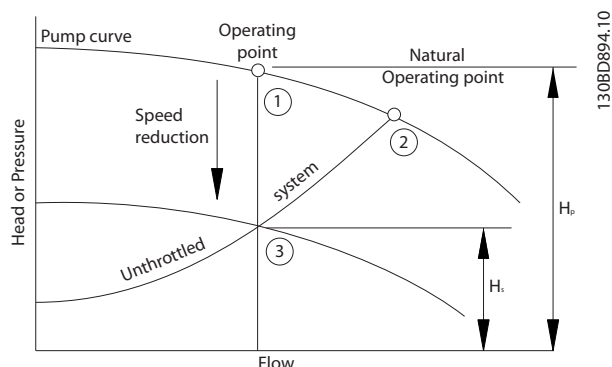


1	Driftspunkt vha. en drøvleventil
2	Naturligt driftspunkt
3	Driftspunkt med hastighedsstyring

Illustration 2.3 Reducering af gennemstrømning med ventilstyring (nedregulering)

Hastighedsstyring

Samme gennemstrømning kan justeres ved at reducere hastigheden for pumpen som vist i *Illustration 2.4*. Reducering af hastigheden flytter pumpekurven ned. Driftspunktet er det nye skæringspunkt for pumpekurven og systemkurven (3). Energibesparelserne kan beregnes ved at anvende affinitetslovene som beskrevet i *kapitel 2.1.3 Eksempel på energibesparelser*.



1	Driftspunkt vha. en drøvleventil
2	Naturligt driftspunkt
3	Driftspunkt med hastighedsstyring

Illustration 2.4 Reducering af gennemstrømning ved hastighedsstyring

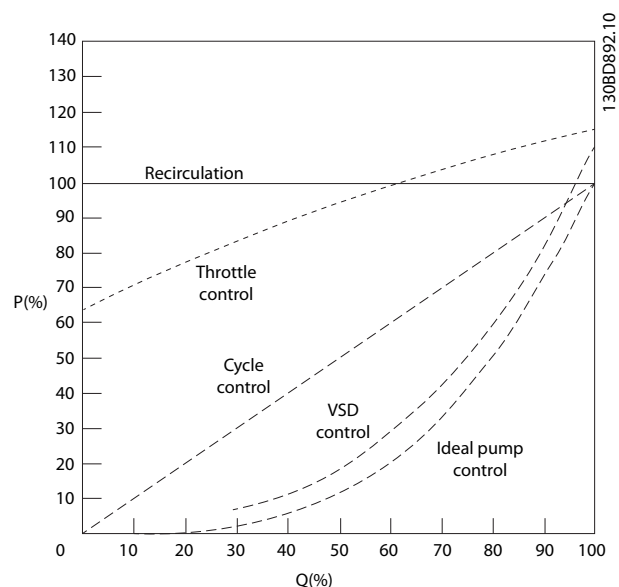
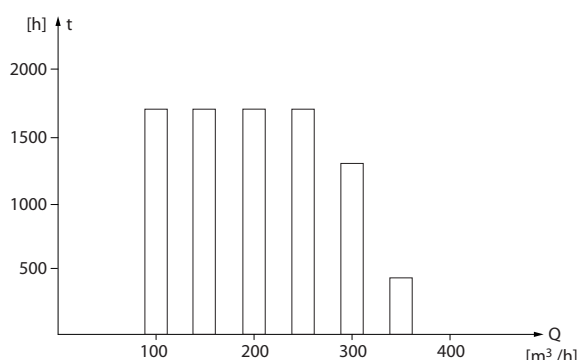


Illustration 2.5 Sammenlignelige styringskurver for gennemstrømning

2.1.5 Eksempel med en varierende gennemstrømning over 1 år

Dette eksempel er beregnet ud fra pumpekarakteristikker hentet fra et pumpedatablad som vist i *Illustration 2.7*.

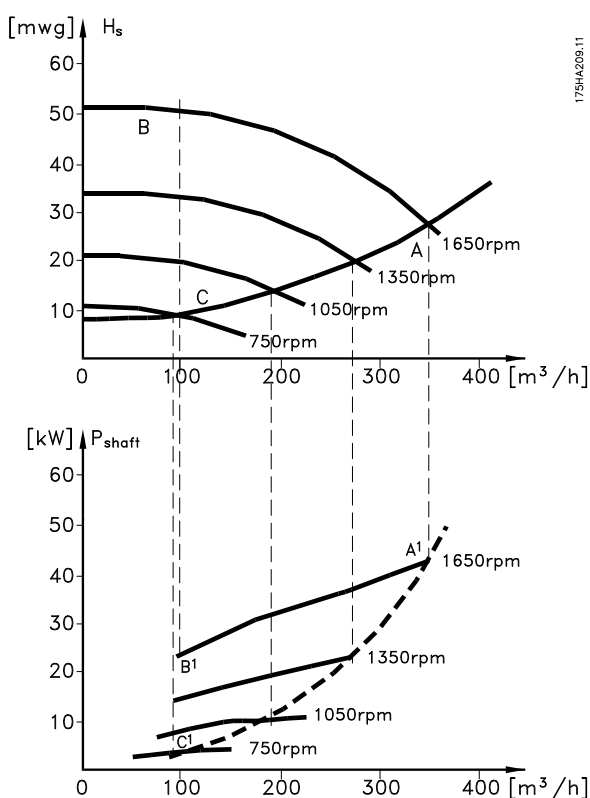
Det opnåede resultat viser energibesparelser på mere end 50 % ved en given distribution af gennemstrømning i løbet af et år, se *Illustration 2.6*. Tilbagebetalingsperioden afhænger af prisen på elektricitet samt frekvensomformerens pris. I dette eksempel er tilbagebetalingen mindre end et år sammenlignet med ventiler og konstant hastighed.



175HA210.11

t [h]	Varighed af gennemstrømning. Se også Tabel 2.2.
Q [m³/h]	Gennemstrømningshastighed

Illustration 2.6 Gennemstrømningsfordeling over et år (varighed vs. gennemstrømningshastighed)



175HA209.11

Illustration 2.7 Energiforbrug ved forskellige hastigheder

Gennemstrømningshastighed	Fordeling		Ventilregulering		Frekvensomformerstyring	
	%	Varighed	Effekt	Forbrug	Effekt	Forbrug
[m³/h]		[h]	[kW]	[kWh]	[kW]	[kWh]
350	5	438	42,5 ¹⁾	18,615	42,5 ¹⁾	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 ²⁾	40,296	3,5 ³⁾	6,132
Σ	100	8760	–	275,064	–	26,801

Tabel 2.2 Resultat

- 1) Læsning af effekt ved punkt A1
- 2) Læsning af effekt ved punkt B1
- 3) Læsning af effekt ved punkt C1

2.1.6 Forbedret styring

Forbedret styring opnås ved anvendelse af en frekvensomformer til styring af gennemstrømningen eller trykket i et system.

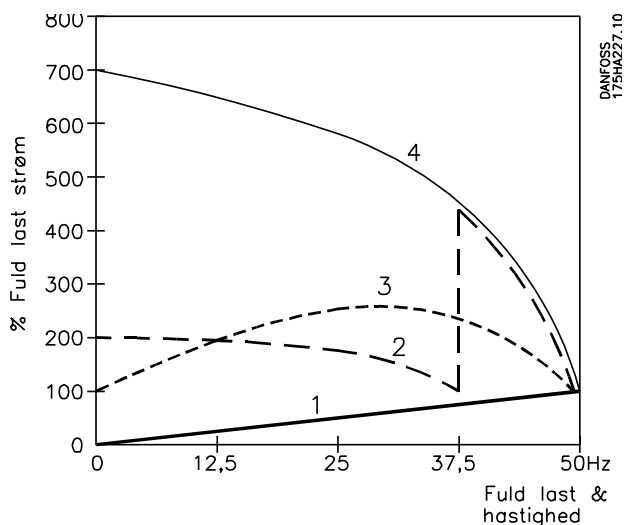
En frekvensomformer kan ændre ventilatorens eller pumpens hastighed og derved opnå variabel styring af gennemstrømning og tryk.

En frekvensomformer kan desuden hurtigt variere ventilatorens eller pumpens hastighed, så den tilpasses de nye gennemstrømnings- eller trykbetingelser i systemet. Simpel styring af processen (gennemstrømning, niveau eller tryk) opnås ved brug af den indbyggede PI-styring.

2.1.7 Stjerne-/trekantstarter eller softstarter

Når store motorer skal startes, er det i mange lande nødvendigt at anvende udstyr, der begrænser startstrømmen. I mere traditionelle systemer anvendes der ofte en stjerne-/trekantstarter eller softstarter. Denne form for motorstartere kan undværes, når man bruger en frekvensomformer.

Som illustreret i *Illustration 2.8* forbruger en frekvensomformer ikke mere end den nominelle strøm.



1	VLT® AQUA Drive FC 202
2	Stjerne-/trekantstarter
3	Softstartere
4	Start direkte på netforsyning

Illustration 2.8 Startstrøm

2.2 Beskrivelse af drift

Frekvensomformerer leverer en reguleret mængde AC-strøm fra netforsyningen til motoren for at styre hastigheden. Frekvensomformerer leverer variabel frekvens og spænding til motoren.

Frekvensomformerer er opdelt i fire primære moduler:

- Ensretter
- DC-busmellekreds
- Vekselretter
- Styling og regulering

Illustration 2.9 er et blokdiagram over frekvensomformerens indvendige komponenter. Se Tabel 2.3 for oplysninger om deres funktioner.

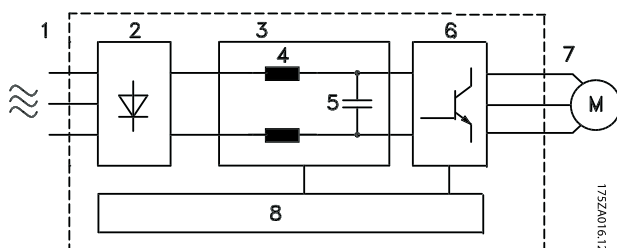


Illustration 2.9 Blokdiagram over frekvensomformerer

Område	Titel	Funktioner
1	Netforsyning	Trefaset netspænding til frekvensomformerer.
2	Ensretter	Ensretterbroen omdanner AC-netspændingen til DC-strøm, hvilket forsyner vekselretterer med strøm.
3	DC-bus	DC-busmellekredsen håndterer DC-strømmen.
4	DC-reaktorer	- Filtrerer DC-mellemkredsspændingen. - Beskytter mod forbigående netforsyning - Reducerer RMS-strømmen. - Hæver effektfaktoren, der går tilbage til ledningen. - Reducerer harmoniske strømme i AC-indgangsstrømmen.
5	Kondensator-gruppe	- Lagrer DC-strømmen. - Giver gennemføringsbeskyttelse mod korte effekttab.
6	Vekselretter	Omdanner DC-strømmen til en kontrolleret PWM AC-bølgeform for at opnå en kontrolleret, regulerbar udgang til motoren.
7	Udgang til motor	Reguleret trefaset udgangsstrøm til motoren.
8	Styrekredsløb	- Netforsyning, intern behandling, udgang og motorstrøm overvåges med henblik på effektiv drift og styling. - Brugergrænsefladen og eksterne kommandoer overvåges og udføres. - Statusudgang og styling kan leveres.

Tabel 2.3 Forklaring til Illustration 2.9

1. Frekvensomformerer ensretter AC-spændingen fra netforsyningen til DC-spænding.
2. DC-spændingen omformes til AC-strøm med variabel amplitude og frekvens.

Frekvensomformerer forsyner motoren med variabel spænding/strøm og frekvens, hvilket muliggør variabel hastighedskontrol af trefasede asynkrone standardmotorer og ikke-udprægede PM-motorer.

Frekvensomformereren håndterer forskellige motorstyringsprincipper, som f.eks. speciel U/f-motortilstand og VVC⁺.

Kortslutningsadfærd på frekvensomformereren afhænger af de tre strømtransducere i motorfaserne.

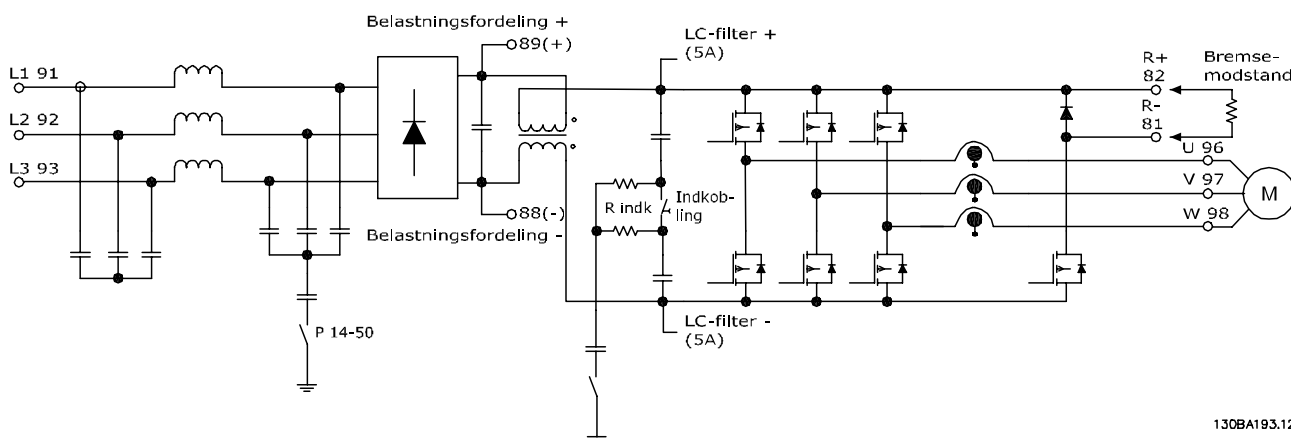


Illustration 2.10 Frekvensomformerstruktur

130BA193.12

2.3 Driftssekvens

2.3.1 Ensretterdelen

Når strøm påføres frekvensomformereren, kommer den ind via netklemmerne (L1, L2 og L3) og videre til afbryderen og/eller RFI-filteroptionen, afhængigt af apparatets konfiguration.

2.3.2 Mellemdelen

Fra ensretter-delen passerer spændingen videre til mellemdelen. Et sinusfilter-kredsløb, der består af DC-businduktoren og DC-buskondensatorgruppen, udjævner den udbedrede spænding.

DC-businduktoren sørger for seriel impedans til ændret strøm. Dette hjælper filtreringsprocessen, samtidig med at harmonisk forvrængning til indgangen AC-bølgeform reduceres, som normalt er indeholdt i ensretterkredsløb.

2.3.3 Vekselretterdel

I vekselretterdelen, når en kørselskommando og hastighedsreference er til stede, begynder IGBT'ernes kobling at skabe udgangsbølgeformen. Denne bølgeform, som er genereret af Danfoss VVC⁺ PWM-princippet på styrekortet, giver optimal ydeevne og minimale tab i motoren.

2.3.4 Bremseoption

Til de frekvensomformere, der er udstyret med en dynamisk bremseoption, medfølger der en bremse-IGBT sammen med klemmerne 81(R-) og 82(R+) til at tilslutte en ekstern bremsemodstand.

Bremse-IGBT'ens funktion er at begrænse spændingen i mellemkredsen, når den maksimale spændingsgrænse er overskredet. Dette opnås ved kobling af den eksternt monterede modstand henover DC-bussen for at fjerne overskydende DC-spænding, der findes i buskondensatorerne.

Ved udvendig placering af bremsemodstanden opnås fordelene ved at vælge modstanden baseret på applikationens behov, sprede energien uden for omformeren og beskytte denne mod overophedning, hvis bremsemodstanden er overbelastet.

Bremse-IGBT'ens indløbssignal opstår på styrekortet og leveres til bremse-IGBT via effektkortet og gate drive-kortet. Derudover overvåger effekt- og styrekortene bremse-IGBT og bremsemodstandens tilslutning med hensyn til kortslutninger og overbelastninger. Se *kapitel 7.1 Elektriske data* vedrørende specifikationer for forsikringer. Se også *kapitel 7.7 Sikringer og afbrydere*.

2.3.5 Belastningsfordeling

Apparater med indbygget belastningsfordelingsoption indeholder klemmer (+) 89 DC og (-) 88 DC. I frekvensomformeren er disse klemmer tilsluttet DC-bussen foran DC-linkreaktoren og buskondensatorerne.

Kontakt Danfoss for flere oplysninger.

Belastningsfordelingsklemmerne kan tilsluttes to forskellige konfigurationer.

1. Den første metode indebærer, at klemmerne bruges til at binde DC-buskredsløbene fra flere frekvensomformere sammen. Dette muliggør, at et apparat, der er i regenerativ tilstand, deler den overskydende busspænding med et andet apparat, der driver en motor. Denne form for belastningsfordeling kan reducere behovet for eksterne dynamiske bremsemodstande samtidig med, at der spares energi. Antallet af apparater, der kan tilsluttes på denne måde, er uendelig, så længe hvert enkelt apparat har samme spændingsklassificering. Afhængigt af størrelse og antallet af apparater kan det endvidere være nødvendigt at installere DC-reaktorer og DC-sikringer i DC-link-tilslutningerne, samt AC-reaktorer på netforsyningen. Hvis en sådan

konfiguration forsøges, kræver det nøje overvejelser. Kontakt Danfoss for assistance.

2. Den anden metode indebærer, at frekvensomformeren påføres strøm udelukkende fra en DC-kilde. Dette kræver:

2a En DC-kilde.

2b En metode til soft charge-opstart af DC-bussen.

Hvis sådan en konfiguration forsøges, kræver det nøje overvejelser. Kontakt Danfoss for assistance.

2.4 Styringsstrukturer

2.4.1 Styringsstruktur, åben sløjfe

Under drift med åben sløjfe reagerer frekvensomformeren på indgangskommandoer manuelt, via LCP-tasterne eller ved hjælp af fjernstyring via analoge/digitale indgange eller en seriel bus. I den konfigurationen, der er vist i *Illustration 2.11*, kører frekvensomformeren i åben sløjfe-tilstand. Den modtager input fra enten LCP'et (*Hand mode*) eller via et eksternt signal (*Auto mode*). Signalet (hastighedsreferencen) modtages og er betinget af programmerede minimale og maksimale motorhastighedsgrænser (i O/MIN og Hz), rampe op- og rampe ned-tider, og motorens omdrejningsretning. Referencen sendes derefter videre for at styre motoren.

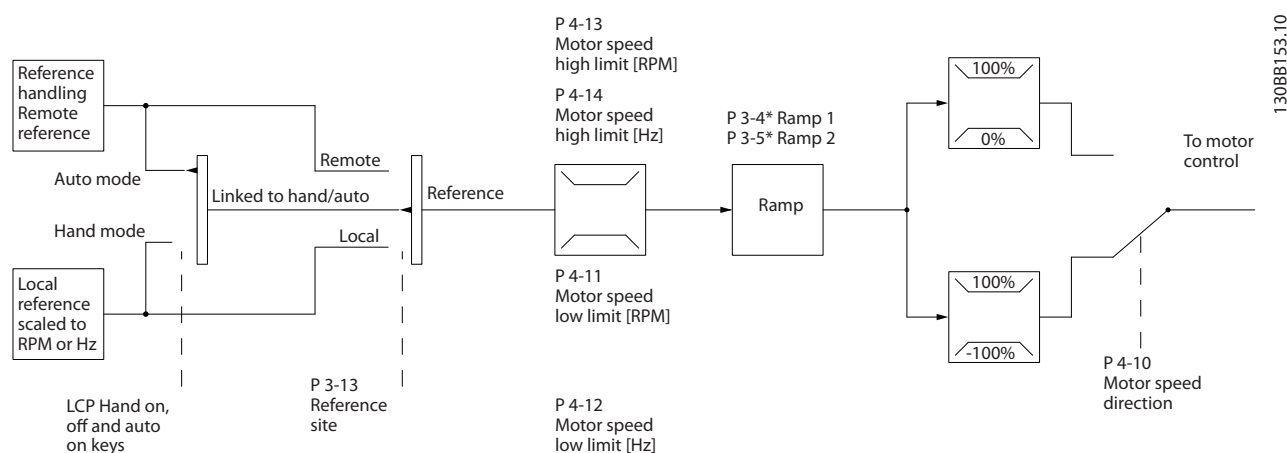


Illustration 2.11 Blokdiagram, åben sløjfe-tilstand

2.4.2 Styringsstruktur for lukket sløjfe

I lukket sløjfe-tilstand lader en intern PID-styreenhed frekvensomformerens behandle systemreference og feedbacksignaler, således at de fungerer som en uafhængig styreenhed. Omformerens kan give status- og alarmmedde-

lelser, samt mange andre programmerbare optioner, til ekstern systemovervågning ved uafhængig drift i lukket sløjfe.

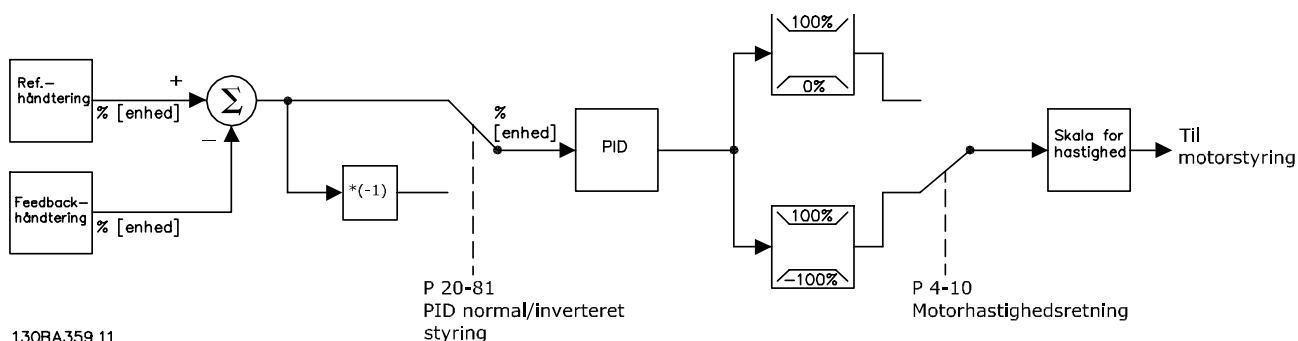


Illustration 2.12 Blokdiagram, lukket sløjfe-styreenhed

Eksempel: En pumpeapplikation, hvor pumpens hastighed skal styres, så det statiske tryk i røret er konstant (se *Illustration 2.12*). Frekvensomformerens modtager et feedbacksignal fra en føler i systemet. Den sammenligner denne feedback med en sætpunktsreferenceværdi og fastslår en eventuel fejl mellem de to signaler. Derefter justerer frekvensomformerens motorens hastighed for at afhjælpe fejlen.

Det ønskede sætpunkt for statisk tryk er referencesignalet til frekvensomformerens. En statisk trykføler måler det faktiske statiske tryk i røret og leverer denne information til frekvensomformerens som et feedbacksignal. Hvis feedback-signalet er højere end sætpunktsreferencen, ramper frekvensomformerens ned for at reducere trykket. Hvis trykket i røret er lavere end sætpunktsreferencen, ramper frekvensomformerens op på samme måde for at øge pumpetrykket.

Mens standardværdierne for frekvensomformerens i lukket sløjfe ofte giver en tilfredsstillende ydeevne, kan styringen af systemet ofte optimeres ved at justere PID-parametrene. *Auto tuning* er tilgængelig for denne optimering.

Andre programmerbare funktioner omfatter:

- Inverteret regulering - motorhastigheden øges, når et feedbacksignal er højt.
- Startfrekvens - tillader systemet hurtigt at opnå en driftsstatus, før PID-styreenheden overtager.
- Indbygget lavpasfilter - reducerer støj fra feedbacksignalet.

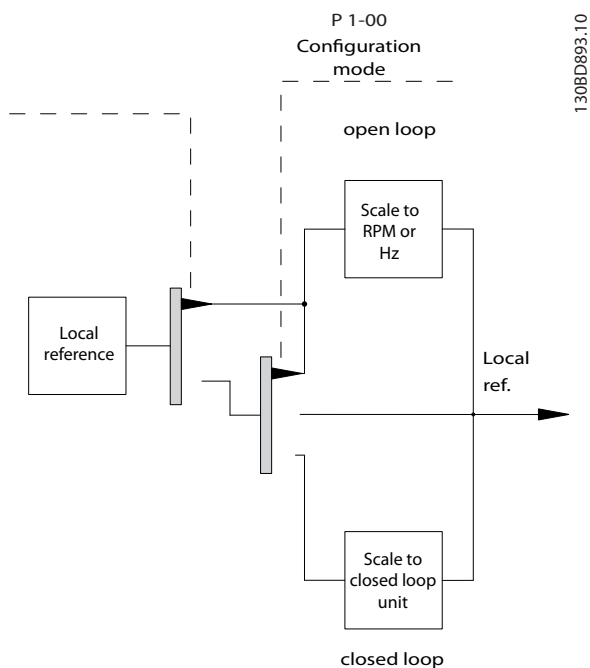
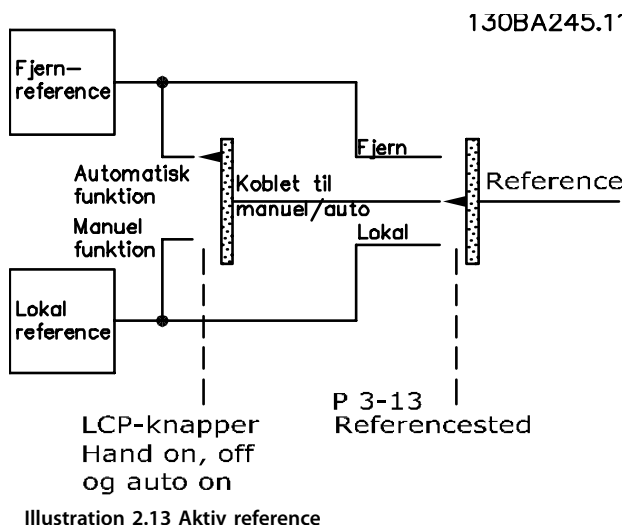
2.4.3 Lokalbetjening (Hand On) og Fjernbetjening (Auto On)

Frekvensomformerens kan betjenes manuelt via LCP'et eller via fjernstyring via analoge og digitale indgange og en seriel bus.

Aktiv reference og konfigurationstilstand

Den aktive reference er enten en lokal reference eller en fjernreference. Fabriksindstillingen er fjernreference.

- Konfigurer i *Hand* mode for at anvende den lokale reference. Tilpas parameterindstillinger i parametergruppe 0-4* LCP-tastatur for at aktivere *Hand* mode. Yderligere oplysninger findes i *Programming Guiden*.
- Konfigurer i *Auto* mode, som er fabriksindstillingen, for at anvende fjernreferencen. I *Auto* mode tilstand er det muligt at styre frekvensomformerens via de digitale indgange og forskellige serielle grænseflader (RS-485, USB eller Fieldbus (option)).
- *Illustration 2.13* illustrerer den konfigurationstilstand, der stammer fra aktivt referencevalg, enten lokalt eller fjernbetjent.
- *Illustration 2.14* illustrerer manuel konfigurationstilstand til lokal reference.



Styreprincip for applikation

På ethvert tidspunkt vil enten fjernreference eller den lokale reference være aktiv. De kan ikke begge være aktive samtidig. Indstil styreprincippet for applikationen (dvs. åben sløjfe eller lukket sløjfe) i *Parameter 1-00 Konfigurationsstilstand* som vist i Tabel 2.4.

Når den lokale reference er aktiv, indstilles styreprincippet for applikationen i *Parameter 1-05 Lokal konfigurationsstilstand*.

Indstil referencedsted i *parameter 3-13 Referenced* som vist i Tabel 2.4.

Yderligere oplysninger findes i *Programming Guiden*.

[Hand On] [Auto On] LCP-taster	Referenced parameter 3-13 Referen- ced	Aktiv reference
Hand	Kædet til Hand/Auto	Lokal
Hand⇒Off	Kædet til Hand/Auto	Lokal
Auto	Kædet til Hand/Auto	Fjernbetjent
Auto ⇒Off	Kædet til Hand/Auto	Fjernbetjent
Alle taster	Lokal	Lokal
Alle taster	Fjernbetjent	Fjernbetjent

Tabel 2.4 Lokal- og fjernreferencekonfigurationer

2.4.4 Referencehåndtering

Referencehåndtering er gældende i både åben sløjfe- og lukket sløjfe-drift.

Interne og eksterne referencer

Der kan programmeres op til 8 preset-referencer i frekvensomformerens. Den aktive interne preset-reference kan vælges eksternt via digitale styreindgange eller den serielle kommunikationsbus.

Eksterne referencer kan også leveres til omformerens, oftest via en analog styreindgang. Alle referencekilder og busreference tilføjes for at opnå den samlede eksterne reference. Den eksterne reference, preset-referencen, sætpunktet eller summen af alle tre kan vælges som den aktive reference. Denne reference kan skaleres.

Den skalerede reference beregnes således:

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

Hvor X er den eksterne reference, preset-referencen eller summen af disse referencer, og Y er *parameter 3-14 Preset relativ reference* i [%].

Hvis Y; *parameter 3-14 Preset relativ reference* er indstillet til 0 %, påvirker skaleringen ikke referencen.

Fjernreference

En fjernreference består af følgende (se *Illustration 2.15*).

- Preset-referencer
- Eksterne referencer:
 - Analoge indgange
 - Pulsfrekvensindgange
 - Digitale potentiometerindgange
 - Referencer for serial kommunikationsbus
- Forudindstillet relativ reference
- Et feedbackstyret sætpunkt

130BA357.1'

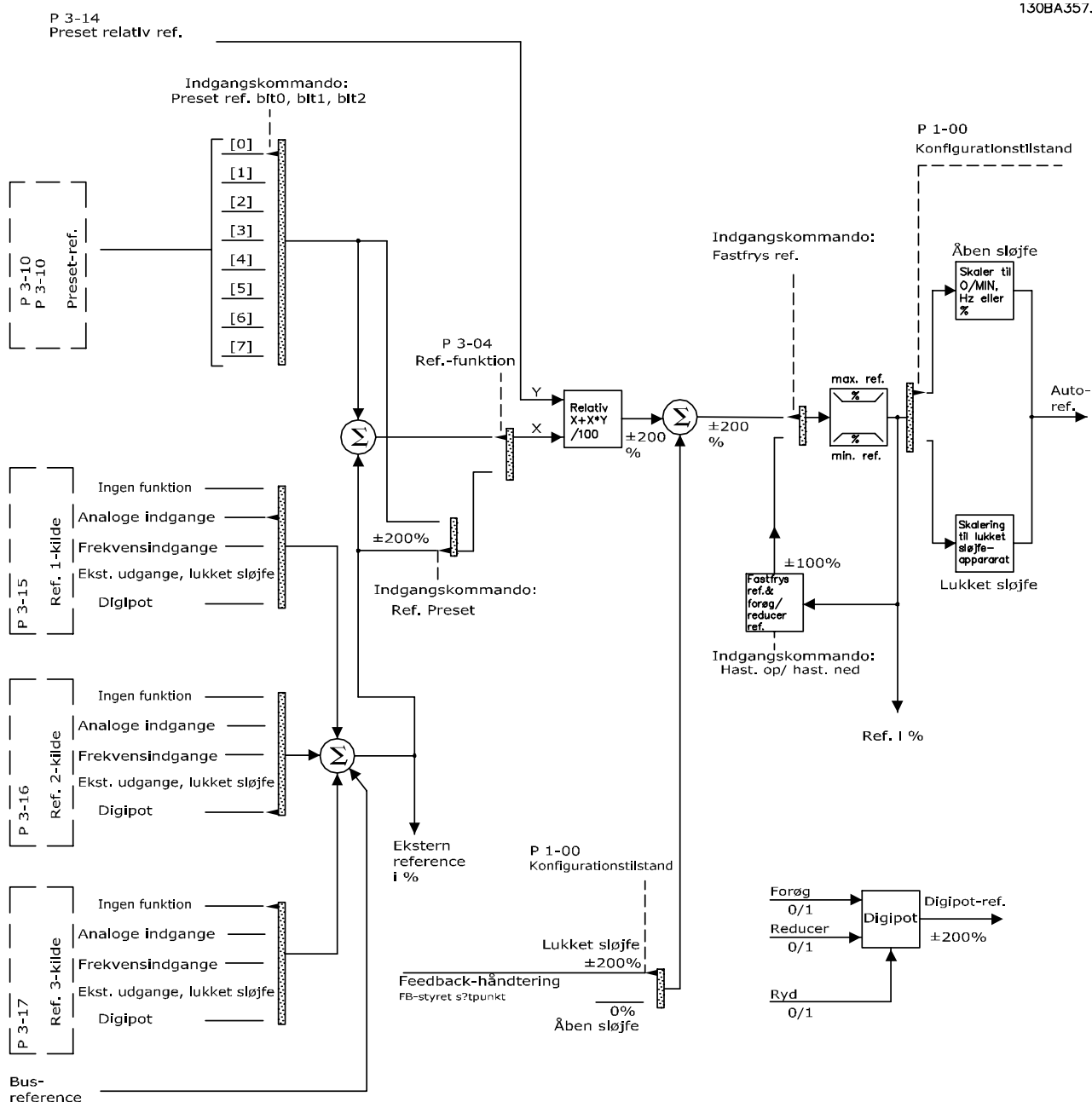


Illustration 2.15 Blokdiagram over fjernreferencehåndtering

2.4.5 Feedbackhåndtering

Feedbackhåndtering kan konfigureres til at fungere med applikationer, der kræver avanceret styring, f.eks. flere sætpunkter og flere typer feedbacks (se *Illustration 2.16*). Der findes tre almindelige typer styring:

Enkelt zone, enkelt sætpunkt

Denne styringstype er en grundlæggende feedbackkonfiguration. Sætpunkt 1 føjes til en anden reference (hvis en sådan findes), og feedbacksignalet vælges.

Multizone, enkelt sætpunkt

Denne styringstype bruger to eller tre feedbackfølere, men kun ét sætpunkt. Feedback kan tilføjes, trækkes fra, eller der kan beregnes et gennemsnit. Desuden kan maksimum- eller minimumværdien anvendes. Sætpunkt 1 anvendes udelukkende i denne konfiguration.

Multi-zone, sætpunkt/feedback

Det sætpunkt-/feedbackpar, der har den største forskel, styrer frekvensomformerens hastighed. Maksimum forsøger at holde alle zoner på eller under deres respektive sætpunkter, mens minimum forsøger at holde alle zoner på eller over deres respektive sætpunkter.

Eksempel

En 2-zone-, 2-sætpunktsapplikation. Zone 1-sætpunktet er 15 bar, og feedback er 5,5 bar. Zone 2-sætpunktet er 4,4 bar, og feedback er 4,6 bar. Hvis maksimum er valgt, sendes zone 1-sætpunktet og feedback til PID-styreenheden, eftersom denne har den mindste forskel (feedbacken er højere end sætpunktet, hvilket resulterer i en negativ forskel). Hvis minimum er valgt, sendes zone 2-sætpunktet til PID-styreenheden, eftersom denne har den største forskel (feedbacken er lavere end sætpunktet, hvilket resulterer i en positiv forskel).

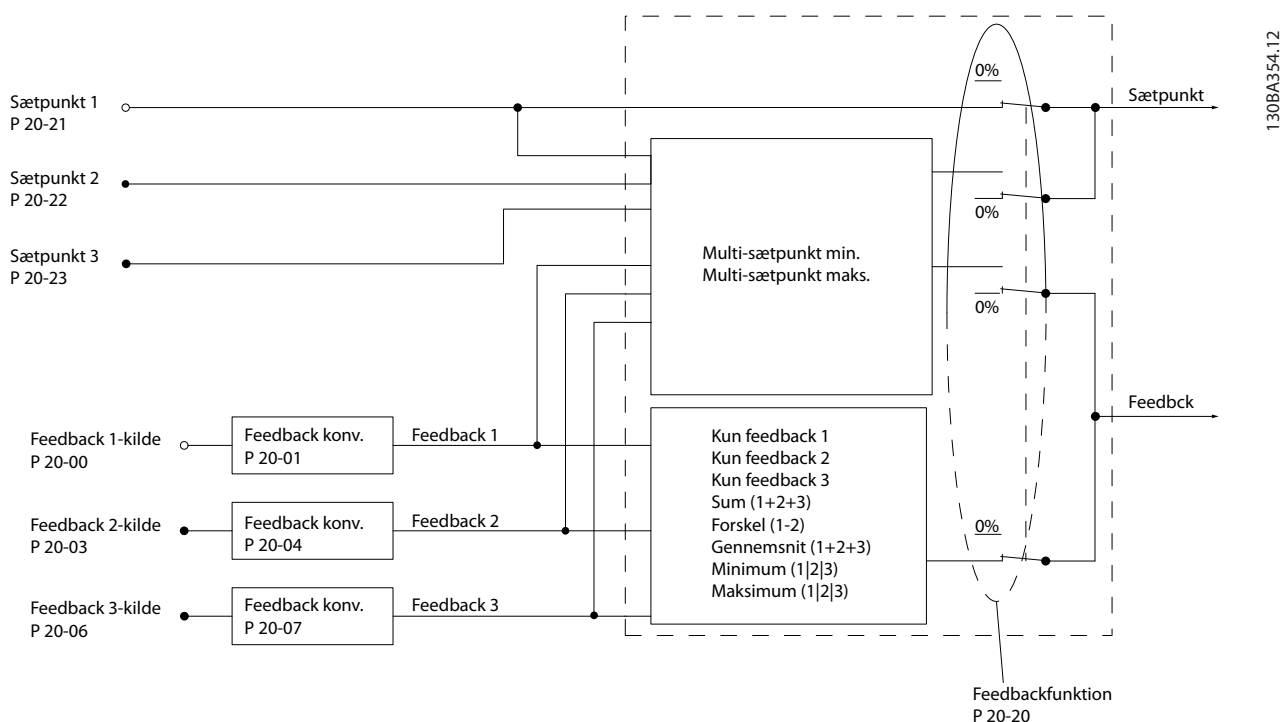


Illustration 2.16 Blokdiagram over behandling af feedbacksignal

Feedbackkonvertering

I nogle applikationer er det nyttigt at konvertere feedbacksignalet. Dette kan f.eks. ske ved at bruge et tryksignal til at give gennemstrømningsfeedback. Eftersom kvadratroden af trykket er proportional med gennemstrømningen, giver kvadratroden af tryksignalet en værdi, der er proportional med gennemstrømningen, se *Illustration 2.17*.

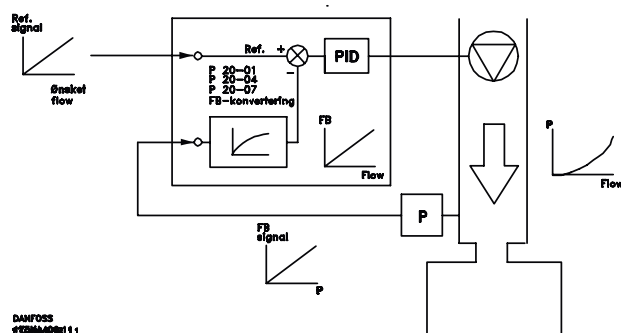


Illustration 2.17 Feedbackkonvertering

2.5 Automatiserede driftsfunktioner

Automatiserede driftsfunktioner er aktive, så snart frekvensomformeren kører. De fleste kræver ingen programmering eller opsætning. Forståelse for at disse funktioner er til stede, kan optimere et systemdesign og muligvis undgå, at der introduceres redundante komponenter eller funktionalitet.

Se *Programming Guiden* for oplysninger om de nødvendige opsætninger, især motorparametre.

Frekvensomformeren har et udvalg af indbyggede beskyttelsesfunktioner til at beskytte sig selv og motoren, når den kører.

2.5.1 Kortslutningsbeskyttelse

Motor (fase-fase)

Frekvensomformeren beskyttes mod kortslutninger på motorsiden af strømmålinger i hver af de tre motorfaser eller i DC-linket. En kortslutning mellem to udgangsfaser medfører overstrøm i vekselretteren. Vekselretteren slukkes, når kortslutningsstrømmen overstiger den tilladte værdi (Alarm 16, Triplås).

Netforsyningsside

En frekvensomformer, der fungerer korrekt, begrænser den strøm, der kan trækkes fra forsyningen. Det anbefales dog at bruge sikringer og/eller afbrydere på forsyningssiden som beskyttelse, hvis der skulle forekomme komponentnedbrud inden i frekvensomformeren (første fejl). Se *kapitel 7.7 Sikringer og afbrydere* for flere oplysninger.

BEMÆRK!

For at sikre overensstemmelse med IEC 60364 for CE eller NEC 2009 for UL skal der bruges sikringer og/eller afbrydere.

Bremsemodstand

Frekvensomformeren er beskyttet mod kortslutning i bremsemodstanden.

Belastningsfordeling

For at beskytte DC-bussen mod kortslutning og frekvensomformerne mod overbelastning, monteres DC-sikringer i serier med belastningsfordelingsklemmerne fra alle tilsluttede apparater. Se *kapitel 2.3.5 Belastningsfordeling* for yderligere oplysninger.

2.5.2 Overspændingsbeskyttelse

Motorgenereret overspænding

Spændingen i mellemkredsen øges, når motoren fungerer som en generator. Dette sker i følgende tilfælde:

- Belastningen driver motoren (ved konstant udgangsfrekvens fra frekvensomformeren), dvs. at belastningen genererer energi.
- Under en deceleration (rampe ned) er friktionen lav, hvis inertimomentet er højt, og rampe nedtiden er for kort til, at energien kan spredes som et tab i frekvensomformeren, motoren og installationen.
- En forkert indstilling af slipkompenseringen kan medføre højere DC-link-spænding.
- Modelektromotorisk kraft fra PM-motordrift. Ved friløb ved høje O/MIN kan PM-motorens modelektromotoriske kraft måske overstige den maksimale spændingstolerance i frekvensomformeren og forårsage skader. For at undgå dette begrænses værdien af *parameter 4-19 Maks. udgangsfrekvens* automatisk via en intern beregning, der baseres på værdien i *parameter 1-40 Modelektromot.kraft v. 1000 O/MIN*, *parameter 1-25 Nominel motorhastighed* og *parameter 1-39 Motorpoler*.

BEMÆRK!

For at undgå motoroverhastighed (f.eks. pga. meget høje vindmølle-effekter eller ukontrolleret vandgennemstrømning) skal frekvensomformeren forsynes med en bremsemodstand.

Overspændingen kan håndteres enten ved at anvende en bremsefunktion (*parameter 2-10 Bremsefunktion*) eller overspændingsstyring (*parameter 2-17 Overspændingsstyring*).

Overspændingsstyring (OVC)

OVC reducerer risikoen for, at frekvensomformeren tripper ved en overspænding på DC-linket. Dette håndteres ved automatisk at forlænge rampe ned-tiden.

BEMÆRK!

OVC kan aktiveres for PM-motorer (PM VVC⁺).

Bremsefunktioner

Tilslut en bremsemodstand for udledning af overskydende bremseenergi. Tilslutning af en bremsemodstand forhindrer for høj DC-link-spænding under bremsning.

En AC-bremse er et alternativ til at forbedre bremsning uden brug af en bremsemodstand. Denne funktion styrer en overmagnetisering af motoren, når den kører som en generator, der skaber ekstra energi. Denne funktion kan forbedre OVC. Når de elektriske tab i motoren øges, kan OVC-funktionen øge bremsemomentet uden at overstige overspændingsgrænsen.

BEMÆRK!

AC-bremsning er ikke så effektiv som dynamisk bremsning med en modstand.

2.5.3 Detektering af manglende motorfase

Den manglende motorfase-funktion (*parameter 4-58 Manglende motorfasefunktion*) er som standard aktiveret for at undgå motorskade, hvis der mangler en motorfase. Fabriksindstillingen er 1.000 ms, men den kan justeres, så der opnås hurtigere detektering.

2.5.4 Detektering af ubalance i netfasen

Drift under alvorlig ubalance på netforsyningen reducerer motorens levetid. Forholdene betragtes som alvorlige, hvis motoren kontinuerligt kører tæt på nominel belastning. Fabriksindstillingen tripper frekvensomformerer i tilfælde af ubalance i netforsyningen (*parameter 14-12 Funktion ved netubalance*).

2.5.5 Kobling på udgangen

Det er tilladt at tilføje kobling på udgangen mellem motor og frekvensomformer. Der kan opstå fejlmeddelelser. Aktivér flying start for at fange en roterende motor.

2.5.6 Overbelastningsbeskyttelse

Momentgrænse

Momentgrænsefunktionen beskytter motoren mod overbelastning uafhængigt af hastigheden. Momentgrænsen styres i *parameter 4-16 Momentgrænse for motordrift* eller *parameter 4-17 Momentgrænse for generatordrift*, og det tidsrum, der går, før momentgrænseadvarslen tripper, styres i *parameter 14-25 Trip-forsinkelse ved momenegrænse*.

Strømgrænse

Strømgrænsen styres i *parameter 4-18 Strømgrænse*.

Hast.-grænse

Definér lavere og øvre grænser for driftshastighedsområdet med følgende parametre:

- *parameter 4-11 Motorhastighed, lav grænse [O/MIN]* eller
- *parameter 4-12 Motorhastighed, lav grænse [Hz]* og *parameter 4-13 Motorhastighed, høj grænse [O/MIN]*, eller
- *parameter 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]*

For eksempel kan driftshastighedsområdet defineres til mellem 30 og 50/60 Hz.

parameter 4-19 Maks. udgangsfrekvens begrænser den maksimale udgangshastighed, som frekvensomformerer kan yde.

ETR

ETR er en elektronisk funktion, der simulerer et bimetalrelæ på basis af interne målinger. ETR-karakteristika er vist i *Illustration 2.18*.

Spænd.-grænse

Frekvensomformerer slukkes for at beskytte transistorerne og DC-link-kondensatorerne, når der nås et vist indkodet spændingsniveau.

Overtemperatur

Frekvensomformerer har indbyggede temperaturfølere og reagerer straks på kritiske værdier via indkodede grænser.

2.5.7 Automatisk derating

Frekvensomformerer undersøger hele tiden, om der er kritiske niveauer:

- Høj temperatur på styrekortet eller kølepladen
- Høj motorbelastning
- Høj DC-link-spænding
- Lav motorhastighed

Som respons på et kritisk niveau kan frekvensomformerer justere switchfrekvensen. Ved høje interne temperaturer og lav motorhastighed kan frekvensomformerer også tvinge PWM-mønstret til SFAVM.

BEMÆRK!

Den automatiske derating er anderledes, når *parameter 14-55 Udgangsfiler* er indstillet til [2] *Sinusbølgefiler fast*.

2.5.8 Automatisk energioptimering

Automatisk energioptimering (AEO) får frekvensomformereren til kontinuerligt at overvåge belastningen på motoren og justere udgangsspændingen for at maksimere virkningsgrad. Ved let belastning reduceres spændingen og motorstrømmen minimeres. Motoren drager nytte af den øgede virkningsgrad, reduceret opvarmning, og mere støjsvag drift. Der er ikke behov for at vælge en V/Hz-kurve, da frekvensomformereren automatisk justerer motorspændingen.

2.5.9 Automatisk switchfrekvensmodulering

Frekvensomformereren genererer korte elektriske pulser, så der skabes et AC-bølgemønster. Switchfrekvensen er hastigheden af disse pulser. En lav switchfrekvens (langsom pulshastighed) forårsager støj i motoren, hvilket betyder, at en højere switchfrekvens er at foretrække. En høj switchfrekvens genererer dog varme i frekvensomformereren, hvilket kan begrænse mængden af strøm, som er tilgængelig for motoren.

Automatisk switchfrekvensmodulering regulerer disse forhold automatisk for at opnå den højeste switchfrekvens uden overophedning af frekvensomformereren. Når der leveres reguleret høj switchfrekvens, dæmpes motorens driftsstøj ved langsomme hastigheder, når styring af hørbar støj er kritisk, og medfører fuld udgangsstrøm til motoren, når det kræves.

2.5.10 Automatisk derating for høj switchfrekvens

Frekvensomformereren er beregnet til kontinuerlig drift ved fuld belastning ved switchfrekvenser mellem 3,0 og 4,5 kHz (dette frekvensområde afhænger af effektstørrelse). En switchfrekvens, der overstiger det maksimale tilladte område, genererer øget varme i frekvensomformereren og kræver, at udgangsstrømmen derates.

En automatisk funktion i frekvensomformereren er styring af belastningsafhængig switchfrekvens. Denne funktion tillader, at motoren drager nytte af så høj en switchfrekvens, som belastningen tillader.

2.5.11 Automatisk derating for overtemperatur

Automatisk derating af overtemperatur fungerer for at forhindre, at frekvensomformereren tripper ved høj temperatur. Interne temperaturfølere måler forholdene for at beskytte effektkomponenterne mod overophedning. Omformereren kan automatisk reducere switchfrekvensen for at opretholde egen driftstemperatur inden for sikre grænser. Efter reducere af switchfrekvensen kan

omformereren også reducere udgangsfrekvensen og strømmen med op til 30 % for at undgå et trip ved overtemperatur.

2.5.12 Auto-rampning

En motor, der prøver at accelerere en belastning for hurtigt i forhold til den tilgængelige strøm, kan forårsage, at omformereren tripper. Det samme gælder for en for hurtig deceleration. Auto-rampning beskytter mod disse situationer ved at forlænge motorens rampningshastighed (acceleration eller deceleration) for at kunne matche den tilgængelige strøm.

2.5.13 Strømgrænsekredsløb

Når en belastning overstiger frekvensomformerens strømkapacitet under normal drift (fra en underdimensioneret omformer eller motor), reducerer strømgrænsen udgangsfrekvensen til at rampe motoren ned og reducere belastningen. En justérbar timer er tilgængelig til at begrænse driften i denne tilstand i 60 sek eller mindre. Fabriksindstillingens grænse er 110 % af den nominelle motorstrøm for at minimere overstrømsbelastning.

2.5.14 Effektdudsving i ydeevne

Frekvensomformereren kan modstå udsving i netforsyningen så som:

- Transienter
- Kortvarige udfald
- Korte spændingstab
- Spændingsbølger

Frekvensomformereren kompenserer automatisk for indgangsspændinger ± 10 % fra den nominelle, så der opnås fuld nominel motorspænding og moment. Når auto-genstart er valgt, starter frekvensomformereren automatisk op efter et spændingstrip. Med flying start synkroniserer frekvensomformereren til motorens omdrejningsretning før start.

2.5.15 Soft start af motoren

Frekvensomformereren leverer den korrekte mængde strøm til motoren for at overvinde belastningsinerti og få motoren op i hastighed. Dette forhindrer, at fuld netspænding påføres en stationær eller langsomtdrejende motor, hvilket genererer høj strøm og varme. Denne indbyggede soft start-funktion reducerer den termiske belastning og mekanisk belastning, forlænger motorens levetid og giver mere støjsvag systemdrift.

2.5.16 Resonansdæmpning

Højfrekvent resonansstøj i motoren kan elimineres ved hjælp af resonansdæmpning. Det er muligt at vælge frekvensdæmpning automatisk eller manuelt.

2.5.17 Temperaturkontrollerede ventilatorer

De interne køleventilatorer er temperaturstyrede af følere i frekvensomformerer. En køleventilator kører ofte ikke under drift med lav belastning, eller når den er i sleep mode eller standby-tilstand. Dette reducerer støj, øger virkningsgraden og forlænger ventilatorens driftslevetid.

2.5.18 EMC-overensstemmelse

Elektromagnetisk forstyrrelse (EMI) eller radiofrekvensforstyrrelse (RFI, i tilfælde af radiofrekvens) er forstyrrelser, som kan påvirke et elektrisk kredsløb pga. elektromagnetisk induktion eller stråling fra en ekstern kilde. Frekvensomformerer er konstrueret til at overholde EMC-produktstandarden for frekvensomformere IEC 61800-3 såvel som europæisk standard EN 55011. For at overholde emissionsniveauerne i EN 55011 skal motorkablet være skærmet og korrekt afsluttet. For flere oplysninger om EMC-ydeevne se *kapitel 3.2.2 EMC-testresultater*.

2.5.19 Måling af strøm på alle tre motorfaser

Udgangsstrøm til motoren måles kontinuerligt på alle 3 faser for at beskytte frekvensomformerer og motoren mod kortslutninger, jordingsfejl og fasetab. Jordingsfejl på udgange detekteres omgående. Hvis en motorfase er tabt, stopper frekvensomformerer øjeblikkeligt og rapporterer hvilken fase, der mangler.

2.5.20 Galvanisk adskillelse af styreklemmer

Alle styreklemmer og udgangsrelæklemmer er galvanisk adskilt fra netforsyningen. Dette betyder, at styreenhedens kredsløb er helt beskyttet mod indgangsstrøm. Udgangsrelæklemmerne kræver deres egen jording. Denne adskillelse overholder de strenge beskyttende krav for ekstra lav spænding (PELV) til isolering.

De komponenter, der udgør den galvaniske adskillelse, er:

- Strømforsyning, inkl. signalisolering.
- Gate drive til IGBT'ere, triggertransformere og optokoblere.
- Udgangsstrømmen, Hall-effekt transducere.

2.6 Tilpassede applikationsfunktioner

Tilpassede applikationsfunktioner er de mest almindelige funktioner, der er programmeret i frekvensomformerer, til opnåelse af bedre systemydelse. De kræver kun mindre programmering eller opsætning. Forståelse for, at disse funktioner er tilgængelige, kan optimere et systemdesign og muligvis undgå, at der introduceres redundante komponenter eller funktionalitet. Se *Programming Guiden* for instruktioner om, hvordan disse funktioner aktiveres.

2.6.1 Automatisk motortilpasning

Automatisk motortilpasning (AMA) er en automatiseret testprocedure, der anvendes til at måle motorens elektriske karakteristik. AMA giver en nøjagtig elektronisk model af motoren. Det giver frekvensomformerer mulighed for at beregne optimal ydeevne og virkningsgrad med motoren. Kørsel af AMA-proceduren maksimerer også frekvensomformerens automatiske energioptimeringsfunktion. AMA udføres, uden at motoren roterer, og uden at belastningen fra motoren frakobles.

2.6.2 Termisk motorbeskyttelse

Termisk motorbeskyttelse kan opnås på tre måder:

- Via direkte temperaturføling, via én af følgende:
 - PTC-føler i motorviklingerne og forbundet på en standard AI eller DI.
 - PT100 eller PT1000 i motorviklingerne og motorlejer, tilsluttet på VLT® følerindgangskort MCB 114.
 - PTC-termistorindgang på VLT® PTC-termistorkort MCB 112 (ATEX godkendt).
- Mekanisk termisk kontakt (Klixon-type) på en DI.
- Via det indbyggede elektroniske termorelæ (ETR) for asynkrone motorer.

ETR beregner motortemperaturen ved at måle strøm, frekvens og driftstid. Frekvensomformerer viser den termiske belastning på motoren i procent og kan afgive en advarsel ved et programmerbart overbelastningssætpunkt. Programmerbare optioner ved overbelastningen gør det muligt for frekvensomformerer at stoppe motoren, reducere udgangsstrømmen, eller ignorere tilstanden. Selv ved lave hastigheder overholder frekvensomformerer standarder beskrevet i I2t Class 20 vedrørende elektronisk overbelastning af motor.

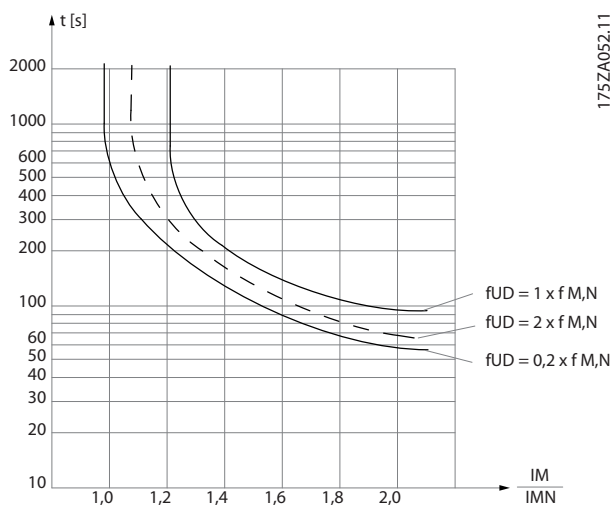


Illustration 2.18 ETR-karakteristika

X-aksen i *Illustration 2.18* viser forholdet mellem I_{motor} og I_{motor} nominel. Y-aksen viser tidsrummet i sekunder, inden ETR kobler ud og tripper frekvensomformereren. Kurverne viser den karakteristiske nominelle hastighed ved den dobbelte nominelle hastighed og ved 0,2 x den nominelle hastighed.

Ved lavere hastighed kobler ETR ud ved en lavere temperatur på grund af mindre køling af motoren. Dette forhindrer, at motoren overophedes selv ved lave hastigheder. Funktionen ETR beregner motortemperaturen på basis af den faktiske strøm og hastighed. Den udregnede temperatur kan ses som en udlæsningsparameter i *parameter 16-18 Termisk motorbelastning*.

2.6.3 Netudfald

I tilfælde af netudfald fortsætter frekvensomformereren, indtil mellemkredsspændingen kommer ned under mindste stopniveau, hvilket typisk er 15 % under den laveste nominelle forsyningsspænding. Netspændingen før afbrydelsen bestemmer sammen med motorbelastningen, hvor længe der skal gå, før frekvensomformereren friløber.

Frekvensomformereren kan konfigureres (*parameter 14-10 Netfejl*) til forskellige typer adfærd under netudfald, f.eks.:

- Triplås når DC-link er brugt.
- Friløb med flying start, når netforsyningen vender tilbage (*parameter 1-73 Indkobling på roterende motor*).
- Kinetisk backup.
- Kontrolleret nedrampning.

Flying start

Dette valg gør det muligt at fange en motor, som roterer frit som følge af netudfald. Denne option er relevant for centrifuger og ventilatorer.

Kinetisk backup

Dette valg sikrer, at frekvensomformereren kører, så længe der er energi i systemet. Ved korte netudfald gendannes driften, når netforsyningen vender tilbage, uden at applikationen bringes til et stop eller styringen mistes på noget tidspunkt. Flere udgaver af kinetisk backup kan vælges.

Konfigurer frekvensomformerens adfærd ved netudfald i *parameter 14-10 Netfejl* og *parameter 1-73 Indkobling på roterende motor*.

2.6.4 Indbyggede PID-styreenheder

De fire indbyggede proportionelle, integrerede, afledte (PID) styreenheder fjerner behovet for ekstra styringsapparater.

En af PID-styreenhederne opretholder konstant styring af systemer med lukket sløjfe, hvor reguleret tryk, gennemstrømning, temperatur eller andre systemkrav skal opretholdes. Frekvensomformereren kan yde uafhængig styring af motorhastighed som reaktion på feedbacksignaler fra fjernbetjente følere. Frekvensomformereren har plads til to feedbacksignaler fra to forskellige apparater. Denne funktion giver mulighed for at regulere et system med forskellige feedbackkrav. Frekvensomformereren træffer styringsbeslutninger ved at sammenligne de to signaler, så systemydeevnen optimeres.

Brug de tre yderligere og uafhængige styreenheder til styring af andet procesudstyr, som f.eks. kemiske fødepumper, ventilstyring eller gennemluftning ved forskellige niveauer.

2.6.5 Automatisk genstart

Frekvensomformereren kan programmeres til automatisk at genstarte motoren efter et mindre trip, som f.eks. kortvarige effekttab eller udsving. Denne funktion fjerner behovet for manuel nulstilling og øger automatiseret drift af fjernbetjente styrede systemer. Antallet af genstarts-forsøg samt varigheden mellem dem kan begrænses.

2.6.6 Flying start

Flying start giver frekvensomformereren mulighed for at synkronisere med en kørende motor, der roterer ved op til fuld hastighed i enhver retning. Dette forhindrer trip på grund af overstrømstræk. Det minimerer mekanisk stres på systemet, da motoren ikke modtager pludselige ændringer i hastighed, når frekvensomformereren starter.

2.6.7 Fuldt moment ved reduceret hastighed

Frekvensomformerer følger en variabel V/Hz-kurve for at kunne give fuld motormoment selv ved reducerede hastigheder. Fuld udgangsmoment kan falde sammen med den maksimalt designede driftshastighed af motoren. Dette er forskelligt fra omformere med variabelt moment, der giver reduceret motormoment ved lav hastighed, eller omformere med konstant moment, der giver overskydende spænding, varme og motorstøj ved mindre end fuld hastighed.

2.6.8 Frekvens-bypass

I nogle applikationer kan systemet have driftshastigheder, der skaber mekanisk resonans. Dette kan generere for meget støj og muligvis skade mekaniske komponenter i systemet. Frekvensomformerer har fire programmerbare bypass-frekvens-båndbredder. Disse tillader, at motoren går over hastigheder, der forårsager systemresonans.

2.6.9 Motorforvarmer

For at forvarme en motor i kolde eller våde miljøer kan en lille mængde DC-strøm sive kontinuerligt ind i motoren for at beskytte den mod kondensdannelse og kold start. Dette kan fjerne behovet for en rumopvarmer.

2.6.10 Fire programmerbare opsætninger

Frekvensomformerer har fire opsætninger, som kan programmeres individuelt. Med multiopsætning er det muligt at skifte mellem individuelt programmerede funktioner, der aktiveres af digitale indgange eller en seriel kommando. Individuelle opsætninger bruges f.eks. til at ændre referencer, eller til dag-/nat- eller sommer-/vinterdrift, eller til at styre flere motorer. Aktivt setup vises i LCP'et.

Opsætningsdata kan kopieres fra frekvensomformer til frekvensomformer via download af oplysningerne fra det aftagelige LCP.

2.6.11 Dynamisk bremsning

Dynamisk bremse etableres ved:

- **Modstandsbremse**
En bremse-IGBT holder overspændingen under en vis grænse ved at dirigere bremseenergien fra motoren til den tilsluttede bremsemodstand (*parameter 2-10 Bremsfunktion* = [1]).
- **AC-bremse**
Bremseenergien distribueres i motoren ved at ændre betingelserne for tab i motoren. AC-bremsefunktionen kan ikke bruges i applikationer med høj slutte- og brydefrekvens, da dette overopheder motoren (*parameter 2-10 Bremsfunktion* = [2]).

2.6.12 DC-bremsning

Nogle applikationer kan kræve bremsning af en motor for at gøre den langsommere eller stoppe den. Påføring af jævnstrøm til motoren bremser motoren og kan fjerne behovet for en separat motorbremse. DC-bremsning kan indstilles til at blive aktiveret ved en forudbestemt frekvens eller ved modtagelse af et signal. Bremseshastigheden kan også programmeres.

2.6.13 Sleep mode

Sleep mode standser automatisk motoren, når behovet er lavt i et fastsat tidsrum. Når behovet i systemet øges, genstarter omformerer motoren. Sleep mode giver energibesparelser og reducerer slitage på motoren. I modsætning til et setback-ur, er omformerer altid klar til at køre, når det forudindstillede wake-up-krav er nået.

2.6.14 Startbeting.

Omformerer kan vente på et eksternt system-klar-signal, før den starter. Når denne funktion er aktiv, forbliver omformerer stoppet, indtil tilladelse til at starte er modtaget. Startbetingelserne sikrer, at systemet eller ekstraudstyr er i korrekt tilstand, før det er tilladt for omformerer at starte motoren.

2.6.15 Smart Logic Control (SLC)

Smart Logic Control (SLC) er en sekvens af brugerdefinerede handlinger (se *parameter 13-52 SL styreenh.-handling* [x]), som afvikles af SLC, når den tilknyttede brugerdefinerede *hændelse* (se *parameter 13-51 SL styreenhed.-hændelse* [x]) evalueres som SAND af SLC. Betingelsen for en hændelse kan være en særlig status, eller at resultatet af en logisk regel eller en sammenlignesoperand bliver SAND. Dette medfører en tilknyttet handling som vist i *Illustration 2.19*.

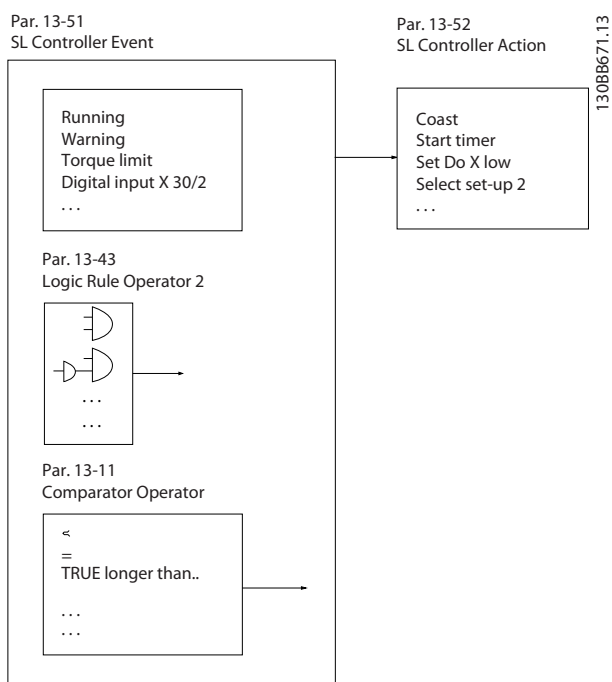


Illustration 2.19 SCL hændelse og handling

Hver handling og hændelse nummereres og sammenkædes i par (tilstande). Dette betyder, at når *hændelse* [0] opfyldes (opnår værdien SAND), udføres *handling* [0]. Derefter vil betingelserne for *hændelse* [1] blive evalueret, og hvis de evalueres som SANDE, vil *handling* [1] blive udført osv. Der evalueres kun én *hændelse* ad gangen. Hvis en *hændelse* evalueres som FALSK, sker der ingenting (i SLC) i løbet af det aktuelle scanningsinterval, og der evalueres ingen andre *hændelser*. Dette betyder, at SLC ved start evaluerer *hændelse* [0] (og kun *hændelse* [0]) ved hvert scanningsinterval. Først når *hændelse* [0] evalueres som SAND, udfører SLC *handling* [0] og påbegynder evalueringen af *hændelse* [1]. Der kan programmeres 1 til 20 *hændelser* og *handlinger*. Når den sidste *hændelse/handling* er blevet afviklet, vil sekvensen begynde forfra fra *hændelse* [0]/*handling* [0]. *Illustration 2.20* viser et eksempel med fire *hændelser/handlinger*:

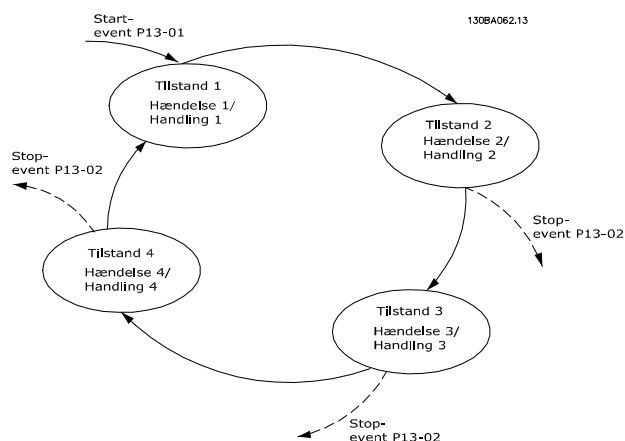


Illustration 2.20 Udførelsens rækkefølge, når fire hændelser/handlinger programmeres

Sammenlignere

Sammenlignere bruges til sammenligning af kontinuerlige variable (udgangsfrekvens, udgangsstrøm, analog indgang osv.) med faste preset-værdier.

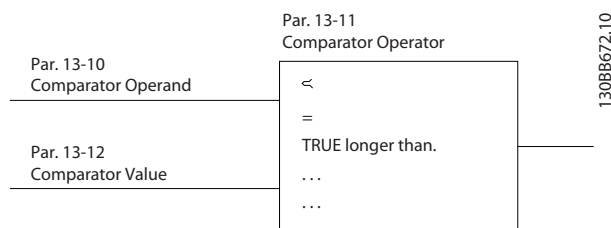


Illustration 2.21 Sammenlignere

Logiske regler

Kombinerer op til tre booleske indgange (SAND-/FALSK-indgange) fra timere, sammenlignere, digitale indgange, status bit og hændelser ved hjælp af de logiske operatører OG, ELLER og IKKE.

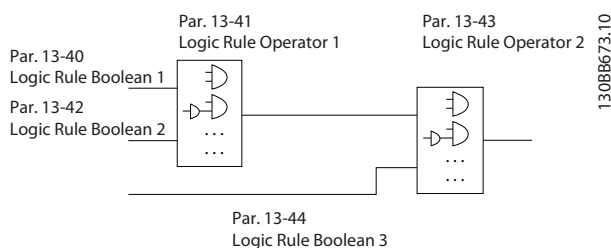


Illustration 2.22 Logiske regler

De logiske regler, timere, og sammenlignere kan også tilbruges uden for SLC-sekvensen.

Et eksempel på SLC kan ses i *kapitel 4.3 Eksempler på applikationsopsætninger*.3

2.6.16 STO-funktion

Frekvensomformerer fås med STO-funktionen via styreklemme 37. STO deaktiverer styrespændingen til effekthalvlederne på frekvensomformerens udgangsfase. Dette forhindrer så generering af den spænding, der kræves for at rotere motoren. Når STO-funktionen (klemme 37) aktiveres, afgiver frekvensomformerer en alarm, tripper apparatet og får motoren til at køre friløb indtil standsning. Der kræves en manuel genstart. STO-funktionen kan benyttes som nødstop for frekvensomformerer. I normal driftstilstand, når STO ikke er påkrævet, skal den almindelige stopfunktion benyttes. Sørg for, at kravene i ISO 12100-2 paragraf 5.3.2.5 er opfyldt, når automatisk genstart anvendes,

Ansvarsbetingelser

Det er brugerens ansvar at sikre, at det personale, der monterer og betjener STO-funktionen:

- har læst og forstået sikkerhedsforskrifterne vedrørende helbred, sikkerhed og forebyggelse af ulykker.
- har et godt kendskab til de generiske og sikkerhedsmæssige standarder, der gælder for den specifikke applikation.

En bruger er defineret som:

- Integrator
- Operatør
- Servicetekniker
- Vedligeholdelsestekniker

Standarder

Brugen af STO på klemme 37 kræver, at brugeren følger alle sikkerhedsforanstaltninger, herunder relevante love, bestemmelser og retningslinjer. Den valgfri STO-funktion overholder følgende standarder:

- EN 954-1: 1996 Kategori 3
- IEC 60204-1: 2005 kategori 0 - ukontrolleret standsning
- 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 (EN 1037) – forebyggelse af utilsigtet opstart

Oplysningerne og instruktionerne her er ikke tilstrækkelige til at sikre korrekt og sikker brug af STO-funktionen. For detaljerede oplysninger om STO henvises der til VLT® Safe Torque Off Betjeningsvejledning

Beskyttelsesforanstaltninger

- Kun kvalificeret og uddannet personale må montere og idriftsætte tekniske sikkerhedssystemer
- Apparatet skal monteres i et IP54-skab eller i et tilsvarende miljø. For særlige applikationer kræves en højere IP-grad.
- Kablet mellem klemme 37 og det eksterne sikkerhedsudstyr skal beskyttes mod kortslutning i overensstemmelse med ISO 13849-2 tabel D.4.
- Når eksterne kræfter påvirker motoren (f.eks. hængende belastninger), kræves der yderligere foranstaltninger (f.eks. en sikkerhedsreguleringsbremse) for at undgå farlige situationer.

2.7 Fejl-, advarsels- og alarmfunktioner

Frekvensomformerer overvåger mange aspekter af systemdriften, herunder netforsynings forhold, motorbelastning og ydeevne, samt omformerstatus. En alarm eller advarsel indikerer ikke nødvendigvis et problem i selve frekvensomformerer. Det kan være en tilstand uden for omformerer, der overvåges for ydeevnegrænser. Omformerer har forskellige forud-programmerede svar på fejl, advarsler og alarmer. Vælg yderligere alarm- og advarselsfunktioner for at øge eller justere ydeevnen i systemet.

Dette afsnit beskriver almindelige alarm- og advarselsfunktioner. Forståelse for, at disse funktioner er tilgængelige, kan optimere et systemdesign og muligvis undgå, at der introduceres redundante komponenter eller funktionalitet.

2.7.1 Drift ved overtemperatur

Som standard afgiver frekvensomformerer en alarm og trip ved overtemperatur. Hvis *Auto-derate* og *advarsel* er valgt, vil frekvensomformerer advare om tilstanden men fortsætte med at køre og forsøge at afkøle sig selv ved først at reducere switchfrekvensen. Den vil derefter reducere udgangsfrekvensen, hvis det er nødvendigt.

Autoderating erstatter ikke brugerindstillinger for derating for omgivelsestemperatur (se *kapitel 5.3 Derating for omgivelsestemperatur*).

2.7.2 Høj og lav referenceadvarsel

Under drift med åben sløjfe bestemmer referencesignalet direkte omformerens hastighed. Displayet viser en blinkende høj eller lav referenceadvarsel, når det programmerede maksimum eller minimum er nået.

2.7.3 Høj og lav feedbackadvarsel

Under drift med lukket sløjfe overvåges de valgte høje og lave feedbackværdier af omformerens. Displayet viser en blinkende høj eller lav advarsel i de relevante tilfælde. Omformerens kan også overvåge feedbacksignaler ved drift med åben sløjfe. Selvom signaler ikke påvirker drift af omformerens med åben sløjfe, kan de være nyttige for indikering af systemstatus lokalt eller via seriel kommunikation. Frekvensomformerens håndterer 39 forskellige måleenheder.

2.7.4 Faseubalance eller fasetab

For meget rippelstrøm i DC-bussen angiver enten en ubalance i netfasen eller fasetab. Når en effektphase til omformerens går tabt, er standardhandlingen at afgive en alarm og trippe apparatet for at beskytte DC-bussens kondensatorer. Andre muligheder er at afgive en advarsel og reducere udgangsstrømmen til 30 % af fuld strøm, eller at afgive en advarsel og fortsætte med normal drift. Drift af et apparat, der er tilsluttet en netforsyning med ubalance, kan være at foretrække, indtil ubalancen rettes.

2.7.5 Høj frekvens advarsel

Kan være nyttigt ved overgang til yderligere udstyr, som f.eks. pumper eller køleventilatorer, da omformerens kan advare, når motorhastigheden er høj. En specifik indstilling med høj frekvens kan indlæses i omformerens. Hvis udgangen overstiger den indstillede advarselsfrekvens, viser apparatet en advarsel om høj frekvens. En digital udgang fra omformerens kan signalere overgang for eksterne apparater.

2.7.6 Lav frekvens advarsel

Dette kan være nyttigt ved overgang af udstyr, da omformerens kan advare, når motorhastigheden er lav. En specifik indstilling med lav frekvens kan vælges til at advare og lade eksterne apparater afvikle ved overgang. Apparatet vil ikke afgive en lav frekvens advarsel, når det standses og heller ikke ved op start, indtil efter driftfrekvensen er nået.

2.7.7 Advarsel, strøm høj

Denne funktion minder om en høj frekvens-advarsel, dog anvendes en indstilling med høj strøm til at afgive en advarsel og overgang til yderligere udstyr. Funktionen er ikke aktiv, når den er standset eller ved op start, før den indstillede strøm er nået.

2.7.8 Advarsel, strøm lav

Denne funktion minder om en lav frekvens-advarsel (se kapitel 2.7.6 *Lav frekvens advarsel*), dog anvendes en indstilling med lav strøm til at afgive en advarsel og lade udstyr afvikle ved overgang. Funktionen er ikke aktiv, når den er standset eller ved op start, før den indstillede strøm er nået.

2.7.9 Uden belastning/advarsel, kilremsbrud

Denne funktion bruges til at overvåge en situationen uden belastning, for eksempel en V-kilerem. Efter en lav strømgrænse er lagret i omformerens, hvis tab af belastningen registreres, kan omformerens programmeres til at afgive en alarm og trip, eller at fortsætte driften og afgive en advarsel.

2.7.10 Tabt seriel grænseflade

Frekvensomformerens kan registrere tab af seriel kommunikation. En tidsforsinkelse på op til 99 sek. kan vælges for at undgå et svar pga. afbrydelser på den serielle kommunikationsbus. Når forsinkelsen er overskredet, er følgende optioner tilgængelige for apparatet for at kunne:

- Opretholde den seneste hastighed.
- Gå til maksimum hastighed.
- Gå til en forudindstillet hastighed.
- Stoppe og afgive en advarsel.

2.8 Brugergrænseflader og programmering

Frekvensomformerens bruger parametrene til at programmere applikationsfunktioner. Parametre indeholder en beskrivelse af en funktion og en menu med optioner, som der enten kan vælges fra, eller til at indtaste numeriske værdier. Et eksempel på en programmeringsmenu er vist i *Illustration 2.23*.

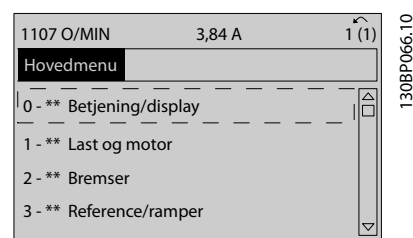


Illustration 2.23 Eksempel på programmeringsmenu

Lokal brugergrænseflade

Til lokal programmering bliver parametre tilgængelige, når der trykkes på enten [Quick Menu] eller [Main Menu] på LCP'et.

Kvikmenuen er beregnet til den indledende opstart og motorkarakteristika. Hovedmenuen giver adgang til alle parametre og giver mulighed for avanceret programmering af applikationer.

Fjernbetjent brugergrænseflade

Til fjernbetjent programmering tilbyder Danfoss et softwareprogram til udvikling, lagring og overførsel af programmeringsoplysninger. Med MCT 10-opsætningssoftware kan brugeren koble en computer til frekvensomformereren og udføre onlineprogrammering i stedet for at bruge LCP-tastaturet. Eller programmering kan udføres offline og blot downloades ind i apparatet. Hele frekvensomformerens profil kan overføres til pc med henblik på backup eller analyse. Et USB-stik og RS-485-klemme er tilgængelige og kan tilsluttes frekvensomformereren.

MCT 10-opsætningssoftware kan hentes gratis på www.VLT-software.com. Der kan også bestilles en cd med varenummer 130B1000. I brugermanualen findes detaljerede betjeningsanvisninger. Se også *kapitel 2.8.2 Pc-software*.

Programmering af styreklemmer

- Hver styreklemme har særlige funktioner, som de hver især kan udføre.
- Parametre, der er tilknyttet denne klemme, aktiverer funktionsvalgene.
- For at omformereren kan fungere korrekt ved brug af styreklemmer, skal klemmerne være:
 - Tilsluttet korrekt.
 - Programmeret til den tilsligtede funktion.

2.8.1 LCP-betjeningspanel

LCP-betjeningspanelet er et grafisk display foran på apparatet, som via trykknapsstyring og displayvisninger giver følgende oplysninger på brugergrænsefladen: status meddelelser, advarsler og alarmer, programmeringsparametre, mm. En numerisk display er også tilgængeligt med begrænsede displaymuligheder. *Illustration 2.24* viser LCP'et.

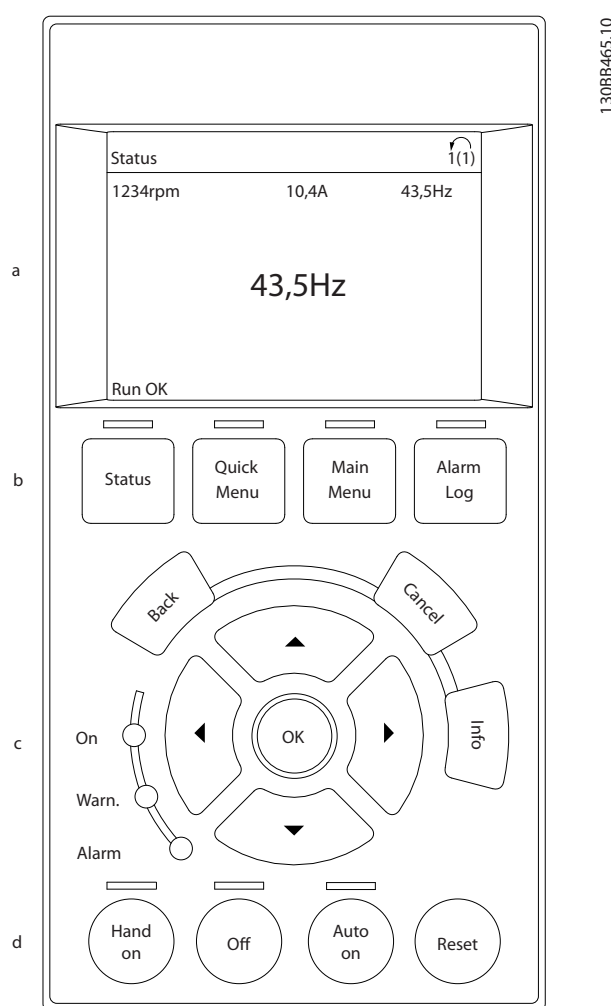


Illustration 2.24 LCP-betjeningspanel

2.8.2 Pc-software

Pc'en tilsluttes via et standard-USB-kabel (vært/enhed) eller via RS-485-grænsefladen.

USB er en seriel bus, der anvender 4 skærmede ledninger med jordsikringsstift 4 på skærmen i pc'ens USB-port. Når pc'en sluttes til en frekvensomformer via USB-kablet, kan pc'ens USB-værtscontroller blive beskadiget. Alle standard-pc'er fremstilles uden galvanisk adskillelse i USB-porten. En potentialeforskel i jordledningerne, der opstår, fordi anbefalingerne i *betjeningsvejledningen* ikke følges, kan skade USB-værtscontrolleren gennem USB-kablets afskærmning.

Det anbefales at bruge en USB-isolator med galvanisk adskillelse for at beskytte pc'ens USB-værtscontroller mod potentialeforskelle i jordledningerne, når pc'en sluttes til en frekvensomformer via et USB-kabel.

Brug ikke et pc-strømkabel med et jordstik, når pc'en sluttes til frekvensomformereren via et USB-kabel. Det reducerer potentialeforskellen i jordledningerne, men

fjerner ikke alle potentialeforskelle pga. jordforbindelsen og skærmen, der er sluttet til pc'ens USB-port.

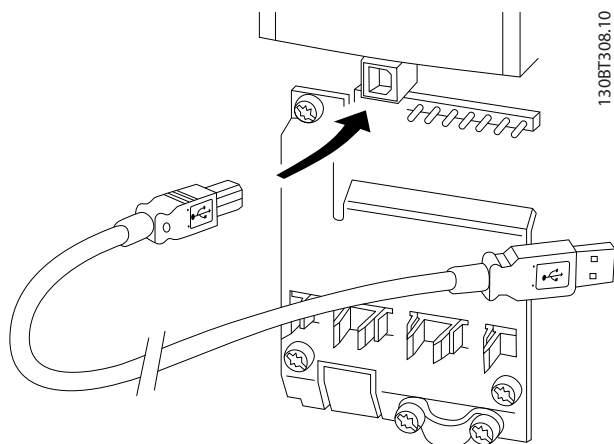


Illustration 2.25 USB-tilslutning

2.8.2.1 MCT 10-opsætningssoftware

MCT 10-opsætningssoftware er udviklet til idriftsættelse og vedligeholdelse af frekvensomformerer og inkluderer vejledning til programmering af kaskadestyreenhed, realtidsur, Smart Logic Controller og forebyggende vedligeholdelse.

Denne software gør det nemt at holde styr på alle detaljer og giver et godt overblik over både små og store systemer. Værktøjet håndterer alle frekvensomformerserier, VLT® advanced active filters samt VLT® softstarter-relateret data.

Eksempel 1: Datalagring i LCP via MCT 10-opsætningssoftware

1. Slut en pc til apparatet via USB eller via RS-485-grænsefladen.
2. Åbn MCT 10-opsætningssoftware.
3. Vælg USB-porten eller RS-485-grænsefladen.
4. Vælg *copy*.
5. Vælg punktet *project*.
6. Vælg *paste*.
7. Vælg *save as*.

Alle parametre gemmes nu.

Eksempel 2: Dataoverførsel fra pc til frekvensomformer via MCT 10-opsætningssoftware

1. Slut en pc til apparatet via USB-porten eller via RS-485-grænsefladen.
2. Åbn MCT 10-opsætningssoftware.
3. Vælg *Open* – de gemte filer vises.
4. Åbn den relevante fil.
5. Vælg *Write to drive*.

Alle parametre overføres nu til frekvensomformerer.

Der findes en separat manual til MCT 10-opsætningssoftware. Download softwaren og manualen fra www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/.

2.8.2.2 VLT® Harmonics Calculation Software MCT 31

Pc-værktøjet MCT 31 til beregning af harmonisk forvrængning giver mulighed for nemt at anslå den harmoniske forvrængning i en bestemt applikation. Harmonisk forvrængning for både Danfoss-frekvensomformere og andre ikke-Danfoss-frekvensomformere med forskellige andre harmoniske reduktionsapparater, herunder Danfoss AHF-filtre og 12-18-pulsensrettere, kan beregnes.

MCT 31 kan også hentes fra www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/.

2.8.2.3 Harmonics Calculation Software (HCS)

HCS er en avanceret version af harmonic calculation-værktøjet. De beregnede resultater sammenlignes med relevante normer og kan udskrives efterfølgende.

For flere oplysninger se www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START

2.9 Vedligeholdelse

Danfoss frekvensomformermodeller op til 90 kW er vedligeholdelsesfri. Stærkstrømsfrekvensomformere (110 kW-klassificeret eller mere) har indbyggede filtermåtter, som kræver periodisk rengøring af operatøren, afhængigt af mængden af støveksposering og forureningsstoffer. Vedligeholdelsesintervaller for køleventilatorer (ca. 3 år) og kondensatorer (ca. 5 år) anbefales i de fleste miljøer.

2.9.1 Opbevaring

Som enhver anden form for elektronisk udstyr skal frekvensomformere opbevares tørt. Periodisk formning (kondensatoropladning) er ikke nødvendig ved opbevaring.

Det anbefales at holde udstyret forseglet i dets emballage, indtil installation finder sted.

3 Systemintegration

Dette kapitel beskriver de overvejelser, der er nødvendige for at integrere frekvensomformerer i et systemdesign.

Kapitlet er opdelt i følgende afsnit:

- *Kapitel 3.1 Omgivende driftsforhold*
Omgivende driftsforhold for frekvensomformerer herunder miljø, kablinger, temperatur, derating og andre overvejelser.
- *Kapitel 3.3 Netforsyningsintegrering*
Indgang i frekvensomformerer fra netforsyningssiden herunder effekt, harmoniske strømme, overvågning, kabelføring, sikringer og andre overvejelser.
- *Kapitel 3.2 EMC, beskyttelse mod harmoniske strømme og overgang til jord*
Indgang (regenerering) fra frekvensomformerer til strømkredsløbet herunder effekt, harmoniske strømme, overvågning og andre overvejelser.
- *Kapitel 3.4 Motorintegrering*
Udgang fra frekvensomformerer til motoren herunder motortyper, belastning, overvågning, kabelføring og andre overvejelser.
- *Kapitel 3.5 Yderligere indgange og udgange, Kapitel 3.6 Mekanisk planlægning*
Integrering af frekvensomformerens indgang og udgang for optimal systemdesign herunder frekvensomformer/matching af motor, systemkarakteristika og andre overvejelser.

Et omfattende systemdesign forventer og imødegår potentielle problemområder, samtidig med at der implementeres den mest effektive kombination af omformerfunktioner. De indhentede oplysninger giver retningslinjer for planlægning og specificering af et motorstyret system, der omfatter frekvensomformere.

Driftsfunktioner giver en række designkoncepter, fra enkel motorhastighedsstyring til et fuldt integreret automations-system med feedbackhåndtering, rapportering af driftsstatus, automatiserede svar på fejl, fjernprogrammering, mm.

Et komplet designkoncept omfatter detaljeret specificering af behovene og anvendelse.

- Frekvensomformertyper
- Motorer
- Netforsyningskrav
- Styringsstruktur og programmering
- Seriel kommunikation
- Udstyrets størrelse, form og vægt

- Effekt og krav til styrekabler; type og længde
- Sikringer
- Ekstraudstyr
- Transport og opbevaring

Se *kapitel 3.9 Afkrydsningsliste for systemdesign* for en praktisk guide til valg og design.

Forståelse af funktioner og strategimuligheder kan optimere et systemdesign og muligvis undgå, at der introduceres redundante komponenter eller funktionalitet.

3.1 Omgivende driftsforhold

3.1.1 Luftfugtighed

Selv om frekvensomformerer kan fungere korrekt ved høj luftfugtighed (op til 95 % relativ luftfugtighed), skal kondensdannelse undgås. Der er særlig stor risiko for kondensdannelse, når frekvensomformerer er koldere end fugtig omgivelsesluft. Fugten i luften kan også kondensere på de elektroniske komponenter og forårsage kortslutninger. Kondensdannelse opstår i apparater uden strøm. Det er tilrådeligt at installere en kabinetvarmer, hvor der er mulighed for kondensdannelse pga. omgivelsesforholdene. Undgå montering i områder, som udsættes for frost.

Alternativt kan drift af frekvensomformerer i standbytilstand (med apparatet tilsluttet netforsyningen) reducere risikoen for kondensdannelse. Sørg for, at effekttabet er tilstrækkeligt til at holde frekvensomformerens kredsløb fri for fugt.

3.1.2 Temperatur

Grænseværdierne for maksimum og minimum omgivelsestemperatur er angivet for alle frekvensomformere. Hvis ekstreme omgivelsestemperaturer undgås, forlænges udstyrets levetid, og hele systemets pålidelighed optimeres. Følg anbefalingerne anført for maksimum ydeevne og udstyrets levetid.

- Selvom frekvensomformerer kan fungere ved temperaturer ned til -10 °C, garanteres korrekt drift ved nominel belastning kun ved temperaturer på 0 °C eller mere.
- Maksimumgrænsen for temperatur må ikke overstiges.
- Levetiden for elektroniske komponenter falder med 50 % for hver 10 °C, når den benyttes over den temperatur, som den er beregnet til.

- Selv apparater i beskyttelsesklasserne IP54, IP55 eller IP66 skal bruges inden for de angivne omgivelsestemperaturer.
- Yderligere luftkonditionering af kabinen eller monteringssted kan være nødvendig.

3.1.3 Køling

Frekvensomformere afleder effekten i form af varme. Følgende anbefalinger er nødvendige for effektiv køling af apparaterne.

- Maksimum lufttemperatur, der trænger ind i kapslingen, må aldrig overstige 40 °C (104 °F).
- Gennemsnitstemperaturen for dag/nat må ikke overstige 35 °C (95 °F).
- Monter apparatet således, at der er fri adgang for køling via luftstrøm gennem kølefinerne. Se *kapitel 3.6.1 Mindsteafstand* for korrekt montering med mindsteafstande.
- Angiver minimumkravene til mindsteafstande, både foran og bag ved apparatet, til køling af luftstrøm. Se *betjeningsvejledningen* for krav til korrekt installation.

3.1.3.1 Ventilatorer

Frekvensomformeren har indbyggede ventilatorer, der sikrer optimal køling. Hovedventilatoren tvinger luftstrømmen langs kølefinerne på kølepladen, hvilket sikrer en køling af den interne luft. Nogle effektstørrelser har en lille sekundær ventilator tæt på styrekortet, hvilket sikrer, at den interne luft cirkuleres, således at varme områder undgås.

Hovedventilatoren styres af frekvensomformerens interne temperatur, og hastigheden øges gradvist med temperaturen, hvilket reducerer støj og energiforbrug når, behovet er minimalt, og sikrer derved maksimal køling efter behov. Ventilatorstyring kan tilpasses via *parameter 14-52 Ventilatorstyring* for at imødekomme enhver applikation og for at beskytte mod negative effekter af køling i kolde klimaer. I tilfælde af overtemperatur i frekvensomformeren derater den switchfrekvens og -mønstre. Se *kapitel 5.1 Derating* for yderligere oplysninger.

3.1.3.2 Beregning af påkrævet luftstrøm til køling af frekvensomformeren

Den luftstrøm, der er påkrævet til at køle en frekvensomformer, eller flere frekvensomformere i samme kapsling, kan beregnes som følger:

1. Bestem effekttab ved maksimum udgang for alle frekvensomformere ud fra data i tabellerne i *kapitel 7 Specifikationer*.
2. Tilføj effektabsværdier for alle frekvensomformere, der kan fungere på samme tid. Den resulterende sum er varme Q, der skal overføres. Multiplicér resultatet med faktor f, læs fra *Tabel 3.1*. For eksempel, $f = 3,1 \text{ m}^3 \times \text{K/Wh}$ ved havets overflade.
3. Bestem den højeste temperatur af den luft, der trænger ind i kapslingen. Træk denne temperatur fra den ønskede temperatur i kapslingen, for eksempel 45 °C (113 °F).
4. Divider totalsummen fra trin 2 med totalsummen fra trin 3.

Beregningen udtrykkes ved formlen:

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

hvor

V = luftstrøm i m^3/t

f = faktor i $\text{m}^3 \times \text{K/Wh}$

Q = varme kan overføres i W

T_i = temperatur i kapslingen i °C

T_A = omgivelsestemperatur i °C

f = cp x p (specifik varme af luft x lufttæthed)

BEMÆRK!

Specifik varme af luft (cp) og lufttæthed (p) er ikke konstante størrelser, men afhænger af temperatur, fugtighed og atmosfærisk tryk. Derfor afhænger de af højden over havet.

Tabel 3.1 viser typiske værdier af faktoren f, beregnet for forskellige højder.

Højde	Specifik varme af luft cp	Lufttæthed p	Faktor f
[m]	[kJ/kgK]	[kg/m ³]	[m ³ ·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

Tabel 3.1 Faktor f, beregnet for forskellige højder

Eksempel

Hvilken luftstrøm er nødvendig til at køle to frekvensomformere (varmetab 295 W og 1430 W), der kører samtidigt, monteret i en kapsling med en omgivelsestemperatur, der toppe ved 37 °C?

1. Summen af varmetab for begge frekvensomformere er 1725 W.
2. Ved at multiplicere 1725 W ved 3,3 m³ x K/Wh fås 5693 m³ x K/h.
3. Ved at trække 37 °C fra 45 °C fås 8 °C (=8 K).
4. Ved at dividere 5693 m³ x K/t ved 8 K fås: 711,6 m³/h.

Hvis det er nødvendigt at angive luftstrømmen i CFM, skal konverteringen 1 m³/t = 0,589 CFM anvendes.

I eksemplet ovenfor fås 711,6 m³/h = 418,85 CFM.

3.1.4 Motorgenereret overspænding

DC-spændingen i mellemkredsen (DC-bus) øges, når motoren fungerer som en generator. Dette kan opstå på 2 måder:

- Belastningen driver motoren, når frekvensomformeren kører ved en konstant udgangsfrekvens. Dette er generelt kendt som en overhaling-belastning.
- Ved deceleration, hvis inertiet af belastningen er høj, og omformerens decelerationstid er indstillet til en kort værdi.

Frekvensomformeren kan ikke regenerere energi tilbage til indgangen. Det begrænser derfor den energi, der accepteres af motoren, når den er indstillet til at aktivere autorampning. Frekvensomformeren forsøger at gøre dette ved automatisk at forlænge rampe ned-tiden, hvis overspændingen opstår under deceleration. Hvis dette ikke lykkes, eller hvis belastningen driver motoren, når den kører med konstant frekvens, lukker omformeren ned og viser en fejl, når et kritisk spændingsniveau i DC-bussen er nået.

3.1.5 Akustisk støj

Akustisk støj fra frekvensomformeren kommer fra tre kilder:

- DC-link (mellemkreds) spoler
- Drosselspole for RFI-filer
- Interne ventilatorer

Se Tabel 7.60 vedrørende klassificering af akustisk støj.

3.1.6 Vibrationer og rystelser

Frekvensomformeren er afprøvet i henhold til en procedure, der er baseret på IEC 68-2-6/34/35 og 36. Disse tests udsætter apparatet for 0,7 g kræfter, vilkårligt over området 18 til 1.000 Hz, i tre retninger i to timer. Alle Danfoss-frekvensomformere overholder krav, der svarer til disse forhold, når apparatet er monteret på væg eller gulv, samt ved montering i tavler, der er boltet fast til vægge eller gulve.

3.1.7 Aggressive atmosfærer

3.1.7.1 Gasser

Aggressive gasser, som f.eks. svovlbrinte, klor eller ammoniak, kan beskadige elektriske og mekaniske komponenter i frekvensomformeren. Forurening af køleluften kan også forårsage gradvis nedbrydning af PCB-spør og dørpakninger. Aggressive forureningsstoffer er ofte til stede i spildevandsanlæg eller svømmehaller. Et tydeligt tegn på en aggressiv atmosfære er korroderet kobber.

I aggressive atmosfærer anbefales det at anvende begrænsede IP-kapslinger sammen med konform-coatede printplader. Se Tabel 3.2 for konform-coatede værdier.

BEMÆRK!

Frekvensomformeren leveres som standard med klasse 3C2-coating af printplader. Ved anmodning er 3C3-coating også tilgængelig.

Gasttype	Enhed	Klasse				
		3C1	3C2		3C3	
			Genne msnits værdi	Maks. værdi ¹⁾	Genne msnits værdi	Maks. værdi ¹⁾
Havsalt	n/a	Ingen	Salttåge		Salttåge	
Svovloxi der	mg/m ³	0,1	0,3	1,0	5,0	10
Svovlbri nte	mg/m ³	0,01	0,1	0,5	3,0	10
Klor	mg/m ³	0,01	0,1	0,03	0,3	1,0
Saltsyre	mg/m ³	0,01	0,1	0,5	1,0	5,0
Flussyre	mg/m ³	0,003	0,01	0,03	0,1	3,0
Ammoni ak	mg/m ³	0,3	1,0	3,0	10	35
Ozon	mg/m ³	0,01	0,05	0,1	0,1	0,3
Kvælstof	mg/m ³	0,1	0,5	1,0	3,0	9,0

Tabel 3.2 Konform-coating, klassificeringer

¹⁾ Maksimumværdier er værdier for forbigående stigninger, som ikke overstiger 30 minutter pr. dag.

3.1.7.2 Støveksponering

Installation af frekvensomformere i miljøer med stor støveksponering er ofte uundgåeligt. Støv påvirker væg- eller kapslingsmonterede apparater med IP55 eller IP66 beskyttelsesklassificering såvel som kabinetmonterede apparater med beskyttelsesklassificering IP21 eller IP20. De tre aspekter, der beskrives i dette afsnit, skal tages med i overvejelserne, når frekvensomformere installeres i sådanne miljøer.

Reduceret køling

Støv danner aflejringer på overfladen af og inde i apparatet på printplader og elektroniske komponenter. Disse aflejringer fungerer som isolerende lag og hæmmer varmeoverførelsen til omgivelsesluften, idet kølekapaciteten reduceres. Komponenterne bliver varmere. Dette medfører accelereret aldring af de elektroniske komponenter, og apparatets levetid reduceres. Støvaflejringer på kølepladen på bagsiden af apparatet reducerer også apparatets levetid.

Køleventilatorer

Luftgennemstrømningen til køling af apparatet skabes af køleventilatorer, som normalt er placeret på bagsiden af apparatet. Ventilatorhjulene har små lejer, hvorigennem støv kan trænge ind og har slibende effekt. Dette medfører lejeskader og ventilatorfejl.

Filtre

Stærkstrømsfrekvensomformere er udstyret med køleventilatorer, som blæser varm luft ud af apparatet. Ventilatorer over en vis størrelse er udstyret med filtermåtter. Disse filtre kan hurtigt blive tilstoppede, når de anvendes i støvede miljøer. Forebyggende forholdsregler er nødvendige under disse forhold.

Periodisk vedligeholdelse

Under forholdene, som er beskrevet ovenfor, er det tilrådeligt at rengøre frekvensomformeren ved periodisk vedligeholdelse. Fjern støvet fra kølepladen og ventilatorer, og rengør filtermåtterne.

3.1.7.3 Potentielt eksplosive atmosfærer

Drift af systemer i potentielt eksplosive atmosfærer skal overholde særlige betingelser herfor. EU-direktiv 94/9/EC beskriver drift af elektroniske apparater i potentielt eksplosive atmosfærer.

Motorer, der styres af frekvensomformere i potentielt eksplosive atmosfærer, skal temperaturovervåges ved hjælp af en PTC-temperaturføler. Motorer med antændelsesbeskyttelse i klasse d eller e er godkendt til dette miljø.

- d klassifikation består i at sikre, at en opstået gnist holdes inden for et beskyttet område. Selvom der ikke kræves godkendelse, er det nødvendigt med særlig ledningsføring og indeslutning.
- d/e-kombination er den mest anvendte i potentielt eksplosive atmosfærer. Selve motoren har antændelsesbeskyttelsesklasse e, mens motorens kabelføring og tilslutningsmiljø er i overensstemmelse med e-klassificeringen. Restriktionen på tilslutningsområdet e består af maksimumspændingen, som er tilladt i dette område. En frekvensomformers udgangsspænding er som regel begrænset til netspændingen. Modulering af udgangsspændingen kan generere ikke-tilladt høj spidsspænding for e-klassifikation. I praksis har det vist sig, at brug af sinusfiltre ved frekvensomformerens udgang er en effektiv metode til at dæmpe høj spidsspænding.

BEMÆRK!

Installér ikke en frekvensomformer i en potentiel eksplosiv atmosfære. Installér frekvensomformeren i et kabinet uden for dette område. Brug af et sinusfilter ved udgangen på frekvensomformeren anbefales ligeledes til at dæmpe dU/dt -spændingsstigningen og spidsspænding. Hold motorkablerne så korte som muligt.

BEMÆRK!

Frekvensomformere med MCB 112-option er egnet til PTB-certificeret monitorering med motortermistorføler i potentielt eksplosive atmosfærer. Skærmede motorkabler er ikke nødvendige ved drift af frekvensomformere med sinusudgangsfiltre.

3.1.8 Definitioner på IP-klassificering

		Mod indtrængen af faste fremmedlegemer	Mod adgang til farlige komponenter af
Første ciffer	0	(ikke beskyttet)	(ikke beskyttet)
	1	≥50 mm diameter	Håndryggen
	2	12,5 mm diameter	Finger
	3	2,5 mm diameter	Værktøj
	4	≥1,0 mm diameter	Ledning
	5	Støvbeskyttet	Ledning
	6	Støvtæt	Ledning
		Mod indtrængen af vand med skadelig virkning	
Andet ciffer	0	(ikke beskyttet)	
	1	Lodrette dråber	
	2	Dråber i en vinkel på 15°	
	3	Sprøjtende vand	
	4	Vandstænk	
	5	Vandstråler	
	6	Kraftige vandstråler	
	7	Midlertidig nedsækning	
	8	Langvarig nedsækning	
		Yderligere oplysninger specifikke for	
Første bogstav	A		Håndryggen
	B		Finger
	C		Værktøj
	D		Ledning
		Yderligere oplysninger specifikke for	
Yderligere bogstav	H	Højspændingsapparat	
	M	Bevægelse af apparat under vandtest	
	S	Stationært apparat under vandtest	
	W	Vejrforhold	

Tabel 3.3 IEC 60529-definitioner på IP-klasser

3.1.8.1 Kabinetoptioner og klassificeringer

Danfoss -frekvensomformere fås i tre forskellige beskyttelsesklasser:

- IP00 eller IP20 til montering i kabinet.
- IP54 eller IP55 til lokal montering.
- IP66 til kritiske omgivelsesforhold, som f.eks. ekstrem høj luftfugtighed eller store koncentrationer af støv eller aggressive gasser.

3.1.9 Radiofrekvensforstyrrelse

Det primære formål i praksis er at opnå systemer med stabil drift uden radiofrekvensforstyrrelser mellem komponenterne. For at opnå en høj immunitet anbefales det at bruge frekvensomformere med RFI-filtre af høj kvalitet.

Brug kategori C1-filtre, som er specificerede i EN 61800-3, der overholder klasse B-grænserne i den generelle standard EN 55011.

Placér advarselsmeddelelser på frekvensomformeren, hvis RFI-filtrene ikke svarer til kategori C1 (kategori C2 eller lavere). Ansvar for korrekt mærkning ligger hos operatøren.

I praksis findes der to tilgange inden for RFI-filtre:

- Indbygget i udstyret
 - Indbyggede filtre optager plads i kabinettet, men de eliminerer ekstraomkostningerne til montering, kabelføring og materiale. Den vigtigste fordel er dog den perfekte EMC-overensstemmelse og kabelføring ved brug af integrerede filtre.
- Eksterne optioner
 - Valgfri, eksterne RFI-filtre, der installeres på frekvensomformerens indgang, forårsager et spændingsfald. I praksis betyder dette, at den fulde netspænding ikke er til stede ved frekvensomformerens indgang, og en omformer med højere klassificering kan være nødvendig. For at være i overensstemmelse med EMC-grænserne skal den maksimale motorkabellængde ligge i området 1-50 m. Omkostningerne omfatter materialer, kabelføring og montering. EMC-overensstemmelse er ikke testet.

BEMÆRK!

For at sikre forstyrrelsesfri drift af frekvensomformerer/motorsystemet skal der altid anvendes et RFI-filter i kategori C1.

BEMÆRK!

VLT® AQUA Drive-apparater leveres som standard med indbyggede RFI-filtre, der overholder kategori C1 (EN 61800-3) til brug med 400 V-netforsyningssystemer og nominelle effekter på op til 90 kW eller kategori C2 for nominelle effekter på 110-630 kW. VLT® AQUA Drive-apparater overholder C1 med skærmede motorkabler på op til 50 m eller C2 med skærmede motorkabler på op til 150 m. Se Tabel 3.4 for flere oplysninger.

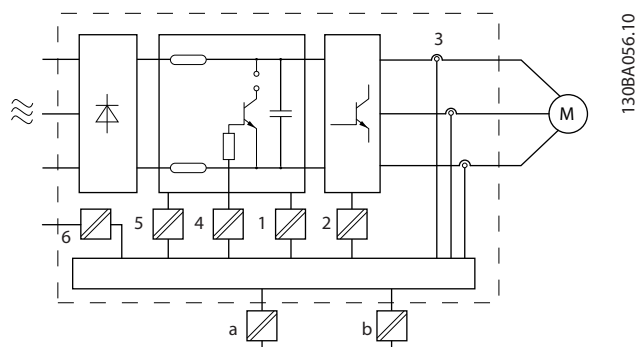
3.1.10 Overensstemmelse for PELV og galvanisk adskillelse

Sørg for beskyttelse mod elektrisk stød, når den elektriske forsyning er beskyttende ekstra lav spænding (PELV), og installationen overholder lokale og nationale bestemmelser vedrørende PELV.

For at opretholde PELV for styreklemmerne skal alle tilslutninger være PELV, såsom forstærkede/dobbeltisolerede termistorer. Alle styreklemmer og relæklemmer på Danfoss-frekvensomformere overholder PELV (undtagen jordet trekantben på mere end 400 V).

Den galvaniske (sikre) adskillelse opnås ved at opfylde kravene til bedre isolering og ved at sørge for de relevante krybninger/luftafstande. Disse krav beskrives i standarden EN 61800-5-1.

Elektriske isolering opnås som vist i Illustration 3.1. De beskrevne komponenter overholder både PELV og kravene til galvanisk adskillelse.



1	Strømforsyning (SMPS) inklusive signalisering af V DC, der angiver den mellemliggende strømspænding.
2	Gate drive til IGBT'er
3	Strømtransducere
4	Optokoblere, bremsemodul
5	Intern inrush, RFI og temperaturmålskredsløb
6	Tilpassede relæer
a	Galvanisk adskillelse for 24 V backup-option
b	Galvanisk adskillelse for RS-485-standardbusgrænsefladen

Illustration 3.1 Galvanisk adskillelse

Montering ved stor højde

Installationer, som overskrider grænserne for stor højde, overholder måske ikke PELV-kravene. Adskillelsen mellem komponenterne og de kritiske dele kan være utilstrækkelig. Der er risiko for overspænding. Reducér risikoen for overspænding med eksterne beskyttelsesapparater eller galvanisk adskillelse.

Kontakt Danfoss angående PELV-overensstemmelse ved installationer i store højder.

- 380-500 V (kapsling A, B og C): over 2.000 m (6.500 fod)
- 380-500 V (kapsling D, E og F): over 3.000 m (9.800 fod)
- 525-690 V: over 2.000 m (6.500 fod)

3.1.11 Opbevaring

Som enhver anden form for elektronisk udstyr skal frekvensomformere opbevares tørt. Periodisk formning (kondensatoropladning) er ikke nødvendig ved opbevaring.

Det anbefales at holde udstyret forseglet i dets emballage, indtil installation finder sted.

3.2 EMC, beskyttelse mod harmoniske strømme og overgang til jord

3.2.1 Generelle forhold vedrørende EMC-emissioner

Frekvensomformere (og andre elektriske apparater) genererer elektroniske eller magnetiske felter, som kan give forstyrrelser i det omgivende miljø. Disse påvirkningers elektromagnetiske kompatibilitet (EMC) afhænger af apparaternes karakteristika for effekt og harmoniske strømme.

Ukontrolleret gensidig påvirkning mellem elektriske apparater i et system kan forringe kompatibiliteten og hæmme pålidelig drift. Forstyrrelse kan ske i form af harmonisk forvrængning på nettet, elektrostatiske udladninger, hurtige spændingsudsving, eller højfrekvent forstyrrelse. Elektriske apparater genererer forstyrrelser, samtidig med at de påvirkes af forstyrrelser fra andre genererede kilder.

Elektriske forstyrrelser opstår som regel i frekvensområdet 150 kHz til 30 MHz. Luftbårne forstyrrelser fra frekvensomformersystemet i området 30 MHz til 1 GHz genereres af vekselretteren, motorkablet og motoren. Kapacitive strømme i motorkablet sammen med høj dU/dt fra motorspændingen genererer lækstrømme, som vist i *Illustration 3.2*.

Brug af et skærmet motorkabel øger lækstrømmen (se *Illustration 3.2*), fordi skærmede kabler har højere kapacitans til jord end uskærmede kabler. Hvis lækstrømmen ikke filtreres, forårsager det øgede forstyrrelser på netforsyningen i radiofrekvensområdet under ca. 5 MHz. Eftersom lækstrømmen (I_1) føres tilbage til

apparatet gennem skærmen (I_3), er der i princippet kun et lille elektromagnetisk felt (I_4) fra det skærmede motorkabel som vist i *Illustration 3.2*.

Skærmen reducerer de udstrålede forstyrrelser, men øger den lavfrekvente forstyrrelse på netforsyningen. Motorkabelskærmen skal monteres på frekvensomformerkapslingen såvel som motorkapslingen. Dette gøres bedst ved at bruge indbyggede skærmbøjler for at undgå snoede skærmender (pigtails). Pigtails øger skærmimpedansen ved højere frekvenser, hvilket reducerer skærmeffekten og øger lækstrømmen (I_4).

Når der anvendes et skærmet kabel til relæ, styrekabel, signalinterface og bremse, skal skærmen monteres på kapslingen i begge ender. I visse situationer er det dog nødvendigt at bryde skærmen for at undgå strømsløjfer.

Hvis skærmen skal sættes på en monteringsplade til frekvensomformeren, skal monteringspladen være lavet af metal, fordi skærmstrømmene skal føres tilbage til apparatet. Der skal desuden sikres god elektrisk kontakt fra monteringspladen gennem monteringsskruerne til frekvensomformerens chassis.

Hvis der benyttes uskærmede kabler, overholdes enkelte emissionskrav ikke, skønt de fleste immunitetskrav opfyldes.

For at begrænse forstyrrelsesniveauet fra hele systemet (apparat og installation) skal motor- og bremsekabler gøres så korte som muligt. Undgå at placere følsomme signalkabler langs med motor- og bremsekablerne. Radioforstyrrelser over 50 MHz (luftbårne) genereres især af styreelektronikken.

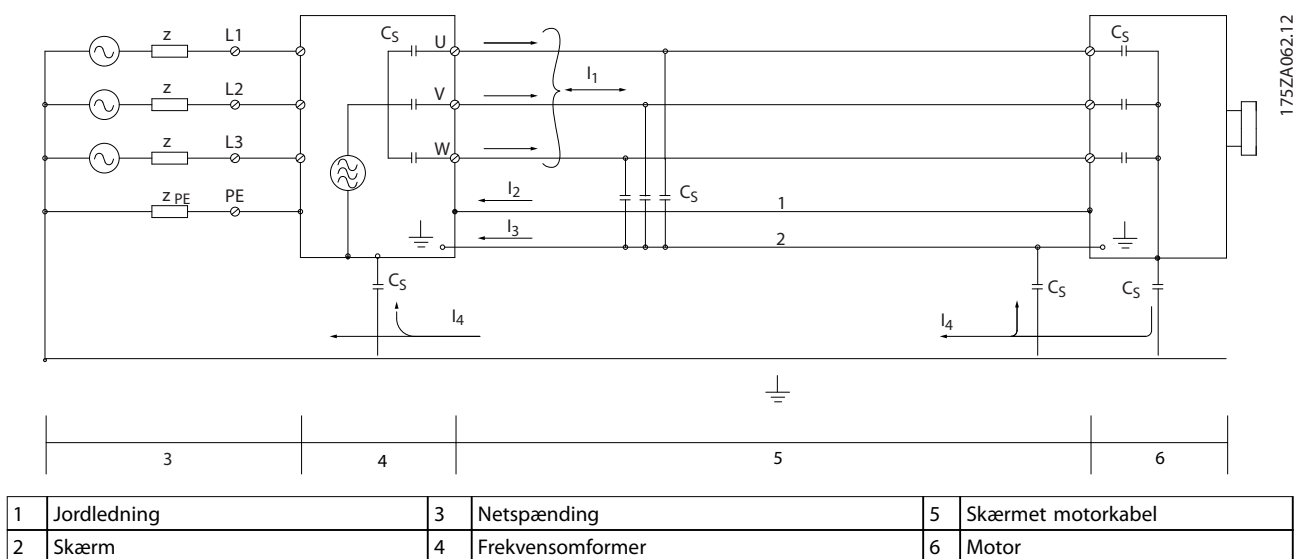


Illustration 3.2 Generering af lækstrømme

3.2.2 EMC-testresultater

Følgende testresultater er opnået i et system med en frekvensomformer, et skærmet styrekabel, en styreboks med potentiometer samt en motor og et skærmet motorkabel (Ölflex Classic 100 CY) ved nominal switchfrekvens. I Tabel 3.4 er den maksimale motorkabellængde til overensstemmelse angivet.

BEMÆRK!

Forholdene kan ændre sig betydeligt for andre opsætninger.

BEMÆRK!

Se Tabel 3.17 vedrørende parallelle motorkabler.

RFI-filtrertype			Kabelbåret emission			Udstrålet emission		
			Kabellængde [m]			Kabellængde [m]		
Standarder og krav	EN 55011	Klasse B	Klasse A Gruppe 1	Klasse A Gruppe 2	Klasse B	Klasse A Gruppe 1	Klasse A Gruppe 2	
		Boliger, butikker og let industri	Industri miljø	Industri miljø	Boliger, butikker og let industri	Industri miljø	Industri miljø	
	EN/IEC 61800-3	Kategori C1	Kategori C2	Kategori C3	Kategori C1	Kategori C2	Kategori C3	
		First environment Bolig og kontor	First environment Bolig og kontor	Second environment industri	First environment Bolig og kontor	First environment Bolig og kontor	Second environment Industrial	
H1								
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 ⁵⁾	100/150 ⁵⁾	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 ⁵⁾	100/150 ⁵⁾	Nej	Ja	Ja
H2								
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 ⁴⁾	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 ^{1, 4)}	T7	Nej	Nej	25	Nej	Nej	Nej
	37-90 kW 525-690 V ^{2, 4)}	T7	Nej	Nej	25	Nej	Nej	Nej
H3								
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
H4								
FC 202	1,1-30 kW 525-690 V ¹⁾	T7	Nej	100	100	Nej	Ja	Ja
	37-90 kW 525-690 V ²⁾	T7	Nej	150	150	Nej	Ja	Ja
Hx ¹⁾								
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

Tabel 3.4 EMC-testresultater (emission) maksimal motorkabellængde

1) Kapslingsstørrelse B2.

2) Kapslingsstørrelse C2.

3) Hx-versioner kan bruges i overensstemmelse med EN/IEC 61800-3 kategori C4.

4) T7, 37-90 kW overholder klasse A gruppe 1 med 25 m motorkabel. Der gælder visse begrænsninger for installationen (kontakt Danfoss for oplysninger).

5) 100 m til fase-nulleder, 150 m til fase-fase (men ikke fra TT eller TN). Enkeltfasede frekvensomformere er ikke beregnede til to-fase-forsyning fra et TT- eller TN-netværk.

Hx, H1, H2, H3, H4 eller H5 defineres i typekodepos. 16-17 for EMC-filtre.

Hx - Der er ikke indbygget EMC-filtre i frekvensomformererne.

H1 - Integreret EMC-filter. Overholder EN 55011 Klasse A1/B og EN/IEC 61800-3 Kategori 1/2.

H2 - Et begrænset RFI-filter, der kun indeholder kondensatorer og uden en common mode-spole. Overholder EN 55011 Klasse A2 og EN/IEC 61800-3 Kategori 3.

H3 - Integreret EMC-filter. Overholder EN 55011 Klasse A1/B og EN/IEC 61800-3 Kategori 1/2.

H4 - Integreret EMC-filter. Overholder EN 55011 Klasse A1 og EN/IEC 61800-3 Kategori 2.

H5 - Marineversioner. Robust version, overholder samme emissionsniveauer som H2-versioner.

3.2.3 Emissionskrav

EMC-produktstandarden for frekvensomformere definerer fire kategorier (C1, C2, C3 og C4) med specifikke krav til emission og immunitet. Tabel 3.5 bestemmer definitionen af de fire kategorier og den tilsvarende klassificering i EN 55011.

Kategori	Definition	Tilsvarende emissions-klasse i EN 55011
C1	Frekvensomformere monteret i first environment (bolig og kontor) med en forsyningsspænding på mindre end 1.000 V.	Klasse B
C2	Frekvensomformere monteret i first environment (bolig og kontor) med forsyningsspænding på mindre end 1.000 V, som hverken er flytbare eller af typen plug-in, og som skal monteres og idriftsættes af en professionel.	Klasse A gruppe 1
C3	Frekvensomformere monteret i second environment (industri) med en forsyningsspænding på mindre end 1.000 V.	Klasse A gruppe 2
C4	Frekvensomformere monteret i second environment med en forsyningsspænding lig med eller over 1.000 V eller nominel spænding lig med eller over 400 A eller med henblik på brug i komplekse installationer.	Ingen grænselinje. Udarbejd en EMC-plan.

Tabel 3.5 Korrelation mellem IEC 61800-3 og EN 55011

Når de generiske emissionsstandarde (kabelbårne) anvendes, skal frekvensomformerne overholde grænserne i Tabel 3.6.

Miljø	Generisk emissionsstandard	Tilsvarende emissionsklasse i EN 55011
First environment (bolig og kontor)	EN/IEC 61000-6-3 emissionsstandard for beboelses- og erhvervsmiljøer samt lette industrimiljøer.	Klasse B
Second environment (industrimiljø)	EN/IEC 61000-6-4 emissionsstandard for industrimiljøer.	Klasse A gruppe 1

Tabel 3.6 Korrelation mellem generiske emissionsstandarde og EN 55011

3.2.4 Immunitetskrav

Immunitetskravene til frekvensomformere afhænger af det miljø, de monteres i. Kravene til industrimiljøer er højere end kravene til bolig- og kontormiljøer. Alle Danfoss-frekvensomformere overholder kravene til industrimiljøer og overholder derfor også de lavere krav til bolig- og kontormiljøer med en stor sikkerhedsmargin.

For at dokumentere immunitet mod elektrisk forstyrrelse er følgende immunitetstest blevet udført i overensstemmelse med følgende grundlæggende standarder:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** Elektrostatiske udladninger (ESD): Simulering af elektrostatiske udladninger fra mennesker.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** Indgående elektromagnetisk feltudstråling, amplitudemoduleret simulering af påvirkninger fra både radar- og radiokommunikationsudstyr og mobilt kommunikationsudstyr.
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Burst-transienter: Simulering af forstyrrelse forårsaget af kobling af en kontaktor, et relæ eller lignende apparater.

- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Surge-transienter: Simulering af forbigående strømme forårsaget af eksempelvis lynnedslag i nærheden af installationerne.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** RF common mode: Simulering af påvirkningen fra udstyr til radiotransmission, som er forbundet til tilslutningskablerne.

Se Tabel 3.7.

Grundlæggende standard	Burst ²⁾ IEC 61000-4-42)	Surge ²⁾ IEC 61000-4-5	ESD ²⁾ IEC 61000-4-2	Udstrålet elektromagnetisk felt IEC 61000-4-3	RF-common mode-spænding IEC 61000-4-6
Godkendelseskriterier	B	B	B	A	A
Spændingsområde: 200-240 V, 380-500 V, 525-600 V, 525-690 V					
Net	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	—	—	10 V _{RMS}
Motor	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Bremse	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Belastningsfordeling	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Styrekabler	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Standardbus	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Relæledninger	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Applikations- og Fieldbus- optioner	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
LCP-kabel	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Ekstern 24 V DC	2 V CM	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 V _{RMS}
Kapsling	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

Tabel 3.7 EMC-immunitetsformular

1) Strømtilførsel på kabelafskærmning

2) Værdier, der typisk opnås ved test

3.2.5 Motorisolering

Moderne motorer til frekvensomformerbrug har en høj grad af isolering, hvilket understøtter den nye generation af IGBT'er med høj virkningsgrad og med høj dU/dt. Ved eftermontering i gamle motorer skal motorisoleringen bekræftes, eller udfør dæmpning med et dU/dt-filter et sinusfilter, hvis det er nødvendigt.

For motorkabellængder $\leq$ den maksimale kabellængde, der er anført i *kapitel 7.5 Kabelspecifikationer*, anbefales motorisoleringsklassificeringerne, der er anført i *Tabel 3.8*. Hvis en motor har en lavere isoleringsklassificering, anbefales det at bruge et dU/dt- eller sinusfilter.

Nominal netspænding [V]	Motorisolering [V]
$U_N \leq 420$	Standard $U_{LL} = 1.300$
$420 V < U_N \leq 500$	Forstærket $U_{LL} = 1.600$
$500 V < U_N \leq 600$	Forstærket $U_{LL} = 1.800$
$600 V < U_N \leq 690$	Forstærket $U_{LL} = 2.000$

Tabel 3.8 Motorisolering

3.2.6 Motorlejestrøm

For at minimere leje- og akselstrøm, skal følgende jordes til den drevne maskine:

- Frekvensomformer
- Motor
- Drevet maskine

Standardstrategier for dæmpning

1. Brug et isoleret leje.
2. Vær grundig med installationsprocedurer:
 - 2a Kontrollér, at motoren og belastningsmotoren er justeret.
 - 2b Følg EMC-installationsvejledningen omhyggeligt.
 - 2c Forstærk PE'en, så højfrekvensimpedansen er lavere i PE'en end i forsyningskablerne.
 - 2d Sørg for en god højfrekvensforbindelse mellem motoren og frekvensom-

- formerer, for eksempel et skærmet kabel med en 360° tilslutning i motoren og frekvensomformerer.
- 2e Sørg for, at impedansen fra frekvensomformerer til bygningens jordspyd er lavere end maskinens jordingsimpedans. Dette kan være svært for pumper.
 - 2f Sørg for en direkte jordtilslutning mellem motoren og belastningsmotoren.
3. Reducér IGBT-switchfrekvensen.
 4. Modificér vekselretterens bølgeform, 60° AVM vs. SFAVM.
 5. Montér et akseljordingssystem, eller anvend en isolerende akselkobling.
 6. Påfør ledende smøring.
 7. Brug minimumhastighedsindstillinger, hvis det er muligt.
 8. Forsøg at sikre, at netspændingen er balanceret til jord. Dette kan være svært for IT-, TT- eller TN-CS-systemer eller systemer med jordben.
 9. Anvend et dU/dt- eller sinusfilter.

3.2.7 Harmoniske svingninger

Elektriske apparater med diodeensrettere, som for eksempel fluorescerende belysning, computere, kopimaskiner, faxmaskiner, forskelligt laboratorieudstyr og telekommunikationssystemer, kan tilføre harmonisk forvrængning til en netforsyning. Frekvensomformere bruger en diodebro-indgang, hvilket også kan bidrage til harmonisk forvrængning.

Frekvensomformerer trækker ikke strøm ensartet fra netlinjen. Denne ikke-sinusformede strøm har komponenter, der er multipler af den grundlæggende strømfrekvens. Disse komponenter kaldes harmoniske strømme. Det er vigtigt at kontrollere den samlede harmoniske forvrængning på netforsyningen. Selvom de harmoniske strømme ikke direkte påvirker det elektriske energiforbrug, genererer de varme i ledningsføringen og transformere og kan påvirke andre apparater på samme netlinje.

3.2.7.1 Harmonisk analyse

Forskellige karakteristika for en bygnings elektriske system bestemmer det præcise harmoniske bidrag fra omformerer til THD i et anlæg og dens evne til at opfylde IEEE-standarder. Det er svært at generalisere om det harmoniske bidrag fra frekvensomformere til et specifikt anlæg. Hvis det er nødvendigt, skal der udføres en analyse af systemets harmoniske strømme for at bestemme effekterne af udstyrets.

En frekvensomformer optager en ikke-sinusformet strøm fra netforsyningen, hvilket øger indgangsstrømmen I_{RMS} . En ikke-sinusformet strøm transformeres via en Fourier-analyse og deles i sinusbølgestrømme med forskellige frekvenser, dvs. forskellige harmoniske strømme I_n med 50 Hz eller 60 Hz som den grundlæggende frekvens.

De harmoniske strømme påvirker ikke strømforbruget direkte, men øger varmetabene i installationen (transformere, induktorer, kabler). Derfor skal harmoniske strømme holdes på et lavt niveau for at undgå overbelastning af transformeren, induktorer og kabler i installationer med en høj procentdel af ensretterbelastning.

Forkortelse	Beskrivelse
f_1	grundlæggende frekvens
I_1	grundlæggende strøm
U_1	grundlæggende spænding
I_n	harmoniske strømme
U_n	harmonisk spænding
n	harmonisk rækkefølge

Tabel 3.9 Forkortelser relateret til harmoniske strømme

	Grundlæggende strøm (I_1)	Harmonisk strøm (I_n)		
Strøm	I_1	I_5	I_7	I_{11}
Frekvens [Hz]	50	250	350	550

Tabel 3.10 Transformeret ikke-sinusformet strøm

Strøm	Harmonisk strøm				
	I_{RMS}	I_1	I_5	I_7	I_{11-49}
Indgangsstrøm	1,0	0,9	0,4	0,2	< 0,1

Tabel 3.11 Harmoniske strømme sammenlignet med RMS-indgang Strøm

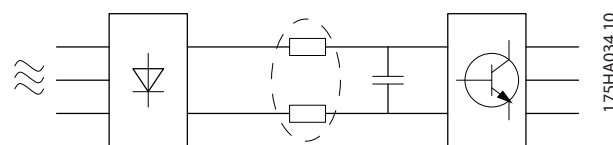


Illustration 3.3 Mellemkredsspøler

BEMÆRK!

Nogle af de harmoniske strømme kan forstyrre kommunikationsudstyr, der er sluttet til samme transformere, eller skabe resonans i forbindelse med fasekompenseringskondensatorer.

For at sikre lave harmoniske strømme er frekvensomformerer forsynet med passive filtre. DC-spoler reducerer den samlede harmoniske forvrængning (THD) til 40 %.

Spændingsforvrængningen på netforsyningsspændingen afhænger af størrelsen på de harmoniske strømme ganget med netforsyningsimpedansen for den pågældende frekvens. Den samlede spændingsforvrængning (THD) beregnes ud fra de enkelte spændingsharmoniske strømme efter følgende formel:

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

3.2.7.2 Harmoniske emissionskrav

Udstyr, som er sluttet til det offentlige forsyningsnet

Option	Definition
1	IEC/EN 61000-3-2 klasse A til trefaset balanceret udstyr (kun til professionelt udstyr op til 1 kW total effekt).
2	IEC/EN 61000-3-12 udstyr 16-75 A og professionelt udstyr fra 1 kW op til 16 A fasestrøm.

Tabel 3.12 Harmoniske emissionsstandarder

3.2.7.3 Harmoniske testresultater (emission)

Effektstørrelser op til PK75 i T2 og T4 overholder IEC/EN 61000-3-2 klasse A. Effektstørrelser fra P1K1 og op til P18K i T2 og op til P90K i T4 overholder IEC/EN 61000-3-12, tabel 4. Effektstørrelse P110-P450 i T4 overholder også IEC/EN 61000-3-12, selv om det ikke er påkrævet, da strømmen er over 75 A.

Tabel 3.13 beskriver, at kortslutningseffekten af forsyningen S_{sc} på grænsefladepunktet mellem brugerens forsyning og det offentlige system (R_{sce}) er større end eller lig med:

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

	Individuel harmonisk strøm I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Faktisk (typisk)	40	20	10	8
Grænse for $R_{sce} \geq 120$	40	25	15	10
	Harmonisk strømforvrængningsfaktor (%)			
	THD		PWHD	
Faktisk (typisk)	46		45	
Grænse for $R_{sce} \geq 120$	48		46	

Tabel 3.13 Harmoniske testresultater (emission)

Det er brugeren af udstyret eller montørens ansvar at sikre, om nødvendigt i samråd med distributionsnetværksoperatøren, at udstyret kun er forbundet til en forsyning med en kortslutningseffekt S_{sc} større end eller lig det, der er angivet i ligningen.

Kontakt distributionsnetværksoperatøren for at koble andre effektstørrelser til det offentlige forsyningsnet.

Overensstemmelse med forskellige retningslinjer for systemniveauer:

De harmoniske strømdata i Tabel 3.13 er frembragt i overensstemmelse med IEC/EN 61000-3-12 med henvisning til produktstandarden for power drive-systemer. De kan bruges som basis for beregning af den indflydelse, som harmoniske strømme har på strømforsyningssystemet, og til dokumentation af overensstemmelse med relevante regionale retningslinjer: IEEE 519 -1992; G5/4.

3.2.7.4 Påvirkninger fra harmoniske strømme i et strømdistributionssystem

I Illustration 3.4 sluttes primærsiden af en transformer til et fælles tilslutningspunkt PCC1 på mellemspændingsforsyningen. Transformatoren har en impedans Z_{xfr} og leverer strøm til et antal belastninger. Det fælles tilslutningspunkt, hvor alle belastninger sammenkobles, er PCC2. Hver belastning tilsluttes via kabler med impedansen Z_1 , Z_2 og Z_3 .

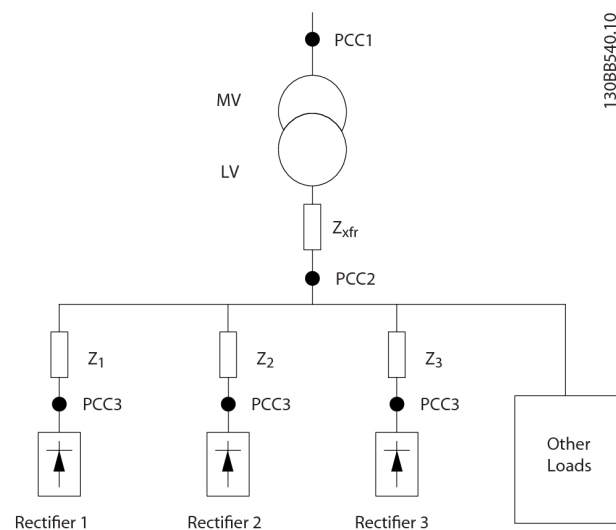


Illustration 3.4 Lille distributionssystem

Harmoniske strømme, som trækkes af ikke-lineære belastninger, medfører forvrængning af spændingen pga. spændingsfaldet på impedanserne i distributionssystemet. Højere impedanser medfører højere niveauer af spændingsforvrængning.

Strømforvrængningen afhænger af apparatets ydeevne og af den individuelle belastning. Spændingsforvrængningen afhænger af systemets ydeevne. Det er ikke muligt at bestemme spændingsforvrængningen i PCC'en, hvis kun belastningens harmoniske ydeevne er kendt. For at forudsige forvrængningen i PCC'en skal konfigurationen af distributionssystemet og de relevante impedanser være kendt.

Et almindeligt begreb til beskrivelse af impedansen i et net er kortslutningsforholdet R_{sce} , der defineres som forholdet mellem kortslutningens tilsyneladende effekt for forsyningen ved PCC (S_{sc}) og den nominelle tilsyneladende effekt for belastningen (S_{equ}).

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

$$\text{hvor } S_{sc} = \frac{U^2}{Z_{forsyning}} \text{ og } S_{equ} = U \times I_{equ}$$

Den negative påvirkning fra harmoniske strømme er dobbelt

- Harmoniske strømme bidrager til systemtab (i kabelføringen, transformer).
- Harmonisk spændingsforvrængning medfører forstyrrelser i andre belastninger og øger tabet i andre belastninger

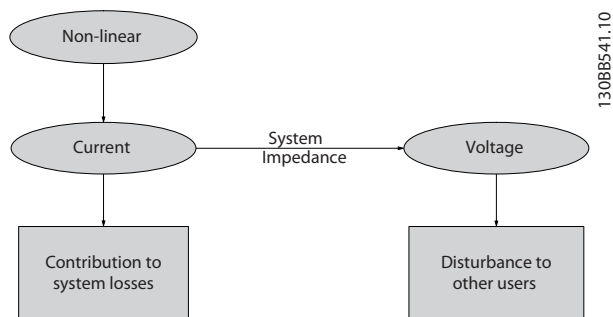


Illustration 3.5 Negative virkninger af harmoniske strømme

3.2.7.5 Standarder og krav vedrørende begrænsning af harmoniske strømme

Kravene til begrænsning af harmoniske strømme kan være:

- Applikationsspecifikke krav
- Standarder, der skal overholdes.

Applikationsspecifikke krav er relevante for en specifik installation, hvor der er tekniske årsager til begrænsning af de harmoniske strømme.

Eksempel

En 250 kVa-transformer med to tilsluttede 110 kW-motorer er tilstrækkelig, hvis en af motorerne forbindes direkte til netforsyningen online, og den anden forsynes via en frekvensomformer. Transformerens er imidlertid for lille, hvis begge motorer forsynes via en frekvensomformer. Ved at bruge ekstra metoder til reduktion af harmoniske strømme i installationen eller ved at vælge frekvensomformervarianten med lave harmoniske strømme kan begge motorer køre med frekvensomformere.

Der findes flere forskellige standarder, bestemmelser og anbefalinger for dæmpning af harmoniske strømme. Forskellige standarder finder anvendelse i forskellige geografiske områder og brancher. Følgende standarder er de mest almindelige:

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

Se AHF005/010 Design Guide for specifikke oplysninger om hver standard.

I Europa er den maksimale THVD 8 %, hvis installationen er tilsluttet via det offentlige net. Hvis installationen har sin egen transformer, er grænsen 10 % THVD. VLT® AQUA Drive er konstrueret til at modstå 10 % THVD.

3.2.7.6 Dæmpning af harmoniske strømme

I tilfælde hvor der kræves ekstra begrænsning af harmoniske strømme, kan Danfoss tilbyde en lang række dæmpningsudstyr. Disse er:

- 12-puls frekvensomformere
- AHF-filtre
- Frekvensomformere med lave harmoniske strømme
- Aktive filtre

Valget af den rette løsning afhænger af flere forskellige faktorer:

- Nettet (baggrundsforvrængning, netubalance, resonans og forsyningstype (transformer/generator)).
- Applikation (belastningsprofil, antal belastninger og belastningsstørrelse).
- Lokale/nationale krav/bestemmelser (IEEE519, IEC, G5/4 osv.).
- Samlede ejeromkostninger (anskaffelsesomkostninger, effektivitet, vedligeholdelse osv.).

Overvej altid dæmpning af harmoniske strømme, hvis transformerbelastningen har et ikke-lineært bidrag på 40 % eller mere.

Danfoss tilbyder værktøjer til beregning af harmoniske strømme, se *kapitel 2.8.2 Pc-software*.

3.2.8 Lækstrøm til jord

Følg nationale og lokale forskrifter angående beskyttelsesjording af udstyr, hvor en lækstrøm overstiger 3,5 mA. Frekvensomformerteknologi indebærer høj switchfrekvens ved høj effekt. Dette genererer en lækstrøm i jordtilslutningen.

Lækstrømmen til jord består af flere forskellige bidrag og afhænger af forskellige systemkonfigurationer, herunder:

- RFI-filtrering
- Motorkabellængde
- Skærmning af motorkabler
- Frekvensomformereffekt

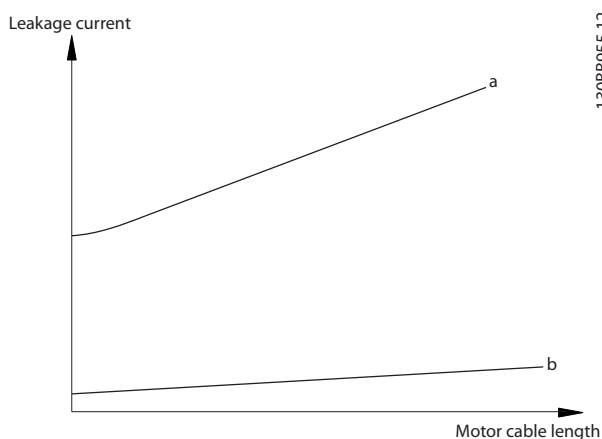


Illustration 3.6 Kabellængde og effektstørrelsens påvirkning af lækstrøm. Effektstørrelse a > Effektstørrelse b

Lækstrømmen afhænger også af netforvrængningen.

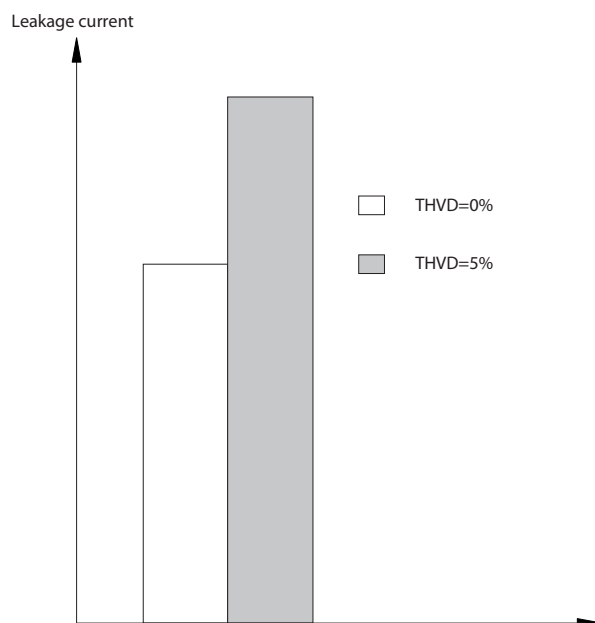


Illustration 3.7 Netforvrængning påvirker lækstrøm

Overensstemmelse med EN/IEC61800-5-1 (produktstandarden for power drive-systemer) kræver, at der udvises særlig opmærksomhed, hvis lækstrømmen overstiger 3,5 mA. Forstærk jording med følgende tilslutningskrav til beskyttelsesjording:

- Jordledning (klemme 95) med et tværsnit på mindst 10 mm².
- To separate jordledninger, der begge opfylder reglerne for dimensionering.

Se EN/IEC61800-5-1 og EN50178 for flere oplysninger.

Brug af fejlstrømsafbrydere (RCD'er)

Hvis der anvendes fejlstrømsafbrydere (RCD'er), også kaldet fejlstrømsrelæer, skal følgende overholdes:

- Der må kun anvendes fejlstrømsafbrydere af B-typen, da disse kan registrere AC- og DC-strømme.
- Anvend fejlstrømsafbrydere med forsinkelse for at forhindre fejl, der skyldes forbigående jordstrømme.
- Fejlstrømsafbryderne skal dimensioneres i henhold til systemkonfigurationen og under hensyn til omgivelserne.

Lækstrømmen omfatter flere frekvenser, der stammer både fra netfrekvensen og switchfrekvensen. Hvorvidt switchfrekvensen registreres, afhænger af den anvendte RCD-type.

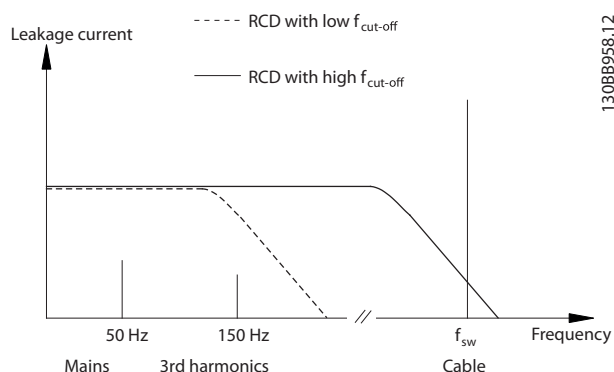


Illustration 3.8 De vigtigste bidrag til lækstrøm

Mængden af lækstrøm registreret af RCD'en afhænger af RCD'ens afbrydelsesfrekvens.

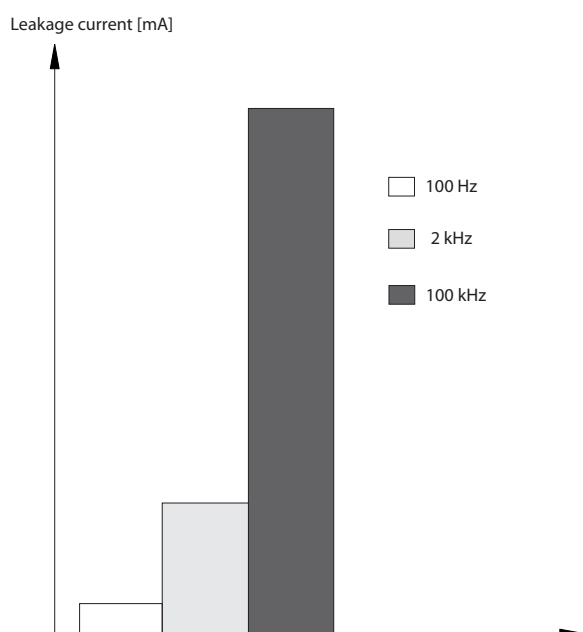


Illustration 3.9 RCD'ens afbrydelsesfrekvens' påvirkning på lækstrøm

3.3 Netforsyningsintegrering

3.3.1 Netforsyningskonfigurationer og EMC-virkninger

Der anvendes forskellige typer netspændingssystemer til at forsyne frekvensomformere med strøm. Hver enkelt påvirker systemets EMC-karakteristika. TN-S-systemet med fem ledninger anses som det mest optimale for EMC, mens enkeltstående IT-systemer er de mindst attraktive.

Systemtype	Beskrivelse
TN-netforsynings-systemer	Der findes to typer af TN-netforsyningsdistributionssystemer: TN-S og TN-C.
TN-S	Et system med fem ledninger med separat nulleleder (N) og beskyttende jordleder (PE). Det giver de bedste EMC-egenskaber og forhindrer, at forstyrrelser afsendes.
TN-C	Et system med fire ledninger med almindelig nulleleder og beskyttende jordleder (PE) i hele systemet. Den kombinerede nulleleder og beskyttende jordleder resulterer i ringe EMC-karakteristika.
TT-netforsynings-systemer	Et system med fire ledninger med en nulleleder til jord og en individuel jording af omformerenhederne. Det har gode EMC-karakteristika, hvis jordingen er korrekt.
IT-netforsynings-systemer	Et isoleret system med fire ledninger med nulleleder, som enten ikke er jordforbundet eller jordforbundet via en impedans.

Tabel 3.14 Typer af netforsyningsystemer

3.3.2 Lavfrekvent netforstyrrelse

3.3.2.1 Ikke sinusformet netforsyning

Netspændingen er sjældent en ensartet sinusformet spænding med konstant amplitude og frekvens. Dette skyldes til dels belastninger, som trækker ikke-sinusformede spændinger fra netforsyningen eller har ikke-lineære karakteristika, som f.eks. computere, tv-apparater, skiftende strømforsyninger, lavenergipærer og frekvensomformere. Afvigelse er uundgåelige og tillades inden for visse grænser.

3.3.2.2 Overensstemmelse med EMC-direktiver

I det meste af Europa er basis for den objektive vurdering af netforsyningens kvalitet loven om elektromagnetisk kompatibilitet. Overensstemmelse med disse regler sikrer, at alle apparater og netværk, der tilsluttet elektriske distributionssystemer, overholder deres tiltænkte formål uden at generere problemer.

Standard	Definition
EN 61000-2-2, EN 61000-2-4, EN 50160	Definerer netspændingsgrænserne, der skal overholdes i de offentlige og industrielle forsyningsnet.
EN 61000-3-2, 61000-3-12	Regulerer netforstyrrelse, der genereres af tilsluttede apparater.
EN 50178	Overvåger elektronisk udstyr til brug i strøminstallationer.

Tabel 3.15 EN Design standarder for netforsyningens strømkvalitet

3.3.2.3 Forstyrrelses-frie frekvensomformere

Alle frekvensomformere genererer netforstyrrelse. Aktuelle standarder definerer kun frekvensområder op til 2 kHz. Nogle omformere løfter netforstyrrelsen til området over 2 kHz, hvilket ikke er omfattet af standarden, og de kan derfor mærkes som "fri for forstyrrelser". Grænserne for dette område undersøges i øjeblikket. Frekvensomformerne løfter ikke netforstyrrelsen.

3.3.2.4 Sådan opstår netforstyrrelse

Netforstyrrelsesforvrængning af sinusformede bølger, der forårsages af pulserende indgangsstrømme, betegnes generelt som harmoniske strømme. Udledt fra Fourier-analysen anslås det, at op til 2,5 kHz, svarende til den 50. harmoniske strøm i netforsyningens frekvens.

Indgangsensretterne på frekvensomformere genererer denne typiske form for harmonisk forstyrrelse på netforsyningen. Når frekvensomformere tilsluttes 50 Hz-netforsyningssystemer, viser den 3. harmoniske strøm (150 Hz), den 5. harmoniske strøm (250 Hz) eller den 7. harmoniske strøm (350 Hz) den stærkeste effekt. Det samlede harmoniske indhold kaldes den totale harmoniske forvrængning (THD).

3.3.2.5 Effekt af netforstyrrelse

Harmoniske svingninger og spændingssvingninger er to former for lavfrekvente netforstyrrelser. De har forskellige fremtoninger ved oprindelsespunktet i forhold til alle andre punkter i netforsyningssystemet, når en belastning er tilsluttet. En række af påvirkninger skal således bestemmes samlet, når effekten af netforstyrrelse vurderes. Disse omfatter netforsyningstilførslen, struktur, og belastninger.

Underspændingsadvarsler og større funktionelle tab kan opstå som følge af netforstyrrelse.

Underspændingsadvarsler

- Unøjagtige spændingsmålinger pga. forvrængning af den sinusformede netspænding.
- Forårsager unøjagtige effektmålinger, da det kun er RMS-sande målinger, der tager hensyn til harmonisk indhold.

Større tab

- Harmoniske svingninger reducerer den aktive effekt, den tilsyneladende effekt og den reaktive effekt.
- Forvrænger elektriske belastninger, der resulterer i hørbare forstyrrelser i andre apparater, eller, i værste fald, ødelæggelse af apparatet.
- Forkorter levetiden for apparater som resultat af opvarmning.

BEMÆRK!

For stort harmonisk indhold belaster udstyr til effektfaktorkorrektion og kan endda ødelægge det. Af denne grund bør støjspoiler være tilgængelige for effektfaktorkorrektionsudstyret, når for stort harmonisk indhold er til stede.

3.3.3 Analysering af netforstyrrelse

For at undgå forringelse af netforsyningens kvalitet kan der anvendes en række metoder til analyse af systemer eller apparater, der genererer harmoniske strømme. Analyseprogrammer til netforsyning, som f.eks. harmonic calculation software (HCS), analyserer systemdesign for harmoniske strømme. Specifikke modforanstaltninger kan testes på forhånd og sikrer efterfølgende systemkompatibilitet.

For analyse af netforsyningssystemer, gå til <http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START> for at downloade software.

BEMÆRK!

Danfoss har en meget stor viden inden for EMC og tilbyder EMC-analyser med detaljeret vurdering eller netforsyningsberegninger til kunder foruden uddannelseskurser, seminarer og workshops.

3.3.4 Løsninger til reduktion af netforstyrrelse

Generelt kan netforstyrrelse fra omformere reduceres ved at begrænse amplituden for pulserende strøm. Dette forbedrer effektfaktoren λ (lambda).

Flere metoder anbefales for at undgå harmoniske strømme på nettet:

- Indgangs- eller DC-link-støjspoler i frekvensomformerne.
- Passive filtre.
- Aktive filtre.
- Slim DC-links.
- Aktive front end- og lavharmoniske frekvensomformere.
- Ensrettere med 12, 18 eller 24 pulser pr cyklus.

3.3.5 Radiofrekvensforstyrrelse

Frekvensomformere genererer radiofrekvensforstyrrelse (RFI) på grund af deres strømpulser med variabel bredde. Omformere og motorkabler bestråler disse komponenter og leder dem ind i netforsyningssystemet.

RFI-filtre bruges til at reducere denne forstyrrelse på netforsyningen. De giver støjimmunitet, der beskytter apparater mod højfrekvent kabelbåret forstyrrelse. De reducerer også forstyrrelser, som udsendes til forsyningskablet eller stråling fra forsyningskablet. Filtrene er beregnet til at begrænse forstyrrelse til et angivet niveau. Indbyggede filtre er ofte standardudstyr klassificeret til specifik immunitet.

BEMÆRK!

Alle VLT® AQUA Drive-frekvensomformere er som standard udstyret med integrerede støjspoler til netforstyrrelse.

3.3.6 Klassificering af driftsstedet

Idet kravene til miljøet er kendte, er frekvensomformeren beregnet til at køre i den primære faktor vedrørende EMC-overensstemmelse.

3.3.6.1 Miljø 1/klasse B: Beboelse

Driftssteder, som er forbundet til offentlige lavspændingsforsyningsnet, herunder let industri, er klassificeret som Miljø 1/klasse B. De har ikke egne transformere til distribution af højspænding eller mediumspænding til separate netforsyningssystemer. Miljøklassifikationerne gælder både i og uden for bygningerne. Nogle eksempler kan være erhvervsområder, beboelse, restauranter, parkeringsanlæg eller faciliteter til underholdning.

3.3.6.2 Miljø 2/klasse A: industri

Industrimiljøer er ikke tilsluttet det offentlige forsyningsnet. I stedet har de egne transformere til distribution af højspænding eller mediumspænding. Miljøklassifikationerne gælder både i og uden for bygningerne.

De er defineret som industrimiljø og er karakteriseret af specifikke elektromagnetiske forhold:

- Tilstedeværelsen af videnskabelige, medicinske eller industrielle apparater.
- Kobling af store induktive og kapacitive belastninger.
- Forekomst af stærke magnetiske felter (f.eks. pga. stærke strømme).

3.3.6.3 Særlige miljøer

I områder, hvor transformere med mediumspænding er klart afgrænset fra andre områder, beslutter brugeren hvilken type miljø, deres anlæg skal klassificeres under. Brugeren er ansvarlig for at sikre den nødvendige elektromagnetiske kompatibilitet til problemfri drift af alle apparater inden for specificerede forhold. Visse eksempler på særlige miljøer omfatter butikcentre, supermarkeder, tankstationer, kontorbygninger og lagerbygninger.

3.3.6.4 Advarselsmærkater

Når en frekvensomformer ikke overholder kategori C1, skal der anvendes en advarsel. Dette er brugerens ansvar. Forstyrrelseseliminering er baseret på klasserne A1, A2 og B i EN 55011. Brugeren er i sidste ende ansvarlig for den passende klassificering af apparater og omkostningerne til afhjælpning af EMC-problemer.

3.3.7 Anvend med adskilt indgangskilde

Størstedelen af den offentlige strøm i USA er med jordreference. Selvom det ikke er almindeligt brugt i USA, kan netforsyningen være en isoleret kilde. Alle Danfoss-frekvensomformere kan anvendes med isoleret indgangskilde såvel som med strømledninger med jordreference.

3.3.8 Effektfaktorkorrektion

Udstyr til effektfaktorkorrektion har til hensigt at reducere faseskiftene (φ) mellem spændingen og strømmen for at flytte effektfaktoren tættere på 1 ($\cos \varphi$). Dette er nødvendigt, når et stort antal induktive belastninger, som f.eks. motorer eller elektrisk ballast (lysstofrør forkobling), anvendes i et elektrisk distributionssystem. Frekvensomformere med isoleret DC-link trækker ikke reaktiv effekt fra netforsyningssystemet eller genererer faseskift til effektfaktorkorrektion. De har en $\cos \varphi$ på ca. 1.

Af denne grund skal hastighedskontrollerede motorer ikke tage hensyn, når der dimensioneres udstyr til effektfaktorkorrektion. Strømmen, der trækkes af udstyret til fasekorrektion, stiger, fordi frekvensomformere genererer harmoniske svingninger. Belastningen på kondensatorerne stiger i takt med et stigende antal harmoniske generatore. Monter derfor støjspoler i udstyret til effektfaktorkorrektion. Støjspolerne forhindrer ligeledes resonans mellem belastningsinduktans og kapacitansen. Omformere med $\cos \varphi < 1$ kræver også støjspoler i udstyret til effektfaktorkorrektion. Tag også højde for de højere reaktive effektniveauer for kabelmål.

3.3.9 Forsinkelse på indgangsstrøm

For at sikre, at dæmpning af overspænding på indgangskredsløbet udføres korrekt, skal en tidsforsinkelse mellem successive netforsyningsapplikationer overholdes.

Tabel 3.16 viser den minimumtid, der skal tillades mellem netforsyningsapplikationer.

Indgangsspænding [V]	380	415	460	600
Ventetid [sek]	48	65	83	133

Tabel 3.16 Forsinkelse på indgangsstrøm

3.3.10 Nettransienter

Transienter er kortvarige spændingsstigninger på ca. et par tusinde volt. De kan opstå i alle typer strømforsyningssystemer, herunder industri- og beboelsesmiljøer.

Lynnedslag er en typisk årsag til transienter. De forårsages dog også af store skiftende belastninger online eller offline eller ved kobling af udstyr til nettransienter, som f.eks. udstyr til effektfaktorkorrektion. Transienter kan også opstå som følge af kortslutninger, trip af afbrydere i effektdistributionssystemer, og induktiv kobling mellem parallelle kabler.

Standarden EN 61000-4-1 beskriver disse transienters former og den mængde energi, de indeholder. Deres skadelige effekt kan begrænses vha. forskellige metoder. Gasfyldte overspændingssikringer og gnistgab giver primær beskyttelse mod højenergitransienter. Som sekundær beskyttelse anvender de fleste elektroniske apparater, herunder frekvensomformere, spændingsafhængige modstande (varistorer) til at dæmpe transienterne.

3.3.11 Drift med en standbygenerator

Brug backup strømforsyningssystemer, når fortsat drift er nødvendig i tilfælde af netfejl. De bruges også parallelt med de offentlige forsyningsnet for at opnå højere netforsyningseffekt. Det er almindelig praksis for kombinerede varme- og effektenheder at benytte fordelen ved den høje effektivitet, der opnås med denne form for energikonvertering. Når backupstrømmen leveres af en generator, er netforsyningsimpedansen normalt større, end når strømmen leveres fra det offentlige forsyningsnet. Dette betyder, at den totale harmoniske forvrængning øges. Med et korrekt design kan generatorer fungere i et system, der indeholder apparater, der medfører harmoniske strømme.

Det anbefales at overveje et systemdesign med en standbygenerator.

- Når systemet skifter fra netforsyningsdrift til generator, tiltager den harmoniske belastning som regel.
- Designere skal beregne eller måle forøgelsen i den harmoniske belastning for at sikre, at strømkvaliteten overholder relevante bestemmelser for at forhindre harmoniske problemer og fejl på udstyret.
- Undgå asymmetrisk belastning af generatoren, da det resulterer i øgede tab, og det kan øge den totale harmoniske forvrængning.
- En forskydning på 5/6 af generatorens vikling dæmper 5. og 7. harmoniske strømme, men det gør, at 3. harmoniske strøm stiger. En forskydning på 2/3 reducerer 3. harmoniske strøm.
- Når det er muligt, skal operatøren frakoble udstyr til effektfaktorkorrektion, da det forårsager resonans i systemet.
- Støjspoler eller aktive absorptionsfiltre kan dæmpe harmoniske svingninger, såvel som resistive belastninger, der drives parallelt.
- Kapacitive belastninger, der drives parallelt, skaber en ekstra belastning pga. uforudsigelige resonanspåvirkninger.

En mere nøjagtig analyse er mulig vha. software til netforsyningsanalyse, som f.eks. HCS. For analyse af netforsyningsystemer, gå til <http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START> for at downloade software.

Ved drift med apparater, der medfører harmoniske strømme, vises maksimumbelastninger baseret på problemfri anlægsdrift i tabellen med harmoniske grænser.

Harmoniske grænser

- B2- og B6-ensrettere $\Rightarrow$ maksimum 20 % af nominel generatorbelastning.
- B6-ensretter med støjspole $\Rightarrow$ maksimum 20-35 % af nominel generatorbelastning, afhængigt af sammensætningen.
- Styret B6-ensretter $\Rightarrow$ maksimum 10 % af nominel generatorbelastning.

3.4 Motorintegrering

3.4.1 Overvejelser ved motorvalg

Frekvensomformerer kan forårsage elektrisk stress på en motor. Overvej derfor følgende påvirkninger på motoren, når motoren skal tilpasses frekvensomformerer:

- Isoleringsbelastning
- Lejebelastning
- Termisk belastning

3.4.2 Sinusbølge- og dU/dt-filtre

Udgangsfiltre giver fordele til nogle motorer for at reducere elektrisk belastning og muliggøre længere kabellængde. Udgangsoptioner omfatter sinusfiltre (også kaldet LC-filtre) og dU/dt-filtre. DU/dt-filtre reducerer den markante stigning i pulshastighed. Sinusfiltre udjævner spændingspulser for at konvertere dem til næsten sinusformet udgangsspænding. Med visse frekvensomformere, overholder sinusfiltre EN 61800-3 RFI kategori C2 for uskærmede motorkabler, se *kapitel 3.7.5 Sinusfiltre*.

For flere oplysninger om sinusbølge- og dU/dt-filteroptioner, se *kapitel 3.7.5 Sinusfiltre* og *kapitel 3.7.6 dU/dt-filtre*.

For flere oplysninger om bestillingsnumre til sinusbølge- og dU/dt-filtre se og *kapitel 6.2.9 dU/dt-filtre*.

3.4.3 Korrekt jording af motor

Korrekt jording af motoren er afgørende for personbeskyttelse og for at overholde de elektriske EMC-krav til lavspændingsudstyr. Korrekt jording er nødvendigt for effektiv brug af skærmning og filtre. Designoplysninger skal godkendes til korrekt EMC-implementering.

3.4.4 Motorkabler

Anbefalinger til motorkabler og specifikationer gives i *kapitel 7.5 Kabelspecifikationer*.

Alle typer trefasede asynkrone standardmotorer kan anvendes med en frekvensomformer. Fabriksindstillingen er omdrejning med uret med frekvensomformerens udgang tilsluttet på følgende måde:

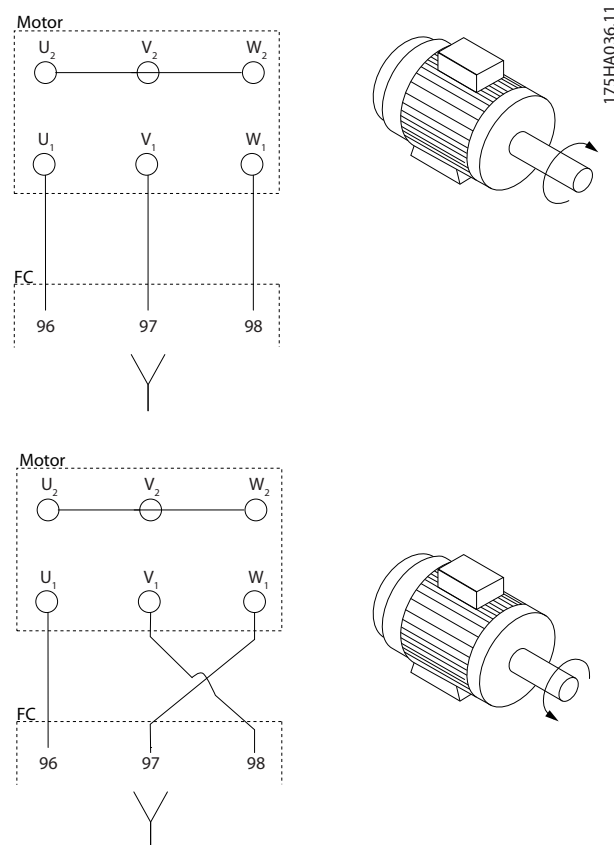


Illustration 3.10 Klemmeforbindelse til omdrejning med og mod uret

Omdrejningsretningen kan ændres ved at ombytte to faser i motorkablet eller ved at ændre indstillingen for parameter 4-10 Motorhastighedsretning.

3.4.5 Skærmning af motorkabel

Frekvensomformere genererer stejle pulsflanker ved deres udgange. Disse pulser indeholder højfrekvente komponenter (helt op til gigahertz-området), hvilket forårsager uønsket stråling fra motorkablet. Skærmede motorkabler reducerer denne stråling.

Formålene med skærmning er at:

- Reducere styrken af udstrålede forstyrrelser.
- Forbedrer forstyrrelsesimmuniteten i individuelle apparater.

Skærmen fanger de højfrekvente komponenter og leder dem tilbage til forstyrrelseskilden, som i dette tilfælde er frekvensomformeren. Skærmede motorkabler giver også immunitet til forstyrrelser fra eksterne kilder i nærheden.

Selv god skærmning eliminerer ikke helt strålingen. Systemkomponenter placeret i strålingsmiljøer skal køre uden degradering.

3.4.6 Tilslutning af flere motorer

BEMÆRK!

Da små motorers relativt høje ohmske modstand i statoren kræver højere spænding ved start og lave O/MIN-værdier, kan der opstå problemer i forbindelse med start og lave O/MIN-værdier, hvis motorerne varierer meget i størrelse.

Frekvensomformeren kan styre flere parallelttilsluttede motorer. Ved brug af parallel motortilslutning skal der tages højde for følgende:

- VCC⁺-tilstanden kan anvendes i nogle applikationer.
- Det samlede strømforbrug i motorerne må ikke overskride den nominelle udgangsstrøm I_{INV} i frekvensomformeren.
- Brug ikke tilslutning til fælles klemme til lange kabellængder, se *Illustration 3.12*.
- Den samlede motorkabellængde angivet i *Tabel 3.4* er gyldig, så længe de parallelle kabler er korte (mindre end 10 m hver), se *Illustration 3.14* og *Illustration 3.15*.
- Tag højde for spændingsfald i motorkablet, se *Illustration 3.15*.
- Anvend LC-filter til lange parallelle kabler, se *Illustration 3.15*.
- Ved lange kabler uden parallelttilslutning, se *Illustration 3.16*.

BEMÆRK!

Når motorerne er parallelforbundne, indstil parameter 1-01 Motorstyringsprincip til [0] U/f.

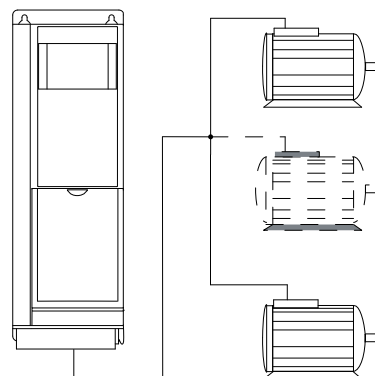


Illustration 3.11 Tilslutning til fælles klemme ved korte kabellængder

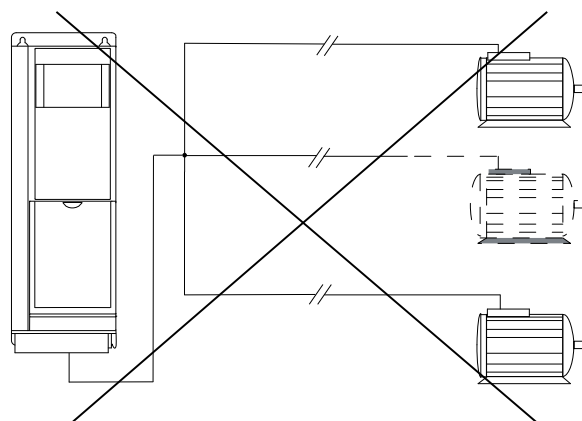


Illustration 3.12 Tilslutning til fælles klemme ved lange kabellængder

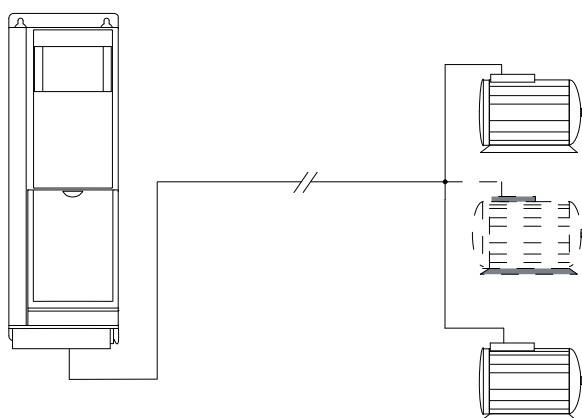


Illustration 3.13 Parallelle kabler uden belastning

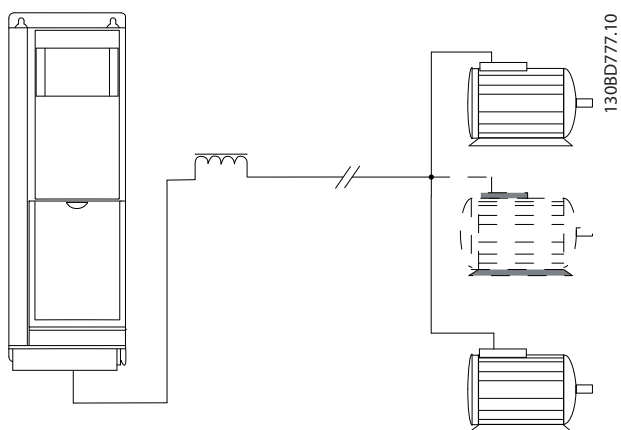


Illustration 3.14 Parallele kabler med belastning

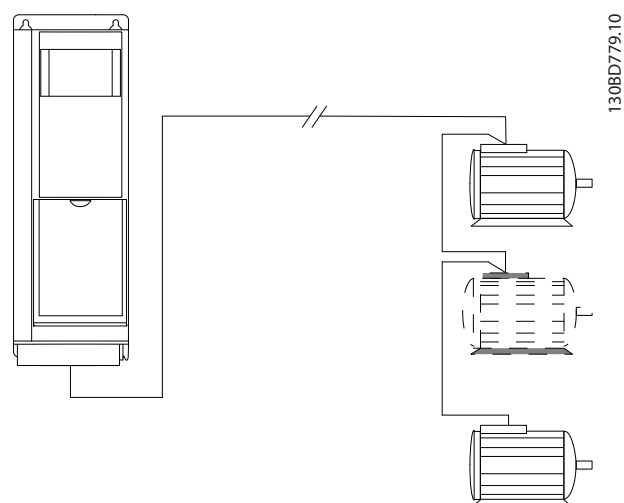


Illustration 3.16 Lange kabler i seriel tilslutning

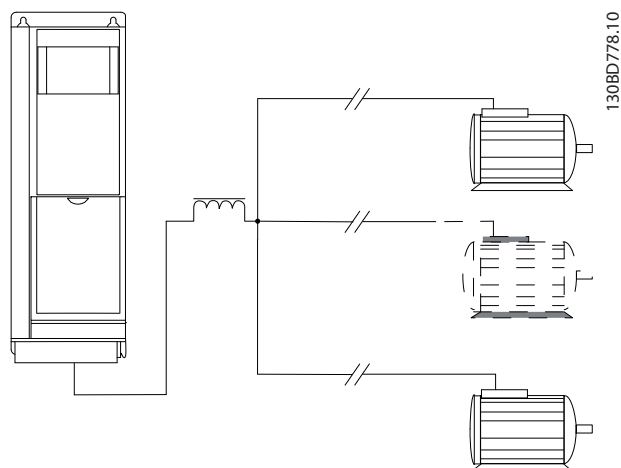


Illustration 3.15 LC-filter til lange parallelle kabler

Kapslingsstørrelser	Effektstørrelse [kW]	Spænding [V]	1 kabel [m]	2 kabler [m]	3 kabler [m]	4 kabler [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

Tabel 3.17 Maksimum kabellængde for hvert parallelkabel

3.4.7 Adskillelse af styreledninger

Harmoniske forstyrrelser, der genereres af motorkabler, kan degradere styresignaler i omformerens styreledninger og medføre styringsfejl. Motorkabler og styreledninger skal være separate. Påvirkninger fra forstyrrelser falder betydeligt ved adskillelse.

- Afstanden mellem styreledninger og motorkablerne bør være mere end 200 mm.
- Fordelingsstrips er nødvendige ved mindre adskillelser, eller forstyrrelser kobles ind eller overføres.
- Skærmning af styreledninger skal tilsluttes i begge ender tilsvarende skærmning af motorkabler.
- Skærmede kabler med snoede ledere giver den højeste dæmpning. Dæmpningen af det magnetiske felt øges fra ca. 30 dB med en enkelt skærmning til 60 dB med en dobbelt skærmning og til ca. 75 dB, hvis lederne også snos.

3.4.8 Termisk motorbeskyttelse

Frekvensomformerer yder termisk motorbeskyttelse på forskellige måder:

- Momentgrænse beskytter motoren mod overbelastning uafhængigt af hastigheden.
- Minimumhastighed begrænser mindste område for driftshastighed, f.eks. mellem 30 og 50/60 Hz.
- Maksimumhastigheden begrænser den maksimale udgangshastighed.
- Indgang er tilgængelig for en ekstern termistor.
- Elektronisk termorelæ (ETR) for asynkrone motorer simulerer et bimetalrelæ på basis af interne målinger. ETR måler den faktiske strøm, hastighed og tid for at beregne motortemperaturen og beskytte motoren mod at blive overophedet ved at afgive en advarsel eller afbryde strømmen til motoren. ETR-karakteristika er vist i *Illustration 3.17*.

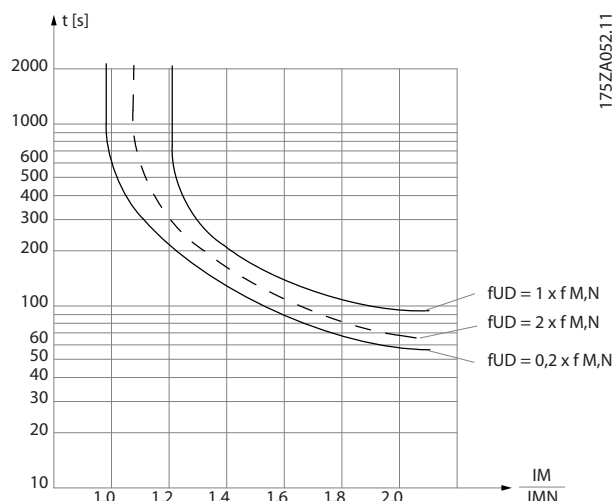


Illustration 3.17 Karakteristika for elektronisk termorelæ

X-aksen viser forholdet mellem I_{motor} og $I_{motor\ nominel}$. Y-aksen viser det tidsrum i sekunder, der går, før ETR afbryder og tripper. Kurverne viser den karakteristiske nominelle hastighed ved den dobbelte nominelle hastighed og ved 0,2 x den nominelle hastighed. Ved lavere hastighed kobler ETR ud ved en lavere temperatur på grund af mindre køling af motoren. Dette forhindrer, at motoren overophedes selv ved lave hastigheder. Funktionen ETR beregner motortemperaturen på basis af den faktiske strøm og hastighed.

3.4.9 Udgangskontaktor

Selvom det ikke er en almindelig anbefalet praksis, beskadiger det ikke frekvensomformerer at drive en udgangskontaktor mellem motoren og frekvensomformerer. Lukning af en udgangskontaktor, der tidligere har været åben, kan tilslutte en kørende frekvensomformerer til en standset motor. Dette kan få frekvensomformerer til at trippe og vise en fejl.

3.4.10 Bremsefunktioner

For at bremse belastningen på motorakslen, skal der enten bruges en statisk (mekanisk) eller en dynamisk bremse.

3.4.11 Dynamisk bremsning

Dynamisk bremse etableres ved:

- Modstandsbremse: En bremse-IGBT holder overspændingen under en fastsat grænse ved at dirigere bremseenergien fra motoren til bremsemodstanden.
- AC-bremse: Bremseenergien distribueres i motoren ved at ændre betingelserne for tab i motoren. AC-bremsefunktionen kan ikke bruges i applikationer med høj slutte- og brydefrekvens, da dette vil overophede motoren.
- DC-bremse: En overmoduleret DC-strøm, der tilføres AC-strømmen, fungerer som en hvirvelstrømsbremse.

3.4.12 Bremsemodstandsberegning

En bremsemodstand skal kunne håndtere varmetab og stigning i DC-link-spændingen under elektrisk-genereret bremsning. Brug af en bremsemodstand sikrer, at energien absorberes i bremsemodstanden og ikke i frekvensomformerer. Se *Brake Resistor Design Guide* for flere oplysninger.

Beregning af driftscyklus

Når mængden af kinetisk energi, der overføres til modstanden i hver bremseperiode, er ukendt, beregnes gennemsnitseffekten på baggrund af cyklostiden og bremsetiden (kendt som periodisk driftscyklus). Modstandens periodiske driftscyklus er et tegn på cyklussen, når modstanden er aktiv (se *Illustration 3.18*). Motorleverandører bruger ofte S5, når den tilladelige belastning angives, hvilket er et udtryk for periodisk driftscyklus.

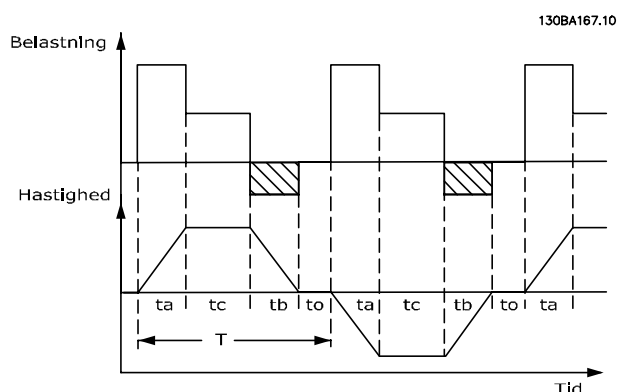


Illustration 3.18 Bremsemodstand for driftscyklus

Beregn den periodiske driftscyklus for modstanden på følgende måde:

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

T = cyklostid i sekunder

t_b er bremsetid i sekunder (ud af cyklostiden)

Danfoss tilbyder bremsemodstande med en driftscyklus på 5 %, 10 % og 40 %. Når der anvendes en driftscyklus på 10 %, absorberer bremsemodstandene bremseeffekten i 10 % af cyklostiden. De resterende 90 % af cyklostiden bruges på at sprede overskydende varme.

Sørg for, at modstanden er dimensioneret til den krævede bremsetid.

Bremsemodstandsberegning

For at forhindre frekvensomformerer i at koble ud af hensyn til beskyttelse, når motoren bremser, vælges modstandsværdier på grundlag af spidsbremseeffekt og mellemkredsspændingen. Beregn bremsemodstandens modstandsværdi som følger:

$$R_{br} = \frac{U_{dc}^2}{P_{spids}} [\Omega]$$

Bremsemodstandens ydeevne afhænger af DC-link-spændingen (U_{dc}).

U_{dc} er spændingen, hvorved bremsen er aktiveret. FC-seriens bremsefunktion er indstillet afhængigt af netforsyningen.

Netforsyningsindgang [V AC]	Bremse aktiv [V DC]	Høj spændings advarsel [V DC]	Over spændings alarm [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 ¹⁾	943	965	975
FC 202 3 x 525-600 ²⁾	1099	1109	1130
FC 202 3 x 525-690	1099	1109	1130

Tabel 3.18 DC-link-spænding (U_{dc})

1) Kapslingsstørrelser A, B, C

2) Kapslingsstørrelser D, E, F

Brug bremsemodstanden R_{rec} til at sikre, at frekvensomformerer kan bremse ved højeste bremsemoment ($M_{br}(\%)$) på 160 %. Formlen kan skrives sådan her:

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

η_{motor} er typisk 0,90

η_{VLT} er typisk 0,98

Når der vælges en højere bremsemodstand, opnås bremsemomentet på 160 % / 150 % / 110 % ikke, da der kan være risiko for, at frekvensomformerer afbryder fra DC-link-overspændingen af hensyn til beskyttelse.

Ved bremsning ved lavere moment, for eksempel 80 % moment, er det muligt at montere en bremsemodstand med lavere nominel effekt. Beregn størrelse ved hjælp af formelen til beregning af R_{rec} .

Frekvensomformere med kapslingstyper D og F er forsynet med mere end én bremsechopper. Brug en bremsemodstand for hver bremsechopper til disse afkapslingsstørrelser.

VLT® Brake Resistor MCE 101 Design Guide indeholder de mest opdaterede data og beskriver beregningens forskellige trin i detaljer, herunder:

- Beregning af bremseeffekt
- Beregning af bremsemodstandens spidseffekt
- Beregning af bremsemodstandens gennemsnitlige effekt
- Bremsning af inert

3.4.13 Kabelføring for bremsemodstand

EMC (snoede kabler/skærmning)

For at overholde den angivne EMC-ydeevne for frekvensomformeren skal skærmede kabler/ledninger anvendes. Hvis uskærmede ledninger bruges, anbefales det, at disse snoes for at reducere elektrisk støj fra ledningerne mellem bremsemodstanden og frekvensomformeren.

For forstærket EMC-ydeevne skal en metalskærm anvendes.

3.4.14 Bremsemodstand og bremse-IGBT

Bremsemodstand, effektmonitor

Desuden gør funktionen bremseeffektmonitor det muligt at udlæse den aktuelle effekt og middeleffekten for en valgt periode. Bremsen kan også overvåge påførslen af strøm og sikre, at den ikke overstiger en grænse, der vælges i *parameter 2-12 Bremseeffektgrænse (kW)*. I *parameter 2-13 Bremseeffektovervågning* vælges den funktion, der skal udføres, når effekten, som sendes til bremsemodstanden, overstiger den grænse, der er indstillet i *parameter 2-12 Bremseeffektgrænse (kW)*.

BEMÆRK!

Overvågningen af bremseeffekten udfylder ikke en sikkerhedsfunktion. Bremsemodstandskredsløbet er ikke beskyttet mod overgang til jord.

Bremsen er beskyttet mod kortslutning i bremsemodstanden, og bremsetransistoren overvåges for at sikre, at en kortslutning i transistoren registreres. Brug et relæ eller en digital udgang til at beskytte bremsemodstanden mod overbelastning i tilfælde af en fejl i frekvensomformeren.

Overspændingsstyring (OVC) kan vælges som en alternativ bremsefunktion i *parameter 2-17 Overspændingsstyring*. Hvis DC-link-spændingen øges, er denne funktion aktiv for alle apparater. Funktionen sikrer, at et trip kan undgås. Dette gøres ved at øge udgangsfrekvensen for at begrænse spændingen fra DC-linket. Det er en nyttig funktion, f.eks. hvis rampe ned-tiden er for kort, da trip af frekvensom-

formeren undgås. I denne situation forlænges rampe ned-tiden.

3.4.15 Energieffektivitet

Frekvensomformerens virkningsgrad

Frekvensomformerens belastning påvirker kun i ringe grad dens virkningsgrad.

Dette betyder også, at frekvensomformerens virkningsgrad ikke ændres, når der vælges andre u/f-karakteristikker. U/f-karakteristikkerne påvirker imidlertid motorens virkningsgrad.

Virkningsgraden forringes en lille smule, når switchfrekvensen indstilles til en værdi over 5 kHz. Virkningsgraden mindskes også lidt, når motorkablet er længere end 30 m.

Beregning af virkningsgrad

Frekvensomformerens virkningsgrad ved forskellige belastninger beregnes baseret på *Illustration 3.19*. Faktoren i denne graf skal ganges med den specifikke virkningsgradsfaktor, der er angivet i *kapitel 7.1 Elektriske data*.

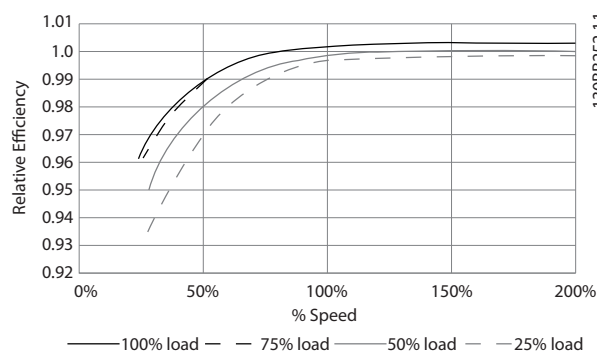


Illustration 3.19 Typiske virkningsgradskurver

Eksempel: Antag en 55 kW, 380-480 V AC frekvensomformer med 25 % belastning ved 50 % hastighed. Grafen viser 0,97. Den nominelle virkningsgrad for en 55 kW frekvensomformer er 0,98. Den faktiske virkningsgrad er derfor: $0,97 \times 0,98 = 0,95$.

Motorvirkningsgrad

Virkningsgraden for en motor, der er sluttet til en frekvensomformer, afhænger af magnetiseringsniveauet. Motorens virkningsgrad afhænger af motortypen.

- Inden for et område på 75-100 % af det nominelle moment er motorens virkningsgrad så godt som konstant, både når den styres af frekvensomformeren, og når den kører direkte på netforsyningen.
- Påvirkningen fra U/f-karakteristikken på små motorer er marginal. I motorer fra 11 kW og op er fordelene for virkningsgraden imidlertid betydelige.
- Switchfrekvensen påvirker ikke virkningsgraden i små motorer. Virkningsgraden forbedres 1-2 % i motorer fra 11 kW og op. Dette sker, fordi motorstrømmens sinusform er næsten perfekt ved en høj switchfrekvens.

Systemeffektivitet

Systemets virkningsgrad beregnes ved at gange frekvensomformerens virkningsgrad med motorens virkningsgrad.

3.5 Yderligere indgange og udgange

3.5.1 Ledningsdiagram

Når styreklemmerne er tilsluttet og programmeret korrekt, giver disse:

- Feedback, reference og andre indgangssignaler til frekvensomformereren.
- Status på udgange og fejltilstande fra frekvensomformereren.
- Relæer til at drive ekstraudstyr.
- En seriel kommunikationsgrænseflade.
- 24 V fælles.

Styreklemmer kan programmeres til forskellige funktioner ved at vælge parameteroptioner via LCP-betjeningspanelet foran på apparatet eller via eksterne kilder. De fleste styreledninger skal leveres af kunden, medmindre andet er specificeret ved bestilling fra fabrikken.

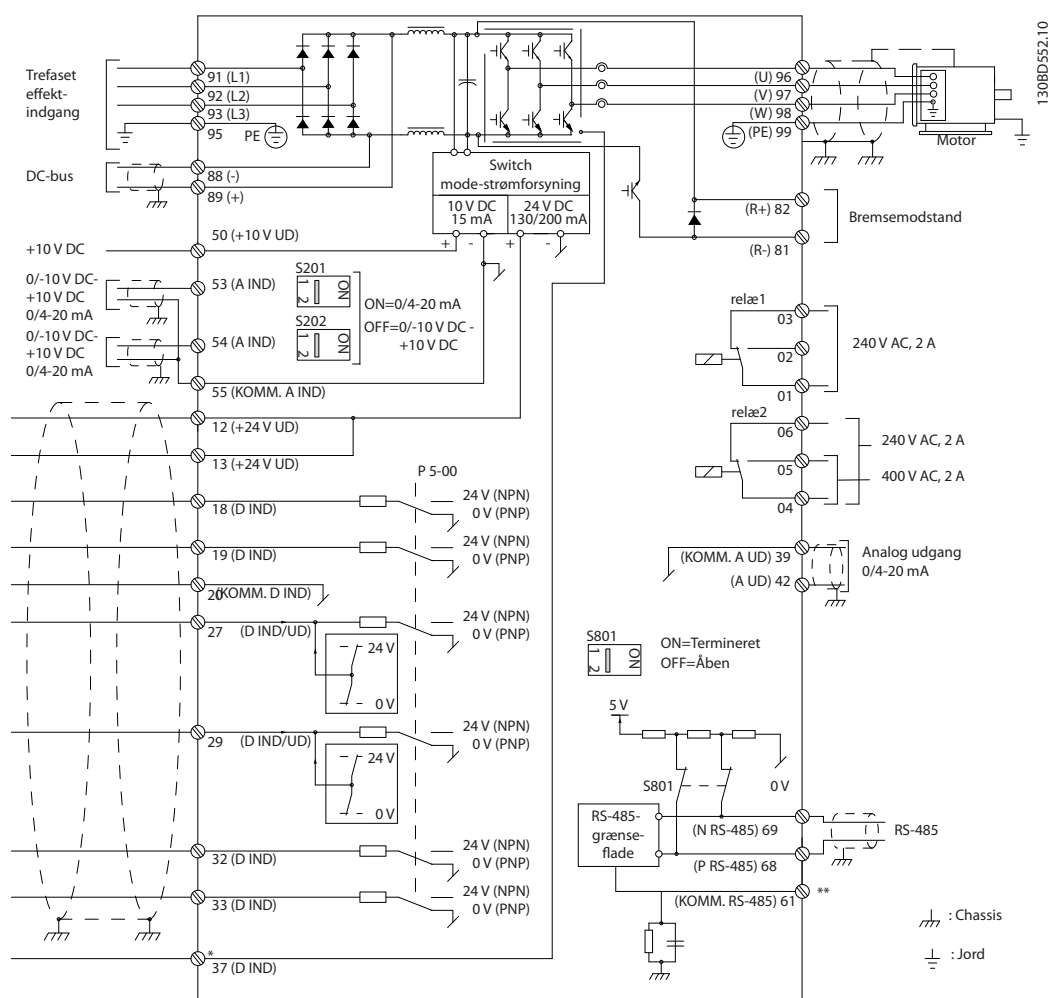


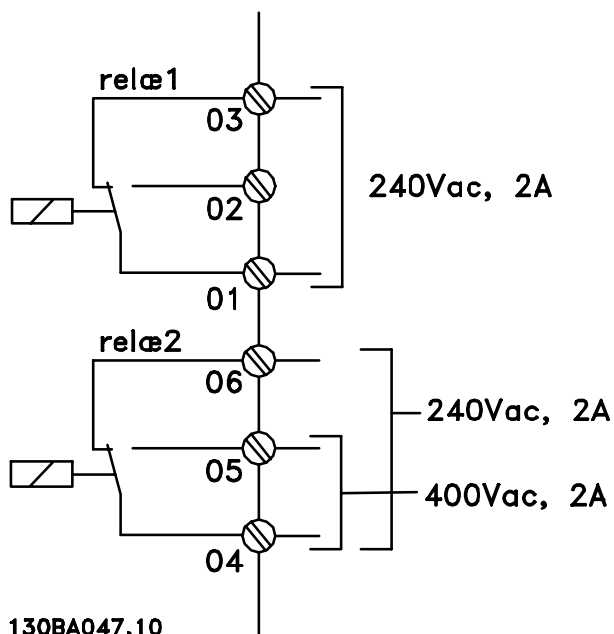
Illustration 3.20 Grundlæggende ledningsdiagram

A = analog, D = digital

*Klemme 37 (medfølger ikke altid) bruges til STO. Se VLT® Safe Torque Off Betjeningsvejledning for installationsinstruktioner.

**Tilslut ikke kabelskærmen.

3.5.2 Relætilslutninger



Relæ	Klemme ¹⁾	Beskrivelse
1	1	fælles
	2	som regel åben maksimum 240 V
	3	som regel lukket maksimum 240 V
2	4	fælles
	5	som regel lukket maksimum 240 V
	6	som regel lukket maksimum 240 V
1	01-02	slut (som regel åben)
	01-03	bryd (som regel lukket)
2	04-05	slut (som regel åben)
	04-06	bryd (som regel lukket)

Illustration 3.21 Relæudgange 1 og 2, maksimum spændinger

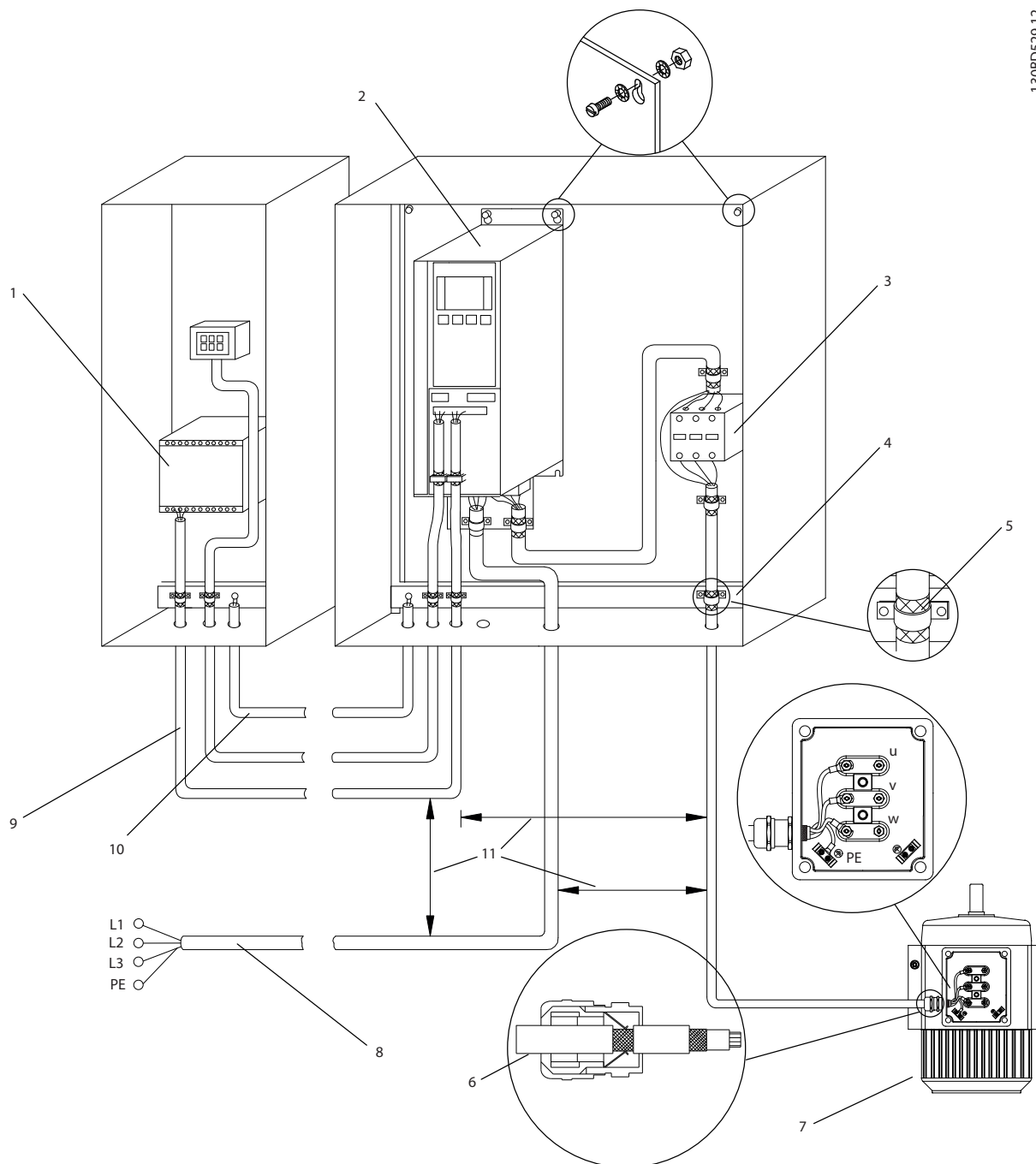
1) For at tilføje flere relæudgange installeres VLT® Relæoptionsmodul MCB 105 eller VLT® Relæoptionsmodul MCB 113.

For flere oplysninger om relæer, se *kapitel 7 Specifikationer* og *kapitel 8.3 Tegnninger over relæklemmer*.

For flere oplysninger om relæoptioner, se *kapitel 3.7 Optioner og tilbehør*.

3.5.3 EMC-korrekt elektrisk tilslutning

3



1	PLC	7	Motor, tre-faset og PE (skærmet)
2	Frekvens omformer	8	Netforsyning, tre-faset og forstærket PE (ikke skærmet)
3	Udgangs kontaktor	9	Styreledninger (skærmede)
4	Kabelbøjle	10	Potentialeudligning min. 16 mm ²
5	Kabelisolering (afisoleret)	11	Afstand mellem styrekabel, motorkabel og forsyningskabel: Minimum 200 mm
6	Kabelbøsning		

Illustration 3.22 EMC-korrekt elektrisk tilslutning

For yderligere oplysninger om EMC, se *kapitel 2.5.18 EMC-overensstemmelse* og *kapitel 3.2 EMC, beskyttelse mod harmoniske strømme og overgang til jord*.

BEMÆRK!

EMC-FORSTYRRELSE

Brug skærmede kabler til motorkabler og styreledninger samt separate kabler til indgangsstrøm, motorkabler og styreledninger. Hvis strømkabler, motorkabler og styreledninger ikke adskilles, kan det resultere i utilsigtet funktion eller reduceret ydeevne. Der skal være mindst 200 mm afstand mellem strømkabler, motorkabler og styreledninger.

3.6 Mekanisk planlægning

3.6.1 Mindsteafstand

Montering side-om-side er egnet til alle kapslingsstørrelser, undtagen når der anvendes et IP21/IP4X/TYPE 1-kapslingssæt (se *kapitel 3.7 Optioner og tilbehør*).

Horisontal mindsteafstand, IP20

Kapslingsstørrelser IP20 A og B kan monteres side-om-side uden mindsteafstand. Den korrekte monteringsrækkefølgen er dog vigtig. *Illustration 3.23* viser, hvordan der monteres korrekt.

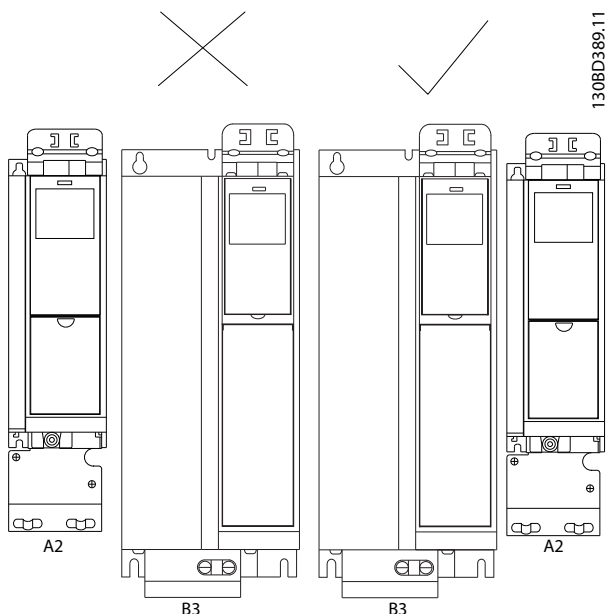


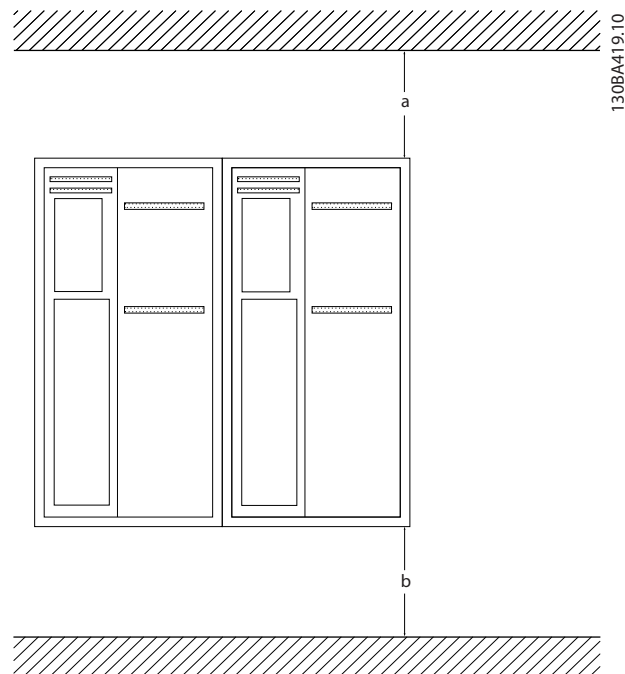
Illustration 3.23 Korrekt montering side-om-side uden mindsteafstand

Horisontal mindsteafstand, IP21 kapslingssæt

Når et IP21-kapslingssæt anvendes til kapslingsstørrelser A1, A2 eller A3, skal der sørges for luft mellem frekvensomformerne på mindst 50 mm.

Vertikal mindsteafstand

For at opnå optimale køleforhold, skal der være en vertikal mindsteafstand med fri luftpassage over og under frekvensomformerne. Se *Illustration 3.24*.



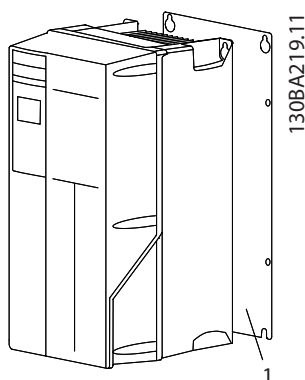
Kapslingsstørrelse	A1*/A2/A3/A4/ A5/B1	B2/B3/B4/ C1/C3	C2/C4
a [mm]	100	200	225
b [mm]	100	200	225

Illustration 3.24 Vertikal mindsteafstand

3.6.2 Vægmontering

Montering på en flad væg kræver ikke en bagplade.

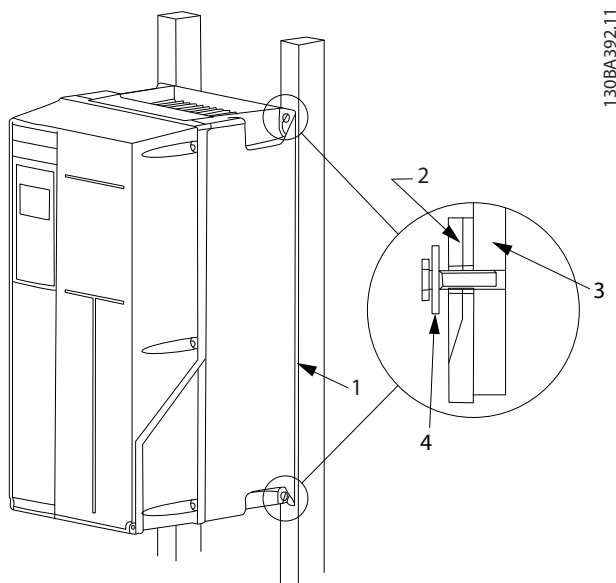
Montering på en ujævn væg kræver en bagplade for at sikre tilstrækkelig køling over kølepladen. Brug kun bagpladen med kapslinger A4, A5, B1, B2, C1 og C2.



1	Bagplade
---	----------

Illustration 3.25 Montering med bagplade

Til frekvensomformere med beskyttelsesklasse IP66 skal der bruges en fiberspændeskive eller en nylonspændeskive til beskyttelse af epoxy-coatingen.



1	Bagplade
2	Frekvensomformer med IP66-kapsling
3	Bagplade
4	Fiberspændeskive

Illustration 3.26 Montering med bagplade til beskyttelsesklasse IP66

3.6.3 Adgang

For at kunne planlægge adgangsforholdene til kabelføring før montering henvises der til tegningerne i kapitel 8.1 Tegninger over nettilslutning (3-faser) og kapitel 8.2 Tegninger over motortilslutning.

3.7 Optioner og tilbehør

Optioner

For bestillingsnumre, se kapitel 6 Typekode og valg

Netforsyningsafskærmning

- Lexan®-skærmning monteret foran indgående effekt клемmer og indgangspladen, der beskytter mod utilsigtet kontakt, når kapslingsdøren er åben.
- Rumopvarmere og termostat: Rumopvarmere, der styres via automatisk termostat, og som er monteret på indersiden af kabinettet til F-kapslinger, forhindrer kondensering inden i kapslingen. Fabriksindstillingerne for termostaten tænder for rumopvarmerne ved 10 °C og slukker for dem ved 15,6 °C.

RFI-filtre

- Frekvensomformerfunktion med integreret klasse A2 RFI-filtre som standard. Hvis yderligere niveauer af RFI/EMC-beskyttelse er påkrævet, kan de opnås med valgfri klasse A1 RFI-filtre, hvilket giver en dæmpning af radiofrekvensforstyrrelse og elektromagnetisk stråling i henhold til EN 55011.

Fejlstrømsafbryder (RCD)

Benytter kernebalancemetoden til at overvåge jordfejlstrømme i jordede og højmodstands-jordede systemer (TN- og TT-systemer i IEC-terminologien). Der er sætpunkter for forvarsel (50 % af hovedalarmsætpunktet) og hovedalarm. Et SPDT-alarmrelæ til ekstern brug er knyttet til hvert sætpunkt, hvilket kræver en ekstern vinduестype strømtransformer (leveres og monteres af kunden).

- Indbygget indbygget frekvensomformerens kredsløb til safe torque off
- IEC 60755 Type B-apparat overvåger AC, pulsmøduleret DC og rene DC-jordfejlstrømme
- LED-søjlediagrammer over jordfejlstrømsniveauet fra 10-100 % af sætpunktet
- Fejlhukommelse
- TEST/RESET-tast

Overvågning af isolationsmodstand (IRM)

Overvåger isolationsmodstanden i ujordede systemer (IT-systemer i IEC-terminologi) mellem systemfaseledere og jord. Der er sætpunkter for isolationsniveau i ohm for forvarsel og hovedalarm. Et SPDT-alarmrelæ til ekstern brug er knyttet til hvert sætpunkt. Bemærk: Der kan kun sluttes én enhed til overvågning af isolationsmodstanden til hvert ujordet system (IT-system).

- Indbygget i frekvensomformerens til sikker standsningskredsløb
- LCD-visning af isolationsmodstand
- Fejlhukommelse
- INFO-, TEST-, og RESET-taster

Bremsechopper (IGBT'er)

- Bremseklemmer med et IGBT bremsechopper-kredsløb tillader tilslutning af eksterne bremsemodstande. Flere oplysninger om bremsemodstande findes i *kapitel 3.4.12 Bremsemodstandsberegning og .*

Regenereringsklemmer

- Disse klemmer muliggør tilslutning af regenereringsapparater til DC-bussen på kondensatorgruppens DC-link-reaktorer til regenerativ bremsning. Regenereringsklemmer til F-kapsling er dimensioneret til ca. ½ frekvensomformerens nominelle effekt. Kontakt fabrikken vedrørende regenereringens effektgrænser baseret på den specifikke frekvensomformerstørrelse og spænding

Belastningsfordeling for klemmer

- Disse klemmer slutter til DC-bussen på ensrettersiden af DC-linkreaktoren og tillader deling af DC-bussens effekt mellem flere frekvensomformere. Klemmerne til belastningsfordeling for F-kapslinger er dimensioneret til ca. ⅓ af frekvensomformerens nominelle effekt. Kontakt fabrikken vedrørende belastningsfordelingsgrænser baseret på den specifikke frekvensomformerstørrelse og spænding.

Sikringer

- Sikringer anbefales til hurtigtreagerende strøm og overbelastningsbeskyttelse af frekvensomformerens. Sikringsbeskyttelse begrænser skader på frekvensomformerens og minimerer servicetid i tilfælde af en fejl. Sikringer skal overholde marinecertificering.

Afbryd

- Et håndtag monteret på døren tillader, at en strømafbryderkontakt kan håndteres manuelt, således at strømmen til frekvensomformerens kan aktiveres eller deaktiveres, hvorved sikkerhed under servicearbejde øges. Afbryderen er spærret ved kapslingsdørene for at forhindre, at de åbnes, mens der stadig er strøm i apparatet.

Afbrydere

- En afbryder kan trippes via fjernstyring, men den skal nulstilles manuelt. Afbrydere er spærret ved kapslingsdørene for at forhindre, at de åbnes, mens der stadig er strøm i apparatet. Når en afbryder bestilles som option, er sikringer også inkluderet for hurtigtreagerende strøm og overbelastningsbeskyttelse af frekvensomformerens.

Kontaktorer

- En elektrisk styret kontaktor muliggør fjernbetjent aktivering og deaktivering af strøm til frekvensomformerens. Hvis IEC-nødstopoption er bestilt, overvåger Pilz Safety en ekstra kontakt på kontaktoeren.

Manuelle motorstartere

Giver trefaset strøm til elektriske blæsere, som ofte kræves i større motorer. Strømmen til starterne kommer fra belastningssiden fra en af de leverede kontaktoeren, afbrydere eller afbryderkontakter, og fra indgangssiden af Klasse 1 RFI-filter (valgfri). Der sidder en sikring inden hver motorstarter, og strømmen er slukket, når forsyningsstrømmen til frekvensomformerens er slukket. Der tillades op til to startere (kun én, hvis der bestilles et sikringsbeskyttet kredsløb på 30 Amp). Indbygget i frekvensomformerens Safe Torque Off-kredsløb.

Apparaterne har følgende:

- Betjeningskontakt (on/off).
- Kortslutnings- og overbelastningsbeskyttelse med testfunktion.
- Manuel nulstillingsfunktion.

30 Amp, sikringsbeskyttede klemmer

- Trefaset strøm, som passer til den indkommende netspænding til strømforsyning af ekstra kundeudstyr.
- Kan ikke fås, hvis der vælges to manuelle motorstartere.
- Klemmerne er slukket, når forsyningsstrømmen til frekvensomformerens er slukket.
- Strømmen til de sikringsbeskyttede klemmer kommer fra belastningssiden på en af de leverede kontaktoeren, afbrydere eller afbryderkontakter, og fra indgangssiden af Klasse 1 RFI-filter (valgfri).

Strømforsyning på 24 V DC

- 5 Amp, 120 W, 24 V DC
- Beskyttet mod udgangsoverstrøm, overbelastning, kortslutninger og overtemperatur.
- Anvendes til at strømforsyne tilbehørsenheder fra tredjepart, f.eks. følere, PLC-I/O, kontaktoeren, temperaturprober, indikatorlamper og/eller anden elektronisk hardware.
- Diagnostikken omfatter en tør DC-ok-kontakt, en grøn DC-ok-LED og en rød overbelastnings-LED.

Ekstern temperaturovervågning

- Udviklet til overvågning af temperaturer i de eksterne systemkomponenter, f.eks. motorviklinger og/eller lejer. Omfatter otte universalindgangsmodule plus to dedikerede termistorindgangsmodule. Alle ti module er integreret i frekvensomformerens kredsløb til Safe Torque Off og kan overvåges via et Fieldbus-netværk (kræver, at der købes en separat modul-/buskobler). Bestil en Safe Torque Off-bremseoption for at kunne vælge ekstern temperaturovervågning.

Serielle kommunikationer

PROFIBUS DP V1 MCA 101

- PROFIBUS DP V1 giver bred kompatibilitet, omfattende tilgængelighed, support til alle store PLC-forhandlere, og kompatibilitet med fremtidige versioner.
- Hurtig og effektiv kommunikation, gennemskuelig installation, avanceret bestemmelse af diagnose og parametre, samt auto-konfigurering af procesdata via GSD-fil.
- A-cyklisk parameter-udvælgelse med PROFIBUS DP V1, PROFIDrive eller Danfoss FC-profil tilstandsmaskiner, PROFIBUS DP V1, Master Class 1 og 2 bestillingsnummer 130B1100 ikke-coated – 130B1200 coated (klasse G3/ISA S71.04-1985).

DeviceNet MCA 104

- Denne moderne kommunikationsmodel tilbyder nogle vigtige egenskaber, der tillader operatører effektivt at fastslå, hvilke oplysninger er nødvendige og hvornår.
- Den drager fordel af ODVA's stærke overensstemmelse med testpolitikker, hvilket sikrer, at produkter kan arbejde sammen. Bestillingsnummer 130B1102 ikke-coated 130B1202 coated (Klasse G3/ISA S71.04-1985).

PROFINET RT MCA 120

PROFINET-optionen tilbyder tilslutning til PROFINET-baserede netværk via PROFINET-protokollen. Optionen er i stand til at håndtere en enkelt forbindelse med et faktisk pakkeinterval ned til 1 ms i begge retninger.

- Indbygget webserver til bestemmelse af fjerndiagnose og udlæsning af grundlæggende frekvensomformerparametre.
- E-mail-notificering kan konfigureres, så der sendes en e-mail-meddelelse til en eller flere modtagere, hvis der opstår bestemte advarsler eller alarmer, eller disse er blevet slettet igen.
- TCP/IP for let adgang til frekvensomformerkonfigurationsdata fra MCT 10-opsætningssoftware.
- FTP (File Transfer Protocol) upload og download af filer.

- Support af DCP (discovery- og konfigurationsprotokol).

Ethernet IP MCA 121

Ethernet bliver den fremtidige standard for kommunikation på fabriksgulvet. Ethernet-optionen er baseret på den nyeste teknologi, der er tilgængelig til industriel brug, og som kan håndtere selv de mest krævende krav. Ethernet/IP udvider det erhvervsmæssige off-the-shelf Ethernet til fælles industriprotokol (CIP™), samme øvre lag-protokol og objektmodel, som findes i DeviceNet. MCA 121 giver avancerede funktioner som:

- Indbyggede højtydende kontakter til at aktivere linjetopologi, og fjerner behovet for eksterne kontakter.
- Avanceret kontakt- og diagnose-funktioner.
- En indbygget webserver.
- En e-mail-tjeneste til servicenotificering.

Modbus TCP MCA 122

Modbus-optionen tilbyder tilslutning til Modbus TCP-baserede netværk, som f.eks. Groupe Schneider PLC-system via Modbus TCP-protokol. Optionen er i stand til at håndtere en enkelt forbindelse med et faktisk pakkeinterval på ned til 5 ms i begge retninger.

- Indbygget webserver til bestemmelse af fjerndiagnose og udlæsning af grundlæggende frekvensomformerparametre.
- E-mail-notificering kan konfigureres, så der sendes en e-mail-meddelelse til en eller flere modtagere, hvis der opstår bestemte advarsler eller alarmer, eller disse er blevet slettet igen.
- To Ethernet-porte med indbygget kontakt.
- FTP (File Transfer Protocol) upload og download af filer.
- Protokolautomatisk IP-adressekonfiguration.

Flere optioner

Universal I/O MCB 101

I/O-optionen tilbyder et udvidet antal styringsindgange og -udgange.

- Tre digitale indgange 0-24 V: Logisk 0<5 V; Logisk 1>10 V
- To analoge indgange 0-10 V: Opløsning 10 bit plus fortegn
- To digitale udgange NPN/PNP push-pull
- En analog udgang 0/4–20 mA
- Fjederbelastet tilslutning
- Separate parameterindstillinger bestillingsnummer 130B1125 ikke-coated – 130B1212 coated (Klasse G3/ISA S71.04-1985)

Relæoption MCB 105

Aktiverer udvidelse af relæfunktioner med tre yderligere relæudgange.

- Maksimum klemmebelastning: 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
- Minimum klemmebelastning: DC 5 V: 10 mA
- Maks. koblingsfrekvens ved nominel belastning/min. belastning: 6 min-1/20 sek-1
- Bestillingsnummer 130B1110 ikke-coated – 130B1210 coated (Klasse G3/ISA 571.04-1985)

Analog I/O-option MCB 109

Denne analog indgang-/udgangsoption er nem at montere i frekvensomformeren og opgraderer til avanceret ydelse og styring via yderligere indgange/udgange. Denne option opgraderer også frekvensomformeren med batteribackup til uret, der er indbygget indbygget frekvensomformeren. Dette giver stabil anvendelse alle urfunktioner i frekvensomformeren som tidsstyrede handlinger.

- Tre analoge indgange, hver især konfigurerbar som indgang for både spænding og temperatur.
- Tilslutning af 0-10 V analoge signaler samt PT1000 og NI1000 temperaturindgange.
- Tre analoge udgange hver især konfigurerbar som 0-10 V udgange.
- Backup-forsyning til standardurfunktionen inkluderet frekvensomformeren er inkluderet. Backup-batteriet holder typisk i op til 10 år, afhængigt af miljø. Bestillingsnummer 130B1143 ikke-coated – 130B1243 coated (Klasse G3/ISA 571.04-1985).

PTC-termistorkort MCB 112

Med MCB 112 PTC-termistorkortet kan alle Danfoss frekvensomformere med STO bruges til at overvåge motorer i potentielt eksplosive atmosfærer. MCB 112 sikrer overlegen ydelse sammenlignet med den indbyggede ETR-funktion og termistorklemme.

- Beskytter motoren mod overophedning.
- ATEX-godkendt til brug med EX d og EX e motorer.
- Benytter Safe Torque Off-funktionen i Danfoss-frekvensomformere til at stoppe motoren i tilfælde af overtemperatur.
- Certificeret til brug til beskyttelse af motorer i zoner 1, 2, 21 og 22.
- Certificeret op til SIL2.

Følerindgangskort MCB 114

Optionen beskytter motoren mod overophedning af ved at overvåge temperaturen på lejerne og viklingerne i motoren. Grænserne, så vel som handling, er justerbare, og den enkelte følertemperatur er synlig som en udlæsning på displayet eller via fieldbus.

- Beskytter motoren mod overophedning.
- Tre selvdetekterende følerindgange til to eller tre ledninger til PT100/PT1000-følere.
- En ekstra analog indgang 4–20 mA.

Udvidet kaskadestyreenhed MCO 101

Nem at montere og opgraderer den indbyggede kaskadestyreenhed til at køre med flere pumper og mere avanceret pumpestyring i master/slave mode.

- Op til seks pumper i en standard kaskadeopsætning
- Op til seks pumper i master/slave-opsætning
- Tekniske specifikationer: Se MCB 105 relæoption

Udvidet relækort MCB 113

Det udvidede relækort MCB 113 tilføjer indgange/udgange til VLT® AQUA Drive for at opnå øget fleksibilitet.

- Syv digitale indgange: 0–24 V
- To analoge udgange: 0/4–20 mA
- Fire SPDT-relæer
- Klassificering af belastningsrelæer: 240 V AC/2 A (Ohm)
- Overholder NAMUR-anbefalinger
- Galvanisk adskillelsegenskaber bestillingsnummer 130B1164 ikke-coated – 130B1264 coated (Klasse G3/ISA 571.04-1985)

MCO 102 avanceret kaskadestyreenhed

Udvider egenskaberne ved standard kaskadestyreenheden, der er bygget ind i frekvensomformere.

- Indeholder otte yderligere relæer for overgang af flere motorer.
- Giver præcis gennemstrømning, tryk og niveau-styring til optimering af effektiviteten af systemer, der bruger flere pumper eller blæsere.
- Master/slave-mode driver alle blæsere/pumper ved samme hastighed, hvilket derved potentielt reducerer energiforbruget til mindre end halvdelen af det, som drøvleventilen har, eller traditionel, on/off-alternering henover linjen.
- Styrerpumpealternering sikrer, at flere pumper eller blæsere bruges ligeligt.

24 V DC-forsyningsoption MCB 107

Optionen bruges til at tilslutte en ekstern DC-forsyning for at holde styredelen, og enhver monteret option, aktiv, når netforsyningen er nede.

- Indgangsspændingsområde: 24 V DC +/-15 % (maks. 37 V i 10 sek).
- Maksimum indgangsstrøm: 2,2 A.
- Maksimal kabellængde: 75 m.
- Indgangskapacitansbelastning <10 uF.
- Opstartsforsinkelse: <0,6 sek
- Nem at installere installeres frekvensomformere installeres eksisterende maskiner.
- Holder styrekortet og optioner aktive under strømafbrydelser.
- Holder fieldbusser aktive under strømafbrydelser
Bestillingsnummer 130B1108 ikke-coated – 130B1208 coated (Klasse G3/ISA 571.04-1985).

3.7.1 Kommunikationsoptioner

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

For yderligere oplysninger se *kapitel 7 Specifikationer*.

3.7.2 Indgang/udgang, feedback og sikkerhedsoptioner

- VLT® Universal I/O Module MCB 101
- VLT® Relækort MCB 105
- VLT® PTC-termistorkort MCB 112
- VLT® Udvidet relækort MCB 113
- VLT® Sensor Input Option MCB 114

For yderligere oplysninger, se *kapitel 7 Specifikationer*.

3.7.3 Kaskadestyringsoptioner

Kaskadestyreenhedsoptioner udvider antallet af tilgængelige relæer. Når én af optionerne er installeret, er de parametre, der styrer kaskadestyreenhedens funktioner, tilgængelige fra betjeningspanelet.

MCO 101 og 102 er add-on-optioner, der forlænger et understøttet antal pumper og funktionaliteter i den indbyggede kaskadestyreenhed i VLT® AQUA Drive.

Følgende optioner til kaskadestyring er tilgængelige for VLT® AQUA Drive:

- Indbygget basic-kaskadestyreenhed (standard kaskadestyreenhed)
- MCO 101 (udvidet kaskadestyreenhed)
- MCO 102 (avanceret kaskadestyreenhed)

Se *kapitel 7 Specifikationer* for yderligere oplysninger.

Den udvidede kaskadestyreenhed kan bruges i to forskellige tilstande:

- Med de udvidede funktioner styret af parametergruppe 27-**. *Cascade CTL Option*.
- Til at udvide antallet af tilgængelige relæer for basic-kaskade styret af parametergruppe 25-**. *Kaskadestyreenhed*.

MCO 101 tillader brug af i alt fem relæer til kaskadestyring. MCO 102 muliggør styring af i alt otte pumper. Optionerne er i stand til at skifte mellem styrepumpen og to relæer pr. pumpe.

BEMÆRK!

Hvis MCO 102 er monteret, kan relæoption MCB 105 udvide antallet af relæer til 13.

Applikation

Kaskadestyring er et almindeligt styresystem til energieffektiv styring af parallelle pumper eller ventilatorer.

Kaskadestyreenhedensoptionen aktiverer styring af flere pumper konfigureret parallelt ved:

- Automatisk at slå individuelle pumper til/fra.
- Hastighedsstyring af pumperne.

Ved brug af kaskadestyreenheder kobles de enkelte pumper automatisk ind og ud efter behov for at imødekomme det påkrævede gennemstrømnings- eller trykoutput i systemet. Hastigheden af de pumper, der er tilsluttet VLT® AQUA Drive, styres også for at give et konstant outputområde for systemet.

Designeret brug

Kaskadestyreenhedsoptioner er designet til pumpeapplikationer, men det er også muligt at bruge kaskadestyreenheder til alle applikationer, der kræver flere motorer konfigureret parallelt.

Driftsprincip

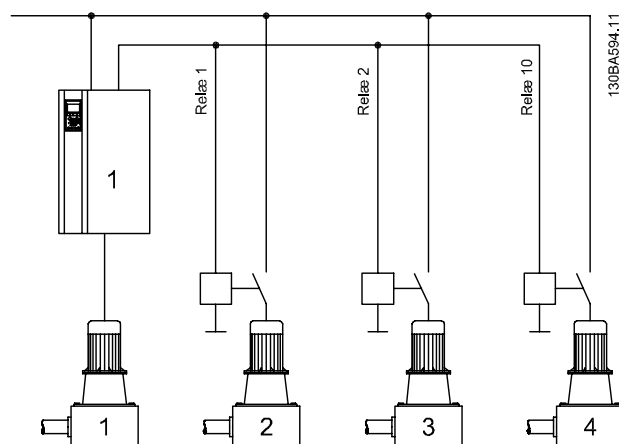
Kaskadestyreenhedssoftwaren kører fra en enkelt frekvensomformer med kaskadestyreenhedsoptionen. Den styrer et sæt pumper, der hver især styres af en frekvensomformer eller er tilsluttet en kontaktor eller softstarter.

Øvrige frekvensomformere i systemet (slave-frekvensomformere) har ikke behov for noget optionskort til kaskadestyreenhed. De benyttes i åben sløjfe og modtager deres hastighedsreference fra masteren. Pumper, der er sluttet til slave-frekvensomformere, kaldes pumper med variabel hastighed.

Pumper, der er tilsluttet netforsyningen via en kontaktor eller softstarter, kaldes en pumpe med fast hastighed.

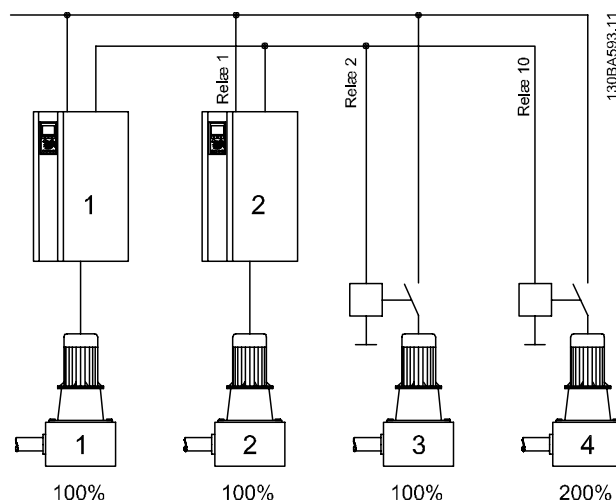
Hver pumpe, med variabel eller fast hastighed, styres af et relæ i master-frekvensomformeren.

Kaskadestyreenhedsoptioner kan styre en blanding af pumper med variabel og fast hastighed.



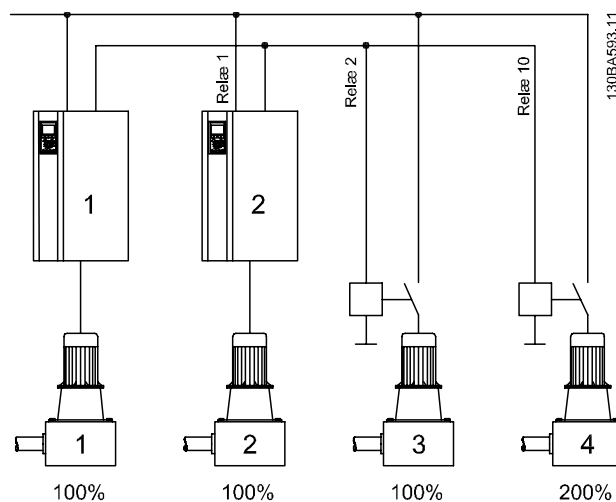
Indbygget	1 VSP + 2 FSP parametergruppe 25-** Kaskadestyreenhed
MCO 101	1 VSP + 5 FSP parametergruppe 25-** Kaskadestyreenhed
MCO 102	1 VSP + 8 FSP parametergruppe 25-** Cascade Controller

Illustration 3.27 Applikationsoversigt



Indbygget	-
MCO 101	1 til 6 VSP + 1 til 5 FSP (maksimum 6 pumper) parametergruppe 27-** Cascade CTL Option
MCO 102	1 til 8 VSP + 1 til 7 FSP (maksimum 8 pumper) parametergruppe 27-** Cascade CTL Option

Illustration 3.28 Applikationsoversigt



Indbygget	-
MCO 101	6 VSP parametergruppe 27-** Cascade CTL Option
MCO 102	8 VSP parametergruppe 27-** Cascade CTL Option

Illustration 3.29 Applikationsoversigt

VSP = variabel hastighedspumpe (direkte tilsluttet frekvensomformeren)

FSP = fast hastighedspumpe (motoren kan tilsluttes via kontaktor, softstarter eller stjerne-/trekantstarter)

3.7.4 Bremsmodstande

I applikationer, hvor motoren bruges som bremse, genereres der energi i motoren, som sendes tilbage til frekvensomformereren. Hvis energien ikke kan sendes tilbage til motoren, øger den spændingen i frekvensomformerens DC-ledning. I applikationer med hyppig bremsning og/eller høje inertibelastninger kan denne øgning måske medføre et overspændingstrip i frekvensomformereren og derefter lukke den ned. Bremsmodstande bruges til at sprede den overskydende energi, der stammer fra den regenerative bremsning. Modstanden vælges baseret på den ohmske værdi, effekttabet og den fysiske størrelse. Danfoss tilbyder en lang række af forskellige modstande, der er særligt konstrueret til Danfoss-frekvensomformere. Se *kapitel 3.4.12 Bremsmodstandsberregning* for dimensionering af bremsmodstande. For bestillingsnumre se *kapitel 6.2 Optioner, tilbehør og reservedele*.

3.7.5 Sinusfiltre

Når en motor styres af en frekvensomformer, kan der høres resonansstøj fra motoren. Denne støj, som opstår pga. motorens konstruktion, forekommer hver gang en vekselretterkobling i frekvensomformereren aktiveres. Frekvensen af resonansstøjen svarer derfor til switchfrekvensen i frekvensomformereren.

Danfoss leverer et sinusfilter til at dæmpe den akustiske motorstøj.

Filtret reducerer rampe op-tiden for spændingen, spidsbelastningsspændingen U_{SPIDS} og rippelstrømmen ΔI til motoren, hvilket betyder, at strømmen og spændingen nærmest bliver sinusformet. Derfor reduceres den akustiske motorstøj til et minimum.

Rippelstrømmen i sinusfilterspolerne skaber også nogen støj. Løs problemet ved at integrere filtret i et kabinet eller lignende.

3.7.6 dU/dt-filtre

Danfoss leverer dU/dt-filtre, som er differential-mode lavpasfiltre, der reducerer motorklemmens fase-til-fase-spids-spænding og reducerer stigetiden til et niveau, der sænker belastningen på isoleringen af motorviklingerne. Dette er især aktuelt med korte motorkabler.

Sammenlignet med sinusfiltre (se *kapitel 3.7.5 Sinusfiltre*) har dU/dt-filtre en afbrydelsesfrekvens over switchfrekvensen.

3.7.7 Common mode-filtre

Højfrekvens common mode-kerner (HF-CM-kerner) reducerer elektromagnetisk forstyrrelse og eliminerer lejeskader ved elektrisk afladningsstrøm. De er særlige nanokrystallinske magnetiske kerner, der har overlegen filtreringsdydeevne sammenlignet med traditionelle ferritkerner. HF-CM-kerner fungerer som en common-mode-induktor (mellem faser og jord).

Når de installeres omkring de tre motorfaser (U, V, W), reducerer common mode-filtrene højfrekvens common-mode-strømme. På den måde reduceres højfrekvens elektromagnetiske forstyrrelser fra motorkablet.

Det nødvendige antal kerner afhænger af motorkablets længde og frekvensomformerens spænding. Hvert sæt består af to kerner. Se *Tabel 3.19* for at bestemme det påkrævede antal kerner.

Kabellængde ¹⁾ [m]	Kapslingsstørrelse				
	A og 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

Tabel 3.19 Antallet af kerner

1) Hvor længere kabler er påkrævet, opbygges yderligere HF-CM-kerner.

Installér HF-CM-kernerne ved at lade de tre motorfasekabler (U, V, W) løbe gennem hver enkelt kerne, som vist i *Illustration 3.30*.

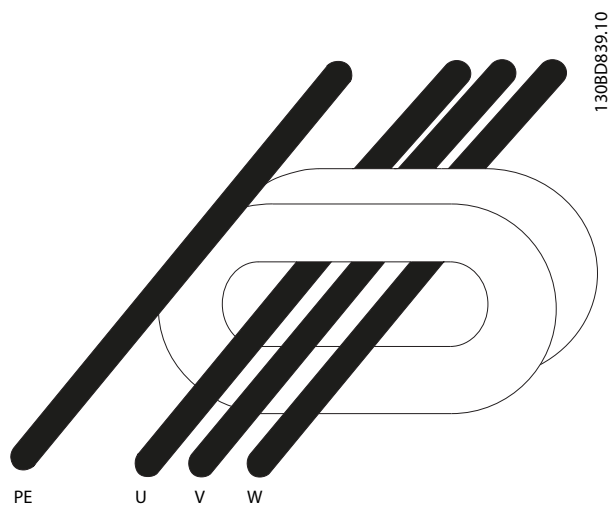


Illustration 3.30 HF-CM-kerne med motorfaser

3.7.8 Harmoniske filtre

Danfoss AHF 005 og AHF 010 er avancerede harmoniske filtre, der ikke kan sammenlignes med traditionelle harmoniske filtre. Danfoss' harmoniske filtre er udviklet specifikt til at passe til frekvensomformere fra Danfoss.

Ved at tilslutte Danfoss' harmoniske filtre AHF 005 eller AHF 010 på fronten af en Danfoss-frekvensomformer reduceres den samlede harmoniske strømforvrængning, der sendes tilbage til netforsyningen, til 5 % og 10 %.

3.7.9 IP21/NEMA Type 1-kapslingssæt

IP20/IP4X top/NEMA TYPE 1 er en ekstra kapslingsdel, der leveres til IP20 compact-apparater.

Ved anvendelse af kapslingssættet opgraderes et IP20-apparat, så apparatet overholder kapsling IP21/4X top/TYPE 1.

IP4X-toppen kan anvendes på alle standardvarianter FC 202 af IP20 .

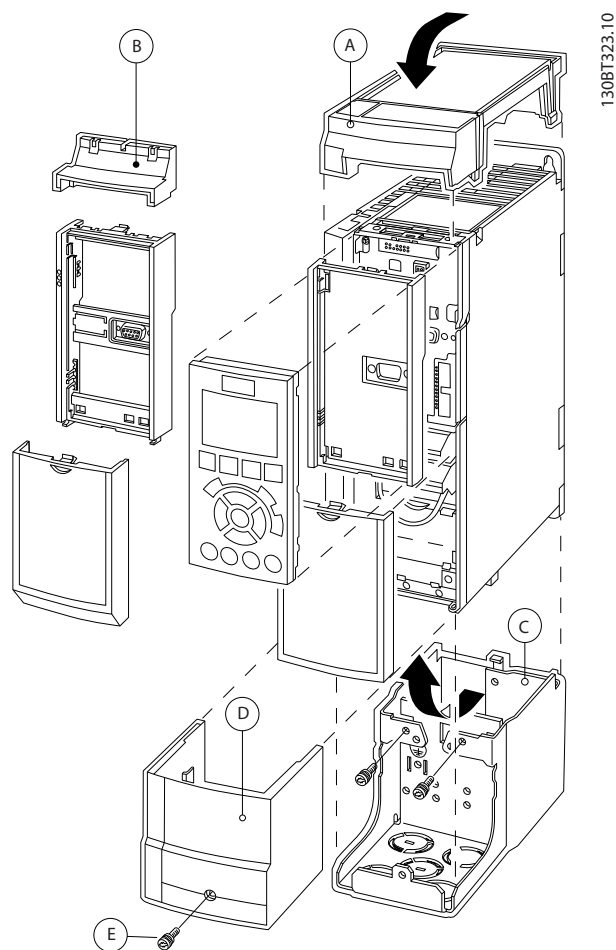
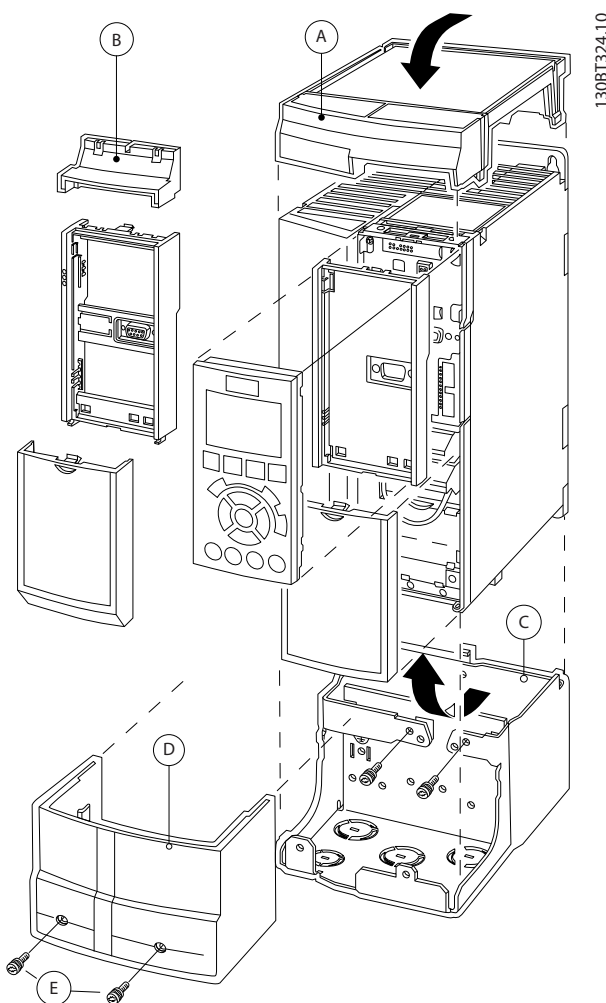


Illustration 3.31 Kapslingsstørrelse A2



A	Topplade
B	Kant
C	Underdel
D	Plade til underdel
E	Skrue(r)

Illustration 3.32 Kapslingsstørrelse A3

Anbring toppladen som vist. Hvis der anvendes en A- eller B-option, skal kanten monteres for at dække topindgangen. Anbring underdelen C nederst på frekvensomformeren, og brug bøjlerne fra tilbehørsposen til korrekt fastgøring af kablerne.

Huller til kabelbøsninger:

- Størrelse A2: 2 x M25 og 3 x M32
- Størrelse A3: 3 x M25 og 3 x M32

Kapslingstype	Højde A [mm]	Bredde B [mm]	Dybde C ¹⁾ [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

Tabel 3.20 Mål

1) Hvis option A/B anvendes, øges dybden (se kapitel 7.8 Nominel effekt, vægt og mål for oplysninger)

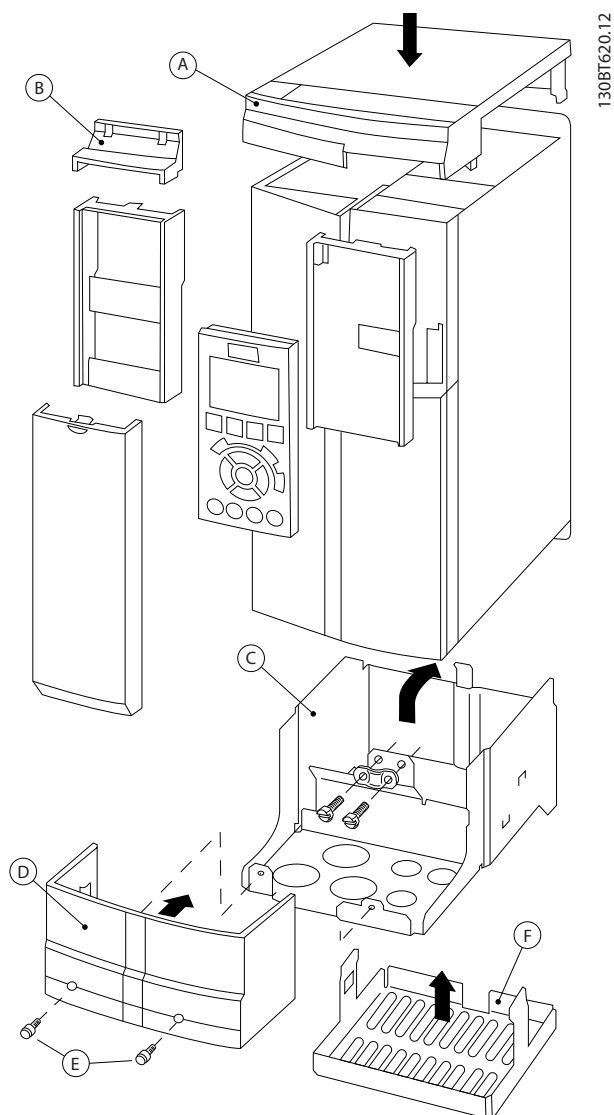


Illustration 3.33 Kapslingsstørrelse B3

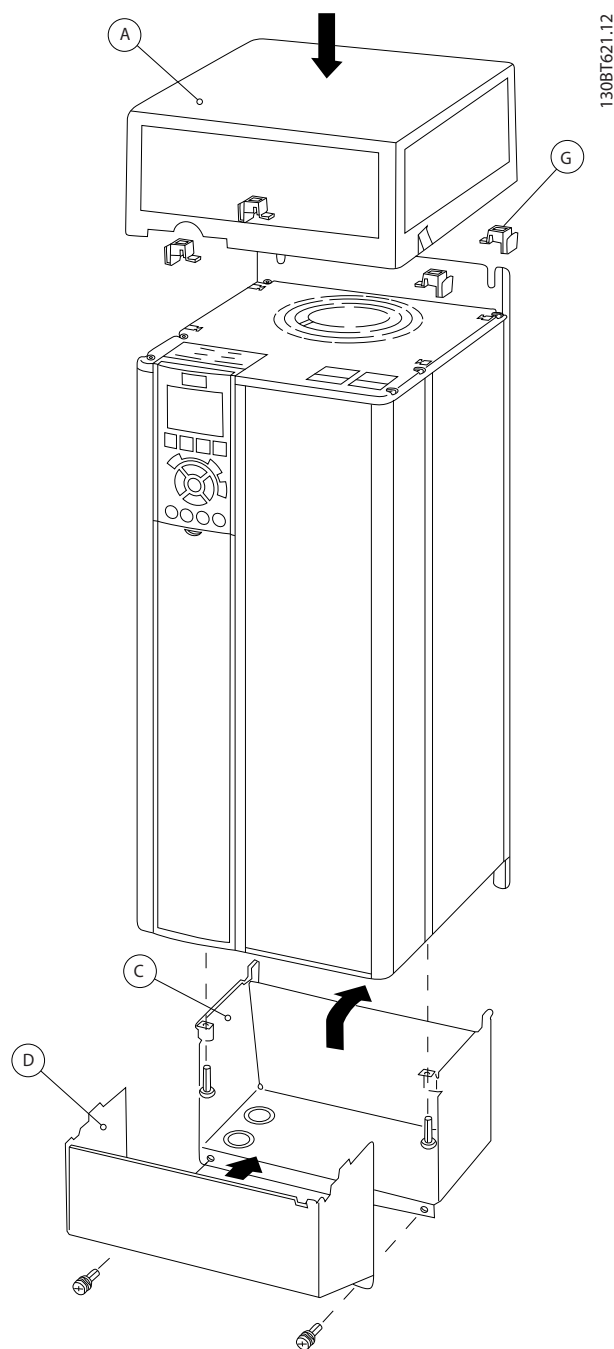


Illustration 3.34 Kapslingsstørrelser B4, C3 og C4

A	Topplade
B	Kant
C	Underdel
D	Plade til underdel
E	Skrue(r)
F	Ventilatorplade
G	Øverste clips

Tabel 3.21 Billedtekst til Illustration 3.33 og Illustration 3.34

Når optionsmodul A og/eller optionsmodul B anvendes, skal kanten (B) monteres på toppladen (A).

BEMÆRK!

Montering side-om-side er ikke mulig, når kapslingssæt IP21/IP4X/TYPE 1 anvendes

3.7.10 Frembygningssæt til LCP

LCP'et kan flyttes frem i en kapsling ved hjælp af frembygningssættet. Fastgøringsskruerne skal spændes til et moment på maksimum 1 Nm.

LCP-kapslingen er klassificeret IP66.

Kapsling	IP66-front
Maksimum kabellængde mellem LCP og apparat	3 m
Kommunikationsstandard	RS485

Tabel 3.22 Tekniske data

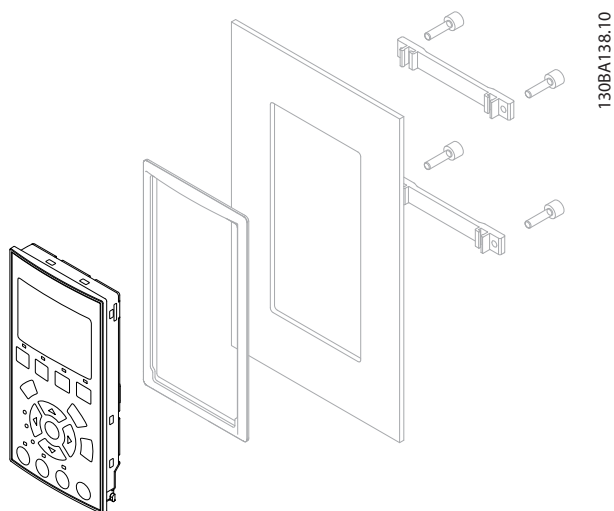


Illustration 3.35 LCP-sæt med grafisk LCP, beslag, 3 m kabel og pakning
Bestillingsnummer 130B1113

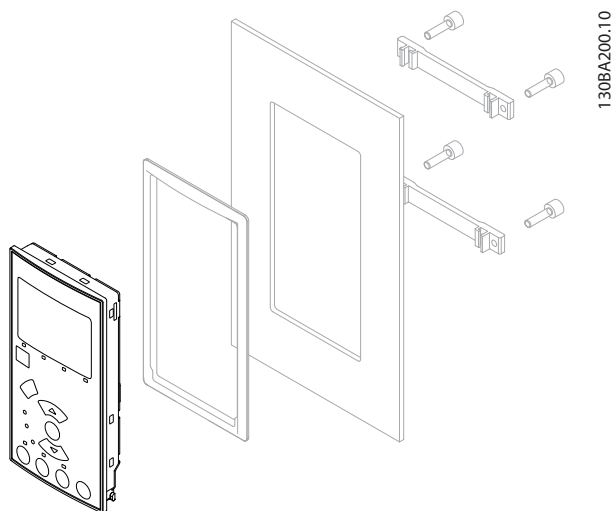


Illustration 3.36 LCP-sæt med numerisk LCP, beslag og pakning
Bestillingsnummer 130B1114

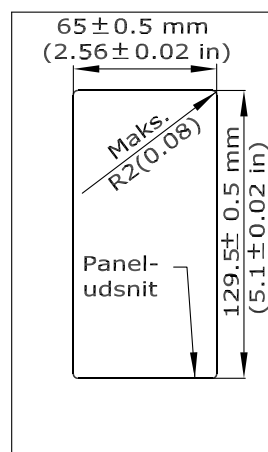
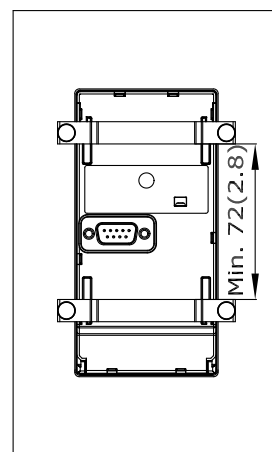


Illustration 3.37 Mål på LCP-sæt



130BA139.13

3.7.11 Monteringskonsol for kapslingstyper A5, B1, B2, C1 og C2

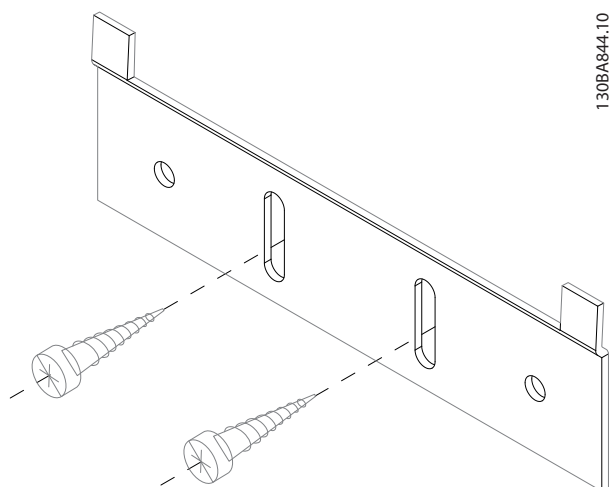


Illustration 3.38 Laveste monteringskonsol

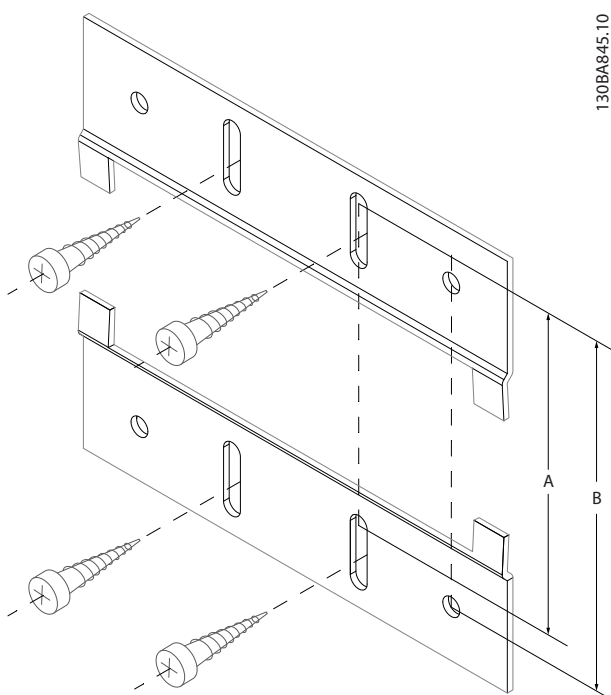


Illustration 3.39 Øverste monteringskonsol

Se målene i Tabel 3.23.

Kapslingsstørrelse	IP	A [mm]	B [mm]	Bestillingsnummer
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

Tabel 3.23 Oplysninger om monteringskonsoller

3.8 RS-485 seriel grænseflade

3.8.1 Oversigt

RS485 er en busgrænseflade med to ledninger, som er kompatibel med multidrop-netværkstopologi. Noder kan med andre ord tilsluttes som en bus eller via dropkabler fra en fælles linje. Der kan tilsluttes i alt 32 noder pr. netværkssegment.

Forstærkere opdeler netværkssegmenter, se *Illustration 3.40*.

BEMÆRK!

Hver enkelt forstærker fungerer som en node i det segment, den er installeret i. Hver node, der er tilsluttet i et givet netværk, skal have en unik nodeadresse på tværs af alle segmenter.

Terminér hvert segment i begge ender ved hjælp af enten frekvensomformerens termineringskontakt (S801) eller et forspændt termineringsmodstandsnetværk. Brug altid skærmede, snoede kabler (STP) til buskabelføring, og følg almindelig god installationspraksis.

Det er vigtigt at have en jordtilslutning med lav impedans for skærmen ved hver node, også ved høje frekvenser. Slut en stor overflade på skærmen til jord, f.eks. med en kabelbøjle eller en ledende kabelbøsning. Det kan være nødvendigt at anvende potentialeudlignende kabler for at bevare det samme jordpotentiale i hele netværket, især i installationer med lange kabler.

For at forhindre impedansforskydning skal der altid bruges samme type kabel gennem hele netværket. Hvis der sluttes en motor til frekvensomformerens, skal der altid anvendes et skærmet motorkabel.

Kabel	Skærmet, snoet (STP)
Impedans [Ω]	120
Kabellængde [m]	Maksimum 1.200 m (inkl. dropkabler) Maksimum 500 m station-til-station

Tabel 3.24 Kabelspecifikationer

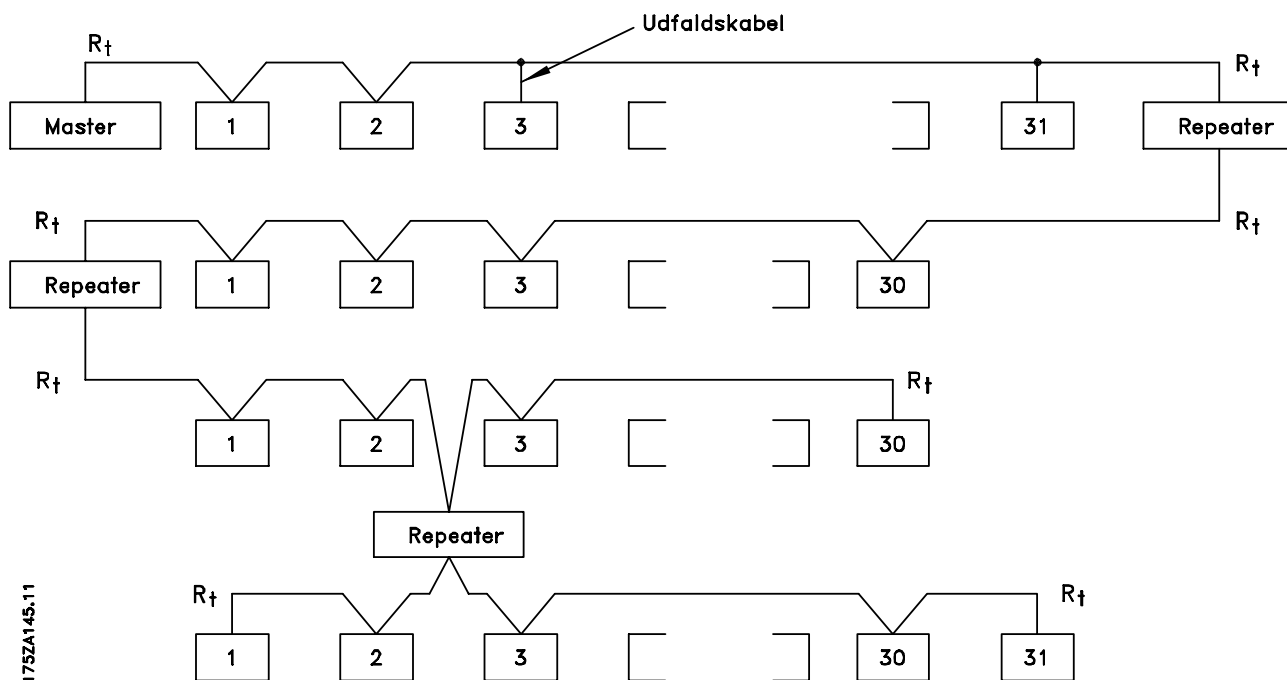


Illustration 3.40 RS-485-busgrænseflade

Parametre	
Funktion	Indstilling
Parameter 8-30	FC*
Parameter 8-31	1*
Parameter 8-32	9600*
* = standardværdi	
Bemærkninger/kommentarer:	
Vælg protokol, adresse og baud-hastighed i de ovennævnte parametre.	
Digital indgang 37 er en option.	

FC	
+24 V	120
+24 V	130
D IN	180
D IN	190
COM	200
D IN	270
D IN	290
D IN	320
D IN	330
D IN	370
+10 V	500
A IN	530
A IN	540
COM	550
A OUT	420
COM	390
R1	010
	020
	030
R2	040
	050
	060
RS-485	
	610
	680
	690

Tabel 3.25 RS-485-netværksforbindelse

3.8.2 Netværksforbindelse

En eller flere frekvensomformere kan tilsluttes en styreenhed (eller master) vha. RS-485-standardgrænsefladen. Klemme 68 sluttes til P-signalet (TX+, RX+), mens klemme 69 sluttes til N-signalet (TX-, RX-). Se tegningerne i *kapitel 3.5.1 Ledningsdiagram*.

Hvis der skal sluttes flere frekvensomformere til samme master, skal der benyttes parallellforbindelser.

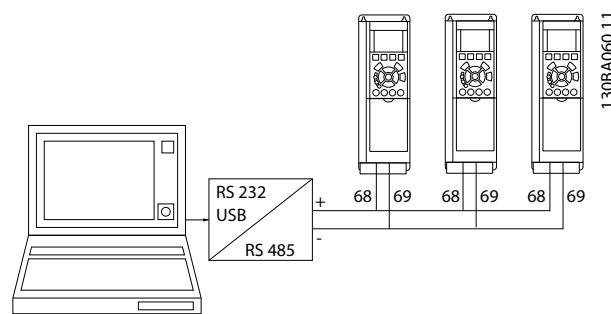


Illustration 3.41 Parallellforbindelser

For at undgå potentielle udligningsstrømme i skærmen skal der kabelføres i henhold til *Illustration 3.20*.

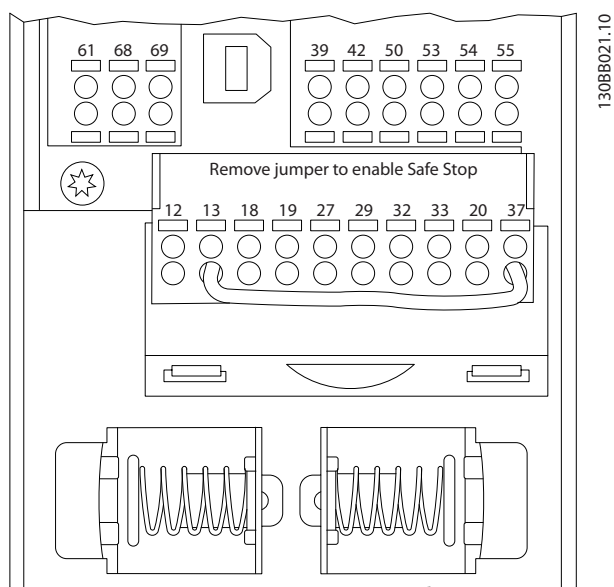


Illustration 3.42 Styrekortklemmer

3.8.3 RS-485-busterminering

Terminer RS-485-bussen med et modstandsnetværk i begge ender. Til dette formål indstilles kontakt S801 på styrekortet til ON.

Indstil kommunikationsprotokollen *parameter 8-30 Protokol*.

3.8.4 EMC-retningslinjer

Følgende EMC-retningslinjer anbefales for at opnå forstyrrelsesfri drift af RS-485-netværket.

Følg altid relevant national og lokal lovgivning, f.eks. vedrørende beskyttelsesjording. RS-485-kommunikationskablet skal holdes på afstand af motorkabler og bremsemodstandskabler for at undgå kobling af højfrekvensstøj mellem kablerne. Normalt er en afstand på 200 mm tilstrækkelig, men det anbefales at holde den størst mulige afstand mellem kablerne, især hvis de løber parallelt over længere afstande. Hvis krydsning ikke kan undgås, skal RS-485-kablet krydse motor- og bremsemodstandskabler i en vinkel på 90°.

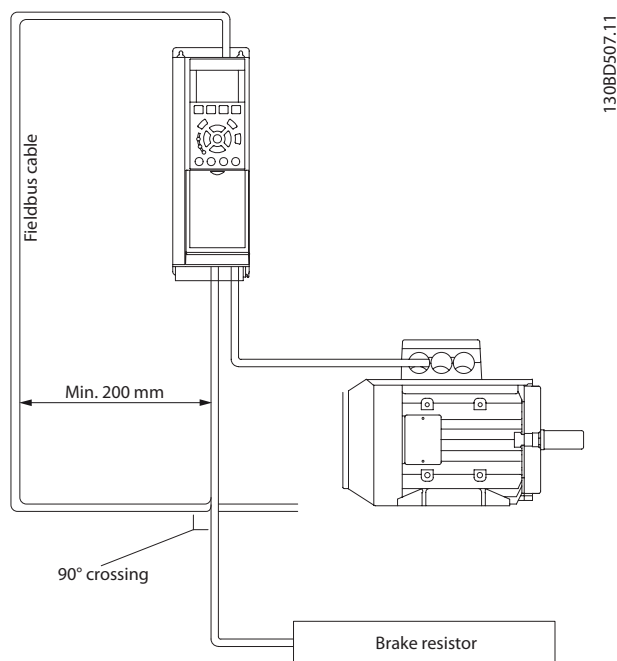


Illustration 3.43 Kabelføring

3.8.5 FC-protokoloversigt

FC-protokollen, også kendt som FC-bussen eller standard-bussen, er Danfoss standardfieldbussen. Den definerer en adgangsteknik i overensstemmelse med master-slave-princippet for kommunikation via en seriel bus. Der kan tilsluttes en master og maksimalt 126 slaver til bussen. Masteren vælger de enkelte slaver via et adressetegn i telegrammet. En slave kan ikke selv overføre, uden at den først bliver anmodet om at gøre det, og direkte meddelelsesoverførsel mellem de enkelte slaver er ikke mulig. Kommunikation foregår i halv duplex-tilstand. Master-funktionen kan ikke overføres til en anden node (enkelt master-system).

Det fysiske lag er RS485 og anvender derved RS-485-porten, der er indbygget i frekvensomformeren. FC-protokollen understøtter forskellige telegramformater:

- Et kort format på 8 byte til procesdata.
- Et langt format på 16 byte, der også omfatter en parameterkanal.
- Et format til tekst.

3.8.6 Netværkskonfiguration

Indstil følgende parametre for at aktivere FC-protokollen for frekvensomformereren:

Parameternummer	Indstilling
Parameter 8-30 Protokol	FC
Parameter 8-31 Adresse	1-126
Parameter 8-32 FC-portens baud-hast.	2400-115200
Parameter 8-33 Paritet/stop-bits	Lige paritet, 1 stopbit (standard)

Tabel 3.26 FC-protokolparametre

3.8.7 Rammestruktur for FC-protokolmeddelelser

3.8.7.1 Indhold af et tegn (byte)

Hvert tegn, der overføres, begynder med en startbit. Derefter overføres der 8 databits, hvilket svarer til en byte. Hvert tegn sikres via en paritetsbit. Denne bit indstilles til 1, når den når paritet. Paritet er, når der er et lige antal 1'ere i 8-databittene og paritetsbitten i alt. Et tegn afsluttes af en stopbit og består derfor af 11 bits i alt.

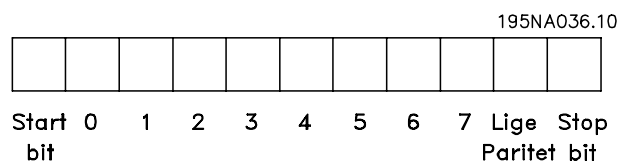


Illustration 3.44 Indhold af et tegn

3.8.7.2 Telegramstruktur

Hvert telegram har følgende struktur:

- Starttegn (STX) = 02 hex.
- En byte, der betegner telegramlængden (LGE).
- En byte, der betegner frekvensomformeradressen (ADR).

Derefter følger et antal databytes (variable, afhængigt af telegramtypen).

Telegrammet afsluttes af en datakontrolbyte (BCC).



Illustration 3.45 Telegramstruktur

3.8.7.3 Telegramlængde (LGE)

Telegramlængden er antallet af databytes plus adressebyten ADR og datakontrolbyten BCC.

4 databytes	LGE=4+1+1=6 byte
12 databytes	LGE=12+1+1=14 byte
Telegrammer, der indeholder tekst	10 ¹⁾ +n bytes

Tabel 3.27 Længde på telegrammer

1) 10 repræsenterer de faste tegn, mens n er variabel (afhængigt af tekstlængden).

3.8.7.4 Frekvensomformeradresse (ADR)

Der anvendes to forskellige adresseformater. Frekvensomformerens adresseområde er enten 1-31 eller 1-126.

- Adresseformat 1-31
 - Bit 7 = 0 (adresseformat 1-31 er aktivt).
 - Bit 6 anvendes ikke.
 - Bit 5 = 1: Broadcast. Adressebittene (0-4) anvendes ikke.
 - Bit 5 = 0: Ingen broadcast.
 - Bit 0-4 = frekvensomformeradresse 1-31.
- Adresseformat 1-126
 - Bit 7 = 1 (adresseformat 1-126 aktiv).
 - Bit 0-6 = frekvensomformeradresse 1-126.
 - Bit 0-6 = 0 Broadcast.

Slaven returnerer adressebyten uændret til masteren i svartelegrammet.

3.8.7.5 Datakontrolbyte (BCC)

Kontrolsummen beregnes som en XOR-funktion. Inden den første byte i telegrammet modtages, er den beregnede kontrolsum 0.

3.8.7.6 Datafeltet

Datablokkens struktur afhænger af telegramtypen. Der findes tre telegramtyper, som finder anvendelse for både styretelegrammer (master⇒slave) og svartelegrammer (slave⇒master).

De tre telegramtyper er:

Procesblok (PCD)

PCD består af datablokke på 4 bytes (2 ord) og omfatter:

- Styreord og referenceværdi (fra master til slave).
- Statusord og aktuel udgangsfrekvens (fra slave til master).



130BA269.10

Illustration 3.46 Procesblok

Parameterblok

Parameterblokken anvendes til at overføre parametre mellem master og slave. Datablokken består af 12 bytes (6 ord) og omfatter også procesblokken.

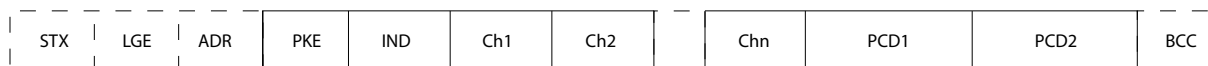
130BAZ / 1.10



Illustration 3.47 Parameterblok

Tekstblok

Tekstblokken bruges til at læse eller skrive tekst via datablokken.



130BA270.10

Illustration 3.48 Tekstblok

3.8.7.7 PKE-feltet

PKE-feltet indeholder to underfelter:

- Parameterkommando og svar (AK)
- Parameternummer PNU.

150BA268.10

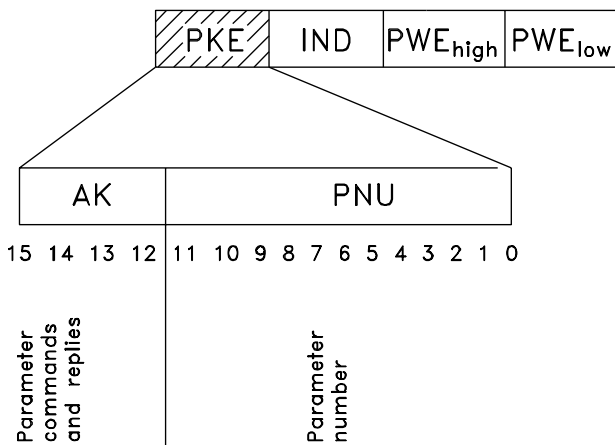


Illustration 3.49 PKE-feltet

Bit 12-15 overfører parameterkommandoer fra master til slave og returnerer behandlede svar fra slave til master.

Bitnummer				Parameterkommando
15	14	13	12	
0	0	0	0	Ingen kommando
0	0	0	1	Læs parameterværdi
0	0	1	0	Skriv parameterværdi i RAM (ord)
0	0	1	1	Skriv parameterværdi i RAM (dobbeltord)
1	1	0	1	Skriv parameterværdi i RAM og EEPROM (dobbeltord)
1	1	1	0	Skriv parameterværdi i RAM og EEPROM (ord)
1	1	1	1	Læs/skriv tekst

Tabel 3.28 Parameterkommandoer, master ⇒ slave

Bitnummer				Svar
15	14	13	12	
0	0	0	0	Intet svar
0	0	0	1	Parameterværdi overført (ord)
0	0	1	0	Parameterværdi overført (dobbeltord)
0	1	1	1	Kommandoen kan ikke udføres
1	1	1	1	tekst overført

Tabel 3.29 Svar, slave ⇒ master

Hvis kommandoen ikke kan udføres, sender slaven følgende svar:

0111 Kommandoen kan ikke udføres

- og udstedes følgende fejlrapport (se Tabel 3.30) i parameterværdien (PWE):

PWE lav (hex)	Fejlrapport
0	Det anvendte parameternummer findes ikke.
1	Der er ikke skriveadgang til den definerede parameter.
2	Dataværdien overskrider grænseværdierne for parameteren.
3	Underindekset findes ikke.
4	Parameteren er ikke af array-typen
5	Datatypen svarer ikke til den definerede parameter.
11	Det er ikke muligt at ændre data i den definerede parameter i frekvensomformerens aktuelle tilstand. Visse parametre kan kun ændres, når motoren er stoppet.
82	Der er ikke busadgang til den definerede parameter.
83	Dataændringer er ikke mulige, da fabriksopsætningen er valgt

Tabel 3.30 Parameterværdi, fejlrapport

3.8.7.8 Parameternummer (PNU)

Bitnummer 0-11 overfører parameternumre. Funktionen af de relevante parametre er defineret i parameterbeskrivelsen i *Programming Guide*.

3.8.7.9 Indeks (IND)

Indekset anvendes sammen med parameternummeret til at opnå læse-/skriveadgang til parametre, der har et indeks, f.eks. *parameter 15-30 Alarm-log: Fejlkode*. Indekset består af 2 byte, en lav byte og en høj byte.

Kun den lave byte anvendes som indeks.

3.8.7.10 Parameterværdi (PWE)

Parameterværdiblokken består af 2 ord (4 byte), og værdien afhænger af den definerede kommando (AK). Masteren anmoder om en parameterværdi, hvis PWE-blokken ikke indeholder en værdi. Hvis en parameterværdi (skrivekommando) skal ændres, skrives den nye værdi i PWE-blokken og sendes fra masteren til slaven.

Når en slave svarer på en parameteranmodning (læsekommando), overføres den aktuelle parameterværdi i PWE-blokken og returneres til masteren. Hvis en parameter ikke indeholder en numerisk værdi, men flere dataoptioner, f.eks. *parameter 0-01 Sprog* hvor [0] er engelsk og [4] er dansk, vælges dataværdien ved at indtaste værdien i PWE-blokken. Ved hjælp af seriel kommunikation er det kun muligt at læse parametre, som indeholder datatype 9 (tekststreng).

Parameter 15-40 FC-type til *parameter 15-53 Effektkortseriennr.* indeholder datatype 9.

Læs f.eks. kapslingsstørrelsen og netspændingsområdet i *parameter 15-40 FC-type*. Når der overføres (læses) en tekststreng, er telegramlængden variabel, og teksterne har forskellig længde. Telegramlængden er defineret i telegrammets anden byte, LGE. Ved brug af tekstoverførsel angiver indekstegnet, om der er tale om en læse- eller skrivekommando.

For at kunne læse en tekst via PWE-blokken skal parameterkommandoen (AK) angives til F hex. Indekstegnets høje byte skal være 4.

Nogle parametre indeholder tekst, der kan skrives via den serielle bus. For at kunne skrive en tekst via PWE-blokken skal parameterkommandoen (AK) angives til F hex. Indekstegnets høje byte skal være 5.

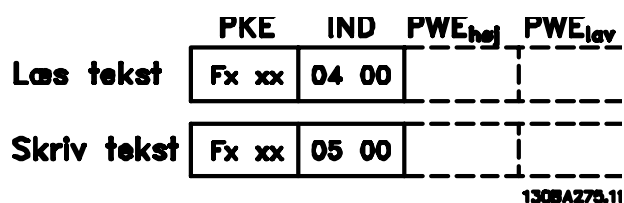


Illustration 3.50 Tekst via PWE-blok

3.8.7.11 Understøttede datatyper

Uden fortegn betyder, at der intet fortegn er med i telegrammet.

Datatyper	Beskrivelse
3	16-bit heltal
4	32-bit heltal
5	8-bit uden fortegn
6	16-bit uden fortegn
7	32-bit uden fortegn
9	Tekststreng
10	Bytestreng
13	Tidsforskel
33	Reserveret
35	Bitsekvens

Tabel 3.31 Understøttede datatyper

3.8.7.12 Konvertering

De forskellige attributter for hver parameter er vist i fabriksindstillingerne. Parameterværdier overføres kun som heltal. Derfor bruges konverteringsfaktorer til at overføre decimaler.

Parameter 4-12 Motorhastighed, lav grænse [Hz] har en konverteringsfaktor på 0,1. Minimumfrekvensen kan indstilles til 10 Hz ved at overføre værdien 100. En konverteringsfaktor på 0,1 betyder, at den overførte værdi ganges med 0,1. Værdien 100 læses derfor som 10,0.

Eksempler:

0 sek $\Rightarrow$ konverteringsindeks 0
 0,00 sek $\Rightarrow$ konverteringsindeks -2
 0 msek $\Rightarrow$ konverteringsindeks -3
 0,00 msek $\Rightarrow$ konverteringsindeks -5

3.8.7.13 Procesord (PCD)

Blokken af procesord er delt i to blokke på hver 16 bit, der altid kommer i den angivne rækkefølge.

PCD 1	PCD 2
Styretelegram (master $\Rightarrow$ slave-styreord)	Referenceværdi
Styretelegram (slave $\Rightarrow$ master)-statusord	Aktuel udgangs-frekvens

Tabel 3.32 Procesord (PCD)

3.8.8 FC-protokol, eksempler

3.8.8.1 Skrivning af en parameterværdi

Skift *parameter 4-14 Motorhastighed, høj grænse [Hz]* til 100 Hz.

Skriv data i EEPROM.

PKE = E19E hex - Skriv enkelt ord i

parameter 4-14 Motorhastighed, høj grænse [Hz].

IND = 0000 hex

PWEHØJ = 0000 hex

PWELAV = 03E8 hex – Dataværdi 1.000, svarende til 100 Hz, se *kapitel 3.8.7.12 Konvertering*.

Telegrammet ser således ud:

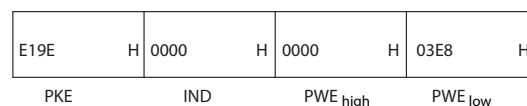


Illustration 3.51 Skriv data i EEPROM

BEMÆRK!

Parameter 4-14 Motorhastighed, høj grænse [Hz] er et enkelt ord, og parameterkommandoen for skriv i EEPROM er E. Parameternummer 4-14 er 19E i hexadecimal.

Svaret fra slaven til masteren er:

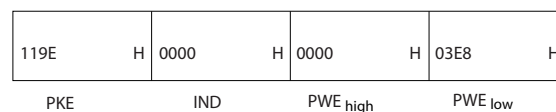


Illustration 3.52 Svar fra slave

3.8.8.2 Læsning af en parameterværdi

Læs værdien i *parameter 3-41 Rampe 1, rampe-op-tid*.

PKE = 1155 hex - Læs parameterværdien i

parameter 3-41 Rampe 1, rampe-op-tid.

IND = 0000 hex

PWEHØJ = 0000 hex

PWELAV=0000 hex

1155	H	0000	H	0000	H	0000	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

130BA094.10

Illustration 3.53 Parameterværdi

Hvis værdien i *parameter 3-41 Rampe 1, rampe-op-tid* er 10 sek, er svaret fra slaven til masteren

1155	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

130BA267.10

Illustration 3.54 Svar fra slave

3E8 hex svarer til 1.000 decimalt. Konverteringsindekset for *parameter 3-41 Rampe 1, rampe-op-tid* er -2, dvs. 0,01. *parameter 3-41 Rampe 1, rampe-op-tid* er af typen *Uden fortegn 32*.

3.8.9 Modbus RTU-protokol

3.8.9.1 Forudsætninger

Danfoss antager, at den installerede styreenhed understøtter grænsefladerne, som er beskrevet i dette dokument, og at alle de krav og begrænsninger, der er fastsat i styreenheden såvel som frekvensomformerens, overholdes nøje.

Modbus RTU (Remote Terminal Unit) er beregnet til at kommunikere med en styreenhed, der understøtter de grænseflader, som er defineret i dette dokument. Det antages, at brugeren har et indgående kendskab til styreenhedens muligheder og begrænsninger.

3.8.9.2 Oversigt over Modbus RTU

Lige meget hvilken type fysisk kommunikationsnetværk, der anvendes, beskriver Modbus RTU-oversigten den proces, som en styreenhed anvender til anmodning om adgang til et andet apparat. Denne proces omfatter, hvordan Modbus RTU svarer på anmodninger fra andre apparater, og hvordan fejl registreres og rapporteres. Den opretter også et fælles format for meddelelsesfelters layout og indhold.

Under kommunikation via et Modbus RTU-netværk gør protokollen følgende:

- Bestemmer, hvordan hver styreenhed lærer sin apparatadresse.
- Genkender en meddelelse, der er adresseret til den.
- Bestemmer, hvilke handlinger der skal udføres.
- Udtrækker alle data eller andre oplysninger i meddelelsen.

Hvis der kræves et svar, udarbejder og sender styreenheden svarmeddelelsen.

Styreenheder kommunikerer ved hjælp af en master-slave-teknik, hvor det kun er masteren, der kan igangsætte transaktioner (kaldet forespørgsler). Slaver svarer ved at levere de anmodede data til masteren eller ved at foretage den handling, der anmodes om i forespørgslen.

Masteren kan adressere individuelle slaver eller igangsætte en broadcast-meddelelse til alle slaver. Slaver returnerer et svar på de forespørgsler, der adresseres til dem individuelt. Der returneres ingen svar på broadcast-forespørgsler fra masteren. Modbus RTU-protokollen etablerer formatet for masterens forespørgsel ved at levere en:

- Apparatets (eller broadcast) adresse.
- En funktionskode definerer den anmodede handling.
- Alle slags data, der skal sendes.
- Et fejlkontrollfelt.

Slavens svarmeddelelse udformes også ved hjælp af Modbus-protokollen. Den indeholder felter, der bekræfter den udførte handling, data, der skal returneres, og et fejlkontrollfelt. Hvis der opstår en fejl i forbindelse med modtagelse af meddelelsen, eller hvis slaven ikke kan udføre den anmodede handling, udformer slaven en fejlmeddelelse og sender den som svar, eller der opstår timeout.

3.8.9.3 Frekvensomformer med Modbus RTU

Frekvensomformerens kommunikerer i Modbus RTU-format via den indbyggede RS-485-grænseflade. Modbus RTU giver adgang til frekvensomformerens styreord og busreference.

Styreordet gør det muligt for Modbus-masteren at styre flere vigtige funktioner i frekvensomformereren:

- Start
- Standsning af frekvensomformereren på forskellige måder:
 - Friløbsstop
 - Hurtigt stop
 - DC-bremsestop
 - Normalt stop (rampestop)
- Nulstilling efter et fejltrip
- Kør ved en række forudindstillede hastigheder
- Baglæns kørsel
- Ændring af aktivt setup
- Styr frekvensomformerens indbyggede relæ

Busreferencen anvendes normalt til hastighedsstyring. Det er også muligt at få adgang til parametrene, læse deres værdier og eventuelt skrive værdier til dem. Dette giver adgang til en række styringsmuligheder, herunder styring af frekvensomformerens sætpunkt, når den interne PI-regulering anvendes.

3.8.9.4 Netværkskonfiguration

Indstil følgende parametre for at aktivere Modbus RTU på frekvensomformereren:

Parameter	Indstilling
Parameter 8-30 Protokol	Modbus RTU
Parameter 8-31 Adresse	1-247
Parameter 8-32 Baud-hast.	2400-115200
Parameter 8-33 Paritet/stop-bits	Lige paritet, 1 stopbit (standard)

Tabel 3.33 Modbus RTU-parametre

3.8.10 Rammestruktur for Modbus RTU-meddelelse

3.8.10.1 Frekvensomformer med Modbus RTU

Styreenhederne er konfigureret til at kommunikere med Modbus-netværk ved brug af RTU-tilstand, hvor hver enkelt byte i en meddelelse indeholder to 4-bit hexadecimalte tegn. Formatet for hver byte vises i Tabel 3.34.

Startbit	Databyte						Stop/paritet	Stop

Tabel 3.34 Format for hver byte

Kodesystem	8-bit binær, hexadecimal 0-9, A-F. 2 hexadecimalte tegn i hvert 8-bit-felt i meddelelsen.
Bit pr. byte	1 startbit. 8 databit. Den mindst vigtige bit sendes først; 1 bit for paritet mellem lige/ulige; ingen bit for ingen paritet 1 stopbit, hvis der anvendes paritet; 2 bit, hvis ingen paritet.
Fejlkontrollfelt	Cyklisk redundanskontrol (CRC).

3.8.10.2 Modbus RTU-meddelelsesstruktur

Det apparat, der overfører, placerer en Modbus RTU-meddelelse i en ramme med et kendt start- og slutpunkt. Dette gør det muligt for de modtagende enheder at begynde ved starten af meddelelsen, læse adressedelen, fastslå, hvilken enhed der adresseres (eller alle enheder, hvis meddelelsen broadcastes) og at registrere, når meddelelsen er fuldført. Delvise meddelelser registreres, og fejl angives som et resultat. Tegn, der skal overføres, skal angives i det hexadecimalte format 00 til FF i hvert felt. Frekvensomformereren overvåger konstant netværksbussen, også i tavse intervaller. Når det første felt (adressefeltet) modtages, afkoder hver enkelt frekvensomformer eller apparat det for at fastslå, hvilket apparat der adresseres. Modbus RTU-meddelelser, der adresseres til nul, er broadcast-meddelelser. Svar er ikke tilladt for broadcast-meddelelser. Der er vist en typisk meddelelsesramme i Tabel 3.35.

Start	Adresse	Funktion	Data	CRC-kontrol	Slut
T1-T2-T3-T4	8 bit	8 bit	N x 8 bit	16 bit	T1-T2-T3-T4

Tabel 3.35 Typisk Modbus RTU-meddelelsesstruktur

3.8.10.3 Start/stop-felt

Meddelelser starter med en lydløs periode med intervaller på mindst 3,5 tegn. Dette implementeres som et multiplum af tegnintervaller ved den valgte netværksbaud-hastighed (vist som Start T1-T2-T3-T4). Det første felt, der skal overføres, er apparatadressen. Efter det sidste overførte tegn følger en lignende periode i intervaller af mindst 3,5 tegn, som markerer afslutningen af meddelelsen. En ny meddelelse kan begynde efter denne periode. Hele meddelelsesrammen skal overføres i en konstant strøm.

Hvis der forekommer en tom periode i intervaller på mere end 1,5 tegn, inden rammen er fuldført, fjerner det modtagende apparat den ufuldendte meddelelse og antager, at den næste byte er adressefeltet i en ny meddelelse. Hvis en ny meddelelse begynder inden 3,5 tegnintervaller efter en forudgående meddelelse, opfatter det modtagende apparat det tilsvarende som en fortsættelse af den foregående meddelelse. Dette medfører timeout (intet svar fra slaven), eftersom værdien i det sidste CRC-felt ikke er gyldig for de kombinerede meddelelser.

3.8.10.4 Adressefelt

En meddelelsesrammes adressefelt indeholder 8 bit. Gyldige adresser på slaveenheder skal være i området 0-247 decimalt. De individuelle slaveenheder er tildelt adresser i området 1-247. (0 er reserveret til broadcast-tilstand, som alle slaver kan genkende). En master adresserer en slave ved at placere slaveadressen i meddelelsens adressefelt. Når slaven sender sit svar, placeres dens egen adresse i dette adressefelt, så masteren ved, hvilken slave der svarer.

3.8.10.5 Funktionsfelt

En meddelelses funktionsfelt indeholder 8 bit. Gyldige koder skal være i området 1-FF. Funktionsfelter bruges til at sende meddelelser mellem master og slave. Når der sendes en meddelelse fra en master til en slaveenhed, fortæller funktionskodefeltet slaven, hvilken handling denne skal foretage. Når slaven svarer masteren, bruger den funktionskodefeltet til at angive, at det enten er et normalt (fejlfrit) svar, eller at der er opstået en fejl (kaldet et undtagelsessvar). Ved et normalt svar bruger slaven ganske enkelt den oprindelige funktionskode. Ved et undtagelsessvar returnerer slaven en kode, der svarer til den oprindelige funktionskode med dens mest signifikante bit angivet til logisk 1. Desuden placerer slaven en unik kode i svarmeddelelsens datafelt. Den fortæller masteren, hvilken type fejl der er opstået eller årsagen til undtagelsen. Se også *kapitel 3.8.10.10 Funktionskoder, som understøttes af Modbus RTU* og *kapitel 3.8.10.11 Modbus-undtagelseskoder*.

3.8.10.6 Datafelt

Datafeltet består af sæt af to hexadecimale tal i området 00-FF hexadecimalt. Disse består af ét RTU-tegn. Datafeltet for meddelelser, der sendes fra en master- til en slaveenhed, indeholder yderligere oplysninger, som slaven skal bruge for at gennemføre den handling, som defineres af funktionskoden. Dette kan omfatte elementer som f.eks. en spole- eller registeradresse, mængden af elementer, der skal håndteres, og mængden af aktuelle databytes i feltet.

3.8.10.7 CRC-kontrolfelt

Meddelelser omfatter et fejlkontrolfelt, der fungerer baseret på en cyklisk redundanskontrolmetode (CRC). CRC-feltet kontrollerer indholdet i hele meddelelsen. Den anvendes uanset den paritetskontrolmetode, der anvendes for de enkelte tegn i meddelelsen. CRC-værdien beregnes af transmitterenheden, som vedhæfter CRC som det sidste felt i meddelelsen. Modtagerenheden genberegner en CRC under modtagelse af meddelelsen og sammenligner den beregnede værdi med den faktiske værdi, der modtages i CRC-feltet. Hvis de to værdier er ulige, forekommer der bus time-out. Fejlkontrolfeltet indeholder en 16-bit binær værdi, der er implementeret som to 8-bit bytes. Når dette er gennemført, vedhæftes den mindst betydende byte i feltet først og efterfølges af den mest betydende byte. Den mest betydende byte i CRC er den sidste byte, der sendes i meddelelsen.

3.8.10.8 Spoleregisteradressering

I Modbus er alle data organiseret i spoler og holderegistre. Spoler holder en enkelt bit, mens holderegistre holder et 2-byte ord (dvs. 16 bit). Alle dataadresser i Modbus-meddelelser refereres til nul. Den første forekomst af dataelementer adresseres som element 0. For eksempel: Spolen med navnet *spole 1* i en programmerbar styreenhed adresseres som dataadressefeltet i en Modbus-meddelelse. *Spole 127 decimalt* adresseres som *spole 007EHEX (126 decimalt)*. *Holderegister 40001* adresseres som *register 0000* i meddelelsens dataadressefelt. I funktionskodefeltet er der allerede specificeret en holderegister-handling. Derfor er referencen *4XXXX* implicit. *Holderegister 40108* adresseres som *register 006BHEX (107 decimalt)*.

Spolenummer	Beskrivelse	Signalretning
1-16	Frekvensomformers styreord.	Master til slave
17-32	Frekvensomformerens hastighed eller sætpunktsreferenceområde 0x0-0xFFFF (-200 % til -200 %).	Master til slave
33-48	Frekvensomformerens statusord (se Tabel 3.38)	Slave til master
49-64	Åben sløjfe-tilstand: Frekvensomformerens udgangsfrekvens. Lukket sløjfe-tilstand: Frekvensomformerens feedbacksignal.	Slave til master
65	Parameterskrivekontrol (master til slave)	Master til slave
0 =	Parameterændringer skrives til RAM'en i frekvensomformerens.	
1 =	Parameterændringer skrives til RAM'en og EEPROM'en i frekvensomformerens.	
66-65536	Reserveret	

Tabel 3.36 Spolebeskrivelser

Spole	0	1
01	Preset-reference LSB	
02	Preset-reference MSB	
03	DC-bremse	Ingen DC-bremse
04	Friløbsstop	Ingen friløbsstop
05	Hurtigt stop	Intet hurtigt stop
06	Fastfrys frekv.	Ingen fastfrys frekv.
07	Rampestop	Start
08	Ingen nulstilling	Nulstil
09	Ingen jog	Jog
10	Rampe 1	Rampe 2
11	Data ikke gyldige	Data gyldige
12	Relæ 1 fra	Relæ 1 til
13	Relæ 2 fra	Relæ 2 til
14	Opsæt LSB	
15	Opsæt MSB	
16	Ingen reversering	Reversering

Tabel 3.37 Frekvensomformerens styreord (FC-profil)

Spole	0	1
33	Styring ikke klar	Styring klar
34	Frekvensomformer ikke klar	Frekvensomformer klar
35	Friløbsstop	Sikkerhedslukket
36	Ingen alarm	Alarm
37	Ikke brugt	Ikke brugt
38	Ikke brugt	Ikke brugt
39	Ikke brugt	Ikke brugt
40	Ingen advarsel	Advarsel
41	Ikke ved reference	Ved reference
42	Hand mode	Auto mode
43	Ude af frekvensområde	Inden for frekvensområde
44	Standset	Kører
45	Ikke brugt	Ikke brugt
46	Ingen spændingsadvarsel	Spændingsadvarsel
47	Ikke inden for strømgrænse	Strømgrænse
48	Ingen termisk advarsel	Termisk advarsel

Tabel 3.38 Frekvensomformerens statusord (FC-profil)

Register-nummer	Beskrivelse
00001-00006	Reserveret
00007	Sidste fejlkode fra en FC-dataobjektgrænseflade
00008	Reserveret
00009	Parameterindeks ¹⁾
00010-00990	Parametergruppe 000 (parametre 0-01 til 0-99)
01000-01990	100 parametergruppe (parametre 1-00 til 1-99)
02000-02990	200 parametergruppe (parametre 2-00 til 2-99)
03000-03990	300 parametergruppe (parametre 3-00 til 3-99)
04000-04990	400 parametergruppe (parametre 4-00 til 4-99)
...	...
49000-49990	4900 parametergruppe (parametre 49-00 til 49-99)
50000	Indgangsdata: Frekvensomformerens styreordsregister (CTW).
50010	Indgangsdata: Busreferenceregister (REF).
...	...
50200	Udgangsdata: Frekvensomformerens statusordregister (STW).
50210	Udgangsdata: Frekvensomformerens register for primær faktisk værdi (MAV).

Tabel 3.39 Holderegistre

1) Anvendes til at angive det indeksnummer, der skal bruges ved åbning af en indekseret parameter.

3.8.10.9 Sådan styres frekvensomformereren

I kapitel 3.8.10.10 Funktionskoder, som understøttes af Modbus RTU og kapitel 3.8.10.11 Modbus-undtagelseskoder beskrives de koder, som kan bruges i funktions- og datafelterne i en Modbus RTU-meddelelse.

3.8.10.10 Funktionskoder, som understøttes af Modbus RTU

Modbus RTU understøtter brugen af funktionskoderne (se *Tabel 3.40*) i funktionsfeltet i en meddelelse.

Funktion	Funktionskode (hex)
Læs spoler	1
Læs holderegistre	3
Skriv enkelt spole	5
Skriv enkelt register	6
Skriv flere spoler	F
Skriv flere registre	10
Hent kommunikationshændelsestæller	B
Rapportér slave-id	11

Tabel 3.40 Funktionskoder

Funktion	Funktionskode	Underfunktionskode	Underfunktion
Fejlfinding	8	1	Genstart kommunikation
		2	Returnér fejlfindingsregister
		10	Ryd tællere og fejlfindingsregister
		11	Returnér busmeddelelsetælling
		12	Returnér buskommunikationsfejloptælling
		13	Returnér slavefejloptælling
		14	Returnér slavemeddelelsetælling

Tabel 3.41 Funktionskoder og underfunktionskoder

3.8.10.11 Modbus-undtagelseskoder

En komplet forklaring af strukturen for et undtagelsessvar findes i *kapitel 3.8.10.5 Funktionsfelt*.

Kode	Navn	Betydning
1	Ugyldig funktion	Den funktionskode, der modtages i forespørgslen, er ikke en tilladt handling for serveren (eller slaven). Dette kan være, fordi funktionskoden kun gælder for nyere apparater og ikke blev implementeret i det valgte apparat. Det kunne også indikere, at serveren (eller slaven) ikke er i den rette tilstand til at behandle en forespørgsel af denne type, for eksempel fordi den ikke er konfigureret og bliver bedt om at returnere registerværdier.

Kode	Navn	Betydning
2	Ugyldig dataadresse	Den dataadresse, der modtages i forespørgslen, er ikke en tilladt adresse for serveren (eller slaven). Mere specifikt er kombinationen af referencenummeret og overførselslængden ugyldig. For en styreenhed med 100 registre vil en forespørgsel med offset 96 og længde 4 lykkes, og en forespørgsel med offset 96 og længde 5 genererer en undtagelse 02.
3	Ugyldig dataværdi	En værdi, som er indeholdt i forespørgselsdatafeltet, er ikke en tilladt værdi for serveren (eller slaven). Dette angiver en fejl i strukturen af resten af en kompleks forespørgsel, som f.eks. at den implicitte længde er korrekt. Det betyder helt specifikt IKKE, at et datapunkt, der blev indsendt til lagring i et register, har en værdi, der ligger uden for applikationsprogrammets undtagelse, siden Modbus-protokollen ikke kender betydningen af en bestemt værdi for et bestemt register.
4	Slaveenhedsfejl	Der opstod en uoprettelig fejl, mens serveren (eller slaven) forsøgte at udføre den forespurte handling.

Tabel 3.42 Modbus-undtagelseskoder

3.8.11 Adgang til parametre

3.8.11.1 Parameterhåndtering

Parameternummeret (PNU) oversættes fra den registeradresse, der findes i Modbus-læse- eller skrivemeddelelsen. Parameternummeret oversættes til Modbus som (10 x parameternummer) decimal. Eksempel: Læsning *parameter 3-12 Catch up/slow down* (16 bit): Holderegister 3120 holder en parameterværdi. Værdien 1352 (decimal) betyder, at parameteren er indstillet til 12,52 %

Læsning *parameter 3-14 Preset relativ reference* (32 bit): Holderegistre 3410 og 3411 holder en parameterværdi. Værdien 11300 (decimal) betyder, at parameteren er indstillet til 1113,00.

For oplysninger om parametre, størrelser og konverteringsindeks henvises til *Programming Guide*.

3.8.11.2 Datalagring

Spole 65-decimalen bestemmer, om data, der skrives til frekvensomformerens, gemmes i EEPROM og RAM (spole 65 = 1) eller kun i RAM (spole 65 = 0).

3.8.11.3 IND (indeks)

Nogle parametre i frekvensomformereren er array-parametre, for eksempel *parameter 3-10 Preset-reference*. Eftersom Modbus ikke understøtter arrays i holderegistrene, har frekvensomformereren reserveret holderegister 9 som pointer til array. Før en array-parameter læses eller skrives, skal holderegister 9 indstilles. Indstilling af holderegister til værdien 2 gør, at alle følgende læse-/skrivehandlinger til array-parametre foregår til indeks 2.

3.8.11.4 Tekstblokke

Der etableres adgang til parametre, som er gemt som tekststreng, på samme måde som de andre parametre. Den maksimale tekstblokstørrelse er 20 tegn. Hvis en læseanmodning for en parameter omfatter flere tegn, end parameteren kan gemme, afkortes svaret. Hvis læseanmodningen for en parameter omfatter færre tegn, end parameteren kan gemme, indsættes der mellemrum i svaret.

3.8.11.5 Konverteringsfaktor

Da en parameterværdi kun kan overføres som heltal, skal der for at overføre decimaltal anvendes en konverteringsfaktor.

3.8.11.6 Parameterværdier

Standardddatatyper

Standardddatatyperne er int 16, int 32, uint 8, uint 16 og uint 32. De lagres som 4x-registre (40001–4FFFF). Parametrene læses ved hjælp af funktionen 03 hex *Læs holderegistre*. Parametre skrives ved hjælp af funktionen 6 hex *Forudindstil enkelt register* for 1 register (16 bit) og funktionen 10 hex *Forudindstil flere registre* for 2 registre (32 bit). Størrelserne, der kan læses, ligger fra 1 register (16 bit) til 10 registre (20 tegn).

Ikke-standardddatatyper

Ikke-standardddatatyper er tekststreng og lagres som 4x-registre (40001–4FFFF). Parametrene læses ved hjælp af funktionen 03 hex *Læs holderegistre* og skrives ved hjælp af funktionen 10 hex *Forudindstil flere registre*. Størrelser, der kan læses, ligger fra 1 register (2 tegn) op til 10 registre (20 tegn).

3.8.12 FC-apparatstyreprofil

3.8.12.1 Styreord i henhold til FC-profil (*parameter 8-10 Styreprofil* = FC-profil)

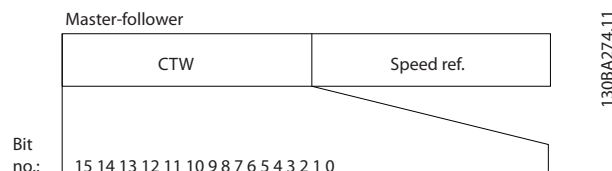


Illustration 3.55 Styreord

Bit	Bitværdi = 0	Bitværdi = 1
00	Referenceværdi	Ekstern udvælgelse, lsb
01	Referenceværdi	Ekstern udvælgelse, msb
02	DC-bremse	Rampe
03	Friløb	Ingen friløb
04	Hurtigt stop	Rampe
05	Hold udgangsfrekvensen	Brug rampe
06	Rampestop	Start
07	Ingen funktion	Nulstil
08	Ingen funktion	Jog
09	Rampe 1	Rampe 2
10	Data ugyldige	Data gyldige
11	Ingen funktion	Relæ 01 aktivt
12	Ingen funktion	Relæ 02 aktivt
13	Parameteropsætning	Udvalg lsb
14	Parameteropsætning	Udvalg msb
15	Ingen funktion	Reversering

Tabel 3.43 Styreord-bit

Forklaring af styrebit

Bit 00/01

Bit 00 og 01 anvendes til at vælge mellem de fire referenceværdier, der er forprogrammeret i *parameter 3-10 Preset-reference* i henhold til Tabel 3.44.

Programmeret referenceværdi	Parameter	Bit 01	Bit 00
1	<i>Parameter 3-10 Preset-reference</i> [0]	0	0
2	<i>Parameter 3-10 Preset-reference</i> [1]	0	1
3	<i>Parameter 3-10 Preset-reference</i> [2]	1	0
4	<i>Parameter 3-10 Preset-reference</i> [3]	1	1

Tabel 3.44 Referenceværdier

BEMÆRK!

Foretag et valg i *parameter 8-56 Vælg preset-reference* for at definere, hvordan der oprettes en gate mellem bit 00/01 og den tilsvarende funktion på de digitale indgange.

Bit 02, DC-bremse

Bit 02 = 0 medfører DC-bremsning og stop. Bremsestrøm og varighed indstilles i *parameter 2-01 DC-bremsestrøm* og *parameter 2-02 DC-bremseholdetid*.

Bit 02 = 1 medfører rampning.

Bit 03, Friløb

Bit 03 = 0: Frekvensomformerens slipper motoren med det samme (udgangstransistorerne afbrydes), og motoren friløber til standsning.

Bit 03 = 1: Frekvensomformerens starter motoren, hvis de øvrige startbetingelser er opfyldt.

Træf et valg i *parameter 8-50 Vælg friløb* for at definere, hvordan der oprettes en gate mellem bit 03 og den tilsvarende funktion på en digital indgang.

Bit 04, Hurtigt stop

Bit 04 = 0: Får motorhastigheden til at rampe ned til stop (angivet i *parameter 3-81 Kvikstop rampetid*).

Bit 05, Hold udgangsfrekvens

Bit 05 = 0: Den aktuelle udgangsfrekvens (i Hz) fastfrys. Den fastfrosne udgangsfrekvens kan kun ændres via de digitale indgange (*parameter 5-10 Klemme 18, digital indgang* til *parameter 5-15 Klemme 33, digital indgang*), som er programmeret til *Hastighed op* og *Hastighed ned*.

BEMÆRK!

Hvis fastfrys udgang er aktiv, kan frekvensomformerens ikke standses af følgende:

- Bit 03 friløbsstop
- Bit 02 DC-bremsning
- En digital indgang (*parameter 5-10 Klemme 18, digital indgang* til *parameter 5-15 Klemme 33, digital indgang*) programmeret til *DC-bremsning*, *Friløbsstop* eller *Nulstilling og friløbsstop*.

Bit 06, Rampestop/-start

Bit 06 = 0: Medfører stop og får motorhastigheden til at rampe ned til stop via den valgte rampe ned-parameter.

Bit 06 = 1: Tillader, at frekvensomformerens starter motoren, hvis de øvrige startbetingelser er opfyldt.

Foretag et valg i *parameter 8-53 Vælg start* for at definere, hvordan der oprettes en gate mellem bit 06 Rampestop/-start og den tilsvarende funktion på en digital indgang.

Bit 07, Nulstil

Bit 07 = 0: Ingen nulstilling.

Bit 07 = 1: Nulstiller trip. Nulstilling aktiveres på signalets forflanke, for eksempel ved skift fra logisk 0 til logisk 1.

Bit 08, Jog

Bit 08 = 1: Udgangsfrekvensen bestemmes af *parameter 3-19 Jog-hastighed [O/MIN]*.

Bit 09, Valg af rampe 1/2

Bit 09 = 0: Rampe 1 er aktiv (*parameter 3-41 Rampe 1, rampe-op-tid* til *parameter 3-42 Rampe 1, rampe-ned-tid*).

Bit 09 = 1: Rampe 2 (*parameter 3-51 Rampe 2, rampe-op-tid* til *parameter 3-52 Rampe 2, rampe-ned-tid*) er aktiv.

Bit 10, Dataene er ikke gyldige/Dataene er gyldige

Fortæl frekvensomformerens, om styreordet skal anvendes eller ignoreres.

Bit 10 = 0: Styreordet ignoreres.

Bit 10 = 1: Styreordet anvendes. Denne funktion er relevant, fordi telegrammet altid indeholder styreordet uanset telegramtypen. Deaktiver styreordet, hvis det ikke skal bruges, når der opdateres eller læses parametre.

Bit 11, Relæ 01

Bit 11 = 0: Relæ er ikke aktiveret.

Bit 11 = 1: Relæ 01 er aktiveret, forudsat at der er valgt *Styreord bit 11* i *parameter 5-40 Funktionsrelæ*.

Bit 12, Relæ 04

Bit 12 = 0: Relæ 04 er ikke aktiveret.

Bit 12 = 1: Relæ 04 er aktiveret, forudsat at der er valgt *Styreord bit 12* i *parameter 5-40 Funktionsrelæ*.

Bit 13/14, Valg af opsætning

Anvend bit 13 og 14 til at vælge mellem de fire menuopsætninger iht. *Tabel 3.45*.

Opsætning	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

Tabel 3.45 Specifikation af menuopsætninger

Funktionen er kun mulig, når der er valgt [9] *Multio-psætning* i *parameter 0-10 Aktiv opsætning*.

Foretag et valg i *parameter 8-55 Vælg opsætning* for at definere, hvordan der oprettes en gate mellem bit 13/14 og den tilsvarende funktion på de digitale indgange.

Bit 15, Reversering

Bit 15 = 0: Ingen reversering.

Bit 15 = 1: Reversering. Reversering er indstillet til digital i *parameter 8-54 Vælg reversering* i fabriksindstillingen. Bit 15 fører kun til reversering, når *Ser. kommunikation*, *Logik* eller *Logik og* er valgt.

3.8.12.2 Statusord i henhold til FC-profil (STW) (parameter 8-10 Styreprofil = FC-profil)

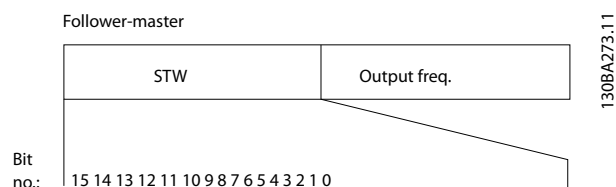


Illustration 3.56 Statusord (status word)

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Styring ikke klar	Styring klar
01	Frekvensomformer ikke klar	Frekvensomformer klar
02	Friløb	Aktivér
03	Ingen fejl	Trip
04	Ingen fejl	Fejl (ingen trip)
05	Reserveret	-
06	Ingen fejl	Triplås
07	Ingen advarsel	Advarsel
08	Hastighed $\neq$ reference	Hastighed = reference
09	Lokal betjening	Busstyring
10	Uden for frekvensgrænse	Frekvensgrænse OK
11	Ingen funktion	I drift
12	Frekvensomformer OK	Standset, auto-start
13	Spænding OK	Spænding overskredet
14	Moment OK	Moment overskredet
15	Timer OK	Timer overskredet

Tabel 3.46 Statusord, bit

Forklaring af statusbits

Bit 00, Styring ikke klar/klar

Bit 00 = 0: Frekvensomformerens tripper.

Bit 00 = 1: Frekvensomformerens styreenheder er klar, men strømkomponenten modtager ikke nødvendigvis strøm (hvis der bruges ekstern 24 V-forsyning til styreenhederne).

Bit 01, Frekvensomformer klar

Bit 01 = 1: Frekvensomformerens er klar til drift, men friløbskommandoen er aktiv via de digitale indgange eller via seriel kommunikation.

Bit 02, Friløbsstop

Bit 02 = 0: Frekvensomformerens udløser motoren.

Bit 02 = 1: Frekvensomformerens starter motoren med en startkommando.

Bit 03, Ingen fejl/trip

Bit 03 = 0: Frekvensomformerens er ikke i fejltilstand.

Bit 03 = 1: Frekvensomformerens tripper. Tryk på [Reset] for at genoptage driften.

Bit 04, Ingen fejl/fejl (ingen trip)

Bit 04 = 0: Frekvensomformerens er ikke i fejltilstand.

Bit 04 = 1: Frekvensomformerens viser en fejl, men tripper ikke.

Bit 05, Ikke brugt

Bit 05 anvendes ikke i statusordet.

Bit 06, Ingen fejl/triplås

Bit 06 = 0: Frekvensomformerens er ikke i fejltilstand.

Bit 06 = 1: Frekvensomformerens trippes og låses.

Bit 07, Ingen advarsel/advarsel

Bit 07 = 0: Der er ingen advarsler.

Bit 07 = 1: Der er opstået en advarsel.

Bit 08, Hastighed $\neq$ reference / hastighed = reference

Bit 08 = 0: Motoren kører, men den nuværende hastighed er anderledes end den forhåndsindstillede hastighedsreference. Det kan for eksempel være tilfældet, når hastigheden ramper op/ned under start/stop.

Bit 08 = 1: Motorhastigheden svarer til den forhåndsindstillede hastighedsreference.

Bit 09, Lokal betjening/busstyring

Bit 09 = 0: [Stop/Reset] er aktiveret på styreenheden, eller der er valgt Lokal i parameter 3-13 Referencested. Styring via seriel kommunikation er ikke muligt.

Bit 09 = 1 betyder, at det er muligt at styre frekvensomformerens via fieldbus/seriel kommunikation.

Bit 10, Uden for frekvensgrænse

Bit 10 = 0: Udgangsfrekvensen har nået værdien i parameter 4-11 Motorhastighed, lav grænse [O/MIN] eller parameter 4-13 Motorhastighed, høj grænse [O/MIN].

Bit 10 = 1: Udgangsfrekvensen ligger inden for de definerede grænser.

Bit 11, Ingen drift/i drift

Bit 11 = 0: Motoren kører ikke.

Bit 11 = 1: Frekvensomformerens har et startsignal, eller udgangsfrekvensen er større end 0 Hz.

Bit 12, Frekvensomformer OK/standset, auto-start:

Bit 12 = 0: Der er ingen midlertidig overtemperatur på vekselretteren.

Bit 12 = 1: Vekselretteren standser på grund af en overtemperatur, men apparatet tripper ikke, og driften genoptages, når overtemperaturen ikke længere er til stede.

Bit 13, Spænding OK/grænse overskredet

Bit 13 = 0: Der er ingen spændingsadvarsler.

Bit 13 = 1: DC-spændingen i frekvensomformerens mellemkreds er for lav eller for høj.

Bit 14, Moment OK/grænse overskredet

Bit 14 = 0: Motorstrømmen er lavere end momentgrænsen, der er valgt i parameter 4-18 Strømgrænse.

Bit 14 = 1: Momentgrænsen i parameter 4-18 Strømgrænse er overskredet.

Bit 15, Timer OK/grænse overskredet

Bit 15 = 0: Timerne for termisk motorbeskyttelse og termisk beskyttelse overskrides ikke 100 %.

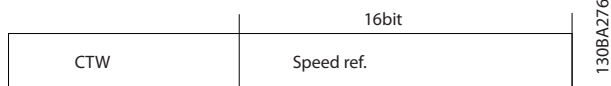
Bit 15 = 1: En af timerne overskrider 100 %.

Alle bits i STW er indstillet til 0, hvis forbindelsen mellem Interbus-optionen og frekvensomformereren går tabt, eller hvis der er opstået et internt kommunikationsproblem.

3.8.12.3 Bushastighedsreferenceværdi

Hastighedsreferenceværdien sendes til frekvensomformereren som en relativ værdi i %. Værdien sendes i form af et 16-bit ord. I heltal (0-32.767) svarer værdien 16.384 (4.000 hex) til 100 %. Negative tal formateres ved hjælp af 2-komplement. Den aktuelle udgangsfrekvens (MAV) skaleres på samme måde som busreferencen.

Master-follower



Follower-master

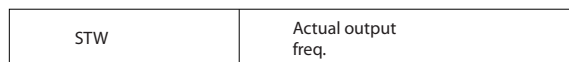


Illustration 3.57 Aktuel udgangsfrekvens (MAV)

Referencen og MAV skaleres som følger:

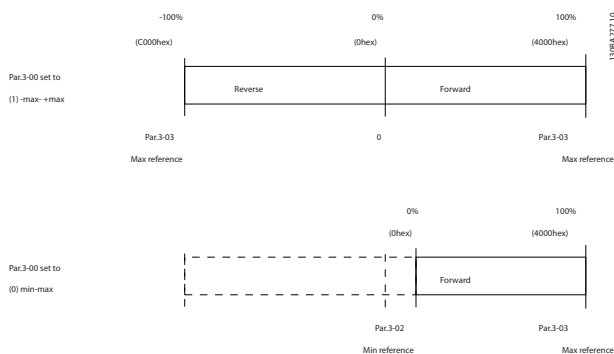


Illustration 3.58 Reference og MAV

3.8.12.4 Styreord i henhold til PROFIdrive-profil (CTW)

Styreordet bruges til at sende kommandoer fra en master (for eksempel en pc) til en slave.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Off 1	On 1
01	Off 2	On 2
02	Off 3	On 3
03	Friløb	Ingen friløb
04	Hurtigt stop	Rampe
05	Hold udgangsfrekvens	Brug rampe
06	Rampestop	Start
07	Ingen funktion	Nulstil
08	Jog 1 Off	Jog 1 On
09	Jog 2 Off	Jog 2 On
10	Data ugyldige	Data gyldige
11	Ingen funktion	Slow-down
12	Ingen funktion	Catch up
13	Parameteropsætning	Udvalg lsb
14	Parameteropsætning	Udvalg msb
15	Ingen funktion	Reversering

Tabel 3.47 Styreord-bit

Forklaring af styrebit

Bit 00, Off 1/On 1

En normal rampe standser i henhold til rampetiderne i den aktuelt valgte rampe.

Bit 00 = 0 fører til standsning og aktivering af udgangsrelæ 1 eller 2, hvis udgangsfrekvensen er 0 Hz, og hvis [Relæ 123] er valgt i *parameter 5-40 Funktionsrelæ*.

Når bit 0 = 1, er frekvensomformereren i tilstand 1:

Indkobling er forbudt.

Bit 01, Off 2/On 2

Friløbsstop

Når bit 01 = 0, forekommer der friløbsstop og en aktivering af udgangsrelæ 1 eller 2, hvis udgangsfrekvensen er 0 Hz, og hvis [Relæ 123] er valgt i *parameter 5-40 Funktionsrelæ*.

Bit 02, Off 3/On 3

Hurtigt stop ved brug af rampetiden for *parameter 3-81 Kvikstop rampetid*. Når bit 02 = 0, forekommer der et hurtigt stop og en aktivering af udgangsrelæ 1 eller 2, hvis udgangsfrekvensen er 0 Hz, og hvis [Relæ 123] er valgt i *parameter 5-40 Funktionsrelæ*. Når bit 02 = 1, er frekvensomformereren i tilstand 1: *Indkobling er forbudt.*

Bit 03, Friløb/Ingen friløb

Friløbsstop Bit 03 = 0 fører til standsning.

Når bit 03 = 1, kan frekvensomformereren starte, hvis de andre startbetingelser opfyldes.

BEMÆRK!

Valget i *parameter 8-50 Vælg friløb* bestemmer, hvordan bit 03 sammenkædes med den tilsvarende funktion for de digitale indgange.

Bit 04, Hurtigt stop/rampe

Hurtigt stop ved brug af rampetiden for *parameter 3-81 Kvikstop rampetid*.

Når bit 04 = 0, opstår der et hurtigt stop.

Når bit 04 = 1, kan frekvensomformereren starte, hvis de andre startbetingelser opfyldes.

BEMÆRK!

Valget i *parameter 8-51 Kvikstop, valg* bestemmer, hvordan bit 04 er sammenkædet med den tilsvarende funktion for de digitale indgange.

Bit 05, Hold udgangsfrekvensen/brug rampe

Når bit 05 = 0, fastholdes udgangsfrekvensen, selv hvis referenceværdien ændres.

Når bit 05 = 1, kan frekvensomformereren udføre sin reguleringsfunktion igen. Driften finder sted i henhold til den pågældende referenceværdi.

Bit 06, Rampestop/-start

Normal rampestop ved brug af rampetiderne for den faktiske rampe vælges. Derudover aktiveres udgangsrelæ 01 eller 04, hvis udgangsfrekvensen er 0 Hz, og hvis relæ 123 er valgt i *parameter 5-40 Funktionsrelæ*.

Bit 06 = 0 fører til en standsning.

Når bit 06 = 1, kan frekvensomformereren starte, hvis de andre startbetingelser er opfyldt.

BEMÆRK!

Valget i *parameter 8-53 Vælg start* bestemmer, hvordan bit 06 sammenkædes med den tilsvarende funktion for de digitale indgange.

Bit 07, Ingen funktion/nulstilling

Nulstil efter slukning.

Anerkender hændelse i fejlbuffer.

Når bit 07 = 0, opstår der ingen nulstillinger.

Når der sker en hændingsændring for bit 07 til 1, opstår der en nulstilling efter slukning.

Bit 08, Jog 1 Off/On

Aktivering af den forhåndsprogrammerede hastighed i *parameter 8-90 Bus-jog 1, hastighed*. JOG 1 er kun mulig, hvis bit 04 = 0 og bit 00-03 = 1.

Bit 09, Jog 2 Off/On

Aktivering af den forudprogrammerede hastighed i *parameter 8-91 Bus-jog 2, hastighed*. Jog 2 er kun mulig, hvis bit 04 = 0 og bit 00-03 = 1.

Bit 10, Data ugyldig/gyldig

Bruges til at fortælle frekvensomformereren, om styreordet skal anvendes eller ignoreres.

Bit 10 = 0 forårsager, at styreordet ignoreres.

Bit 10 = 1 forårsager, at styreordet anvendes. Denne funktion er relevant, fordi styreordet altid er indeholdt i telegrammet, uanset hvilken telegramtype, der anvendes. Det er muligt at deaktivere styreordet, hvis det ikke ønskes brugt til opdatering eller læsning af parametrene.

Bit 11, Ingen funktion/slow-down

Anvendes til at reducere hastighedsreferenceværdien med den mængde, der angives i *parameter 3-12 Catch up/slow down*.

Når bit 11 = 0, ændres referenceværdien ikke.

Når bit 11 = 1, reduceres referenceværdien.

Bit 12, Ingen funktion/catch up

Bruges til at øge hastighedsreferenceværdien med den mængde, der angives i *parameter 3-12 Catch up/slow down*.

Når bit 12 = 0, ændres referenceværdien ikke.

Når bit 12 = 1, øges referenceværdien.

Hvis både slow-down og accelerering er aktiveret (bit 11 og 12 = 1), har slow-down første prioritet, dvs. at hastighedsreferenceværdien reduceres.

Bits 13/14, Valg af opsætning

Bit 13 og 14 bruges til at vælge mellem de fire parametropsætninger i henhold til *Tabel 3.48*.

Funktionen er kun mulig, når der er valgt [9] *Multio-opsætning* i *parameter 0-10 Aktiv opsætning*. Valget i *parameter 8-55 Vælg opsætning* bestemmer, hvordan bit 13 og 14 sammenkædes med den tilsvarende funktion for de digitale indgange. Det er kun muligt at ændre opsætningen under drift, hvis opsætningerne er blevet sammenkædet i *parameter 0-12 Denne opsætning knyttet til*.

Opsætning	Bit 13	Bit 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

Tabel 3.48 Valg af opsætning

Bit 15, Ingen funktion/reverseret

Bit 15 = 0 fører ikke til reversering.

Bit 15 = 1 fører til reversering.

BEMÆRK!

I fabriksindstillingen er reversering indstillet til *digital* i *parameter 8-54 Vælg reversering*.

BEMÆRK!

Bit 15 fører kun til reversering, når *Ser. kommunikation, Logik eller* eller *Logik og* er valgt.

3.8.12.5 Statusord i henhold til PROFIdrive-profil (STW)

Statusordet bruges til at underrette en master (for eksempel en pc) om status for en slave.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Styring ikke klar	Styring klar
01	Frekvensomformer ikke klar	Frekvensomformer klar
02	Friløb	Aktiver
03	Ingen fejl	Trip
04	Off 2	On 2
05	Off 3	On 3
06	Start mulig	Start ikke mulig
07	Ingen advarsel	Advarsel
08	Hastighed $\neq$ reference	Hastighed = reference
09	Lokal betjening	Busstyring
10	Uden for frekvensgrænse	Frekvensgrænse OK
11	Ingen funktion	I drift
12	Frekvensomformer OK	Standset, auto-start
13	Spænding OK	Spænding overskredet
14	Moment OK	Moment overskredet
15	Timer OK	Timer overskredet

Tabel 3.49 Statusord, bit

Forklaring af statusbits

Bit 00, Styring ikke klar/klar

Når bit 00 = 0, er bit 00, 01 eller 02 for styreordet 0 (OFF 1, OFF 2 eller OFF 3) – eller frekvensomformerer er slået fra (trip).

Når bit 00 = 1, er frekvensomformerstyringen klar, men der er ikke nødvendigvis strømforsyning til det aktuelle apparat (i tilfælde af ekstern 24 V-forsyning til styresystemet).

Bit 01, Frekvensomformer ikke klar/klar

Samme betydning som bit 00, men der er strømforsyning til apparatet. Frekvensomformerer er klar, når den modtager de nødvendige startsignaler.

Bit 02, Friløb/aktiveret

Når bit 02 = 0, er bit 00, 01 eller 02 for styreordet 0 (OFF 1, OFF 2 eller OFF 3 eller friløb) – eller frekvensomformerer er slået fra (trip).

Når bit 02 = 1, er bit 00, 01 eller 02 for styreordet 1: frekvensomformerer er ikke trippet.

Bit 03, Ingen fejl/trip

Når bit 03 = 0, eksisterer der ingen fejltilstand i frekvensomformerer.

Når bit 03 = 1, er frekvensomformerer trippet og kræver et nulstillingssignal, før den kan starte.

Bit 04, On 2/Off 2

Når bit 01 for styreordet er 0, er bit 04 = 0.

Når bit 01 for styreordet er 1, er bit 04 = 1.

Bit 05, On 3/Off 3

Når bit 02 for styreordet er 0, er bit 05 = 0.

Når bit 02 for styreordet er 1, er bit 05 = 1.

Bit 06, Start mulig/start ikke mulig

Hvis [1] PROFIdrive er valgt i *parameter 8-10 Styreordsprofil*, er bit 06 1 efter en kvittering for slukning, efter aktivering af Off2 eller Off3 og efter tilslutning af netspændingen.

Start ikke mulig nulstilles, bit 00 for styreordet indstilles til 0, og bit 01, 02 og 10 indstilles til 1.

Bit 07, Ingen advarsel/advarsel

Bit 07 = 0 betyder, at der ikke er nogen advarsler.

Bit 07 = 1 betyder, at der er opstået en advarsel.

Bit 08, Hastighed $\neq$ reference / Hastighed = reference

Når bit 08 = 0, afviger motorens aktuelle hastighed fra den indstillede hastighedsreferenceværdi. Dette kan for eksempel ske, når hastigheden ændres under start/stop ved hjælp af rampe op/ned.

Når bit 08 = 1, svarer motorens aktuelle hastighed til den indstillede hastighedsreferenceværdi.

Bit 09, Lokal betjening/busstyring

Bit 09 = 0 angiver, at frekvensomformerer er blevet standset med [Stop] på LCP'et, eller at der er valgt [Kædet til hand] eller [Lokal] i *parameter 3-13 Referencested*.

Når bit 09 = 1, kan frekvensomformerer styres via den serielle grænseflade.

Bit 10, Uden for frekvensgrænse/frekvensgrænse OK

Når bit 10 = 0, er udgangsfrekvensen uden for de grænser, der er angivet i *parameter 4-52 Advarsel, hastighed lav* og *parameter 4-53 Advarsel, hastighed høj*.

Når bit 10 = 1, er udgangsfrekvensen inden for de angivne grænser.

Bit 11, Ingen funktion/i drift

Når bit 11 = 0, kører motoren ikke.

Når bit 11 = 1, har frekvensomformerer et startsignal, eller udgangsfrekvensen er højere end 0 Hz.

Bit 12, Frekvensomformer OK/standset, auto-start

Når bit 12 = 0, er der ingen midlertidig overbelastning af vekselretterer.

Når bit 12 = 1, er vekselretterer standset pga. overbelastning. Frekvensomformerer er imidlertid ikke slået fra (trip), og den starter igen, når overbelastningen er forsvundet.

Bit 13, Spænding OK/spænding overskredet

Når bit 13 = 0, er frekvensomformerens spændingsgrænser ikke overskredet.

Når bit 13 = 1, er DC-spændingen i frekvensomformerens mellemkreds for lav eller for høj.

Bit 14, Moment OK/moment overskredet

Når bit 14 = 0, ligger motormomentet under den grænse, der er valgt i *parameter 4-16 Momentgrænse for motordrift* og *parameter 4-17 Momentgrænse for generatordrift*.

Når bit 14 = 1, er den grænse, der er valgt i *parameter 4-16 Momentgrænse for motordrift* eller *parameter 4-17 Momentgrænse for generatordrift*, overskredet.

Bit 15, Timer OK/timer overskredet

Når bit 15 = 0, har timerne for den termiske motorbeskyttelse og den termiske frekvensomformerbeskyttelse ikke overskredet 100 %.

Når bit 15 = 1, har en af timerne overskredet 100 %.

3.9 Afkrydsningsliste for systemdesign

I Tabel 3.50 findes en afkrydsningsliste, der kan bruges ved integrering af en frekvensomformer i et motorstyresystem. Listen er beregnet som en huskeliste til de generelle kategorier og optioner, der er nødvendige for at kunne specificere systemkravene.

Kategori	Oplysninger	Kommentarer	☒
FC-model			
Effekt			
	Volt		
	Strøm		
Fysiske			
	Mål		
	Vægt		
Omgivende driftsforhold			
	Temperatur		
	Højde		
	Luftfugtighed		
	Luftkvalitet/støv		
	Derating-krav		
Kapslingsstørrelse			
Indgang			
Kabler			
	Type		
	Længde		
Sikringer			
	Type		
	Størrelse		
	Klassificering		
Optioner			
	Stik		
	Kontakter		
	Filtre		
Udgang			
Kabler			
	Type		
	Længde		
Sikringer			
	Type		
	Størrelse		
	Klassificering		
Optioner			
	Filtre		
Styring			
Kabelføring			
	Type		

Kategori	Oplysninger	Kommentarer	☒
	Længde		
	Klemmetilslutninger		
Kommunikation			
	Protokol		
	Tilslutning		
	Kabelføring		
Optioner			
	Stik		
	Kontakter		
	Filtre		
Motor			
	Type		
	Klassificering		
	Spænding		
	Optioner		
Særlige værktøjer og udstyr			
	Flytning og opbevaring		
	Montering		
	Elektrisk tilslutning		

Tabel 3.50 Afkrydsningsliste for systemdesign

4 Applikationseksempler

4.1 Oversigt over applikationsfunktioner

VLT® AQUA Drive FC 202 er konstrueret til applikationer inden for vand- og spildevandsområdet. Det store udvalg af standardfunktioner og valgfri funktioner omfatter optimeret SmartStart og kvikmenu med fokus på vand- og spildevandsapplikationer:

- **Kaskadestyring**
Basic kaskadestyring er indbygget som standard med en kapacitet på op til tre pumper. Kaskadestyring giver hastighedsstyring af en enkelt pumpe i et flerpumpesystem. Dette er en attraktivt løsning hvad angår omkostninger, for eksempel til booster-sæt. Systemer med flere pumper med variabel hastighed kræver udvidet kaskadestyring (MCO 101) eller avanceret kaskadestyring (MCO 102).
- **Motoralternering**
Funktionen motoralternering er egnet til applikationer med to motorer eller to pumper, der deler en frekvensomformer.
- **Flow-kompensering**
Flow-kompensering tilpasser sætpunktet i henhold til gennemstrømningen og muliggør montering af trykføleren tæt på pumpen.
- **Detektering af tør kørsel**
Funktionen forhindrer beskadigelse af pumpen ved at undgå tørkørsel og overophedning af pumpen.
- **Slut på kurve-detektering**
Funktionen registrerer, når pumpen kører med maksimumhastighed, og sætpunktet ikke kan nå inden for en brugerdefineret periode.
- **Udrensning**
Denne forebyggende eller reaktive rengøringsfunktion er beregnet til pumper i spildevandsapplikationer. Se *kapitel 4.2.3 29-1** *Udrensningsfunktion* for flere oplysninger.
- **Indledende/afsluttende ramper**
Programmering af korte rampetider til/fra minimumhastigheden beskytter lejer og sikrer tilstrækkelig køling i applikationer med dykpumper.
- **Kontraventilbeskyttelse**
En langsom rampe-ned hastighed beskytter kontraventiler og forhindrer vandslag.
- **STO**
STO aktiverer sikker standsning (friløb), når en kritisk situation opstår.
- **Registrering af lavt flow**
Denne funktionen registrerer no flow- eller low flow-forholdene i systemet.
- **Sleep mode**
Sleep mode-funktionen sparer energi ved at stoppe pumpen, når der ikke er et behov.
- **Rørfyldningstilstand**
Rørfyldningstilstand omfatter funktionaliteter, der fylder rørene jævnt og undgår vandslag. Denne funktion giver forskellige tilstande for horisontale og vertikale rør.
- **Realtidsur**
- **Smart Logic Control (SLC)**
SLC omfatter programmering af en sekvens, der består af hændelser og handlinger. SLC tilbyder en lang række PLC-funktioner, der benytter sammenlignere, logikregler og timere.
- **Pre/Post Lube**
Se *kapitel 4.2.4 Pre/Post Lube* for flere oplysninger.
- **Flow-bekræftelse**
Se *kapitel 4.2.5 29-5** *Flow Confirmation* for flere oplysninger.
- **Avanceret overvågning af minimumhastighed for dykpumper**
Se *kapitel 4.2.6 Avanceret overvågning af minimumhastighed for dykpumper* for flere oplysninger.
- **Forebyggende vedligeholdelse**
Funktionen forebyggende vedligeholdelse muliggør, at planlagte serviceintervaller programmeres ind i frekvensomformeren.

4.2 Valgte applikationsfunktioner

4.2.1 SmartStart

Med SmartStart-guiden er det nu nemmere og mere omkostningseffektivt at idriftsætte frekvensomformerer. SmartStart aktiveres ved den første opstart eller efter en fabriksnulstilling og vejleder brugeren gennem en række lette trin for at sikre den mest korrekte og effektive motorstyring. SmartStart kan også startes direkte via kvikmenuen. Vælg indstillinger på det grafiske betjeningspanel med 28 sprog.

- Enkelt pumpe/motor i åben eller lukket sløjfe
- Motoralternering: Når to motorer deler en frekvensomformer.
- Basic kaskadestyring: Hastighedsstyring af en enkelt pumpe i et multipumpesystem. Dette er en attraktiv løsning, hvad angår omkostninger, for eksempel til booster-sæt.
- Master-follower: Styrer op til otte frekvensomformere og pumper for at sikre jævn drift af det overordnede pumpeystem.

4.2.2 Kvikmenu Vand og pumper

Kvikmenuvalget Vand og pumper giver hurtig adgang til de mest almindelige vand- og pumpefunktioner i VLT® AQUA Drive:

- Specielle ramper (indledende/afsluttende rampe, stoprampe)
- Sleep mode
- Udrensning
- Detektering af tør kørsel
- Slut på kurve-detektering
- Flow-kompensering
- Rørfyldningstilstand til horisontale, vertikale og blandede rørsystemer.
- Styreydeevne
- Minimum speed monitor

4.2.3 29-1* Udrensningsfunktion

Formålet med udrensningsfunktionen er at befri pumpebladet for aflejringer i spildevandsapplikationer, så pumpen kan køre normalt. En udrensningshændelse defineres som tiden fra frekvensomformerer starter med at udrense, til udrensningen afsluttes. Når en udrensning startes, ramper frekvensomformerer først til et stop, og derefter udløber en off-forsinkelsestimer, før den første cyklus begynder.

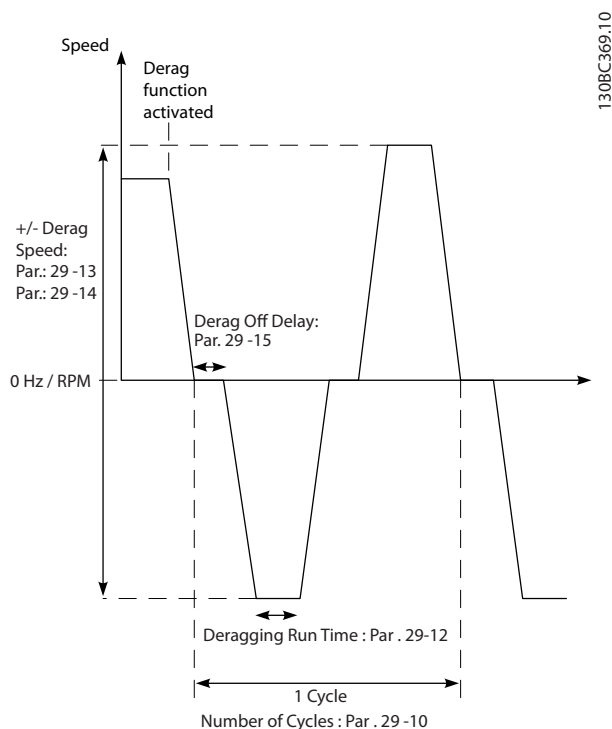


Illustration 4.1 Udrensningsfunktion

Hvis en udrensning udløses fra en frekvensomformer i stoppet tilstand, springes den første off-forsinkelsestimer over. Udrensningshændelsen kan bestå af flere cyklusser. En cyklus bestående af en puls i bagudgående retning efterfulgt af en puls i fremadgående retning. Udrensningen betragtes som værende færdig, når et specificeret antal cyklusser er fuldført. Mere specifikt: På den sidste puls (denne vil altid være fremadgående) af den sidste cyklus betragtes udrensningen som værende færdig, når køretid for udrensning udløber (frekvensomformerer kører ved udrensningshastighed). Imellem pulserne kører frekvensomformerudgangen friløb i en bestemt off-forsinkelsestid for at lade aflejringerne i pumpen lægge sig.

BEMÆRK!

Aktiver ikke udrensning, hvis pumpen ikke kan køre i bagudgående retning.

Der er tre forskellige notifikationer for en igangværende udrensning:

- Status i LCP'et: *Auto-fjernbetjent udrensning.*
- En bit i udvidet statusord (bit 23, 80 0000 hex).
- En digital udgang kan konfigureres til at afspejle den aktive udrensningsstatus.

Afhængigt af applikationen og formålet med brug af denne kan denne funktion bruges som forebyggende eller reaktiv foranstaltning og kan udløses/startes på følgende måder:

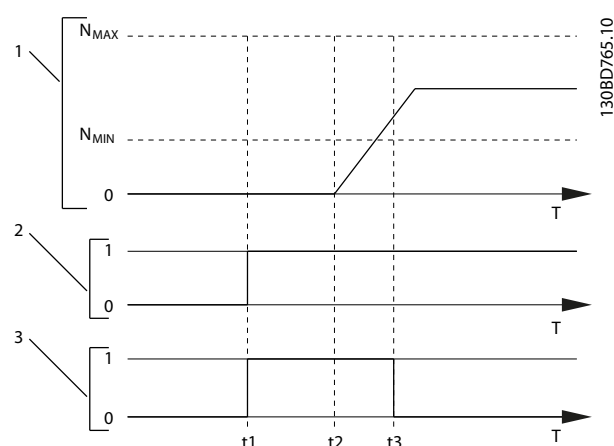
- På hver startkommando (*parameter 29-11 Derag at Start/Stop*)
- På hver stopkommando (*parameter 29-11 Derag at Start/Stop*)
- På hver start-/stopkommando (*parameter 29-11 Derag at Start/Stop*)
- På digital indgang (*parametergruppe 5-1* Digitale indgange*)
- På frekvensomformerhandling med Smart Logic Controller (*parameter 13-52 SL styreenh.-handling*)
- Som tidsstyret handling (*parametergruppe 23-** Tidsbaserede funkt.r*)
- På høj effekt (*parametergruppe 29-2* Derag Power Tuning*)

4.2.4 Pre/Post Lube

Visse motorer kræver smøring af de mekaniske dele før og under kørsel for at undgå skader/slitage. Dette er især tilfældet, når motoren ikke har kørt i udvidede tidsperioder. Pre lube understøtter også applikationer, der kræver, at visse udtræksventilatorer skal køre. Pre lube-funktionen signalerer til et eksternt apparat, at det skal begynde at udføre en specifik handling i en brugerdefineret tidsperiode, begyndende ved den stigende kant i en kørselskommando (for eksempel startanmodning). En startforsinkelse (*parameter 1-71 Startforsink.*) kan derudover indlæses, således at pre-lube kun opstår, når frekvensomformerens standses, og pre-lube afsluttes, lige før frekvensomformerens begynder at rampe op. Pre-lube kan også konfigureres, så det eksterne apparat forbliver signaleret på ethvert tidspunkt, når frekvensomformerens er i en kørende tilstand, eller således at signalet forbliver aktivt, efter at motoren er standset (*parameter 29-42 Post Lube Time*). Applikationseksempler omfatter et apparat til at smøre de mekaniske dele af en motor/pumpe eller nogle typer udtræksventilatorer.

Et eksempel på brug af et smøringsapparat ville være start af smøring ved den stigende kant i en startanmodning. Forsink start i en tidsperiode og stop smøring, når forsinkelsen udløber, og frekvensomformerens starter.

Illustration 4.2 viser en anden brug af funktionen. I dette tilfælde udløber forsinkelsen, mens frekvensomformerens allerede er ved at rampe op. Se de relaterede parametre i *Tabel 4.1*.



1	Hastighedskurve
2	Startkommando (for eksempel klemme 18)
3	Pre lube, udgangssignal
t1	Startkommando er afgivet (for eksempel klemme 18 er indstillet til aktiv). Startforsinkelsestimer(<i>parameter 1-71 Startforsink.</i>) og pre lube-timer (<i>parameter 29-41 Pre Lube Time</i>).
t2	Startforsinkelsestimeren udløber. Frekvensomformerens begynder at rampe op.
t3	Pre lube-timeren(<i>parameter 29-41 Pre Lube Time</i>) udløber.

Illustration 4.2 Eksempel på pre/post lube-funktion

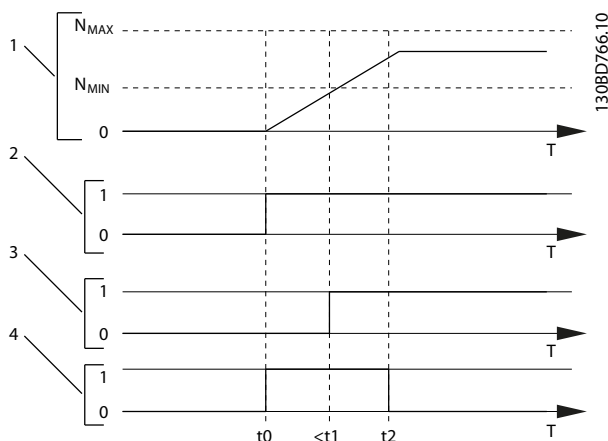
Parameter og navn	Beskrivelse	Indstillinger	Enhed
<i>Parameter 29-40 Pre/Post Lube Function</i>	Vælg når pre/post lube-funktionen er aktiv. Brug <i>parameter 1-71 Startforsink.</i> til at indstille forsinkelsen, inden motoren begynder at rampe op.	[0]*Deaktiveret [1] Pre lube only [2] Pre & Running [3] Pre & Running & Post	-
<i>Parameter 29-41 Pre Lube Time</i>	Indtast signalets varighed efter startsignalet. Bruges kun når [1] Pre Lube Only er valgt i <i>parameter 29-40 Pre/Post Lube Function</i> .	0-600 (*10)	sek
<i>Parameter 29-42 Post Lube Time</i>	Vælg signalets varighed, efter at motoren er stoppet. Bruges kun når [3] Pre & Running & Post er valgt i <i>parameter 29-40 Pre/Post Lube Function</i> .	0-600 (*10)	sek

Tabel 4.1 Pre/post lube-parametre

4.2.5 29-5* Flow Confirmation

Funktionen Flow Confirmation er designet til applikationer, hvor der er behov for, at motoren/pumpen kører, mens der ventes på en ekstern hændelse. Monitoren til Flow Confirmation forventer at modtage en digital indgang fra en føler på en indløbsventil, flow-kontakt eller lignende eksternt apparat, der angiver, at apparatet er åbent, og at gennemstrømning er mulig. I *parameter 29-50 Validation Time* definerer en bruger, hvor længe VLT® AQUA Drive FC 202 skal vente på, at det digitale indgangssignal fra det eksterne apparat bekræfter gennemstrømningen. Efter gennemstrømningen er bekræftet, kontrollerer frekvensomformererens signalet igen efter verificering af gennemstrømningstiden, og den kører derefter normalt. Status i LCP'et viser "Verifying flow", mens flow-monitoren er aktiv.

Frekvensomformererens tripper med alarmen *Flow Not Confirmed*, hvis det forventede digitale indgangssignal bliver inaktivt før udløb af enten gennemstrømningens valideringstid eller gennemstrømningens verificeringstid.



1	Hastighedskurve
2	Startkommando (for eksempel klemme 18)
3	Digitalt signal fra et eksternt apparat, der bekræfter, at gennemstrømningen er mulig.
4	Flow-verificering
t ₀	Startkommando er afgivet (for eksempel klemme 18 er indstillet til aktiv)
t ₁	Digitalt signal fra et eksternt apparat bliver aktivt, før <i>parameter 29-50 Validation Time</i> udløber.
t ₂	Når <i>parameter 29-51 Verification Time</i> er gået, kontrollerer frekvensomformererens signalet fra det eksterne apparat igen, og derefter kører den normalt.

Illustration 4.3 Flow Confirmation

Parameter og navn	Beskrivelse	Indstillinger	Enhed
<i>Parameter 29-50 Validation Time</i>	Den digitale indgang skal være aktiv i valideringstiden.	0,1–999,0 (*størrelsesafhængig)	sek
<i>Parameter 29-51 Verification Time</i>	Gennemstrømning vil blive bekræftet, hvis den digitale indgang stadig er aktiv ved slutningen af verificeringstiden.	0,1–255,0 (*15)	sek

Tabel 4.2 Flow Confirmation-parametre

BEMÆRK!

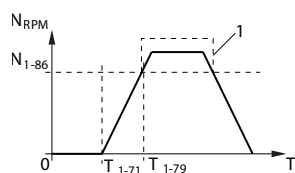
Parametrene er kun synlige på LCP'et, hvis en digital indgang konfigureret til flow confirmation.

4.2.6 Avanceret overvågning af minimumhastighed for dykpumper

Nogle pumper er meget følsomme, når de kører ved lav hastighed. Typiske årsager til dette er utilstrækkelig køling eller smøring ved lav hastighed.

I situationer med overbelastning beskytter frekvensomformererens sig selv med dens indbyggede beskyttelsesfunktioner, herunder sænkning af hastigheden. For eksempel kan strømgrænsestyreenheden sænke hastigheden. Dette betyder, at hastigheden i nogle tilfælde kan blive lavere end hastigheden angivet i *parameter 4-11 Motorhastighed, lav grænse [O/MIN]* og *parameter 4-12 Motorhastighed, lav grænse [Hz]*.

Den avancerede overvågning af minimumhastighed tripper frekvensomformererens, hvis hastigheden falder til under en bestemt værdi. Hvis pumpens motor ikke opnår den hastighed, der er angivet i *parameter 1-86 Triphastighed lav [O/MIN]* inden for det tidsrum, der er angivet i *parameter 1-79 Pump Start Max Time to Trip* (rampe op tager for lang tid), tripper frekvensomformererens. Tilmere til *parameter 1-71 Startforsink.* og *parameter 1-79 Pump Start Max Time to Trip* starter samtidigt, når startkommandoen er afgivet. Dette betyder for eksempel, at hvis værdien i *parameter 1-71 Startforsink.* er mere end eller lig med værdien i *parameter 1-79 Pump Start Max Time to Trip*, vil frekvensomformererens aldrig starte.



T ₁₋₇₁	Parameter 1-71 Startforsink..
T ₁₋₇₉	Parameter 1-79 Pump Start Max Time to Trip. Denne tid omfatter tid i T ₁₋₇₁ .
N ₁₋₈₆	Parameter 1-86 Triphastighed lav [O/MIN]. Hvis hastigheden falder under denne værdi under normal drift, tripper frekvensomformereren.
1	Normal drift.

Illustration 4.4 Avanceret overvågning af minimumhastighed

4.3 Eksempler på applikationsopsætninger

Eksemplerne i dette afsnit udgør en hurtig reference til almindelige applikationer.

- Parameterindstillinger er de regionale standardværdier, medmindre andet er angivet (valgt i parameter 0-03 Regionale indstillinger).
- Parametre, der er tilknyttet klemmerne og deres indstillinger, er vist ved siden af tegningerne.
- Påkrævede kontaktindstillinger for de analoge klemmer A53 eller A54 er også vist.

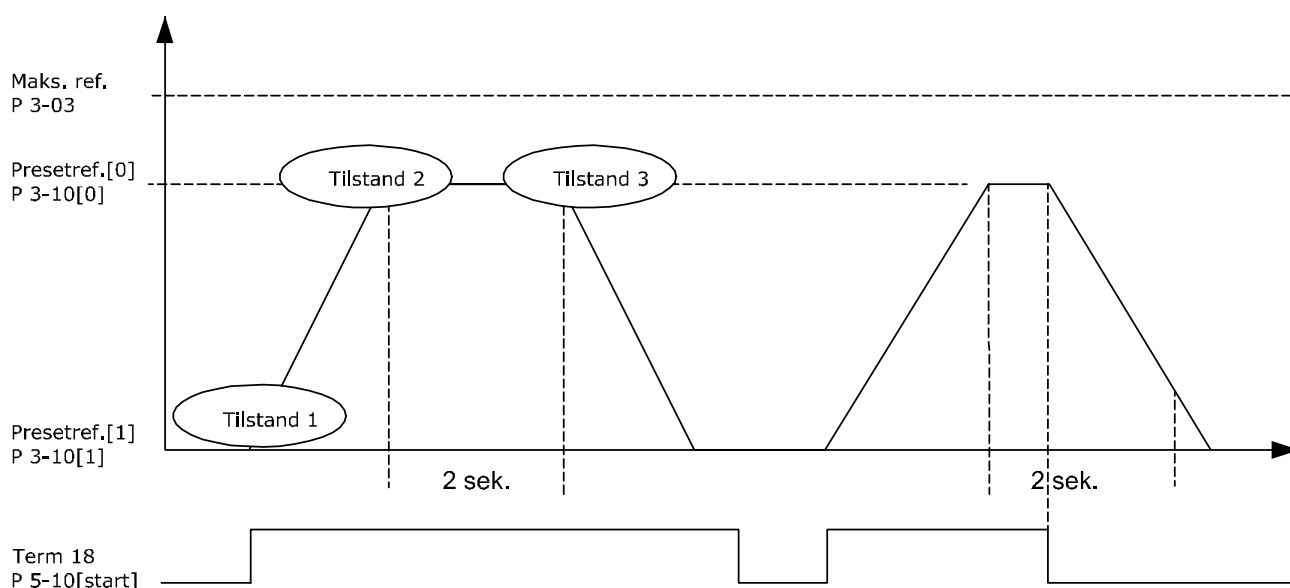
BEMÆRK!

Når funktionen STO bruges, kan det være nødvendigt med en forbindelsesledning mellem klemme 12 (eller 13) og klemme 37, så frekvensomformereren kan køre med standardprogrammeringsværdier.

Eksempel på SLC-applikation

En sekvens 1:

1. Start.
2. Rampe op.
3. Kør ved referencehastighed 2 sek.
4. Rampe ned.
5. Hold aksel indtil stop.



130BA157.11

Illustration 4.5 Rampe op/rampe ned

Indstil rampetiderne i *parameter 3-41 Rampe 1, rampe-op-tid* og *parameter 3-42 Rampe 1, rampe-ned-tid* til de ønskede tider.

$$t_{\text{rampe}} = \frac{t_{\text{acc}} \times n_{\text{norm}} (\text{par. } 1 - 25)}{\text{ref } [0/\text{MIN}]}$$

Indstil klemme 27 til [0] Ingen funktion (*parameter 5-12 Klemme 27, digital indgang*)

Indstil preset-reference 0 til den første preset-hastighed (*parameter 3-10 Preset-reference [0]*) som procentdel af maksimumreferencehastigheden (*parameter 3-03 Maksimumreference*). Eksempel: 60 %

Indstil preset-reference 1 til anden preset-hastighed (*parameter 3-10 Preset-reference [1]*), eksempel: 0 % (nul).

Indstil timer 0 til konstant hastighed i *parameter 13-20 Timer for SL-styreenhed [0]*. Eksempel: 2 sek

Indstil hændelse 1 i *parameter 13-51 SL styreenhed.-hændelse [1]* til [1] Sand.

Indstil hændelse 2 i *parameter 13-51 SL styreenhed.-hændelse [2]* til [4] På reference.

Indstil hændelse 3 i *parameter 13-51 SL styreenhed.-hændelse [3]* til [30] Timeout 0.

Indstil hændelse 4 i *parameter 13-51 SL styreenhed.-hændelse [4]* til [0] Falsk.

Indstil handling 1 i *parameter 13-52 SL styreenh.-handling [1]* til [10] Vælg preset-ref. 0.

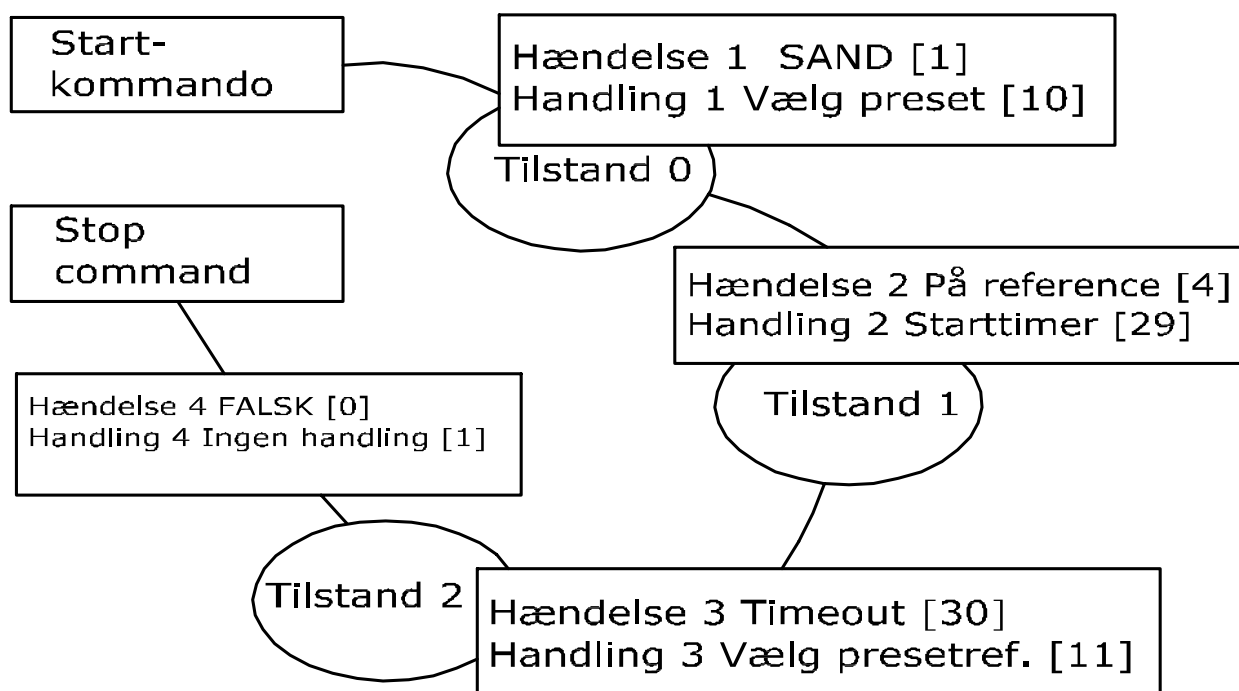
Indstil handling 2 i *parameter 13-52 SL styreenh.-handling [2]* til [29] Starttimer 0.

Indstil handling 3 i *parameter 13-52 SL styreenh.-handling [3]* til [11] Vælg preset-ref. 1.

Indstil handling 4 i *parameter 13-52 SL styreenh.-handling [4]* til [1] Ingen handling.

Indstil i *parameter 13-00 SL styreenh.-tilstand* til aktiv.

Start/stop-kommandoen påføres klemme 18. Hvis stopsignalet påføres, vil frekvensomformeren rampe ned og skifte til friløb.



130BA148.11

Illustration 4.6 Eksempel på SLC-applikation

4.3.1 Dykpumpeapplikation

Systemet består af en dykpumpe, der styres af en Danfoss VLT® AQUA Drive og en tryktransmitter. Transmitteren giver et 4-20 mA feedbacksignal til frekvensomformereren, hvilket holder et konstant tryk ved at styre pumpehastigheden. Når en frekvensomformer skal designes til en dykpumpeapplikation, er der nogle vigtige overvejelser. Vælg frekvensomformer i henhold til motorstrøm.

1. Motoren er en så-kaldt *CAN-motor* med et hylster af rustfrit stål mellem rotoren og stator. Der er et større og mere magnetisk modstandsdygtigt luftgab end på en normal motor, og således også et svagere felt, hvilket resulterer i, at motorerne designes med en højere nominel strøm end en normal motor med tilsvarende nominel effekt.
2. Pumpen indeholder tryklejer, der er beskadiget, når der køres under minimumhastighed, som normalt er 30 Hz.
3. Motorens reaktans er ikke-lineær i dykpumpe-motorer, og derfor er automatisk motortilpasning (AMA) ikke altid mulig. Dykpumper drives normalt med lange motorkabler, der muligvis kan fjerne den ikke-lineære motorreaktans og gøre det muligt for frekvensomformereren at udføre en AMA. Hvis AMA mislykkes, kan motordataene indstilles fra parametergruppe 1-3* Av. *motordata* (se motordatabladet). Vær opmærksom på, at

frekvensomformereren vil ved succesfuld AMA kompensere for spændingsfald i lange motorkabler, så hvis de avancerede motordata er indstillet manuelt, skal længden på motorkablet overvejes for at optimere systemydelse.

4. Det er vigtigt, at systemet anvendes med et minimum af slitage på pumpen og motor. Et Danfoss sinusfilter kan mindske stress på motorisoleringen og øge levetiden (kontrollér faktisk motorisolering og dU/dt specifikation for frekvensomformereren). Bemærk, at de fleste producenter af dykpumper kræver, at der anvendes udgangsfiltere.
5. EMC-ydeevne kan være svær at opnå, eftersom det specielle pumpekabel, som er i stand til at modstå de våde forhold i en brønd, som regel er uskærmet. En løsning kan være at anvende et skærmet kabel over brønden og fastgøre skærmen til røret i brønden, hvis det er lavet af stål. Et sinusfilter reducerer også EMI fra uskærmede motorkabler.

Den særlige CAN-motor anvendes pga. de våde installationsbetingelser. Frekvensomformereren skal være designet til systemet i henhold til udgangsstrømmen for at kunne drive motoren ved nominel effekt.

For at undgå beskadigelse af pumpens trykleje og sikre tilstrækkelig motorkøling så hurtigt som muligt, er det vigtigt at rampe pumpen fra stop til minimumhastighed så

hurtigt som muligt. Etablerede producenter af dykpumper anbefaler, at pumpen rampes til minimumhastighed (30 Hz) i maks. 2–3 sek. VLT® AQUA Drive FC 202 er designet med indledende og afsluttende ramper til disse applikationer. De indledende og afsluttende ramper er to individuelle ramper, hvor den indledende rampe, hvis aktiveret, ramper motoren fra stop til minimumhastighed og skifter automatisk til normal rampe, når minimumhastighed er nået. Afsluttende rampe vil gøre det modsatte fra minimumhastighed til standsning i en stopsituation. Overvej også aktivering af avanceret overvågning af minimumhastighed som beskrevet i *kapitel 4.2 Valgte applikationsfunktioner*.

For at opnå ekstra pumpebeskyttelse, skal funktionen detektering af tørkørsel anvendes. Se *Programming Guide* for yderligere oplysninger.

Rørfyldningstilstand kan aktiveres for at forhindre vandslag. Danfoss-frekvensomformerer er i stand til at fylde vertikale rør ved brug af PID-styreenheden til at rampe trykket langsomt op med en brugerdefineret hastighed (enheder/sekund). Hvis dette er aktiveret, går frekvensomformerer rørfyldningstilstand, når den når minimumhastighed efter opstart. Trykket rampes langsomt op, indtil det når et brugerspecificeret fyldt sætpunkt, hvor frekvensomformerer automatisk deaktiverer rørfyldningstilstand og fortsætter i normal drift med lukket sløjfe.

Elektrisk ledningsføring

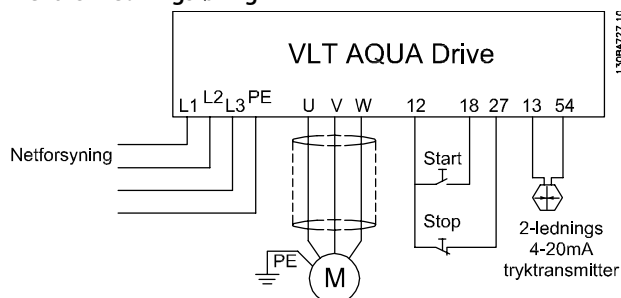


Illustration 4.7 Ledningsføring for dykpumpeapplikation

BEMÆRK!

Indstil den analoge indgang 2 (klemme 54) til format mA (kontakt 202).

Parameterindstillinger

Parameter
Parameter 1-20 Motoreffekt [kW]/parameter 1-21 Motoreffekt [HK]
Parameter 1-22 Motorspænding
Parameter 1-24 Motorstrøm
Parameter 1-28 Motoromløbskontrol
Aktivér begrænset automatisk motortilpasning i parameter 1-29 Automatisk motortilpasning (AMA)

Tabel 4.3 Relevante parametre til dykpumpe Applikation

Parameter	Indstilling
Parameter 3-02 Minimumreference	Minimumreferenceenheden passer til parameter 20-12 Reference-/feedbackenhed
Parameter 3-03 Maksimumreference	Maksimumreferenceenheden passer til parameter 20-12 Reference-/feedbackenhed
Parameter 3-84 Indledende rampetid	(2 sek)
Parameter 3-88 Endelig rampetid	(2 sek)
Parameter 3-41 Rampe 1, rampe-op-tid	(8 sek afhængigt af størrelse)
Parameter 3-42 Rampe 1, rampe-ned-tid	(8 sek afhængigt af størrelse)
Parameter 4-11 Motorhastighed, lav grænse [O/MIN]	(30 Hz)
Parameter 4-13 Motorhastighed, høj grænse [O/MIN]	(50/60 Hz)
Brug Opsætningsguide for lukket sløjfe under Kvikmenu_Funkti-onsopsæt. til nem opsætning af feedbackindstillinger i PID-styreenheden.	

Tabel 4.4 Eksempel på indstillinger i dykpumpeapplikation

Parameter	Indstilling
Parameter 29-00 Pipe Fill Enable	
Parameter 29-04 Pipe Fill Rate	(Feedbackenheder/sek)
Parameter 29-05 Filled Setpoint	(Feedbackenheder)

Tabel 4.5 Eksempel på indstillinger for rørfyldningstilstand

Ydeevne

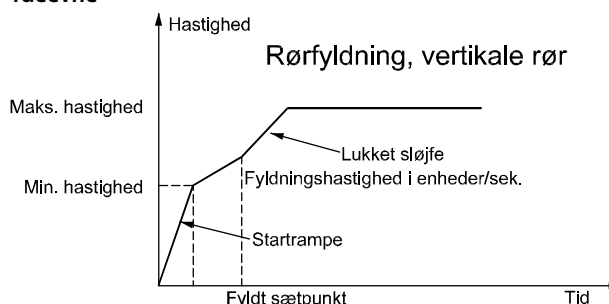


Illustration 4.8 Rørfyldningstilstand, ydeevnekurve

4.3.2 Basic-kaskadestyreenhed

Basic-kaskadestyreenheden bruges til pumpeapplikationer, hvor det er nødvendigt at opretholde et vist tryk (løftehøjde) eller niveau over et bredt dynamisk område. Kørsel af en stor pumpe ved variabel hastighed over et bredt område er ikke en ideel løsning pga. lav pumpeeffektivitet ved lav hastighed. I praksis er grænsen 25 % af pumpens nominelle hastighed ved fuld belastning.

I Basic-kaskadestyreenheden styrer frekvensomformereren en motor med variabel hastighed som pumpen med variabel hastighed (styrepumpen) og kan starte og stoppe op til to ekstra pumper med konstant hastighed. Slut de ekstra konstante hastighedspumper direkte til netspænding eller via softstartere. Ved at variere den oprindelige pumpes hastighed opnås der en variabel hastighedskontrol i hele systemet. Variabel hastighed opretholder konstant tryk, hvilket medfører reduceret systembelastning og mere støjsvag drift i pumpesystemer.

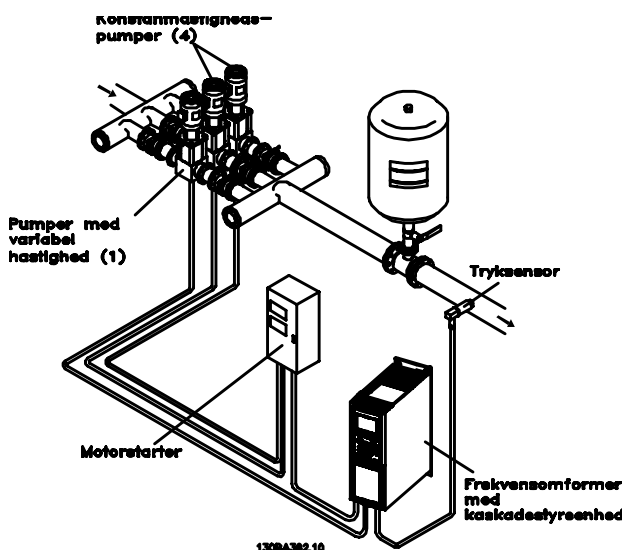


Illustration 4.9 Basic-kaskadestyreenhed

Fast styrepumpe

Motorene skal have samme størrelse. Med Basic-kaskadestyreenheden kan frekvensomformereren styre op til tre ens pumper ved hjælp af de to indbyggede relæer i frekvensomformereren. Hvis den regulerbare pumpe (styrepumpen) sluttes direkte til frekvensomformereren, styres de to andre pumper af de to indbyggede relæer. Hvis alternering mellem styrepumper er aktiveret, sluttes pumperne til de indbyggede relæer, og frekvensomformereren kan drive to pumper.

Styrepumpealternering

Motorene skal have samme størrelse. Med denne funktion kan frekvensomformereren skifte mellem pumperne i systemet (maksimalt to pumper). I forbindelse med en sådan drift udlines kørselstiden mellem pumperne, hvorved den påkrævede pumpevedligeholdelse reduceres, og systemets driftssikkerhed og levetid forøges. Styrepumpealternering kan foregå ved et kommandosignal eller ved overgang (tilføjelse af en anden pumpe). Kommandoen kan være en manuel alternering eller et signal for en altemneringshændelse. Hvis altemneringshændelsen er valgt, sker altemneringen af styrepumpen, hver gang hændelsen indtræffer. Det kan være:

- Når en altemneringstimer udløber,
- på et foruddefineret tidspunkt på dagen,
- eller når styrepumpen går i sleep mode.

Overgangen bestemmes af den faktiske systembelastning.

En separat parameter begrænser altemneringen til kun at finde sted, hvis den påkrævede samlede kapacitet er >50 %. Den samlede pumpekapacitet bestemmes som kapaciteten for styrepumpen plus pumperne med fast hastighed.

Båndbredestyring

I kaskadestyringssystemer holdes det ønskede systemtryk inden for et interval i stedet for på en fast værdi for at undgå hyppig ind- og udkobling af pumper med fast hastighed. Overgangsbåndbredden angiver den påkrævede båndbredde for driften. Når der sker en stor og hurtig ændring i systemtrykket, tilsidesætter tilsidesættelsesbåndbredden overgangsbåndbredden for at forhindre øjeblikkeligt svar på en trykændring af kort varighed. Tilsidesættelsesbåndbreddetimeren kan programmeres til at forhindre overgang, indtil systemtrykket er stabiliseret, og normal styring er etableret.

Når kaskadestyreenheden er aktiveret, og frekvensomformereren udsender en tripalarm, vedligeholdes systemløftehøjden ved hjælp af ind- og udkobling af pumper med fast hastighed. Hyppig ind- og udkobling kan forhindres, og trykudsving minimeres, ved at anvende en større båndbredde med fast hastighed i stedet for indkoblingsbåndbredden.

4.3.3 Pumpeindkobling med styrepumpealternering

Når styrepumpealternering er aktiveret, kan maksimalt to pumper styres. Ved en altemneringskommando stopper PID, og styrepumpen ramper til minimumfrekvensen ($f_{\min}$). Efter en forsinkelse ramper den til maksimumfrekvensen ($f_{\max}$). Når styrepumpens hastighed når udkoblingsfrekvensen, afbrydes (udkobles) pumpen med fast hastighed. Styrepumpen fortsætter med at rampe op og ramper derefter ned til et stop, og de to relæer afbrydes.

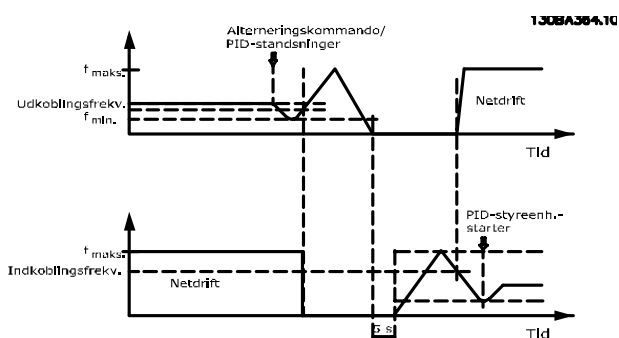


Illustration 4.10 Styrepumpealternering

Efter en tidsforsinkelse indkobles (overgår) relæet for pumpen med fast hastighed, og denne pumpe bliver styrepumpe. Den nye styrepumpe ramper op til maksimumhastighed og derefter ned til minimumhastighed. Når indkoblingsfrekvensen nås under nedrampning, indkobles den gamle styrepumpe på netforsyningen som den nye pumpe med fast hastighed.

Hvis styrepumpen har kørt ved minimumfrekvensen ($f_{\min}$) i et programmeret tidsrum, samtidig med at en pumpe med fast hastighed har kørt, bidrager styrepumpen kun lidt til systemet. Når timerens programmerede værdi udløber, udkobles styrepumpen, hvorved vandopvarmningsproblemer undgås.

4.3.4 Systemstatus og drift

Hvis styrepumpen går i sleep mode, vises funktionen på LCP'et. Det er muligt at alternere styrepumpen, mens den er i sleep mode.

Når kaskadestyreenheden er aktiveret, vises driftsstatus for hver pumpe og kaskadestyreenheden på LCP'et. Følgende oplysninger vises:

- Pumpestatus er en udlæsning af status for de relæer, der er tildelt hver pumpe. Displayet viser hvilke pumper, der er deaktiverede, slukkede, kører på frekvensomformeren eller på netforsyningen/motorstarteren.
- Kaskadestatus er en udlæsning af status for kaskadestyreenheden. I displayet vises det, at kaskadestyreenheden er deaktiveret, alle pumper er slukkede, og at alle pumper er stoppet på grund af en nødsituation, alle pumper kører, pumper med fast hastighed indkobles/udkobles, og alternering af styrepumpen finder sted.
- Udkobling ved no-flow sikrer, at alle pumper med fast hastighed stoppes særskilt, indtil no-flow-status forsvinder.

4.3.5 Kabelføringsdiagram for kaskadestyreenhed

Illustration 4.11 viser et eksempel på den indbyggede Basic-kaskadestyreenhed med én pumpe med variabel hastighed (styrepumpe) og to pumper med fast hastighed, en 4–20 mA-transmitter og systemsikkerhedsstop.

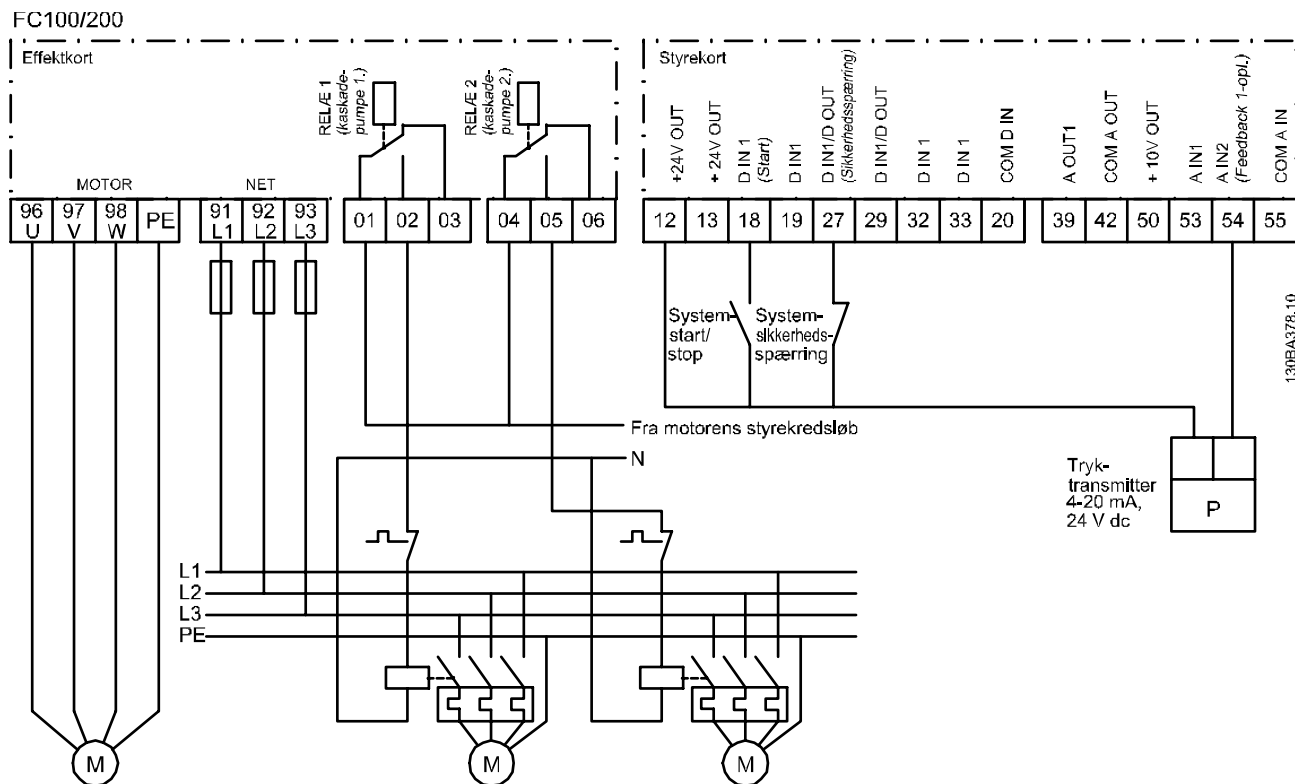


Illustration 4.11 Kabelføringsdiagram for kaskadestyreenhed

4.3.6 Kabelføringsdiagram for fast pumpe med variabel hastighed

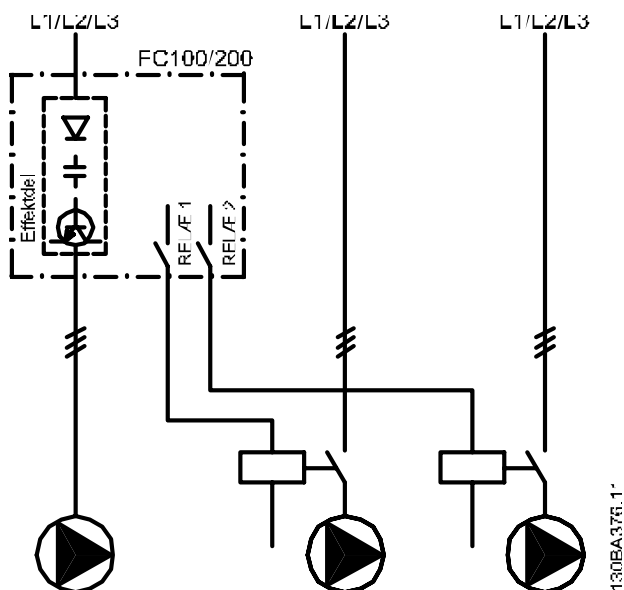


Illustration 4.12 Kabelføringsdiagram for fast pumpe med variabel hastighed

4.3.7 Kabelføringsdiagram til styrepumpealternering

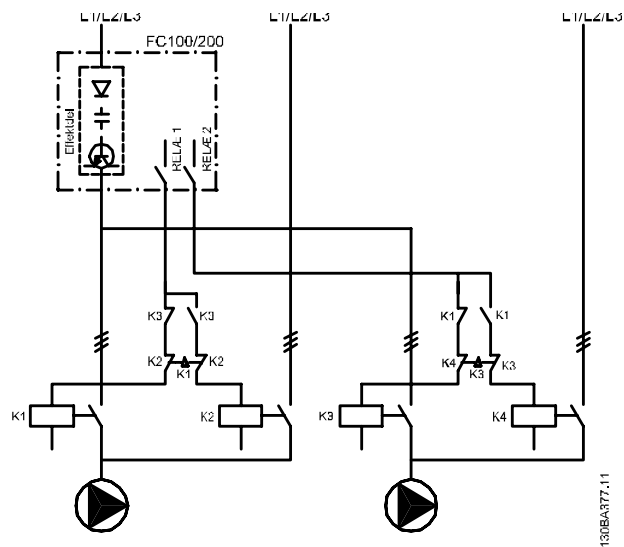


Illustration 4.13 Kabelføringsdiagram til styrepumpealternering

Hver pumpe skal tilsluttes to kontaktorer (K1/K2 og K3/K4) med en mekanisk lås. Termorelæer eller andre anordninger til motorbeskyttelse skal anvendes i henhold til lokale bestemmelser og/eller individuelle behov.

- Relæ 1 (R1) og Relæ 2 (R2) er de indbyggede relæer i frekvensomformerer.
- Når alle relæer er udkoblede, vil det første indbyggede relæ, der aktiveres, indkoble kontaktoeren i overensstemmelse med pumpen, der styres af relæet. For eksempel: Relæ 1 indkobler kontaktoer K1, som bliver styrepumpe.
- K1 blokerer for K2 via den mekaniske lås, så netforsyningen ikke tilsluttes frekvensomformerens udgang (via K1).
- Ekstra brydekontakto på K1 forhindrer, at K3 kobles ind.
- Relæ 2 styrer kontaktoer K4 i forbindelse med tænd/sluk-styring af pumpen med fast hastighed.
- Ved alternering udkobles begge relæer, og nu indkobles Relæer 2 som det første relæ.

For en detaljeret beskrivelse af idriftsættelse af applikationer med både pumpe og master/slave henvises til VLT® Kaskadestyringsoptioner MCO 101/102 Betjeningsvejledning.

4.3.8 Ekstern alarmnulstilling

Parametre	
Funktion	Indstilling
FC	
+24 V 120	130BB682.10
+24 V 130	
D IN 180	[1] Nulstil
D IN 190	
COM 200	* = standardværdi
D IN 270	
D IN 290	Bemærkninger/kommentarer:
D IN 320	
D IN 330	Digital indgang 37 er en option.
D IN 370	
+10 V 500	
A IN 530	
A IN 540	
COM 550	
A OUT 420	
COM 390	

Tabel 4.6 Ekstern alarmnulstilling

4.3.9 Feedback

4

Parametre	
Funktion	Indstilling
Parameter 6-22 Klemme 54, lav strøm	4 mA*
Parameter 6-23 Klemme 54, høj strøm	20 mA*
Parameter 6-24 Klemme 54, lav ref./feedb.-værdi	0*
Parameter 6-25 Klemme 54, høj ref./feedb.-værdi	50*
* = standardværdi	
Bemærkninger/kommentarer: Digital indgang 37 er en option.	

Parametre	
Funktion	Indstilling
Parameter 6-20 K lemme 54, lav spænding	0,07 V*
Parameter 6-21 K lemme 54, høj spænding	10 V*
Parameter 6-24 K lemme 54, lav ref./feedb.-værdi	0*
Parameter 6-25 K lemme 54, høj ref./feedb.-værdi	50*
* = standardværdi	
Bemærkninger/kommentarer: Digital indgang 37 er en option.	

Tabel 4.9 Analog spændingsfeedbacktransducer (4 ledninger)

4.3.10 Hastighed

Tabel 4.7 Analog strømfeedbacktransducer

Parametre	
Funktion	Indstilling
Parameter 6-20 K lemme 54, lav spænding	0,07 V*
Parameter 6-21 K lemme 54, høj spænding	10 V*
Parameter 6-24 K lemme 54, lav ref./feedb.-værdi	0*
Parameter 6-25 K lemme 54, høj ref./feedb.-værdi	50*
* = standardværdi	
Bemærkninger/kommentarer: Digital indgang 37 er en option.	

Parametre	
Funktion	Indstilling
Parameter 6-10 K lemme 53, lav spænding	0,07 V*
Parameter 6-11 K lemme 53, høj spænding	10 V*
Parameter 6-14 K lemme 53, lav ref./feedb.-værdi	0 Hz
Parameter 6-15 K lemme 53, høj ref./feedb.-værdi	50 Hz
* = standardværdi	
Bemærkninger/kommentarer: Digital indgang 37 er en option.	

Tabel 4.10 Analog hastighedsreference (spænding)

Tabel 4.8 Analog spændingsfeedbacktransducer (3 ledninger)

Parametre	
Funktion	Indstilling
Parameter 6-12 K lemme 53, lav strøm	4 mA*
Parameter 6-13 K lemme 53, høj strøm	20 mA*
Parameter 6-14 K lemme 53, lav ref./feedb.-værdi	0 Hz
Parameter 6-15 K lemme 53, høj ref./feedb.-værdi	50 Hz
* = standardværdi	
Bemærkninger/kommentarer: Digital indgang 37 er en option.	

Tabel 4.11 Analog hastighedsreference (strøm)

4.3.11 Start/stop

Parametre	
Funktion	Indstilling
Parameter 5-10 K lemme 18, digital indgang	[8] Start*
Parameter 5-12 K lemme 27, digital indgang	[7] Ekstern sikring
* = standardværdi	
Bemærkninger/kommentarer: Digital indgang 37 er en option.	

Tabel 4.13 Start-/stopkommando med ekstern sikring

Parametre	
Funktion	Indstilling
Parameter 6-10 K lemme 53, lav spænding	0,07 V*
Parameter 6-11 K lemme 53, høj spænding	10 V*
Parameter 6-14 K lemme 53, lav ref./feedb.-værdi	0 Hz
Parameter 6-15 K lemme 53, høj ref./feedb.-værdi	1.500 Hz
* = standardværdi	
Bemærkninger/kommentarer: Digital indgang 37 er en option.	

Tabel 4.12 Hastighedsreference (med manuelt potentiometer)

Parametre	
Funktion	Indstilling
Parameter 5-10 K lemme 18, digital indgang	[8] Start*
Parameter 5-12 K lemme 27, digital indgang	[7] Ekstern sikring
* = standardværdi	
Bemærkninger/kommentarer: Hvis parameter parameter 5-12 Klemme 27, digital indgang er indstillet til [0] Ingen funktion, er der ikke brug for en forbindelsesledning til klemme 27. Digital indgang 37 er en option.	

Tabel 4.14 Start-/stopkommando uden ekstern sikring

		Parameter	
FC		Funktion	Indstilling
+24 V	12	Parameter 5-10 Kl emme 18, digital indgang	[8] Start*
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20		
D IN	27	Parameter 5-11 Kl emme 19, digital indgang	[52] Startbeting.
D IN	29	Parameter 5-12 Kl emme 27, digital indgang	[7] Ekstern sikring
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37	Parameter 5-40 F unktionsrelæ	[167] Startkomman do aktiv
+10 V	50	* = standardværdi	
A IN	53		
A IN	54	Bemærkninger/kommentarer: Digital indgang 37 er en option.	
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
R1	01		
	02		
	03		
R2	04		
	05		
	06		

Tabel 4.15 Startbeting.

		Parametre	
VLT		Funktion	Indstilling
+24 V	120	Parameter 1-90 T ermisk motorbe- skyttelse	[2] Termistor- trip
+24 V	130		
D IN	180		
D IN	190		
COM	200		
D IN	270	Parameter 1-93 T ermistorkilde	[1] Analog indgang 53
D IN	290	* = standardværdi	
D IN	320		
D IN	330	Bemærkninger/kommentarer: Hvis der kun ønskes en advarsel, skal parameter parameter 1-90 Termisk motorbe- skyttelse indstilles til [1] Termistoradvarsel. Digital indgang 37 er en option.	
D IN	370		
+10 V	500		
A IN	530		
A IN	540		
COM	550		
A OUT	420		
COM	390		
		U - I A53	

Tabel 4.16 Motortermistor

4.3.12 Motortermistor

⚠ ADVARSEL

TERMISTORISOLERING

Risiko for personskade eller skade på udstyret.

- Brug kun termistorer med forstærket eller dobbelt isolering for at overholde PELV-isoleringskravene.

5 Særlige forhold

Dette afsnit giver detaljerede oplysninger om drift af frekvensomformerer under forhold, der kræver derating. Under visse betingelser udføres derating manuelt. Under andre betingelser vil frekvensomformerer automatisk gennemføre en grad af derating, når det er nødvendigt. Derating sikrer korrekt ydeevne ved kritiske niveauer, hvor alternativet kan være et trip.

5.1 Manuel derating

5.1.1 Hvornår bør derating overvejes

Derating bør overvejes, når en hvilken som helst af følgende tilstande er til stede:

- Drift over 1.000 m (lavt lufttryk)
- Drift ved lav hastighed
- Lange motorkabler
- Kabler med stort kabeltværsnit
- Høj omgivelsestemperatur

Yderligere oplysninger findes i *kapitel 5.3 Derating for omgivelsestemperatur*.

5.1.2 Derating for kørsel ved lav hastighed

Når en motor er tilsluttet en frekvensomformer, er det nødvendigt at kontrollere, at der er tilstrækkelig køling til motoren.

Varmeniveauet afhænger af belastningen på motoren samt af driftshastighed og -tid.

Applikationer med konstant moment (CT-tilstand)

Der kan opstå et problem ved lave O/MIN-værdier i applikationer med konstant moment. I en applikation med konstant moment kan en motor blive overophedet ved lave hastigheder pga. mindre køleluft fra motorens indbyggede ventilator.

Hvis motoren kører kontinuerligt ved en O/MIN-værdi, der er lavere end halvdelen af den nominelle værdi, skal den derfor forsynes med ekstra luftkøling (eller der kan anvendes en motor, der er bygget til denne type drift).

Alternativt kan motorens belastningsniveau reduceres ved at vælge en større motor. Konstruktionen af frekvensomformerer begrænser imidlertid motorstørrelsen.

Applikationer med variabelt (kvadratisk) moment (VT)

I VT-applikationer som centrifugalpumper og ventilatorer, hvor momentet er proportionelt med anden potens af hastigheden, og effekten er proportionel med tredje potens af hastigheden, er der ikke behov for ekstra køling eller derating af motoren.

5.1.3 Derating for lavt lufttryk

Når lufttrykket falder, mindskes luftens køleevne.

Under 1.000 m er derating ikke nødvendig. Ved højder over 1.000 m skal den maksimale udgangsstrøm (I_{ud}) ved omgivelsestemperaturen (T_{OMG}) derates i henhold til *Illustration 5.1*. Kontakt Danfoss vedrørende PELV i forbindelse med højder over 2.000 m.

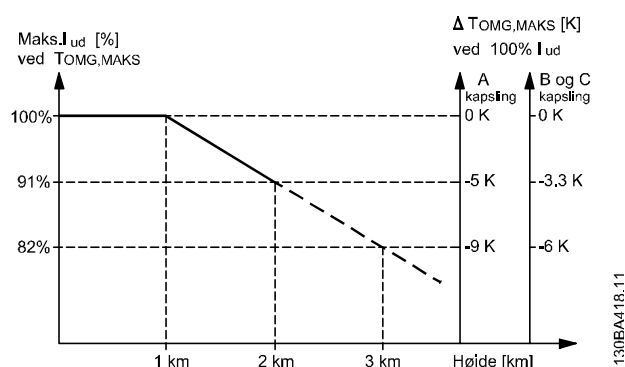


Illustration 5.1 Derating af udgangsstrøm vs. højde ved $T_{OMG, MAKS}$ for kapslingstyper A, B og C.

Alternativt kan omgivelsestemperaturen i store højder sænkes, hvilket sikrer 100 % udgangsstrøm i store højder. Som et eksempel på, hvordan grafen skal læses, uddybes eksemplet ved 2.000 m for en kapslingsstørrelse B med $T_{OMG, MAKS} = 50$ °C. Ved en temperatur på 45 °C ($T_{OMG, MAKS} - 3,3$ K) er 91 % af den nominelle udgangsstrøm tilgængelig. Ved en temperatur på 41,7 °C er 100 % af den nominelle udgangsstrøm tilgængelig.

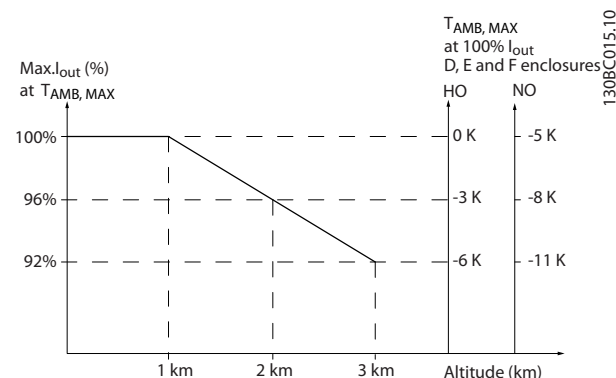


Illustration 5.2 Derating af udgangsstrøm vs. højde ved $T_{OMG, MAKS}$ for kapslingsstørrelser D3h.

5.2 Derating for lange motorkabler eller kabler med større tværsnit

BEMÆRK!

Gælder kun for frekvensomformere på op til 90 kW. Den maksimale kabellængde til denne frekvensomformer er 300 m uskærmet og 150 m skærmet kabel. Frekvensomformeren er udviklet til at virke med et motorkabel med nominelt tværsnit. Hvis et kabel med et større tværsnit er påkrævet, reduceres udgangsstrømmen med 5 % for hvert trin, hvor tværsnittet øges. Øget kabeltværsnit medfører øget kapacitet til jord, og dermed en øget lækstrøm til jord.

5

5.3 Derating for omgivelsestemperatur

Den gennemsnitstemperaturen ($T_{OMG, GNS}$) målt over 24 timer skal være mindst 5 °C lavere end den maksimale tilladte omgivelsestemperatur ($T_{OMG, MAKS}$). Hvis frekvensomformeren kører ved høje omgivelsestemperaturer, skal den kontinuerlige udgangsstrøm reduceres. Derating afhænger af switchmønster, som kan indstilles til 60°AVM eller SFAVM parameter 14-00 Koblingsmønster.

5.3.1 Derating for omgivelsestemperatur, kapslingsstørrelse A

60° AVM – Pulsbreddemodulering

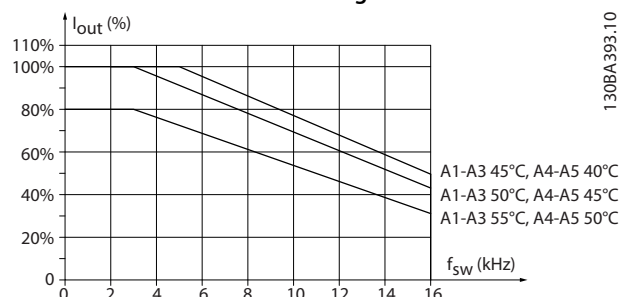


Illustration 5.3 Derating af I_{out} for forskellig $T_{OMG, MAKS}$ for kapslingsstørrelse A, ved brug af 60° AVM

SFAVM – Stator Frequency Asynron Vector Modulation

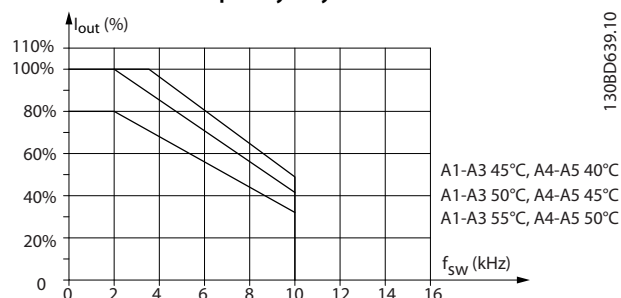


Illustration 5.4 Derating af I_{out} for forskellig $T_{OMG, MAKS}$ for kapslingstype A, ved brug af SFAVM

Ved brug af kun 10 m motorkabel eller mindre i kapslingsstørrelse A er mindre derating nødvendig. Dette er fordi længden på motorkablet har en relativt høj indvirkning på anbefalet derating.

60° AVM

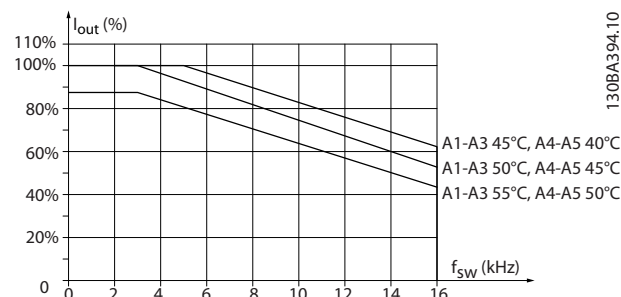


Illustration 5.5 Derating af I_{ud} for forskellig $T_{OMG, MAKS}$ for kapslingstype A, ved brug af 60° AVM og maksimum 10 m motorkabel

SFAVM

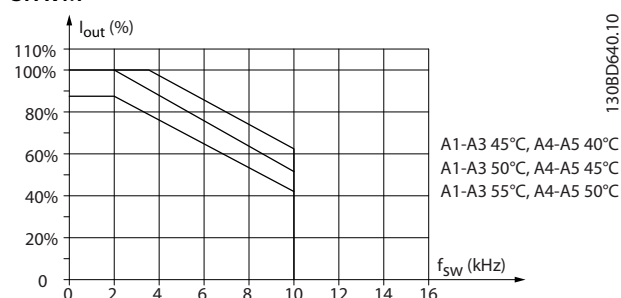


Illustration 5.6 Derating af I_{ud} for forskellig $T_{OMG, MAKS}$ for kapslingstyper A, ved brug af SFAVM og maksimum 10 m motorkabel

5.3.2 Derating for omgivelsestemperatur, kapslingsstørrelse B

Kapslinger B, T2 og T4

60° AVM – Pulsbreddemodulering

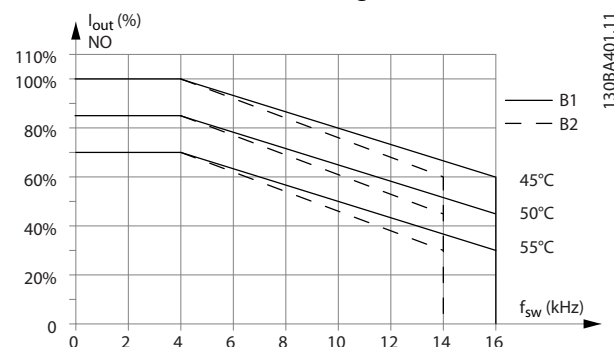


Illustration 5.7 Derating af I_{out} for forskellig $T_{OMG, MAKS}$ for kapslingsstørrelser B1 og B2, ved brug af 60° AVM i normal overbelastningstilstand (110 % overmoment)

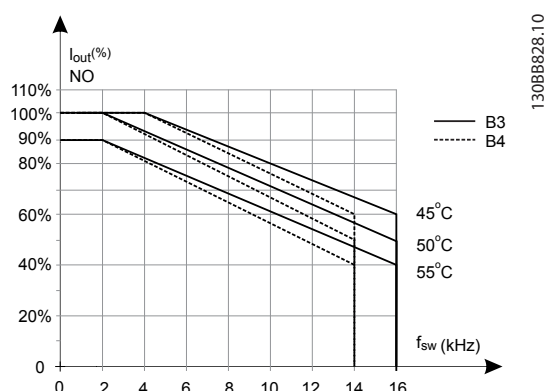


Illustration 5.8 Derating af I_{out} for forskellig T_{OMG} , MAKS for kapslingsstørrelser B3 og B4 ved brug af 60° AVM i normal overbelastningstilstand (110 % overmoment)

Kapslinger B, T6 60° AVM – Pulsbreddemodulering



Illustration 5.11 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for 600 V-frekvensomformere, kapslingsstørrelser B, 60 AVM, NO

SFAVM – Stator Frequency Asyncon Vector Modulation

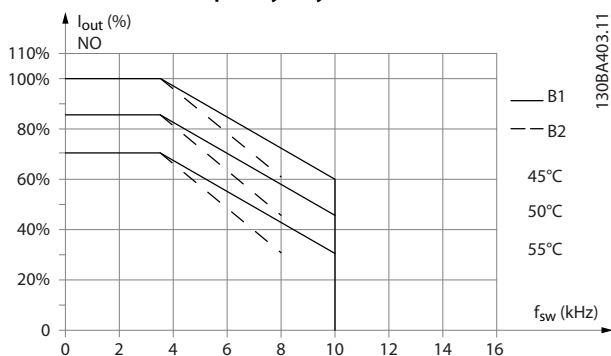


Illustration 5.9 Derating af I_{out} for forskellig T_{OMG} , MAKS for kapslingsstørrelser B1 og B2 ved brug af SFAVM i normal overbelastningstilstand (110 % overmoment)

SFAVM – Stator Frequency Asyncon Vector Modulation

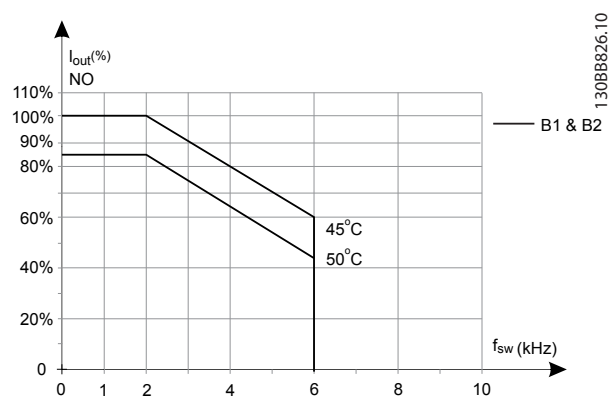


Illustration 5.12 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for 600 V-frekvensomformere, kapslingsstørrelse B; SFAVM, NO

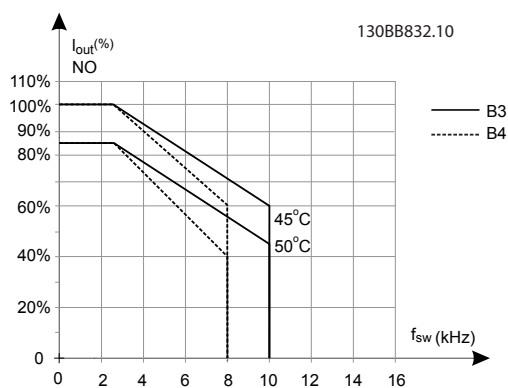


Illustration 5.10 Derating af I_{ud} for forskellig T_{OMG} , MAKS for kapslingsstørrelser B3 og B4 ved brug af SFAVM i normal overbelastningstilstand (110 % overmoment)

Kapslinger B, T7

Kapslinger B2 og B4, 525-690 V

60° AVM – Pulsbreddemodulering

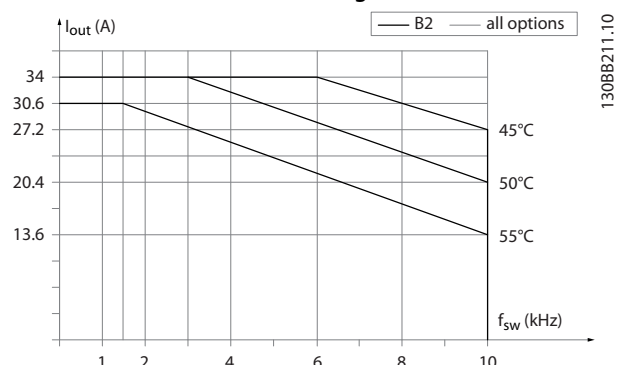


Illustration 5.13 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for kapslingsstørrelser B2 og B4, 60° AVM.

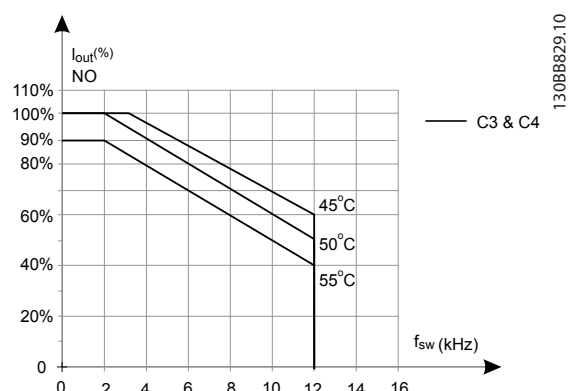


Illustration 5.16 Derating af I_{out} for forskellig T_{OMG} , MAKS for kapslingsstørrelser C3 og C4, ved brug af 60°AVM i normal overbelastningstilstand (110 % over moment)

SFAVM – Stator Frequency Asyncon Vector Modulation

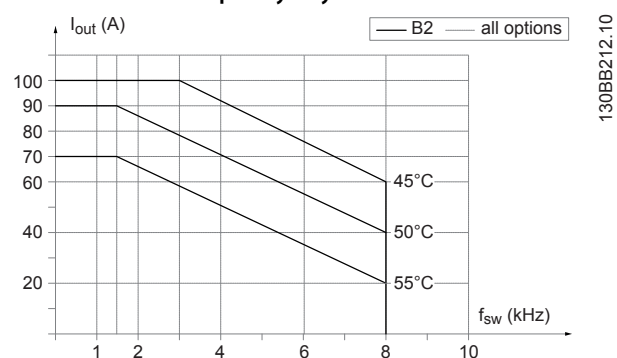


Illustration 5.14 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for kapslingsstørrelser B2 og B4, SFAVM.

SFAVM – Stator Frequency Asyncon Vector Modulation

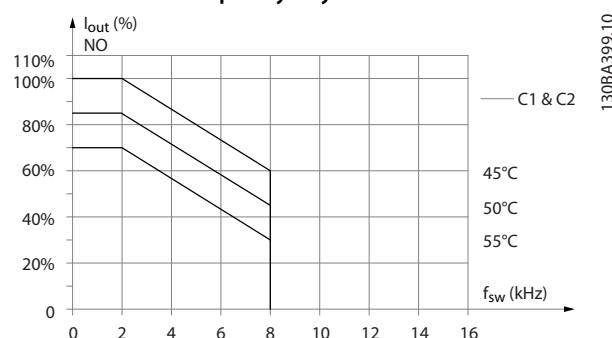


Illustration 5.17 Derating af I_{out} for forskellig T_{OMG} , MAKS for kapslingsstørrelser C1 og C2, ved brug af SFAVM i normal overbelastningstilstand (110 % over moment)

5.3.3 Derating for omgivelsestemperatur, kapslingsstørrelse C

Kapslinger C, T2 og T4

60° AVM – Pulsbreddemodulering

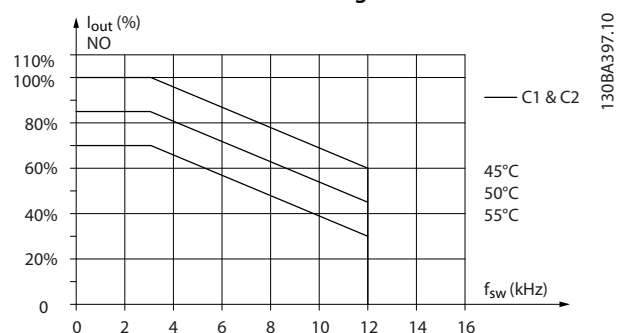


Illustration 5.15 Derating af I_{out} for forskellig T_{OMG} , MAKS for kapslingsstørrelser C1 og C2 ved brug af 60° AVM i normal overbelastningstilstand (110 % overmoment)

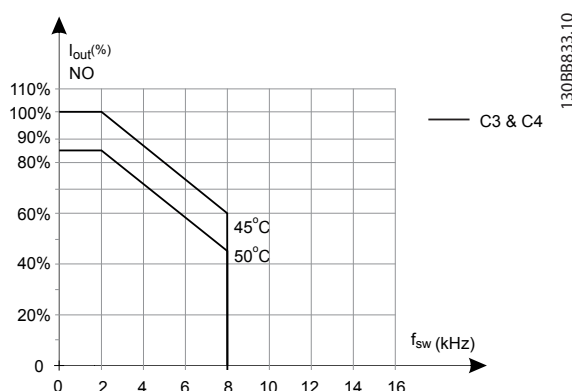


Illustration 5.18 Derating af I_{out} for forskellig T_{OMG} , MAKS for kapslingsstørrelser C3 og C4, ved brug af SFAVM i normal overbelastningstilstand (110 % over moment)

Kapslingsstørrelser C, T6

60° AVM – Pulsbreddemodulering

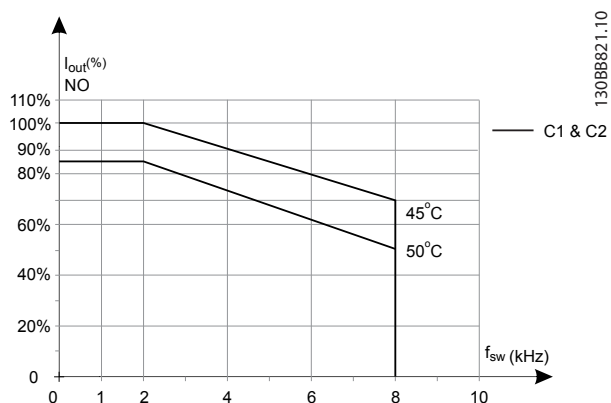


Illustration 5.19 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for 600 V-frekvensomformere, kapslingsstørrelser C, 60 AVM, NO

SFAVM – Stator Frequency Asyncron Vector Modulation

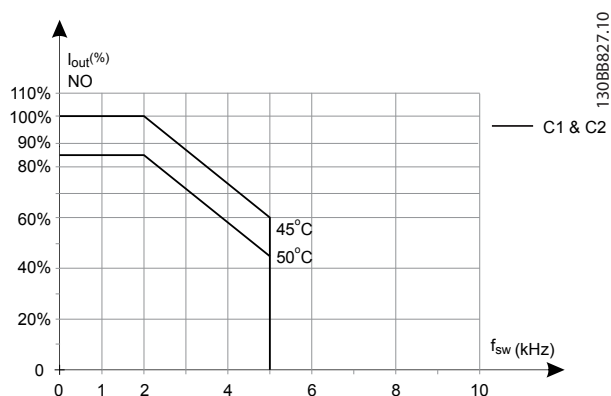


Illustration 5.20 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for 600 V-frekvensomformere, kapslingsstørrelser C; SFAVM, NO

Kapslingsstørrelse C, T7

60° AVM – Pulsbreddemodulering

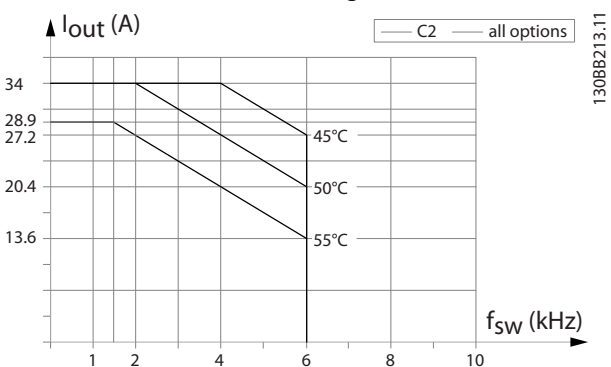


Illustration 5.21 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for kapslingsstørrelse C2, 60° AVM.

SFAVM – Stator Frequency Asyncron Vector Modulation

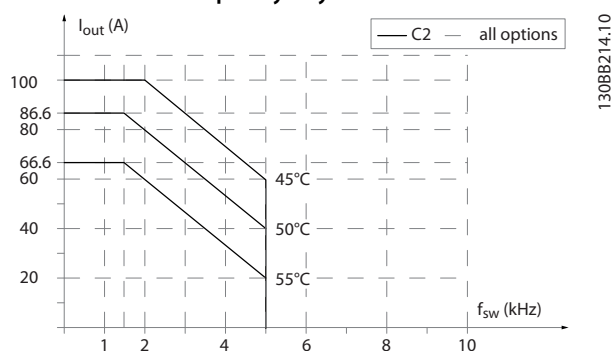


Illustration 5.22 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for kapslingsstørrelse C2, SFAVM.

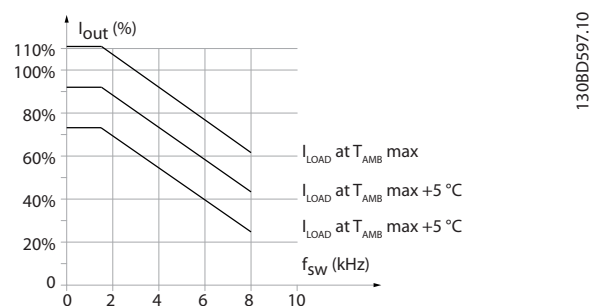


Illustration 5.23 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for kapslingsstørrelse C3, SFAVM.

6 Typekode og valg

6.1 Bestilling

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	40
F	C	-				P				T											X	X	S	X	X	X	X	A		B		C						D	

130BB836.10

Illustration 6.1 Eksempel på en typekode

Brug den internetbaserede Drevkonfigurator til at konfigurere den ønskede frekvensomformer til den relevante applikation og generere typekodestrengen. Drevkonfiguratoren genererer automatisk et 8-cifret bestillingsnummer, der skal afleveres til den lokale salgsafdeling. Drevkonfiguratoren kan også oprette en projektliste med flere produkter og sende det til en Danfoss-salgsrepræsentant.

Drevkonfiguratoren findes på den globale internetside: www.danfoss.com/drives.

6.1.1 Typekode

Eksempel på en typekode:

FC-202PK75T4E20H1BGXXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

Tegnenes betydning i strengen kan findes i *Tabel 6.1* og *Tabel 6.2*. I eksemplet ovenfor er en Profibus DP V1 og en 24 V backupoption indbygget.

Beskrivelse	Placering	Mulige valg ¹⁾
Produkt-gruppe	1-2	FC
Frekvensom-formerserie	4-6	202: FC 202
Nominel effekt	8-10	0,25–90 kW
Faser	11	S: Enkeltfase T: Tre faser
Netspænding	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 Type 12 P20: IP20 (med bagplade) P21: IP21/NEMA Type 1 (med bagplade) P55: IP55/NEMA Type 12 (med bagplade) Z20: IP20 ¹⁾ E66: IP66

Beskrivelse	Placering	Mulige valg ¹⁾
RFI-filter	16-17	Hx: Der er ikke indbygget EMC-filtre i frekvensomformeren H1: Integreret EMC-filter. Overholder EN 55011 Klasse A1/B og EN/IEC 61800-3 Kategori 1/2. H2: Ikke noget yderligere EMC-filter. Overholder EN 55011 Klasse A2 og EN/IEC 61800-3 Kategori 3. H3: Integreret EMC-filter. Overholder EN 55011 Klasse A1/B og EN/IEC 61800-3 Kategori 1/2. H4: Integreret EMC-filter. Overholder EN 55011 Klasse A1 og EN/IEC 61800-3 Kategori 2 H5: Marineversioner. Samme emissionsniveauer som H2-versioner
Bremse	18	B: Bremsechopper medfølger X: Ingen bremsechopper medfølger T: Safe torque off Ingen bremse ¹⁾ U: Safe torque off bremsechopper ¹⁾
Display	19	G: Grafisk LCP-betjeningspanel N: Numerisk LCP-betjeningspanel X: Uden LCP-betjeningspanel
Coating af PCB	20	C: Coated PCB R: Coated PCB + robust X: Intet coated PCB
Netforsynings-option	21	X: Ingen netforsyningsoption 1: Netafbryder 3: Netforsyningsafbryder og sikring 5: Afbryderkontakt, sikring og load sharing 7: Sikring 8: Afbryder til netforsyning samt load sharing A: Sikring og load sharing D: Belastningsfordeling

Beskrivelse	Placering	Mulige valg ¹⁾
Tilpasning	22	X: Standardkabelindgange O: Europæisk metrisk gevind i kabelindgange S: Kabelindgange, britisk standard
Tilpasning	23	X: Ingen tilpasning
Softwareversioner	24-27	SXXX: Seneste version – standard-software
Softwaresprog	28	X: Ikke brugt

Tabel 6.1 Bestilling af typekode

1) Nogle af de tilgængelige valg afhænger af kapslingsstørrelsen.

2) Kun tilgængelig for frekvensomformere ≥ 75 kW.

3) Kun tilgængelig for frekvensomformere ≥ 355 kW.

Beskrivelse	Placering	Mulige valg
A-optioner	29-30	AX: Ingen A-option 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-optioner	31-32	BX: Ingen option BY: MCO 101 udvidet kaskadestyring BK: MCB 101 universal I/O-option BP: MCB 105 relæoption B0: MCB 109 I/O-option med RTC backup B2: MCB 112 PTC-termistorkort B4: MCB 114 VLT sensor input
C0-optioner	33-34	CX: Ingen option
C1-optioner	35	X: Ingen option R: MCB 113 Udv. relækort 5: MCO 102 avanceret kaskadestyring
Software til C-optioner	36-37	XX: Standardstyreenhed
D-optioner	38-39	DX: Ingen option D0: Udvidet 24 V DC backup

Tabel 6.2 Bestilling af typekode, optioner

BEMÆRK!

For effektstørrelser over 90 kW, se VLT® AQUA Drive FC 202 110-1400 kW Design Guide.

6.1.2 Softwaresprog

Frekvensomformeren leveres automatisk med en sprogpakke, der er relevant for den region, den bestilles fra. De regionale sprogpakker er anført i *Tabel 6.3*.

Sprogpakke 1			Sprogpakke 2
Brasiliansk portugisisk	Finsk	Russisk	Bahasa-indonesisk
Bulgarsk	Fransk	Spansk	Kinesisk
Kroatisk	Tysk	Serbisk	Kinesisk, traditionel
Tjekkisk	Græsk	Slovensk	Tysk
Dansk	Ungarnsk	Spansk	Japansk
Hollandsk	Italiensk	Svensk	Koreansk
Engelsk	Polsk	Tyrkisk	Russisk
Engelsk US	Romænsk	-	Thai

Tabel 6.3 Software sprogpakker

Kontakt den lokale salgsafdeling for at bestille frekvensomformere med en anden sprogpakke.

6.2 Optioner, tilbehør og reservedele

6.2.1 Optioner og tilbehør

Beskrivelse	Bestillingsnr.	
	Ikke-coated	Coated
Diverse hardware		
VLT® Sæt til montering gennem tavle for kapslingsstørrelse A5	130B1028	
VLT® Sæt til montering gennem tavle for kapslingsstørrelse B1	130B1046	
VLT® Sæt til montering gennem tavle for kapslingsstørrelse B2	130B1047	
VLT® Sæt til montering gennem tavle for kapslingsstørrelse C1	130B1048	
VLT® Sæt til montering gennem tavle for kapslingsstørrelse C2	130B1049	
VLT® Monteringskonsoller, kapslingsstørrelse A5	130B1080	
VLT® Monteringskonsoller, kapslingsstørrelse B1	130B1081	
VLT® Monteringskonsoller, kapslingsstørrelse B2	130B1082	
VLT® Monteringskonsoller, kapslingsstørrelse C1	130B1083	
VLT® Monteringskonsoller, kapslingsstørrelse C2	130B1084	
VLT® IP 21/NEMA Type 1-sæt, kapslingsstørrelse A1	130B1121	
VLT® IP 21/NEMA Type 1-sæt, kapslingsstørrelse A2	130B1122	
VLT® IP 21/NEMA Type 1-sæt, kapslingsstørrelse A3	130B1123	
VLT® IP 21/NEMA Type 1 Top-sæt, kapslingstype A2	130B1132	
VLT® IP 21/NEMA Type 1 Top-sæt, kapslingstype A3	130B1133	
VLT® Bagplade IP55/NEMA Type12, kapslingsstørrelse A5	130B1098	
VLT® Bagplade IP21/NEMA Type 1, IP55/NEMA Type 12, kapslingsstørrelse B1	130B3383	
VLT® Bagplade IP21/NEMA Type 1, IP55/NEMA Type 12, kapslingsstørrelse B2	130B3397	
VLT® Bagplade IP20/Type 1, kapslingsstørrelse B4	130B4172	
VLT® Bagplade IP21/NEMA Type 1, IP55/NEMA Type 12, kapslingsstørrelse C1	130B3910	
VLT® Bagplade IP21/NEMA Type 1, IP55/NEMA Type 12, kapslingsstørrelse C2	130B3911	
VLT® Bagplade IP20/NEMA Type 1, kapslingsstørrelse C3	130B4170	
VLT® Bagplade IP20/NEMA Type 1, kapslingsstørrelse C4	130B4171	
VLT® Bagplade IP66/NEMA Type 4X, kapslingsstørrelse A5	130B3242	
VLT® Bagplade i rustfrit stål IP66/NEMA Type 4X, kapslingsstørrelse B1	130B3434	
VLT® Bagplade i rustfrit stål IP66/NEMA Type 4X, kapslingsstørrelse B2	130B3465	
VLT® Bagplade i rustfrit stål IP66/NEMA Type 4X, kapslingsstørrelse C1	130B3468	

Beskrivelse	Bestillingsnr.	
	Ikke-coated	Coated
VLT® Bagplade i rustfrit stål IP66/NEMA Type 4X, kapslingsstørrelse C2	130B3491	
VLT® Profibus adapter Sub-D9 Connector	130B1112	
Profibus-aflastningsbøjle til IP20, kapslingsstørrelse A1, A2 og A3	130B0524	
Klemmeblok til DC-link-forbindelse på kapslingsstørrelser A2/A3	130B1064	
VLT® Skrueklemmer	130B1116	
VLT® USB-forlængelse, 350 mm kabel	130B1155	
VLT® USB-forlængelse, 650 mm kabel	130B1156	
VLT® Back frame A2 til 1 bremsemodstand	175U0085	
VLT® Back frame A3 til 1 bremsemodstand	175U0088	
VLT® Back frame A2 til 2 bremsemodstande	175U0087	
VLT® Back frame A3 til 2 bremsemodstande	175U0086	
LCP-betjeningspanel		
VLT® LCP 101 Numerisk LCP	130B1124	
VLT® LCP 102 Grafisk LCP	130B1107	
VLT® Kabel til LCP 2, 3 m	175Z0929	
VLT® Tavlemonteringssæt til alle LCP-typer	130B1170	
VLT® Tavlemonteringssæt, grafisk LCP	130B1113	
VLT® Tavlemonteringssæt, numerisk LCP	130B1114	
VLT® LCP-monteringssæt, uden LCP	130B1117	
VLT® LCP-monteringssæt til blændplade IP55/66, 8 m	130B1129	
VLT® Grafisk LCP-betjeningspanel (LCP 102)	130B1078	
VLT® Blændplade, med Danfoss-logo, IP55/66	130B1077	
Optioner til port A		
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
Optioner til port B		
VLT® Universal I/O MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® Relæoption MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® PTC-termistorkort MCB 112		130B1137
VLT® Udvidet kaskadestyreenhed MCO 101	130B1118	130B1218
VLT® Sensor input-option MCB 114	130B1172	130B1272
VLT® Analog I/O-option med RTC MCB 109	130B1143	130B1243
Monteringssæt til C-optioner		
VLT® Monteringssæt til C-option, 40 mm, kapslingsstørrelser A2/A3	130B7530	
VLT® Monteringssæt til C-option, 60 mm, kapslingsstørrelser A2/A3	130B7531	
VLT® Monteringssæt til C-option, kapslingsstørrelse A5	130B7532	
VLT® Monteringssæt til C-option, kapslingsstørrelser B/C/D/E/F (undtagen B3)	130B7533	
VLT® Monteringssæt til C-option, 40 mm, kapslingsstørrelse B3	130B1413	
VLT® Monteringssæt til C-option, 60 mm, kapslingsstørrelse B3	130B1414	
Optioner til port C		
VLT® Avanceret kaskadestyreenhed MCO102	130B1154	130B1254
VLT® Udvidet relækort MCB 113	130B1164	130B1264
Option til port D		
VLT® 24 V DC-forsyning MCB 107	130B1108	130B1208
Sæt til overvågning af lækstrøm		
VLT® Sæt til overvågning af lækstrøm, kapslingsstørrelser A2/A3	130B5645	

Beskrivelse	Bestillingsnr.	
	Ikke-coated	Coated
VLT® Sæt til overvågning af lækstrøm, kapslingsstørrelse B3	130B5764	
VLT® Sæt til overvågning af lækstrøm, kapslingsstørrelse B4	130B5765	
VLT® Sæt til overvågning af lækstrøm, kapslingsstørrelse C3	130B6226	
VLT® Sæt til overvågning af lækstrøm, kapslingsstørrelse C4	130B5647	
Pc-software		
MCT 10-opsætningssoftware, 1 licens	130B1000	
MCT 10-opsætningssoftware, 5 licenser	130B1001	
MCT 10-opsætningssoftware, 10 licenser	130B1002	
MCT 10-opsætningssoftware, 25 licenser	130B1003	
MCT 10-opsætningssoftware, 50 licenser	130B1004	
MCT 10-opsætningssoftware, 100 licenser	130B1005	
MCT 10-opsætningssoftware, >100 licenser	130B1006	
Optioner kan bestilles som fabriksmonterede. Se bestillingsoplysninger i <i>kapitel 6.1 Bestilling</i> .		

Tabel 6.4 Bestillingsnumre for optioner og tilbehør

6.2.2 Reservedele

Benyt VLT shop eller konfiguratoren for at finde de reservedele, der er tilgængelige for din version, VLTShop.danfoss.com.

6.2.3 Tilbehørsposer

Type	Beskrivelse	Bestillingsnr.
Tilbehørsposer		
Tilbehørspose A1	Tilbehørspose, kapslingsstørrelse A1	130B1021
Tilbehørspose A2/A3	Tilbehørspose, kapslingsstørrelse A2/A3	130B1022
Tilbehørspose A5	Tilbehørspose, kapslingsstørrelse A5	130B1023
Tilbehørspose A1-A5	Tilbehørspose, kapslingsstørrelser A1-A5 Bremse- og belastningsfordelingsstik	130B0633
Tilbehørspose B1	Tilbehørspose, kapslingsstørrelse B1	130B2060
Tilbehørspose B2	Tilbehørspose, kapslingsstørrelse B2	130B2061
Tilbehørspose B3	Tilbehørspose, kapslingsstørrelse B3	130B0980
Tilbehørspose B4	Tilbehørspose, kapslingsstørrelse B4, 18,5-22 kW	130B1300
Tilbehørspose B4	Tilbehørspose, kapslingsstørrelse B4, 30 kW	130B1301
Tilbehørspose C1	Tilbehørspose, kapslingsstørrelse C1	130B0046
Tilbehørspose C2	Tilbehørspose, kapslingsstørrelse C2	130B0047
Tilbehørspose C3	Tilbehørspose, kapslingsstørrelse C3	130B0981
Tilbehørspose C4	Tilbehørspose, kapslingsstørrelse C4, 55 kW	130B0982
Tilbehørspose C4	Tilbehørspose, kapslingsstørrelse C4, 75 kW	130B0983

Tabel 6.5 Bestillingsnumre for tilbehørsposer

6.2.4 Valg af bremsemodstand

Når hastighedsreferencen for en frekvensomformer reduceres, fungerer motoren som en generator, og frekvensomformerens bremser. Når en motor fungerer som en generator, leverer den energi til frekvensomformerens, som samles i DC-linket. Bremsemodstandens funktion er at give en belastning på DC-linket under bremsning, hvilket sikrer, at bremseeffekten absorberes af bremsemodstanden.

Hvis en bremsemodstand ikke bruges, fortsætter frekvensomformerens DC-link-spænding med at stige, indtil der afbrydes for at opnå beskyttelse. Fordelen ved at anvende en bremsemodstand er, at den muliggør bremsning af en tung belastning hurtigt, for eksempel på et transportbånd.

Bremsemodstandene i denne serie er alle eksterne komponenter. Derfor udgør bremsemodstanden ikke en integreret del af frekvensomformerens.

En ekstern bremsemodstand giver følgende fordele:

- Tidscyklus for modstanden kan vælges efter behov.
- Varme udviklet under bremsning kan føres ud over tavlekabinettet, så energien kan benyttes.
- De elektroniske komponenter overophedes ikke, heller ikke hvis bremsemodstanden er overbelastet.

Anbefalede bremsemodstande findes i *kapitel 6.2.5 Anbefalede bremsemodstande* og *kapitel 6.2.6 Alternative bremsemodstande, T2 og T4*. Yderligere oplysninger findes i *VLT® Brake Resistor MCE 101 Design Guide*.

Horisontale og vertikale belastninger

Danfoss' udvalg af bremsemodstande består af to grupper:

- Bremsemodstande til horisontale belastninger (transportbånd, trolleys, brokraner osv.) se *Illustration 6.2*.
- Bremsemodstande til vertikale belastninger (kraner, hejseapparater, elevatorer) se *Illustration 6.3*.

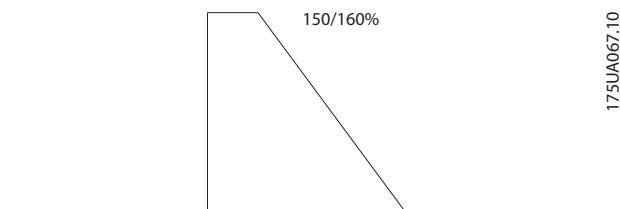


Illustration 6.2 Horisontale belastninger



Illustration 6.3 Vertikale belastninger

Udvalget af bremsemodstande skal dække de generelle bremsekrav til horisontale og vertikale bremseapplikationer.

For at kunne anvendes med både horisontale og vertikale typer, fås tre typer bremsemodstande:

- Flat-pack-bremsemodstande, aluminiums-kabinet
- Kompakte bremsemodstande, aluminiums-kabinet
- Bremsemodstande, stål-gitter

Se *kapitel 6.2.5 Anbefalede bremsemodstande* og *kapitel 6.2.6 Alternative bremsemodstande, T2 og T4* for bestillingsoplysninger.

6.2.5 Anbefalede bremsemodstande

Netforsyning	Spændingsklasse
P_m	Nominel motorstørrelse for frekvensomformertype
R_{min}	Minimum tilladelig bremsemodstand pr. frekvensomformer
R_{rec}	Bremsemodstandens anbefalede modstandsværdi af Danfoss-bremsemodstande
Termorelæ	Bremsestrømsindstilling for eksternt termorelæ.
Varenummer	Bestillingsnumre for Danfoss -bremsemodstande
Kabeltværsnit	Anbefalet minimumværdi baseret på PVC-isoleret kobberkabel og en omgivelsestemperatur på 30 °C med normalt varmetab
$P_{br, forts.}$	Bremsemodstandens gennemsnitlige nominelle effekt. Temperaturkontakten aktiveres ved ca. 90 % af kontinuerlig nominel effekt ved bremsemodstande med IP54-, IP21- og IP65-kapslingsbeskyttelse
$R_{br, nom}$	Den nominelle (beregnet) modstandsværdi, som sikrer bremseeffekt på motorakslen på 150/160/110 % i 1 minut

Tabel 6.6 Forkortelser anvendt i Tabel 6.7 til Tabel 6.14

10 % driftscyklus, horisontal bremsning, T2

FC 202				Horizontal bremsning 10 % driftscyklus							
Frekvensomformerdata				Data for bremsemodstand						Installation	
				R_{rec} [Ω]	$P_{br, forts.}$ [kW]	Danfoss varenummer				Kabeltværsnit [mm ²]	Termorelæ [A]
Netforsynings- type	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br, nom}$ [Ω]			Ledning IP54	Skrueklemme IP21	Skrueklemme 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	0,100	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

Tabel 6.7 T2, horisontal bremsning 10 % driftscyklus, anbefalede bremsemodstande

40 % driftscyklus, vertikal bremsning, T2

FC 202				Vertikal bremsning 40 % driftscyklus							
Frekvensomformerdata				Data for bremsemodstand						Installation	
				R _{rec} [Ω]	P _{br,forts.} [kW]	Danfoss varenummer				Kabeltværsnit [mm ²]	Termorelæ [A]
Netforsynings- type	P _m [kW]	R _{min} [Ω]	R _{br,nom} [Ω]			Ledning IP54	Skrueklemme IP21	Skrueklemme 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

Tabel 6.8 T2, vertikal bremsning 40 % driftscyklus, anbefalede bremsemodstande

10% driftscyklus, horisontal bremsning, T4

FC 202				Horisontal bremsning 10 % driftscyklus							
Frekvensomformerdata				Data for bremsemodstand						Installation	
				R _{rec} [Ω]	P _{br,forts.} [kW]	Danfoss varenummer				Kabeltværsnit [mm ²]	Termorelæ [A]
Netforsynings- type	P _m [kW]	R _{min} [Ω]	R _{br,nom} [Ω]			Ledning IP54	Skrueklemme IP21	Skrueklemme 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	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 6.9 T4, horisontal bremsning 10 % driftscyklus, anbefalede bremsemodstande

40% driftscyklus, vertikal bremsning, T4

FC 202				Vertikal bremsning 40 % driftscyklus							
Frekvensomformerdata				Data for bremsemodstand						Installation	
				R _{rec} [Ω]	P _{br,forts.} [kW]	Danfoss varenummer				Kabeltværsnit [mm ²]	Termorelæ [A]
Netforsynings- type	P _m [kW]	R _{min} [Ω]	R _{br,nom} [Ω]			Ledning IP54	Skrueklamme IP21	Skrueklamme 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	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 6.10 T4, vertikal bremsning 40% driftscyklus, anbefalede bremsemodstande

10% driftscyklus, horisontal bremsning, T6

FC 202				Horisontal bremsning 10 % driftscyklus							
Frekvensomformerdata				Data for bremsemodstand						Installation	
				R _{rec} [Ω]	P _{br,forts.} [kW]	Danfossvarenummer				Kabeltværsnit [mm ²]	Termorelæ [A]
Netforsynings- type	P _m [kW]	R _{min} [Ω]	R _{br,nom} [Ω]			Ledning IP54	Skrueklemme IP21	Skrueklemme 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

Tabel 6.11 T6, horisontal bremsning 10% driftscyklus, anbefalede bremsemodstande

40 % driftscyklus, vertikal bremsning, T6

FC 202				Vertikal bremsning 40 % driftscyklus							
Frekvensomformerdata				Data for bremsemodstand						Installation	
				R _{rec} [Ω]	P _{br,forts.} [kW]	Danfoss varenummer				Kabeltværsnit [mm ²]	Termorelæ [A]
Netforsynings- type	P _m [kW]	R _{min} [Ω]	R _{br,nom} [Ω]			Ledning IP54	Skrueklemme IP21	Skrueklemme 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

Tabel 6.12 T6, vertikal bremsning 40 % driftscyklus, anbefalede bremsemodstande

10 % driftscyklus, horisontal bremsning, T7

FC 202				Horisontal bremsning 10 % driftscyklus							
Frekvensomformerdata				Data for bremsemodstand						Installation	
				R _{rec} [Ω]	P _{br,forts.} [kW]	Danfoss varenummer				Kabeltværsnit [mm ²]	Termorelæ [A]
Netforsynings- type	P _m [kW]	R _{min} [Ω]	R _{br,nom} [Ω]			Ledning IP54	Skrueklemme IP21	Skrueklemme 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	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 6.13 T7, horisontal bremsning 10 % driftscyklus, anbefalede bremsemodstande

40 % driftscyklus, vertikal bremsning, T7

FC 202				Vertikal bremsning 40 % driftscyklus							
Frekvensomformerdata				Data for bremsemodstand						Installation	
				R _{rec} [Ω]	P _{br,forts.} [kW]	Danfoss varenummer				Kabeltværs nit [mm ²]	Termo- relæ [A]
Netfor- synings - type	P _m [kW]	R _{min} [Ω]	R _{br,nom} [Ω]			Ledning IP54	Skrueklem me IP21	Skrueklem me 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	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 6.14 T7, vertikal bremsning 40 % driftscyklus, anbefalede bremsemodstande

6.2.6 Alternative bremsemodstande, T2 og T4

Netforsyning	Spændingsklasse
P_m	Nominal motorstørrelse for frekvensomformertype
R_{min}	Minimum tilladelig bremsemodstand pr. frekvensomformer
R_{rec}	Bremsemodstandens anbefalede modstandsværdi af Danfoss-bremsemodstande
Driftscyklus	$P_{br, forts.} \times 100 / P_m$
Varenummer	Bestillingsnumre for Danfoss -bremsemodstande
$P_{br, forts.}$	Bremsemodstandens gennemsnitlige nominelle effekt.
$R_{br, nom}$	Den nominelle (beregnet) modstandsværdi, som sikrer bremseeffekt på motorakslen på 150/160/110 % i 1 minut

Tabel 6.15 Forkortelser anvendt i Tabel 6.16 til Tabel 6.17

Netforsyning: 200-240 V, T2

FC 202	P_m	R_{min}	$R_{br, nom}$	Flat-pack IP65		
				R_{rec} per genstand/ $P_{br, forts.}$	Driftscyklus	Danfoss varenummer
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/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

Tabel 6.16 Netforsyning: 200-240 V (T2), alternative bremsemodstande

Netforsyning: 380-480 V, T4

FC 202	P_m	R_{min}	$R_{br, nom}$	Flat-pack IP65		
				R_{rec} per genstand/ $P_{br, forts.}$	Driftscyklus	Danfoss varenummer
T4	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/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

Tabel 6.17 Netforsyning: 380-480 V (T4), alternative bremsemodstande

6.2.7 Harmoniske filtre

Harmoniske filtre bruges til at reducere harmonisk strøm på nettet.

- AHF 010: 10 % strømforvrængning
- AHF 005: 5 % strømforvrængning

Køling og ventilation

IP20: Afkøles ved naturlig konvektion eller med indbyggede ventilatorer.

IP00: Yderligere tvungen køling er påkrævet. Sørg for at sikre tilstrækkelig luftstrøm gennem filteret under installation for at undgå overophedning af filteret. Luftstrøm på minimum 2 m/s er påkrævet gennem filteret.

Effekt og strømklassifiseringer ¹⁾		Typisk motor	Filtrets strømklassifisering	Bestillingsnummer AHF 005		Bestillingsnummer AHF 010	
			50 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
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

6

Tabel 6.18 Harmoniske filtre for 380-415 V, 50 Hz

Effekt og strømklassifiseringer ¹⁾		Typisk motor	Filtrets strømklassifisering	Bestillingsnummer AHF 005		Bestillingsnummer 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

Tabel 6.19 Harmoniske filtre for 380-415 V, 60 Hz

Effekt og strømklassifiseringer ¹⁾		Typisk motor	Filtrets strømklassifisering	Bestillingsnummer AHF 005		Bestillingsnummer 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

Tabel 6.20 Harmoniske filtre for 440-480 V, 60 Hz

1) Frekvensomformereffekt og strømklassificering i henhold til faktiske driftsforhold.

Effekt og strømklassifiseringer ¹⁾		Typisk motor	Filtrets strømklassifisering	Bestillingsnummer AHF 005		Bestillingsnummer 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

Tabel 6.21 Harmoniske filtre, 600 V, 60 Hz

Effekt og strømklassifiseringer ¹⁾		Typisk motor	Effekt og strømklassifiseringer		Typisk motor	Filtrets strømklassifisering	Bestillingsnummer AHF 005		Bestillingsnummer AHF 010	
						50 Hz				
500-550 V			551-690 V							
[kW]	[A]	[kW]	[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

Tabel 6.22 Harmoniske filtre til 500-690 V, 50 Hz

1) Frekvensomformereffekt og strømklassificering i henhold til faktiske driftsforhold.

6.2.8 Sinusfiltre

Frekvensomformereffekt og strømklassificeringer						Filtrets strømklassificering			Switch-frekvens	Bestillingsnummer	
200-240 V		380-440 V		441-500 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23 ¹⁾
[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								

Tabel 6.23 Sinusfiltre til frekvensomformere med 380-500 V

1) Bestillingsnumre markeret med * er IP23.

Frekvensomformereffekt og strømklassificeringer						Filtrets strømklassificering @690 V			Switch- frekvens	Bestillingsnummer	
525–600 V		551–690 V		525–550 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23 ¹⁾
[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*

Tabel 6.24 Sinusfiltre til frekvensomformere med 525–600 V og 525–690 V

1) Bestillingsnumre markeret med * er IP23.

Parameter	Indstilling
Parameter 14-00 Koblingsmønster	[1] SFAVM
Parameter 14-01 Koblingsfrekvens	Indstillet i henhold til det enkelte filter. Anført ved produktmærkat for filter og i udgangfiltermanual. Sinusfiltre tillader ikke lavere switchfrekvens end angivet for det individuelle filter.
Parameter 14-55 Udgangsfilter	[2] Sinusfilter fast

Tabel 6.25 Parameterindstillinger til sinusfilterdrift

6.2.9 dU/dt-filtre

Frekvensomformerklassificeringer [V]										Filtrets strømklassificering [V]				Bestillingsnummer		
200-240		380-440		441-500		525-550		551-690		380 @60 Hz 200-400/ 440@50 Hz	460/480 @60 Hz 500/525 @50 Hz	575/600 @60 Hz	690 @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	N/A	130B7367 ¹⁾	N/A
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							
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	-	-	-	-	-	-	-	-							

Tabel 6.26 dU/dt-filtre til 200-690 V

1) Dedikerede A3-kapslingsstørrelser, der understøtter fodmontering og bookstyle-montering. Fast skærmet kabeltilslutning til frekvensomformeren.

Parameter	Indstilling
Parameter 14-01 Koblingsfrekvens	Højere switchfrekvens ved drift end angivet i det individuelle filter frarådes.
Parameter 14-55 Udgangsfiler	[0] Uden filter
Parameter 14-56 Kapacitetsudgangsfiler	Ikke brugt
Parameter 14-57 Induktansudgangsfiler	Ikke brugt

Tabel 6.27 Parameterindstillinger for dU/dt-filterdrift

6.2.10 Common mode-filtre

Kapslings- størrelse	Bestillings- nummer	Kernemål					Vægt
		W	w	H	h	d	[kg]
A og 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

Tabel 6.28 Common mode-filtre, bestillingsnumre

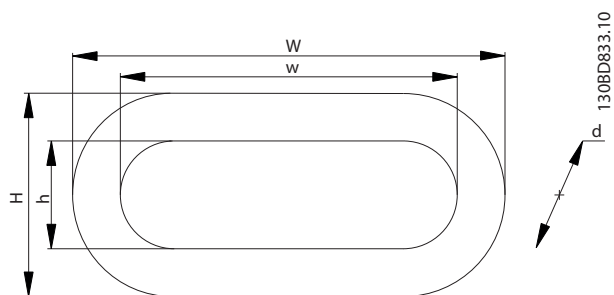


Illustration 6.4 HF-CM-kerne

7 Specifikationer

7.1 Elektriske data

7.1.1 Netforsyning 1 x 200-240 V AC

Typebetegnelse	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P5K5	P7K5	P15K	P22K
Typisk akseffekt [kW]	1,1	1,5	2,2	3,0	3,7	5,5	7,5	15	22
Typisk akseffekt ved 240 V [hk]	1,5	2,0	2,9	4,0	4,9	7,5	10	20	30
Beskyttelsesklassificering IP20/Chassis	A3	-	-	-	-	-	-	-	-
Beskyttelsesklassificering IP21/Type 1	-	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
Beskyttelsesklassificering IP55/Type 12	A5	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
Beskyttelsesklassificering IP66/NEMA 4X	A5	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
Udgangsstrøm									
Kontinuerlig (3 x 200-240 V) [A]	6,6	7,5	10,6	12,5	16,7	24,2	30,8	59,4	88
Periodisk (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 ved 208 V [kVa]	2,4	2,7	3,8	4,5	6,0	8,7	11,1	21,4	31,7
Maksimum indgangsstrøm									
Kontinuerlig (1 x 200-240 V) [A]	12,5	15	20,5	24	32	46	59	111	172
Periodisk (1 x 200-240 V) [A]	13,8	16,5	22,6	26,4	35,2	50,6	64,9	122,1	189,2
Maksimum for-sikringer [A]	20	30	40	40	60	80	100	150	200
Yderligere specifikationer									
Maksimum kabeltværsnit (netforsyning, motor, bremse) [mm ²] ([AWG])	0,2-4 (4-10)					10 (7)	35 (2)	50 (1/0)	95 (4/0)
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ til netforsyning med afbryderkontakt [mm ²] ([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) ⁹⁾ 10)
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ til netforsyning uden afbryderkontakt [mm ²] ([AWG])	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	25 (3)	50 (1/0)	95 (4/0)
Klassificering af kabelisoleringstemperatur [°C]	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Anslået effekttab ³⁾ ved nominel maksimum belastning [W] ⁴⁾	44	30	44	60	74	110	150	300	440
Virkningsgrad ⁵⁾	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98

Tabel 7.1 Netforsyning 1 x 200-240 V AC - Normal overbelastning 110 % i 1 minut, P1K1-P22K

7.1.2 Netforsyning 3 x 200-240 V AC

Typebetegnelse	PK25		PK37		PK55		PK75	
Høj/normal overbelastning ¹⁾	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk akseffekt [kW]	0,25		0,37		0,55		0,75	
Typisk akseffekt ved 208 V [hk]	0,34		0,5		0,75		1	
Beskyttelsesklassificering IP20/Chassis ⁶⁾	A2		A2		A2		A2	
Beskyttelsesklassificering IP21/Type 1								
Beskyttelsesklassificering IP55/Type 12	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A4/A5	
Beskyttelsesklassificering IP66/NEMA 4X								
Udgangsstrøm								
Kontinuerlig (3 x 200-240 V) [A]	1,8		2,4		3,5		4,6	
Periodisk (3 x 200-240 V) [A]	2,7	2,0	3,6	2,6	5,3	3,9	6,9	5,1
Kontinuerlig kVa ved 208 V [kVa]	0,65		0,86		1,26		1,66	
Maksimum indgangsstrøm								
Kontinuerlig (3 x 200-240 V) [A]	1,6		2,2		3,2		4,1	
Periodisk (3 x 200-240 V) [A]	2,4	1,8	3,3	2,4	4,8	3,5	6,2	4,5
Maksimum for-sikringer [A]	10		10		10		10	
Yderligere specifikationer								
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ (netforsyning, motor, bremse og belastningsfordeling) [mm ²] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (minimum 0,2 (24))							
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ til netafbrydelse [mm ²] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)							
Anslået effekttab ³⁾ ved nominel maksimum belastning [W] ⁴⁾	21		29		42		54	
Virkningsgrad ⁵⁾	0,94		0,94		0,95		0,95	

Tabel 7.2 Netforsyning 3 x 200-240 V AC, PK25–PK75

Typebetegnelse	P1K1		P1K5		P2K2		P3K0		P3K7	
Høj/normal overbelastning ¹⁾	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk akseffekt [kW]	1,1		1,5		2,2		3,0		3,7	
Typisk akseffekt ved 208 V [hk]	1,5		2		3		4		5	
Beskyttelsesklassificering IP20/Chassis ⁶⁾	A2		A2		A2		A3		A3	
Beskyttelsesklassificering IP21/Type 1										
Beskyttelsesklassificering IP55/Type 12	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A5		A5	
Beskyttelsesklassificering IP66/NEMA 4X										
Udgangsstrøm										
Kontinuerlig (3 x 200-240 V) [A]	6,6		7,5		10,6		12,5		16,7	
Periodisk (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 ved 208 V [kVa]	2,38		2,70		3,82		4,50		6,00	
Maksimum indgangsstrøm										
Kontinuerlig (3 x 200-240 V) [A]	5,9		6,8		9,5		11,3		15,0	
Periodisk (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
Maksimum for-sikringer [A]	20		20		20		32		32	
Yderligere specifikationer										
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ (netforsyning, motor, bremse og belastningsfordeling) [mm ²] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (minimum 0,2 (24))									
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ til netafbrydelse [mm ²] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)									
Anslået effekttab ³⁾ ved nominel maksimum belastning [W] ⁴⁾	63		82		116		155		185	
Virkningsgrad ⁵⁾	0,96		0,96		0,96		0,96		0,96	

Tabel 7.3 Netforsyning 3 x 200-240 V AC, P1K1–P3K7

Typebetegnelse	P5K5		P7K5		P11K		P15K	
Høj/normal overbelastning ¹⁾	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk akseffekt [kW]	3,7	5,5	5,5	7,5	7,5	11	11	15
Typisk akseffekt ved 208 V [hk]	5,0	7,5	7,5	10	10	15	15	20
IP20/Chassis ⁷⁾	B3		B3		B3		B4	
Beskyttelsesklassificering IP21/Type 1	B1		B1		B1		B2	
Beskyttelsesklassificering IP55/Type 12								
Beskyttelsesklassificering IP66/NEMA 4X								
Udgangsstrøm								
Kontinuerlig (3 x 200-240 V) [A]	16,7	24,2	24,2	30,8	30,8	46,2	46,2	59,4
Periodisk (3 x 200-240 V) [A]	26,7	26,6	38,7	33,9	49,3	50,8	73,9	65,3
Kontinuerlig kVa ved 208 V [kVa]	6,0	8,7	8,7	11,1	11,1	16,6	16,6	21,4
Maksimum indgangsstrøm								
Kontinuerlig (3 x 200-240 V) [A]	15,0	22,0	22,0	28,0	28,0	42,0	42,0	54,0
Periodisk (3 x 200-240 V) [A]	24,0	24,2	35,2	30,8	44,8	46,2	67,2	59,4
Maksimum for-sikringer [A]	63		63		63		80	
Yderligere specifikationer								
IP20 maksimum kabeltværsnit ²⁾ (netforsyning, bremse, motor og belastningsfordeling) [mm ²] ([AWG])	10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		35, -, - (2, -, -)	
Beskyttelsesklassificering IP21 maksimum kabeltværsnit ²⁾ (netforsyning, bremse og belastningsfordeling) [mm ²] ([AWG])	16, 10, 16 (6, 8, 6)		16, 10, 16 (6, 8, 6)		16, 10, 16 (6, 8, 6)		35, -, - (2, -, -)	
Beskyttelsesklassificering IP21 maksimum kabeltværsnit ²⁾ (motor) [mm ²] ([AWG])	10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		35, 25, 25 (2, 4, 4)	
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ til netafbrydelse [mm ²] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)						35 (2)	
Anslået effekttab ³⁾ ved nominel maksimum belastning [W] ⁴⁾	239	310	239	310	371	514	463	602
Virkningsgrad ⁵⁾	0,96		0,96		0,96		0,96	

Tabel 7.4 Netforsyning 3 x 200-240 V AC, P5K5-P15K

Typebetegnelse	P18K		P22K		P30K		P37K		P45K	
Høj/normal overbelastning ¹⁾	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk akseffekt [kW]	15	18,5	18,5	22	22	30	30	37	37	45
Typisk akseffekt ved 208 V [hk]	20	25	25	30	30	40	40	50	50	60
Beskyttelsesklassificering IP20/Chassis ⁷⁾	B4		C3		C3		C4		C4	
Beskyttelsesklassificering IP21/Type 1	C1		C1		C1		C2		C2	
Beskyttelsesklassificering IP55/Type 12										
Beskyttelsesklassificering IP66/NEMA 4X										
Udgangsstrøm										
Kontinuerlig (3 x 200-240 V) [A]	59,4	74,8	74,8	88,0	88,0	115	115	143	143	170
Periodisk (3 x 200-240 V) [A]	89,1	82,3	112	96,8	132	127	173	157	215	187
Kontinuerlig kVa ved 208 V [kVa]	21,4	26,9	26,9	31,7	31,7	41,4	41,4	51,5	51,5	61,2
Maksimum indgangsstrøm										
Kontinuerlig (3 x 200-240 V) [A]	54,0	68,0	68,0	80,0	80,0	104	104	130	130	154,0
Periodisk (3 x 200-240 V) [A]	81,0	74,8	102	88,0	120	114	156	143	195	169,0
Maksimum for-sikringer [A]	125		125		160		200		250	
Yderligere specifikationer										
Beskyttelsesklassificering IP20 maksimum kabeltværsnit (netforsyning, bremse, motor og belastningsfordeling) [mm ²] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Beskyttelsesklassificeringer IP21, IP55, IP66 maksimum kabeltværsnit (netforsyning og motor) [mm ²] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Beskyttelsesklassificeringer IP21, IP55, IP66 maksimum kabeltværsnit (bremse og belastningsfordeling) [mm ²] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ (afbryder) [mm ²] ([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)	
Anslået effekttab ³⁾ ved nominel maksimum belastning [W] ⁴⁾	624	737	740	845	874	1140	1143	1353	1400	1636
Virkningsgrad ⁵⁾	0,96		0,97		0,97		0,97		0,97	

Tabel 7.5 Netforsyning 3 x 200-240 V AC, P18K-P45K

7.1.3 Netforsyning 1 x 380-480 V AC

Typebetegnelse	P7K5	P11K	P18K	P37K
Typisk akseffekt [kW]	7,5	11	18,5	37
Typisk akseffekt ved 240 V [hk]	10	15	25	50
Beskyttelsesklassificering IP21/Type 1	B1	B2	C1	C2
Beskyttelsesklassificering IP55/Type 12	B1	B2	C1	C2
Beskyttelsesklassificering IP66/NEMA 4X	B1	B2	C1	C2
Udgangsstrøm				
Kontinuerlig (3 x 380-440 V) [A]	16	24	37,5	73
Periodisk (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
Periodisk (3 x 441-480 V) [A]	15,4	23,1	37,4	71,5
Kontinuerlig kVa (ved 400 V) [kVa]	11,0	16,6	26	50,6
Kontinuerlig kVa (ved 460 V) [kVa]	11,6	16,7	27,1	51,8
Maksimum indgangsstrøm				
Kontinuerlig (1 x 380-440 V) [A]	33	48	78	151
Periodisk (1 x 380-440 V) [A]	36	53	85,5	166
Kontinuerlig (1 x 441-480 V) [A]	30	41	72	135
Periodisk (1 x 441-480 V) [A]	33	46	79,2	148
Maksimum for-sikringer [A]	63	80	160	250
Yderligere specifikationer				
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ (netforsyning, motor og bremse) [mm ²] ([AWG])	10 (7)	35 (2)	50 (1/0)	120 (4/0)
Anslået effekttab ³⁾ ved nominel maksimum belastning [W] ⁴⁾	300	440	740	1480
Virkningsgrad ⁵⁾	0,96	0,96	0,96	0,96

Tabel 7.6 Netforsyning 1 x 380-480 V AC - Normal overbelastning 110 % i 1 minut, P7K5-P37K

7.1.4 Netforsyning 3 x 380-480 V AC

Typebetegnelse	PK37		PK55		PK75		P1K1		P1K5	
Høj/normal overbelastning ¹⁾	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk akseffekt [kW]	0,37		0,55		0,75		1,1		1,5	
Typisk akseffekt ved 460 V [hk]	0,5		0,75		1,0		1,5		2,0	
Beskyttelsesklassificering IP20/ Chassis ⁶⁾	A2		A2		A2		A2		A2	
Beskyttelsesklassificering IP55/Type 12	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A4/A5		A4/A5	
Beskyttelsesklassificering IP66/ NEMA 4X										
Udgangsstrøm										
Kontinuerlig (3 x 380-440 V) [A]	1,3		1,8		2,4		3,0		4,1	
Periodisk (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	
Periodisk (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 (ved 400 V) [kVa]	0,9		1,3		1,7		2,1		2,8	
Kontinuerlig kVa (ved 460 V) [kVa]	0,9		1,3		1,7		2,4		2,7	
Maksimum indgangsstrøm										
Kontinuerlig (3 x 380-440 V) [A]	1,2		1,6		2,2		2,7		3,7	
Periodisk (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	
Periodisk (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
Maksimum for-sikringer [A]	10		10		10		10		10	
Yderligere specifikationer										
Beskyttelsesklassificeringer IP20, IP21 maksimum kabeltværsnit ²⁾ (netforsyning, motor, bremse og belastningsfordeling) [mm ²] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (minimum 0,2 (24))									
Beskyttelsesklassificeringer IP55, IP66 maksimum kabeltværsnit ²⁾ (netforsyning, motor, bremse og belastningsfordeling) [mm ²] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12)									
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ (afbryder) [mm ²] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)									
Anslået effekttab ³⁾ ved nominel maksimum belastning [W] ⁴⁾	35		42		46		58		62	
Virkningsgrad ⁵⁾	0,93		0,95		0,96		0,96		0,97	

Tabel 7.7 Netforsyning 3 x 380-480 V AC, PK37-P1K5

Typebetegnelse	P2K2		P3K0		P4K0		P5K5		P7K5	
Høj/normal overbelastning ¹⁾	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk akseffekt [kW]	2,2		3,0		4,0		5,5		7,5	
Typisk akseffekt ved 460 V [hk]	2,9		4,0		5,3		7,5		10	
Beskyttelsesklassificering IP20/ Chassis ⁶⁾	A2		A2		A2		A3		A3	
Beskyttelsesklassificering IP55/Type 12	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A5		A5	
Beskyttelsesklassificering IP66/ NEMA 4X										
Udgangsstrøm										
Kontinuerlig (3 x 380-440 V) [A]	5,6		7,2		10		13		16	
Periodisk (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	
Periodisk (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 (ved 400 V) [kVa]	3,9		5,0		6,9		9,0		11,0	
Kontinuerlig kVa (ved 460 V) [kVa]	3,8		5,0		6,5		8,8		11,6	
Maksimum indgangsstrøm										
Kontinuerlig (3 x 380-440 V) [A]	5,0		6,5		9,0		11,7		14,4	
Periodisk (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	
Periodisk (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
Maksimum for-sikringer [A]	20		20		20		30		30	
Yderligere specifikationer										
Beskyttelsesklassificeringer IP20, IP21 maksimum kabeltværsnit ²⁾ (netforsyning, motor, bremse og belastningsfordeling) [mm ²] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (minimum 0,2 (24))									
Beskyttelsesklassificeringer IP55, IP66 maksimum kabeltværsnit ²⁾ (netforsyning, motor, bremse og belastningsfordeling) [mm ²] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12)									
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ (afbryder) [mm ²] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)									
Anslået effekttab ³⁾ ved nominel maksimum belastning [W] ⁴⁾	88		116		124		187		225	
Virkningsgrad ⁵⁾	0,97		0,97		0,97		0,97		0,97	

Tabel 7.8 Netforsyning 3 x 380-480 V AC, P2K2-P7K5

Typebetegnelse	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K	
Høj/normal overbelastning ¹⁾	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk akseleffekt [kW]	7,5	11	11	15	15	18,5	22,0	22,0	22,0	30
Typisk akseleffekt ved 460 V [hk]	10	15	15	20	20	25	30	30	30	40
Beskyttelsesklassificering IP20/ Chassis ⁷⁾	B3		B3		B3		B4			B4
Beskyttelsesklassificering IP21/Type 1	B1		B1		B1		B2		B2	
Beskyttelsesklassificering IP55/Type 12	B1		B1		B1		B2		B2	
Beskyttelsesklassificering IP66/ NEMA 4X										
Udgangsstrøm										
Kontinuerlig (3 x 380-440 V) [A]	-	24	24	32	32	37,5	37,5	44	44	61
Periodisk (60 sek overbelastning) (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
Periodisk (60 sek overbelastning) (3 x 441-480 V) [A]	-	23,1	33,6	29,7	43,2	37,4	54,4	44	64	61,6
Kontinuerlig kVa (ved 400 V) [kVa]	-	16,6	16,6	22,2	22,2	26	26	30,5	30,5	42,3
Kontinuerlig kVa (ved 460 V) [kVa]	-	16,7	16,7	21,5	21,5	27,1	27,1	31,9	31,9	41,4
Maksimum indgangsstrøm										
Kontinuerlig (3 x 380-440 V) [A]	-	22	22	29	29	34	34	40	40	55
Periodisk (60 sek overbelastning) (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
Periodisk (60 sek overbelastning) (3 x 441-480 V) [A]	-	20,9	30,4	27,5	40	34,1	49,6	39,6	57,6	51,7
Maksimum for-sikringer [A]	-	63		63		63		63		80
Yderligere specifikationer										
Beskyttelsesklassificering IP21, IP55, IP66 maksimum kabeltværsnit ²⁾ (netforsyning, bremse og belast- ningsfordeling [mm²] ([AWG]))	16, 10, 16 (6, 8, 6)						35, -, - (2, -, -)			
Beskyttelsesklassificeringer IP21, IP55, IP66 maksimum kabeltværsnit ²⁾ (motor) [mm²] ([AWG]))	10, 10,- (8, 8,-)						35, 25, 25 (2, 4, 4)			
Beskyttelsesklassificering IP20 maksimum kabeltværsnit ²⁾ (netfor- syning, bremse, motor og belastningsfordeling) [mm²] ([AWG]))	10, 10,- (8, 8,-)						35, -, - (2, -, -)			
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ (afbryder) [mm²] ([AWG]))	16, 10, 10 (6, 8, 8)									
Anslået effekttab ³⁾ ved nominel maksimum belastning [W] ⁴⁾	291	392	291	392	379	465	444	525	547	739
Virkningsgrad ⁵⁾	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabel 7.9 Netforsyning 3 x 380-480 V AC, P11K-P30K

Typebetegnelse	P37K		P45K		P55K		P75K		P90K	
Høj/normal overbelastning ¹⁾	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk akseleffekt [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
Typisk akseleffekt ved 460 V [hk]	40	50	50	60	60	75	75	100	100	125
Beskyttelsesklassificering IP20/ Chassis ⁶⁾	B4		C3		C3		C4		C4	
Beskyttelsesklassificering IP21/Type 1	C1		C1		C1		C2		C2	
Beskyttelsesklassificering IP55/Type 12 Beskyttelsesklassificering IP66/ NEMA 4X	C1		C1		C1		C2		C2	
Udgangsstrøm										
Kontinuerlig (3 x 380-440 V) [A]	61	73	73	90	90	106	106	147	147	177
Periodisk (60 sek overbelastning) (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
Periodisk (60 sek overbelastning) (3 x 441-480 V) [A]	78	71,5	97,5	88	120	116	158	143	195	176
Kontinuerlig kVa (ved 400 V) [kVa]	42,3	50,6	50,6	62,4	62,4	73,4	73,4	102	102	123
Kontinuerlig kVa (ved 460 V) [kVa]	41,4	51,8	51,8	63,7	63,7	83,7	83,7	104	103,6	128
Maksimum indgangsstrøm										
Kontinuerlig (3 x 380-440 V) [A]	55	66	66	82	82	96	96	133	133	161
Periodisk (60 sek overbelastning) (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
Periodisk (60 sek overbelastning) (3 x 441-480 V) [A]	70,5	64,9	88,5	80,3	110	105	143	130	177	160
Maksimum for-sikringer [A]	100		125		160		250		250	
Yderligere specifikationer										
Beskyttelsesklassificeringer IP20 maksimum kabeltværsnit (netfor- syning og motor) [mm ²] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Beskyttelsesklassificering IP20 maksimum kabeltværsnit (bremse og belastningsfordeling) [mm ²] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		95 (4/0)		95 (4/0)	
Beskyttelsesklassificeringer IP21, IP55, IP66 maksimum kabeltværsnit (netforsyning og motor) [mm ²] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Beskyttelsesklassificeringer IP21, IP55, IP66 maksimum kabeltværsnit (bremse og belastningsfordeling) [mm ²] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ til netafbrydelse [mm ²] ([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)	
Anslået effekttab ³⁾ ved nominel maksimum belastning [W] ⁴⁾	570	698	697	843	891	1083	1022	1384	1232	1474
Virkningsgrad ⁵⁾	0,98		0,98		0,98		0,98		0,99	

Tabel 7.10 Netforsyning 3 x 380-480 V AC, P37K-P90K

7.1.5 Netforsyning 3 x 525-600 V AC

Typebetegnelse	PK75		P1K1		P1K5		P2K2	
Høj/normal overbelastning ¹⁾	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk akseffekt [kW]	0,75		1,1		1,5		2,2	
Typisk akseffekt [hk]	1		1,5		2		3	
Beskyttelsesklassificering IP20/Chassis	A3		A3		A3		A3	
Beskyttelsesklassificering IP21/Type 1								
Beskyttelsesklassificering IP55/Type 12	A5		A5		A5		A5	
Udgangsstrøm								
Kontinuerlig (3 x 525-550 V) [A]	1,8		2,6		2,9		4,1	
Periodisk (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	
Periodisk (3 x 551-600 V) [A]	2,6	1,9	3,6	2,6	4,1	3,0	5,9	4,3
Kontinuerlig kVa ved 550 V [kVa]	1,7		2,5		2,8		3,9	
Kontinuerlig kVa ved 550 V [kVa]	1,7		2,4		2,7		3,9	
Maksimum indgangsstrøm								
Kontinuerlig (3 x 525-600 V) [A]	1,7		2,4		2,7		4,1	
Periodisk (3 x 525-600 V) [A]	2,6	1,9	3,6	2,6	4,1	3,0	6,2	4,5
Maksimum for-sikringer [A]	10		10		10		20	
Yderligere specifikationer								
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ (netfor- syning, motor, bremse og belastningsfordeling) [mm ²] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (minimum 0,2 (24))							
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ til netafbrydelse [mm ²] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)							
Anslået effekttab ³⁾ ved nominel maksimum belastning [W] ⁴⁾	35		50		65		92	
Virkningsgrad ⁵⁾	0,97		0,97		0,97		0,97	

Tabel 7.11 Netforsyning 3 x 525-600 V AC, PK75-P2K2

Typebetegnelse	P3K0		P4K0		P5K5		P7K5	
Høj/normal overbelastning ¹⁾	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk akseleffekt [kW]	3,0		4,0		5,5		7,5	
Typisk akseleffekt [hk]	4		5		7,5		10	
Beskyttelsesklassificering IP20/Chassis	A2		A2		A3		A3	
Beskyttelsesklassificering IP21/Type 1	A2		A2		A3		A3	
IP55/Type 12	A5		A5		A5		A5	
Udgangsstrøm								
Kontinuerlig (3 x 525-550 V) [A]	5,2		6,4		9,5		11,5	
Periodisk (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	
Periodisk (3 x 551-600 V) [A]	7,4	5,4	9,2	6,7	13,5	9,9	16,5	12,1
Kontinuerlig kVa ved 550 V [kVa]	5,0		6,1		9,0		11,0	
Kontinuerlig kVa ved 550 V [kVa]	4,9		6,1		9,0		11,0	
Maksimum indgangsstrøm								
Kontinuerlig (3 x 525-600 V) [A]	5,2		5,8		8,6		10,4	
Periodisk (3 x 525-600 V) [A]	7,8	5,7	8,7	6,4	12,9	9,5	15,6	11,4
Maksimum for-sikringer [A]	20		20		32		32	
Yderligere specifikationer								
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ (netfor- syning, motor, bremse og belastningsfordeling) [mm ²] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (minimum 0,2 (24))							
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ til netafbrydelse [mm ²] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)							
Anslået effekttab ³⁾ ved nominel maksimum belastning [W] ⁴⁾	122		145		195		261	
Virkningsgrad ⁵⁾	0,97		0,97		0,97		0,97	

Tabel 7.12 Netforsyning 3 x 525-600 V AC, P3K0-P7K5

Typebetegnelse	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K		P37K	
Høj/normal overbelastning ¹⁾	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk akseleffekt [kW]	7,5	11	11	15	15	18,5	18,5	22	22	30	30	37
Typisk akseleffekt [hk]	10	15	15	20	20	25	25	30	30	40	40	50
Beskyttelsesklassificering IP20/Chassis	B3		B3		B3		B4		B4		B4	
Beskyttelsesklassificering IP21/Type 1	B1		B1		B1		B2		B2		C1	
Beskyttelsesklassificering IP55/Type 12												
Beskyttelsesklassificering IP66/NEMA 4X												
Udgangsstrøm												
Kontinuerlig (3 x 525-550 V) [A]	11,5	19	19	23	23	28	28	36	36	43	43	54
Periodisk (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
Periodisk (3 x 551-600 V) [A]	17,6	20	29	24	35	30	43	37	54	45	62	57
Kontinuerlig kVa ved 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 at 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
Maksimum indgangsstrøm												
Kontinuerlig ved 550 V [A]	10,4	17,2	17,2	20,9	20,9	25,4	25,4	32,7	32,7	39	39	49
Periodisk ved 550 V [A]	16,6	19	28	23	33	28	41	36	52	43	59	54
Kontinuerlig ved 575 V [A]	9,8	16	16	20	20	24	24	31	31	37	37	47
Periodisk ved 575 V [A]	15,5	17,6	26	22	32	27	39	34	50	41	56	52
Maksimum for-sikringer [A]	40		40		50		60		80		100	
Yderligere specifikationer												
Beskyttelsesklassificering IP20 maksimum kabeltværsnit ²⁾ (netfor- syning, bremse, motor og belastningsfordeling) [mm ²] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)						35,-,- (2,-,-)					
Beskyttelsesklassificering IP21, IP55, IP66 maksimum kabeltværsnit ²⁾ (netfor- syning, bremse og belastningsfordeling [mm ²] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)						35,-,- (2,-,-)					
Beskyttelsesklassificeringer IP21, IP55, IP66 maksimum kabeltværsnit ²⁾ (motor) [mm ²] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)						35, 25, 25 (2, 4, 4)					
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ til netafbrydelse [mm ²] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)										50, 35, 35 (1, 2, 2)	
Anslået effekttab ³⁾ ved nominel maksimum belastning [W] ⁴⁾	220	300	220	300	300	370	370	440	440	600	600	740
Virkningsgrad ⁵⁾	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabel 7.13 Netforsyning 3 x 525-600 V AC, P11K-P37K

Typebetegnelse	P45K		P55K		P75K		P90K	
Høj/normal overbelastning ¹⁾	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk akseffekt [kW]	37	45	45	55	55	75	75	90
Typisk akseffekt [hk]	50	60	60	75	75	100	100	125
Beskyttelsesklassificering IP20/Chassis	C3		C3		C4		C4	
Beskyttelsesklassificering IP21/Type 1	C1		C1		C2		C2	
Beskyttelsesklassificering IP55/Type 12								
Beskyttelsesklassificering IP66/NEMA 4X								
Udgangsstrøm								
Kontinuerlig (3 x 525-550 V) [A]	54	65	65	87	87	105	105	137
Periodisk (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
Periodisk (3 x 525-600 V) [A]	78	68	93	91	125	110	150	144
Kontinuerlig kVa ved 525 V [kVa]	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100	100,0	130,5
Kontinuerlig kVA at 575 V [kVA]	51,8	61,7	61,7	82,7	82,7	99,6	99,6	130,5
Maksimum indgangsstrøm								
Kontinuerlig ved 550 V [A]	49	59	59	78,9	78,9	95,3	95,3	124,3
Periodisk ved 550 V [A]	74	65	89	87	118	105	143	137
Kontinuerlig ved 575 V [A]	47	56	56	75	75	91	91	119
Periodisk ved 575 V [A]	70	62	85	83	113	100	137	131
Maksimum for-sikringer [A]	150		160		225		250	
Yderligere specifikationer								
Beskyttelsesklassificeringer IP20 maksimum kabeltværsnit (netforsyning og motor) [mm²] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
Beskyttelsesklassificering IP20 maksimum kabeltværsnit (bremse og belastningsfordeling) [mm²] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
Beskyttelsesklassificeringer IP21, IP55, IP66 maksimum kabeltværsnit (netfor-syning og motor) [mm²] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
Beskyttelsesklassificeringer IP21, IP55, IP66 maksimum kabeltværsnit (bremse og belastningsfordeling) [mm²] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ til netafbrydelse [mm²] ([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)	
Anslået effekttab ³⁾ ved nominel maksimum belastning [W] ⁴⁾	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
Virkningsgrad ⁵⁾	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabel 7.14 Netforsyning 3 x 525–600 V AC, P45K–P90K

7.1.6 Netforsyning 3 x 525-690 V AC

Typebetegnelse	P1K1		P1K5		P2K2		P3K0		P4K0		P5K5		P7K5	
Høj/normal overbelastning ¹⁾	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk akseffekt [kW]	1,1		1,5		2,2		3,0		4,0		5,5		7,5	
Typisk akseffekt [hk]	1,5		2		3		4		5		7,5		10	
Beskyttelsesklassificering IP20/ Chassis	A3		A3		A3		A3		A3		A3		A3	
Udgangsstrøm														
Kontinuerlig (3 x 525-550 V) [A]	2,1		2,7		3,9		4,9		6,1		9,0		11,0	
Periodisk (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	
Periodisk (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 ved 525 V [kVa]	1,9		2,5		3,5		4,5		5,5		8,2		10,0	
Kontinuerlig kVa ved 690 V [kVa]	1,9		2,6		3,8		5,4		6,6		9,0		12,0	
Maksimum indgangsstrøm														
Kontinuerlig (3 x 525-550 V) [A]	1,9		2,4		3,5		4,4		5,5		8,1		9,9	
Periodisk (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	
Periodisk (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
Yderligere specifikationer														
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ (netforsyning, motor, bremse og belastningsfordeling) [mm ²] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (minimum 0,2 (24))													
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ til netafbrydelse [mm ²] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)													
Anslået effekttab ³⁾ ved nominel maksimum belastning [W] ⁴⁾	44		60		88		120		160		220		300	
Virkningsgrad ⁵⁾	0,96		0,96		0,96		0,96		0,96		0,96		0,96	

Tabel 7.15 A3-kapsling, netforsyning 3 x 525-690 V AC IP20/beskyttet chassis, P1K1-P7K5

Typebetegnelse	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K	
Høj/normal overbelastning ¹⁾	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk akseffekt ved 550 V [kW]	5,9	7,5	7,5	11	11	15	15	18,5	18,5	22
Typisk akseffekt ved 550 V [hk]	7,5	10	10	15	15	20	20	25	25	30
Typisk akseffekt ved 690 V [kW]	7,5	11	11	15	15	18,5	18,5	22	22	30
Typisk akseffekt ved 690 V [HK]	10	15	15	20	20	25	25	30	30	40
Beskyttelsesklassificering IP20/Chassis	B4		B4		B4		B4		B4	
Beskyttelsesklassificering IP21/Type 1	B2		B2		B2		B2		B2	
Beskyttelsesklassificering IP55/Type 12										
Udgangsstrøm										
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
Periodisk (60 sek overbelastning) (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
Periodisk (60 sek overbelastning) (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 ved 550 V [kVa]	10	13,3	13,3	18,1	18,1	21,9	21,9	26,7	26,7	34,3
Kontinuerlig kVa ved 690 V [kVa]	12	15,5	15,5	21,5	21,5	26,3	26,3	32,3	32,3	40,6
Maksimum indgangsstrøm										
Kontinuerlig ved 550 V [A]	9,9	15	15,0	19,5	19,5	24,0	24,0	29,0	29,0	36,0
Periodisk (60 sek overbelastning) (ved 550 V) [A]	15,8	16,5	23,2	21,5	31,2	26,4	38,4	31,9	46,4	39,6
Kontinuerlig ved 690 V [A]	9	14,5	14,5	19,5	19,5	24,0	24,0	29,0	29,0	36,0
Periodisk (60 sek overbelastning) ved 690 V [A]	14,4	16	23,2	21,5	31,2	26,4	38,4	31,9	46,4	39,6
Yderligere specifikationer										
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ (netforsyning, motor, bremse og belastningsfordeling) [mm²] ([AWG])	35, 25, 25 (2, 4, 4)									
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ til netafbrydelse [mm²] ([AWG])	16,10,10 (6, 8, 8)									
Anslået effekttab ³⁾ ved nominel maksimum belastning [W] ⁴⁾	150	220	150	220	220	300	300	370	370	440
Virkningsgrad ⁵⁾	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabel 7.16 B2/B4-kapsling, netforsyning 3 x 525-690 V AC IP20/IP21/IP55, chassis/NEMA 1/NEMA 12, P11K-P22K

Typebetegnelse	P37K		P45K		P55K		P75K/N75K ⁸⁾		P90K/N90K ⁸⁾	
Høj/normal overbelastning ¹⁾	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk akseffekt ved 550 V [kW]	22	30	30	37	37	45	45	55	55	75
Typisk akseffekt ved 550 V [hk]	30	40	40	50	50	60	60	75	75	100
Typisk akseffekt ved 690 V [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
Typisk akseffekt ved 690 V [HK]	40	50	50	60	60	75	75	100	199	125
Beskyttelsesklassificering IP20/Chassis	B4		C3		C3		D3h		D3h	
Beskyttelsesklassificering IP21/Type 1	C2		C2		C2		C2		C2	
Beskyttelsesklassificering IP55/Type 12										
Udgangsstrøm										
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
Periodisk (60 sek overbelastning) (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
Periodisk (60 sek overbelastning) (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 ved 550 V [kVa]	34,3	41,0	41,0	51,4	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100
Kontinuerlig kVa ved 690 V [kVa]	40,6	49,0	49,0	62,1	62,1	74,1	74,1	99,2	99,2	119,5
Maksimum indgangsstrøm										
Kontinuerlig ved 550 V [A]	36,0	49,0	49,0	59,0	59,0	71,0	71,0	87,0	87,0	99,0
Periodisk (60 sek overbelastning) (ved 550 V) [A]	54,0	53,9	72,0	64,9	87,0	78,1	105,0	95,7	129	108,9
Kontinuerlig ved 690 V [A]	36,0	48,0	48,0	58,0	58,0	70,0	70,0	86,0	-	-
Periodisk (60 sek overbelastning) ved 690 V [A]	54,0	52,8	72,0	63,8	87,0	77,0	105	94,6	-	-
Yderligere specifikationer										
Maksimum kabeltværsnit (netforsyning og motor) [mm²] ([AWG])	150 (300 MCM)									
Maksimum kabeltværsnit (bremse og belastningsfordeling) [mm²] ([AWG])	95 (3/0)									
Maksimum kabeltværsnit ²⁾ til netafbrydelse [mm²] ([AWG])	95 (3/0)						185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)		-	
Anslået effekttab ³⁾ ved nominel maksimum belastning [W] ⁴⁾	600	740	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
Virkningsgrad ⁵⁾	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabel 7.17 B4/C2/C3-kapsling, netforsyning 3 x 525-690 V AC IP20/IP21/IP55, chassis/NEMA1/NEMA 12, P30K-P75K

Se sikringsklassificeringer i kapitel 7.7 Sikringer og afbrydere.

1) Høj overbelastning = 150 % eller 160 % moment til en varighed på 60 sek. Normal overbelastning = 110 % moment til en varighed på 60 sek.

2) De tre værdier for maksimum kabeltværsnit er for henholdsvis enkelt kerne, fleksibel ledning og fleksibel ledning med muffe.

3) Gælder for dimensionering af køling af frekvensomformerer. Hvis switchfrekvensen er højere end fabriksindstillingen, kan effekttabet stige.

Typisk strømforbrug for LCP og styrekort er medregnet. For information om effekttabsdata i henhold til EN 50598-2, se www.danfoss.com/vltenergyefficiency.

4) Virkningsgrad målt ved nominel strøm. Se kapitel 7.4 Omgivelsesforhold for energieffektivitetsklasser. For delbelastningstab se www.danfoss.com/vltenergyefficiency.

5) Målt med 5 m skærmede motorkabler ved nominel belastning og frekvens.

6) A2/A3-kapslingsstørrelser kan konverteres til IP21 ved hjælp af et konverteringssæt. Se også kapitel 3.6 Mekanisk planlægning.

7) B3/B4- og C3/C4-kapslingsstørrelser kan konverteres til IP21 ved hjælp af et konverteringssæt. Se også kapitel 3.6 Mekanisk planlægning.

8) Kapslingsstørrelser til N75K/N90K er D3h til IP20/Chassis, og D5h til IP54/Type 12.

9) To ledninger er påkrævet.

10) Variant er ikke tilgængelig i IP21.

7.2 Netforsyning

Netforsyning (L1, L2, L3)

Forsyningsspænding	200–240 V ± 10 %
Forsyningsspænding	380–480 V ± 10 %
Forsyningsspænding	525–600 V ± 10 %
Forsyningsspænding	525–690 V ± 10 %

Netspænding lav/netudfald:

I tilfælde af lav netspænding eller netudfald fortsætter frekvensomformereren, indtil mellemkredsspændingen kommer ned under mindste stopniveau. Dette svarer typisk til 15 % under frekvensomformerens laveste nominelle forsyningsspænding. Opstart og fuldt moment kan ikke forventes ved netspænding <10 % under frekvensomformerens laveste nominelle forsyningsspænding.

Forsyningsfrekvens	50/60 Hz +4/-6 %
--------------------	------------------

Frekvensomformerens strømforsyning er testet i henhold til IEC61000-4-28, 50 Hz +4/-6 %.

Maksimum midlertidig ubalance mellem netfaser	3,0 % af nominel forsyningsspænding
Reel effektfaktor (λ)	$\geq 0,9$ nominelt ved nominel belastning
Effektforskydningsfaktor ($\cos\phi$) tæt ved 1	(>0,98)
Kobling på forsyningsindgang L1, L2, L3 (opstarter) $\leq 7,5$ kW	maksimum 2 gange/min.
Kobling på forsyningsindgang L1, L2, L3 (opstarter) 11–90 kW	maksimum 1 gang/min.
Miljø i overensstemmelse med EN 60664-1	overspændingskategori III/forureningsgrad 2

Apparatet egner sig til brug i et kredsløb, der kan levere maks. 100.000 RMS symmetriske ampere .
240/480/600/690 V maksimum.

7.3 Motorudgang og motordata

Motorudgang (U, V, W)

Udgangsspænding	0–100 % af forsyningsspændingen
Udgangsfrekvens	0–590 Hz ¹⁾
Kobling på udgang	Ubegrænset
Rampetider	1–3.600 sek

1) Afhængigt af effektstørrelse.

Momentkarakteristik, normal overbelastning

Startmoment (konstant moment)	maksimum 110 % i 1 minut, én gang pr. 10 min. ²⁾
Overmoment (konstant moment)	maksimum 110 % i 1 minut, én gang pr. 10 min. ²⁾

Momentkarakteristik, høj overbelastning

Startmoment (konstant moment)	maksimum 150 % / 160 % i 1 minut, én gang pr. 10 min. ²⁾
Overmoment (konstant moment)	maksimum 150 % / 160 % i 1 minut, én gang pr. 10 min. ²⁾

2) Procentdel viser frekvensomformerens nominelle moment, afhængigt af effektstørrelse.

7.4 Omgivelsesforhold

Miljø

Kapslingsstørrelse A, beskyttelsesklassificeringer	IP20/chassis, IP21/Type 1, IP55/Type 12, IP66/Type 4X
Kapslingsstørrelse B1/B2, beskyttelsesklassificeringer	IP21/Type 1, IP55/Type 12, IP66/Type 4X
Kapslingsstørrelse B3/B4, beskyttelsesklassificeringer	IP20/chassis
Kapslingsstørrelse C1/C2, beskyttelsesklassificeringer	IP21/Type 1, IP55/Type 12, IP66/Type 4X
Kapslingsstørrelse C3/C4, beskyttelsesklassificeringer	IP20/chassis
Tilgængeligt kapslingssæt ≤ kapslingsstørrelse A	IP21/TYPE 1/IP4X top
Vibrationstest, kapsling A/B/C	1,0 g
Maksimum relativ luftfugtighed	5–95 % (IEC 721-3-3; klasse 3K3 (ikke-kondenserende) under drift)
Aggressivt miljø (IEC 721-3-3), ikke-coated	klasse 3C2
Aggressivt miljø (IEC 721-3-3), coated	klasse 3C3
Testmetode i overensstemmelse med IEC 60068-2-43 H2S (10 dage)	
Omgivelsestemperatur	Maksimum 50 °C

Derating for høj omgivelsestemperatur: se kapitel 5 Særlige forhold.

Minimumomgivelsestemperatur ved fuld drift	0 °C
Minimumomgivelsestemperatur ved reduceret ydeevne	-10 °C
Temperatur ved lager/transport	-25 til +65/70 °C
Maksimum højde over havet uden derating	1.000 m
Maksimum højde over havets overflade med derating	3.000 m

Se kapitel 5 Særlige forhold for oplysninger om derating ved højde over havet.

EMC-standarder, emission	EN 61800-3
EMC-standarder, immunitet	EN 61800-3
Energieffektivitetsklasse ¹⁾	IE2

1) Bestemmes i henhold til EN50598-2 ved:

- Nominel belastning
- 90 % nominel frekvens
- Fabriksindstillingen for switchfrekvens
- Fabriksindstilling for switchmønstre

7.5 Kabelspecifikationer

Maksimum motorkabellængde, skærmet/armeret	150 m
Maksimum motorkabellængde, uskærmet/uarmeret	300 m
Maksimum tværsnit til motor, netforsyning, bremse, belastningsfordeling og bremse ¹⁾	
Maksimum tværsnit til styreklemmer, stift kabel	1,5 mm ² /16 AWG (2 x 0,75 mm ²)
Maksimum tværsnit til styreklemmer, blødt kabel	1 mm ² /18 AWG
Maksimum tværsnit til styreklemmer, kabel med koresvøb	0,5 mm ² /20 AWG
Minimum tværsnit til styreklemmer	0,25 mm ²

1) Se tabeller over elektriske data i kapitel 7.1 Elektriske data for flere oplysninger.

Det er obligatorisk at jorde nettilslutningen korrekt ved at bruge klemme T95 (PE) i frekvensomformerens Jordtilslutningens kabeltværsnit skal være mindst 10 mm² eller 2 nominelle forsyningsledninger, som skal termineres særskilt i henhold til EN50178. Se også kapitel 3.2.8 Lækstrøm til jord. Brug uskærmet kabel.

7.5.1 Kabellængder for flere parallelle motortilslutninger

Kapslingsstørrelser	Effektstørrelse [kW]	Spænding [V]	1 kabel [m]	2 kabler [m]	3 kabler [m]	4 kabler [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

Tabel 7.18 Maksimum kabellængde for hvert parallelkabel¹⁾

1) Yderligere oplysninger findes i kapitel 3.4.6 Tilslutning af flere motorer.

7.6 Styringsind-/udgange og styringsdata

Styrekort, RS-485 seriel kommunikation

Klemmenummer	68 (PTX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
Klemmenummer 61	fælles for klemme 68 og 69

Den serielle RS-485-kommunikationskreds er funktionelt adskilt fra andre centrale kredsløb og galvanisk adskilt fra forsynings-spændingen (PELV).

Analoge indgange

Antal analoge indgange	2
Klemmenummer	53, 54
Tilstande	Spænding eller strøm
Tilstandsvalg	Kontakt S201 og kontakt S202
Spændingstilstand	Kontakt S201/kontakt S202 = OFF (U)
Spændingsniveau	0 til +10 V (skalérbar)
Indgangsmodstand, R_i	ca. 10 k Ω
Maks. spænding	± 20 V
Strømtilstand	Kontakt S201/kontakt S202 = ON (I)
Strømniveau	0/4 til 20 mA (skalérbar)
Indgangsmodstand, R_i	ca. 200 Ω
Maks. strøm	30 mA
Opløsning for analoge indgange	10 bit (+ fortegn)
Nøjagtighed for analoge indgange	Maks. fejl 0,5 % af fuld skala
Båndbredde	200 Hz

Alle analoge indgange er galvanisk adskilt fra forsynings-spændingen (PELV) og andre højspændingsklemmer.

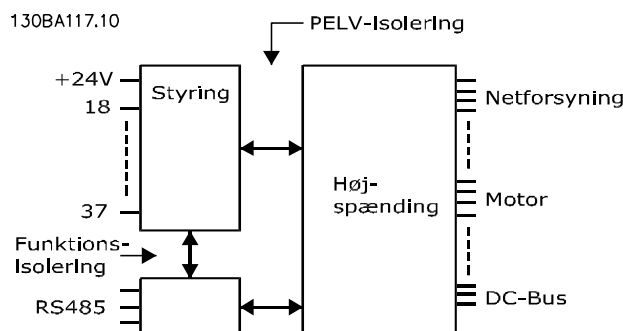


Illustration 7.1 PELV-isolering for analoge indgange

Analog udgang

Antal programmerbare analoge udgange	1
Klemmenummer	42
Strømområde ved analog udgang	0/4-20 mA
Maks. modstandsbelastning til stel fra analog udgang	500 Ω
Nøjagtighed på analog udgang	Maks. fejl: 0,8 % af fuld skala
Opløsning på analog udgang	8 bit

Den analoge udgang er galvanisk adskilt fra forsyningsspændingen (PELV) og andre højspændingsklemmer.

Digitale indgange

Programmerbare digitale indgange	4 (6)
Klemmenummer	18, 19, 27 ¹⁾ , 29 ¹⁾ , 32, 33,
Logik	PNP eller NPN
Spændingsniveau	0–24 V DC
Spændingsniveau, logisk 0 PNP	<5 V DC
Spændingsniveau, logisk 1 PNP	>10 V DC
Spændingsniveau, logisk 0 NPN	>19 V DC
Spændingsniveau, logisk '1', NPN	<14 V DC
Maksimumspænding på indgang	28 V DC
Indgangsmodstand, R _i	ca. 4 kΩ

Alle digitale indgange er galvanisk adskilt fra forsyningsspændingen (PELV) og andre højspændingsklemmer.

1) Klemme 27 og 29 kan også programmeres som udgange.

Digital udgang

Programmerbare digitale udgange/pulsudgange	2
Klemmenummer	27, 29 ¹⁾
Spændingsniveau ved digital udgang/frekvensudgang	0-24 V
Maks. udgangsstrøm (plade eller kilde)	40 mA
Maks. belastning ved udgangsfrekvens	1 kΩ
Maks. kapacitiv belastning ved udgangsfrekvens	10 nF
Min. udgangsfrekvens ved udgangsfrekvens	0 Hz
Maks. udgangsfrekvens ved udgangsfrekvens	32 kHz
Nøjagtighed på udgangsfrekvens	Maks. fejl: 0,1 % af fuld skala
Opløsning på frekvensudgange	12 bit

1) Klemme 27 og 29 kan også programmeres som indgange.

Den digitale udgang er galvanisk adskilt fra forsyningsspændingen (PELV) og andre højspændingsklemmer.

Pulsindgange

Programmerbare pulsindgange	2
Klemmenummer, puls	29, 33
Maks. frekvens på klemme 29, 33	110 kHz (push-pull-styret)
Maks. frekvens på klemme 29, 33	5 kHz (åben kollektor)
Min. frekvens på klemme 29, 33	4 Hz
Spændingsniveau	se kapitel 7.6.1 Digitale indgange

Maksimumspænding på indgang	28 V DC
Indgangsmodstand, R_i	ca. 4 k Ω
Pulsindgangsnøjagtighed (0,1-1 kHz)	Maks. fejl: 0,1 % af fuld skala

Styrekort, 24 V DC-udgang

Klemmenummer	12, 13
Maksimum belastning	200 mA

24 V DC-forsyningen er galvanisk adskilt fra forsyningsspændingen (PELV), men har samme potentiale som de analoge og digitale indgange og udgange.

Relæudgange

Programmerbare relæudgange	2
Relæ 01 klemmenummer	1-3 (bryde), 1-2 (slutte)
Maksimum klemmebelastning (AC-1) ¹⁾ på 1-3 (NC), 1-2 (NO) (resistiv belastning)	240 V AC, 2 A
Maksimum klemmebelastning (AC-15) ¹⁾ (induktiv belastning @ cos ϕ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maksimum klemmebelastning (DC-1) ¹⁾ på 1-2 (NO), 1-3 (NC) (resistiv belastning)	60 V DC, 1 A
Maksimum klemmebelastning (DC-13) ¹⁾ (induktiv belastning)	24 V DC, 0,1 A
Relæ 02 klemmenummer	4-6 (bryde), 4-5 (slutte)
Maksimum klemmebelastning (AC-1) ¹⁾ på 4-5 (NO) (resistiv belastning) ^{2) 3)}	400 V AC, 2 A
Maksimum klemmebelastning (AC-15) ¹⁾ på 4-5 (NO) (induktiv belastning @ cos ϕ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maksimum klemmebelastning (DC-1) ¹⁾ på 4-5 (NO) (resistiv belastning)	80 V DC, 2 A
Maksimum klemmebelastning (DC-13) ¹⁾ på 4-5 (NO) (induktiv belastning)	24 V DC, 0,1 A
Maksimum klemmebelastning (AC-1) ¹⁾ på 4-6 (NC) (resistiv belastning)	240 V AC, 2 A
Maksimum klemmebelastning (AC-15) ¹⁾ på 4-6 (NC) (induktiv belastning @ cos ϕ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maksimum klemmebelastning (DC-1) ¹⁾ på 4-6 (NC) (resistiv belastning)	50 V DC, 2 A
Maksimum klemmebelastning (DC-13) ¹⁾ på 4-6 (NC) (induktiv belastning)	24 V DC, 0,1 A
Minimum klemmebelastning på 1-3 (NC), 1-2 (NO), 4-6 (NC), 4-5 (NO)	24 V DC, 10 mA, 24 V AC, 20 mA
Miljø i overensstemmelse med EN 60664-1	overspændingskategori III/forureningsgrad 2

1) IEC 60947 del 4 og 5.

Relækontakterne er galvanisk adskilt fra resten af kredsløbet ved forstærket isolering (PELV).

2) Overspændingskategori II.

3) UL-applikationer 300 V AC 2 A.

Styrekort, 10 V DC-udgang

Klemmenummer	50
Udgangsspænding	10,5 V $\pm$ 0,5 V
Maksimum belastning	25 mA

10 V DC-forsyningen er galvanisk adskilt fra forsyningsspændingen (PELV) og andre højspændingsklemmer.

Styrekarakteristik

Opløsning for udgangsfrekvens ved 0–590 Hz	$\pm$ 0,003 Hz
Systemresponstid (klemme 18, 19, 27, 29, 32, 33)	$\leq$ 2 ms
Hastighedsstyringsområde (åben sløjfe)	1:100 af synkron hastighed
Hastighedsnøjagtighed (åben sløjfe)	30-4.000 O/MIN: maksimumfejl på $\pm$ 8 O/MIN

Alle styrekarakteristikker er baserede på en 4-polet asynkron motor.

Ydeevne for styrekort

Scanningsinterval	5 ms
-------------------	------

Styrekort, seriel kommunikation via USB

USB-standard	1,1 (fuld hastighed)
USB-stik	USB-stik til "apparat" af B-typen

⚠FORSIGTIG

Tilslutning til en pc foretages via et almindeligt værts/apparats-USB-kabel.

USB-tilslutningen er galvanisk adskilt fra forsyningsspændingen (PELV) og andre højspændingsklemmer.

USB-jordtilslutningen er ikke galvanisk adskilt fra beskyttelsesjordingen. Benyt kun en isoleret bærbar/stationær computer som pc-tilslutning til USB-stikket på frekvensomformerens eller et isoleret USB-kabel/en USB-omformer.

7.7 Sikringer og afbrydere

Brug de anbefalede sikringer og/eller afbrydere på forsyningssiden som beskyttelse, hvis der skulle forekomme komponentnedbrud inden i frekvensomformerens (første fejl).

BEMÆRK!

Brug af sikringer på forsyningssiden er obligatorisk i installationer, som er kompatible med IEC 60364 (CE) og NEC 2009 (UL).

Anbefalinger:

- gG type sikringer.
- Afbrydere af Moeller-typen. Ved andre afbrydertyper skal det sikres, at energien til frekvensomformerens er lig med eller lavere end den energi, der leveres af Moeller-typerne.

Brug af de anbefalede sikringer og afbrydere sikrer, at mulige skader på frekvensomformerens begrænses til skader inde i apparatet. Se *Applikationsanvisningen Sikringer og afbrydere* for yderligere oplysninger.

Nedenstående sikringer er egnede til brug i et kredsløb, der kan levere 100.000 A_{rms} (symmetrisk), afhængigt af frekvensomformerens spændingsklassificering. Med de passende sikringer er frekvensomformerens kortslutningsstrømklassificering (SCCR) 100.000 A_{rms}.

7.7.1 Overholdelse af CE

200–240 V, kapslingsstørrelser A, B og C

Kapsling	Effekt [kW]	Anbefalet sikringsstørrelse	Anbefalet maksimumsikring	Anbefalet afbryder Moeller	Maksimum tripniveau [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

Tabel 7.19 200–240 V, kapslingsstørrelser A, B og C

38–480 V, kapslingsstørrelser A, B og C

Kapsling	Effekt [kW]	Anbefalet sikringsstørrelse	Anbefalet maksimumsikring	Anbefalet afbryder Moeller	Maksimum tripniveau [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

Tabel 7.20 380-480 V, kapslingsstørrelser A, B og C

525–600 V, kapslingsstørrelser A, B og C

Kapsling	Effekt [kW]	Anbefalet sikringsstørrelse	Anbefalet maksimumsikring	Anbefalet afbryder Moeller	Maksimum tripniveau [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

Tabel 7.21 52–600 V, kapslingsstørrelser A, B og C

525–690 V, kapslingsstørrelser A, B og C

Kapsling	Effekt [kW]	Anbefalet sikringsstørrelse	Anbefalet maksimumsikring	Anbefalet afbryder Danfoss	Maksimum tripniveau [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		

Tabel 7.22 525–690 V, kapslingsstørrelser A, B og C

7.7.2 UL-overensstemmelse

1 x 200–240 V, kapslingsstørrelser A, B og C

Anbefalet maksimumsikring													
Power [kW]	Maks. forsikringsstørrelse [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 ¹⁾	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 ²⁾	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

Tabel 7.23 1 x 200–240 V, kapslingsstørrelser A, B og C

1) Siba tilladt op til 32 A.

2) Siba tilladt op til 63 A.

1 x 380–500 V, kapslingsstørrelser B og C

Anbefalet maksimumsikring													
Power [kW]	Maks. for-sikringsstørrelse [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

Tabel 7.24 1 x 380–500 V, kapslingsstørrelser B og C

- KTS-sikringer fra Bussmann kan bruges i stedet for KTN til 240 V-frekvensomformere.
- FWH-sikringer fra Bussmann kan bruges i stedet for FWX til 240 V-frekvensomformere.
- JJS-sikringer fra Bussmann kan bruges i stedet for JJN til 240 V-frekvensomformere.
- KLSR-sikringer fra Littelfuse kan bruges i stedet for KLNK til 240 V-frekvensomformere.
- A6KR-sikringer fra Ferraz Shawmut kan bruges i stedet for A2KR til 240 V-frekvensomformere.

3 x 200-240 V, kapslingsstørrelser A, B og C

Effekt [kW]	Anbefalet maksimumsikring					
	Bussmann Type RK1 ¹⁾	Bussmann Type J	Bussmann Type T	Bussmann Type CC	Bussmann	Bussmann Type 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	-	-	-

Tabel 7.25 3 x 200-240 V, kapslingsstørrelser A, B og C

Effekt [kW]	Anbefalet maksimumsikring							
	SIBA Type RK1	Littelfuse Type RK1	Ferraz- Shawmut Type CC	Ferraz- Shawmut Type RK1 ²⁾	Bussmann Type JFHR2 ³⁾	Littelfuse JFHR2	Ferraz- Shawmut JFHR2 ⁴⁾	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

Tabel 7.26 3 x 200-240 V, kapslingsstørrelser A, B og C

- 1) KTS-sikringer fra Bussmann kan bruges i stedet for KTN til 240 V-frekvensomformere.
- 2) A6KR-sikringer fra Ferraz Shawmut kan bruges i stedet for A2KR til 240 V-frekvensomformere.
- 3) FWH-sikringer fra Bussmann kan bruges i stedet for FWX til 240 V-frekvensomformere.
- 4) A50X-sikringer fra Ferraz Shawmut kan bruges i stedet for A25X til 240 V-frekvensomformere.

3 x 380–480 V, kapslingsstørrelser A, B og C

	Anbefalet maksimumsikring					
Power [kW]	Bussmann Type RK1	Bussmann Type J	Bussmann Type T	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC	Bussmann Type 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	-	-	-

7

Tabel 7.27 3 x 380–480 V, kapslingsstørrelser A, B og C

	Anbefalet maksimumsikring							
Effekt [kW]	SIBA Type RK1	Littelfuse Type RK1	Ferraz-Shawmut Type CC	Ferraz-Shawmut Type RK1	Bussmann JFHR2	Ferraz Shawmut J	Ferraz Shawmut JFHR2 ¹⁾	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

Tabel 7.28 3 x 380–480 V, kapslingsstørrelser A, B og C

1) Ferraz-Shawmut A50QS-sikringer kan bruges i stedet for A50P-sikringer.

3 x 525-600 V, kapslingsstørrelser A, B og C

Effekt [kW]	Anbefalet maksimumsikring									
	Bussmann Type RK1	Bussman n Type J	Bussmann Type T	Bussmann Type CC	Bussman n Type CC	Bussman n Type CC	SIBA Type RK1	Littelfuse Type RK1	Ferraz- Shawmut Type RK1	Ferraz- Shawmut J
0,75– 1,1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	CTK-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	CTK-R-10	LP-CC-10	5017906-010	KLS-R-010	A6K-10-R	HSJ-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	CTK-R-15	LP-CC-15	5017906-016	KLS-R-015	A6K-15-R	HSJ-15
4	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	CTK-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	CTK-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	CTK-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

Tabel 7.29 3 x 525-600 V, kapslingsstørrelser A, B og C

3 x 525-690 V, kapslingsstørrelser B og C

Effekt [kW]	Anbefalet maksimumsikring							
	Maksimum for-sikring [A]	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

Tabel 7.30 3 x 525-690 V, kapslingsstørrelser B og C

7.8 Nominel effekt, vægt og mål

Kapslingsstørrelse [kW]	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
1 x 200-240 V	S2	1,1	1,1-2,2	1,1	1,5-3,7	7,5	-	-	15	22	-	-
3 x 200-240 V	T2	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	S4	-	1,1-4,0	-	7,5	11	-	-	18	37	-	-
3 x 380-480 V	T4	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	T6	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	T7	-	-	-	-	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	Chassis type 1	Chassis	type 12/4X	type 12/4X	type 1/12/4X	type 1/12/4X	Chassis	Chassis	type 1/12/4X	type 1/12/4X	Chassis	Chassis
Højde [mm]												
Højde på bagplade	A	268	375	390	420	480	650	520	680	770	550	660
Højde med frakoblingssplade til Fieldbus-kabler	A	374	-	-	-	-	-	595	-	-	630	800
Afstand mellem monteringshullerne	a	257	350	401	402	454	624	495	648	739	521	631
Bredde [mm]												
Bredde på bagplade	B	90	130	200	242	242	242	231	308	370	308	370
Bredde på bagplade med én C-option	B	130	170	-	242	242	242	231	308	370	308	370
Bredde på bagplade med to C-optioner	B	90	130	-	242	242	242	231	308	370	308	370
Afstand mellem monteringshullerne	b	70	110	171	215	210	210	200	272	334	270	330
Dybde ¹⁾ [mm]												
Uden option A/B	C	205	205	175	200	260	260	242	310	335	333	333
Med option A/B	C	220	220	175	200	260	260	242	310	335	333	333
Skruerhuller [mm]												
c	8,0	8,0	8,0	8,25	12	12	12	-	12	12	-	-
d	ø11	ø11	ø11	ø12	ø19	ø19	ø19	-	ø19	ø19	-	-
e	ø5,5	ø5,5	ø5,5	ø6,5	ø9	ø9	ø9	8,5	ø9,0	ø9,0	8,5	8,5
f	9	9	9	6	9	9	9	15	9,8	9,8	17	17
Maksimumvægt [kg]	4,9	5,3	6,6	9,7	14	23	27	23,5	45	65	35	50

1) Kapslingens dybde varierer afhængigt af, hvilke optioner der installeres.

Tabel 7.31 Nominel effekt, vægt og mål

7.9 dU/dt-test

For at undgå skader på motorer, uden faseadskillelsepapir eller anden isoleringsforstærkning, der er bygget til frekvensomformerdrift, anbefales det at montere et du/dt-filter eller et LC-filter på frekvensomformerens udgang.

Når en transistor i vekselretterbroen skifter, vil spændingen i motoren øges med et dU/dt-forhold, der afhænger af:

- Motorinduktans
- Motorkabel (type, tværsnit, længde, skærmet eller uskærmet)

Den naturlige induktion medfører oversving i motorspids-spændingen, før den stabiliseres. Niveautet afhænger af spændingen i DC-linket.

Spidsspændingen på motorklemmerne forårsages af afbrydelse af IGBT'erne. Stigetid og spidsspændingen påvirker motorens levetid. Hvis spidsspændingen er for høj, påvirkes motorer uden spolesolering negativt over tid.

Med korte motorkabler (få meter) er stigetiden og spidsspændingen lavere. Stigetid og spidsspændingen øges med kabellængden.

Frekvensomformerer overholder IEC 60034-25 og IEC 60034-17, hvad angår motordesign.

7.9.1 Spidsspænding på motor

For at udregne ca.-værdierne for kabellængder og spænding, som ikke er beskrevet nedenfor, anvendes følgende tommelfingerregel:

1. Stigetid tiltager/aftager proportionelt med kabellængden.
2. $U_{SPIDS} = \text{DC-link-spænding} \times 1,9$
(DC-link-spænding = Netspænding $\times$ 1,35).
3.
$$dU/dt = \frac{0,8 \times U_{SPIDS}}{\text{Stigetid}}$$

Data måles i henhold til IEC 60034-17.

Kabellængde er i meter.

200–240 V (T2)

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
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

Tabel 7.32 Frekvensomformer, P5K5, T2

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
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

Tabel 7.33 Frekvensomformer, P7K5, T2

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
36	240	0,264	0,624	1,894
136	240	0,536	0,596	0,896
150	240	0,568	0,568	0,806

Tabel 7.34 Frekvensomformer, P11K, T2

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
30	240	0,556	0,650	0,935
100	240	0,592	0,594	0,807
150	240	0,708	0,575	0,669

Tabel 7.35 Frekvensomformer, P15K, T2

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,832
150	240	0,720	0,574	0,661

Tabel 7.36 Frekvensomformer, P18K, T2

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,560	0,580	0,832
150	240	0,720	0,574	0,661

Tabel 7.37 Frekvensomformer, P22K, T2

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
15	240	0,194	0,626	2,581
50	240	0,252	0,574	1,929
150	240	0,444	0,538	0,977

Tabel 7.38 Frekvensomformer, P30K, T2

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
30	240	0,300	0,598	1,593
100	240	0,536	0,566	0,843
150	240	0,776	0,546	0,559

Tabel 7.39 Frekvensomformer, P37K, T2

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
30	240	0,300	0,598	1,593
100	240	0,536	0,566	0,843
150	240	0,776	0,546	0,559

Tabel 7.40 Frekvensomformer, P45K, T2

380–480 V (T4)

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
5	400	0,640	0,690	0,862
50	400	0,470	0,985	0,985
150	400	0,760	1,045	0,947

Tabel 7.41 Frekvensomformer, P1K5, T4

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
5	400	0,172	0,890	4,156
50	400	0,310		2,564
150	400	0,370	1,190	1,770

Tabel 7.42 Frekvensomformer, P4K0, T4

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
5	400	0,04755	0,739	8,035
50	400	0,207	1,040	4,548
150	400	0,6742	1,030	2,828

Tabel 7.43 Frekvensomformer, P7K5, T4

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
15	400	0,408	0,718	1,402
100	400	0,364	1,050	2,376
150	400	0,400	0,980	2,000

Tabel 7.44 Frekvensomformer, P11K, T4

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
36	400	0,422	1,060	2,014
100	400	0,464	0,900	1,616
150	400	0,896	1,000	0,915

Tabel 7.45 Frekvensomformer, P15K, T4

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
36	400	0,344	1,040	2,442
100	400	1,000	1,190	0,950
150	400	1,400	1,040	0,596

Tabel 7.46 Frekvensomformer, P18K, T4

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
36	400	0,232	0,950	3,534
100	400	0,410	0,980	1,927
150	400	0,430	0,970	1,860

Tabel 7.47 Frekvensomformer, P22K, T4

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
15	400	0,271	1,000	3,100
100	400	0,440	1,000	1,818
150	400	0,520	0,990	1,510

Tabel 7.48 Frekvensomformer, P30K, T4

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
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

Tabel 7.49 Frekvensomformer, P37K, T4

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
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

Tabel 7.50 Frekvensomformer, P45K, T4

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
10	400	0,350	0,932	2,130

Tabel 7.51 Frekvensomformer, P55K, T4

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
5	480	0,371	1,170	2,466

Tabel 7.52 Frekvensomformer, P75K, T4

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
5	400	0,364	1,030	2,264

Tabel 7.53 Frekvensomformer, P90K, T4

525–600 V (T6)

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
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

Tabel 7.54 Frekvensomformer, P11K, T6

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
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

Tabel 7.55 Frekvensomformer, P22K, T6

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
15	600	0,276	1,184	4,290

Tabel 7.56 Frekvensomformer, P55K, T6

525–690 V (T7)

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
80	690	0,580	1,728	2,369
130	690	0,930	1,824	1,569
180	690	0,925	1,818	1,570

Tabel 7.57 Frekvensomformer, P7K5, T7

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
5	690	0,250	1,440	4,608
105	690	0,570	1,800	2,526
180	690	0,982	1,840	1,499

Tabel 7.58 Frekvensomformer, P45K, T7

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [µsek]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µsek]
6	690	0,238	1,416	4,739
50	690	0,358	1,764	3,922
150	690	0,465	1,872	3,252

Tabel 7.59 Frekvensomformer, P55K, T7

7.10 Klassificering af akustisk støj

Kapslingsstørrelse	50 % ventilatorhastighed [dBA]	Fuld ventilatorhastighed [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

Tabel 7.60 Klassificering af akustisk støj

Værdier er målt 1 m fra apparatet.

7.11 Valgte optioner

7.11.1 VLT® Universal I/O Module MCB 101

MCB 101 anvendes til udvidelse af digitale og analoge indgange og udgange.

Montér MCB 101 i port B på frekvensomformereren.

Indhold:

- MCB 101-optionsmodul
- Forlænget beslag til LCP
- Klemmeafdækning

7.11.2 VLT® Relækort MCB 105

Relæoptionen MCB 105 indeholder tre SPDT-kontakter og skal monteres i port B.

Elektriske data

Maksimum klemmebelastning (AC-1) ¹⁾ (resistiv belastning)	240 V AC 2 A
Maksimum klemmebelastning (AC-15) ¹⁾ (induktiv belastning @ cosφ 0,4)	240 V AC 0,2 A
Maks. klemmebelastning (DC-1) ¹⁾ (resistiv belastning)	24 V DC 1 A
Maksimum klemmebelastning (DC-13) ¹⁾ (induktiv belastning)	24 V DC 0,1 A
Minimum klemmebelastning (DC)	5 V 10 mA
Maksimum koblingsfrekvens ved nominel belastning/minimum belastning	6 minimum ⁻¹ /20 sek ⁻¹

1) IEC 947 del 4 og 5

Hvis relæoptionssættet bestilles separat, indeholder sættet

- Relæmodul MCB 105
- Forstørret LCP-beslag og forstørret klemmeafdækning
- Mærkat, der skal spærre for adgang til kontakterne, S201, S202 og S801
- Kabelstrips til fastgørelse af kablerne på relæmodulet

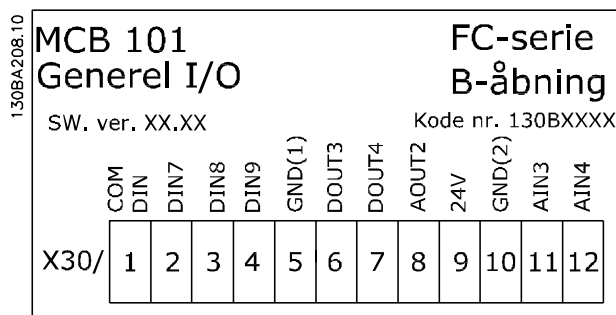
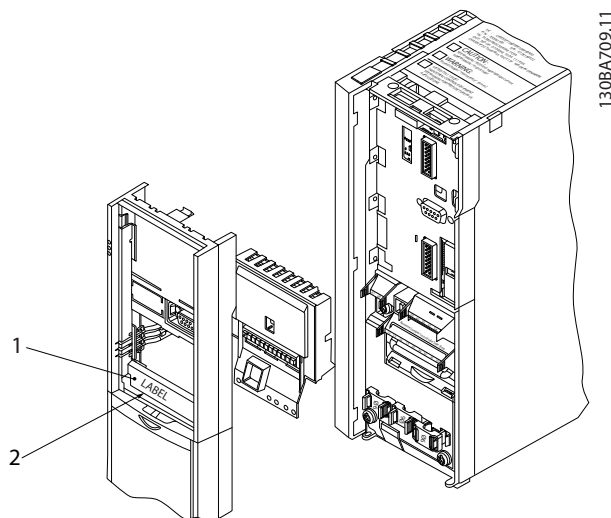
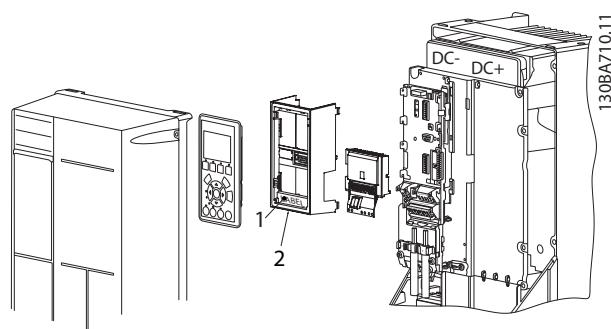


Illustration 7.2 MCB 101-option



1	ADVARSEL! Mærkatet SKAL anbringes på LCP-kapslingen som vist (UL-godkendt).
2	Relækort

Illustration 7.3 Kapslingsstørrelser A2-A3-B3



1	ADVARSEL! Mærkaten SKAL anbringes på LCP-kapslingen som vist (UL-godkendt).
2	Relækort

Illustration 7.4 Kapslingsstørrelser A5-B1-B2-B4-C1-C2-C3-C4



Warning Dual Supply

130BE040.10

Illustration 7.5 Advarselmærkaten placeret på option

Sådan tilføjes Relækort MCB 105-optionen:

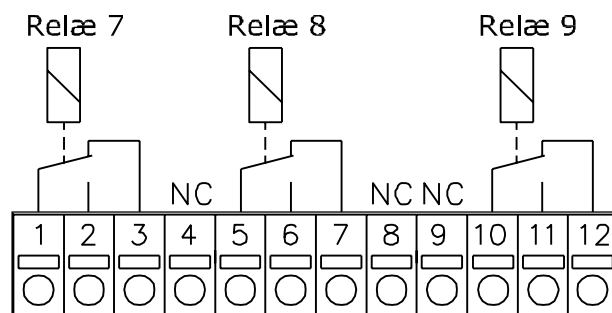
1. Afbryd strømmen til frekvensomformeren.
2. Afbryd strømmen til de strømførende dele på relæklemmerne.
3. Fjern LCP'et, klemmeafdækningen og LCP-beslaget fra frekvensomformeren.
4. Montér MCB 105-optionskortet i port B.
5. Tilslut styreledninger, og fastgør kablerne med de medfølgende kabelstrips.
6. Sørg for, at længden på den afisolerede ledning er korrekt (se *Illustration 7.7*).
7. Bland ikke strømførende dele (højspænding) med styresignaler (PELV).
8. Montér det forstørrede LCP-beslag og den forstørrede klemmeafdækning.
9. Udskift LCP'et
10. Slut strømmen til frekvensomformeren.
11. Vælg relæfunktionerne i *parameter 5-40 Funktionsrelæ* [6-8], *parameter 5-41 ON-forsinkelse, relæ* [6-8] og *parameter 5-42 OFF-forsinkelse, relæ* [6-8].

BEMÆRK!

Array [6] er relæ 7, array [7] er relæ 8, og array [8] er relæ 9

BEMÆRK!

For at få adgang til RS-485-termineringskontakt S801 eller strøm/spænding-kontakterne S201/S202 skal relækortet afmonteres (se *Illustration 7.3* og *Illustration 7.4*, position 2).



130BA162.10

Illustration 7.6 Relæer

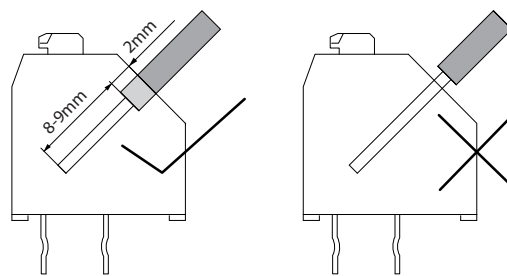
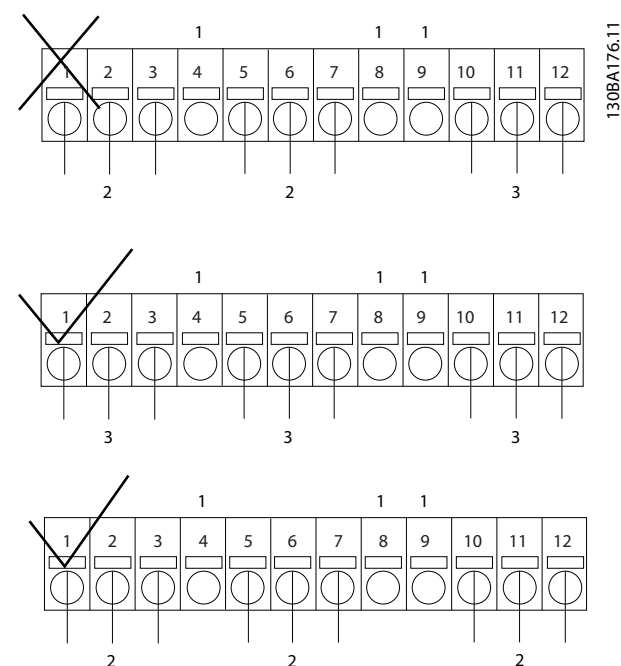


Illustration 7.7 Korrekt indsættelse af ledning

130BA177.10



1	NC
2	Strømførende del
3	PELV

Illustration 7.8 Korrekt relæledningsføring

BEMÆRK!

Kombinér ikke 24/48 V-systemer med højspændingssystemer.

7.11.3 VLT® PTC-termistorkort MCB 112

Med MCB 112-optionen er det muligt at overvåge temperaturen i en elektrisk motor gennem en galvanisk adskilt PTC-termistorindgang. Det er en B-option til frekvensomformere med STO.

Se *kapitel 4 Applikationseksempler* for forskellige applikationsmuligheder.

X44/1 og X44/2 er termistorindgangene. X44/12 aktiverer STO i frekvensomformeren (T37), hvis termistorværdierne kræver det, og X44/10 informerer frekvensomformeren om, at en forespørgsel om STO kom fra MCB 112 for at sikre passende håndtering af alarmer. En af de digitale indgangsparametre (eller en digital indgang på en monteret option) skal indstilles til [80] PTC-kort 1 for at bruge oplysningerne fra X44/10. Konfigurer parameter 5-19 Klemme 37 Sikker standsning til den ønskede STO-funktion (standardindstillingen er sikker standsns.al.).

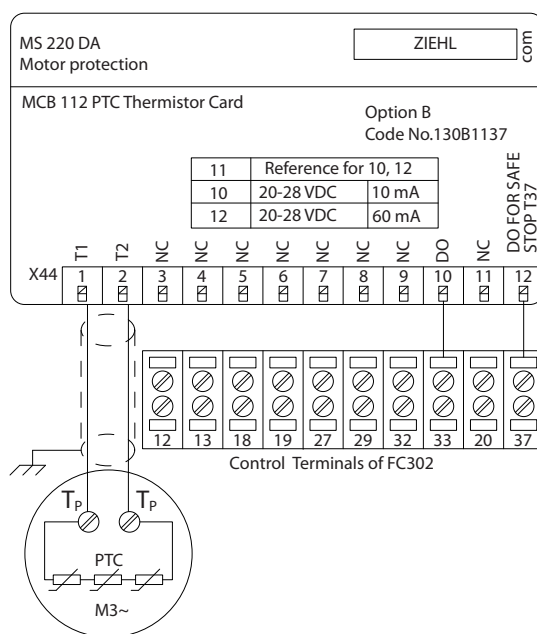


Illustration 7.9 Installation af MCB 112

ATEX-certificering med FC 102, FC 103, FC 202 og FC 302
MCB 112 er certificeret i henhold til ATEX, hvilket betyder, at frekvensomformeren sammen med MCB 112 kan bruges med motorer i potentielt eksplosive atmosfærer. Se *VLT® PTC-termistorkort MCB 112 Betjeningsvejledning* for flere oplysninger.



Illustration 7.10 Atmosfære Explosive (ATEX)

Elektriske data

Modstandsforbindelse

PTC overholder DIN 44081 og DIN 44082

Nummer	1..6 modstande i serie
Afbryderværdi	3,3 Ω ... 3,65 Ω ... 3,85 Ω
Nulstillingsværdi	1,7 Ω ... 1,8 Ω ... 1,95 Ω
Udløsertolerance	± 6 °C
Samlet modstand i følersløjfen	< 1,65 Ω
Klemmespænding	$\leq 2,5$ V for $R \leq 3,65$ Ω , ≤ 9 V for $R = \infty$
Følerstrøm	≤ 1 mA
Kortslutning	20 $\Omega \leq R \leq 40$ Ω
Strømforbrug	60 mA

Testbetingelser

EN 60 947-8

Måling af modstand mod stødspænding	6.000 V
Overspændingskategori	III
Forureningsgrad	2
Måling af isoleringsspænding V_{bis}	690 V
Pålidelig galvanisk adskillelse indtil V_i	500 V
Nominel omgivelsestemperatur	-20 °C to +60 °C
	EN 60068-2-1 tørvarme
Fugt	5-95 %, kondensering ikke tilladt
Vibrationsmodstand	10 til 1.000 Hz 1,14 g
Modstand mod rystelser	50 g

Sikkerhedssystemværdier

EN 61508 for $T_u = 75$ °C igangværende

SIL	2 for vedligeholdelsescyklus på to år 1 for vedligeholdelsescyklus på tre år
HFT	0
PFD (for årlig funktionstest)	$4,10 \times 10^{-3}$
SFF	78%
$\lambda_s + \lambda_{DD}$	8494 FIT
λ_{DU}	934 FIT
Bestillingsnummer 130B1137	

7.11.4 VLT® Udvidet relækort MCB 113

MCB 113 udvider I/O i frekvensomformeren med syv digitale indgange, to analoge udgange og fire SPDT-relæer. De udvidede I/O øger fleksibilitet og medfører overholdelse af de tyske NAMUR NE37-anbefalinger. MCB 113 er en standard C1-option, og den registreres automatisk efter montering.

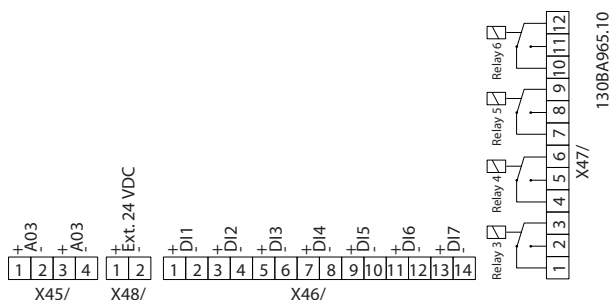


Illustration 7.11 Elektriske tilslutninger på MCB 113

For at sikre galvanisk adskillelse mellem frekvensomformeren og optionskortet, skal MCB 113 slutes til en ekstern 24 V på X48. Når der ikke er behov for galvanisk adskillelse, kan optionskortet forsynes internt med 24 V fra frekvensomformeren.

Elektriske data

Relæer

Numre	4 SPDT
Belastning ved 250 V AC/30 V DC	8 A
Belastning ved 250 V AC/30 V DC med $\cos\phi = 0,4$	3,5 A
Overspændingskategori (kontakt-jord)	III
Overspændingskategori (kontakt-kontakt)	II
Kombination af 250 V- og 24 V-signaler	Kan bruges med et ubrugt relæ imellem
Maksimum gennemløbsforsinkelse	10 ms
Isoleret fra jord/chassis til brug på it-netforsyningssystemer	

Digitale indgange

Numre	7
Indstillingsområde	0–24 V
Tilstand	PNP/NPN
Indgangsimpedans	4 kW
Lavt udløsniveau	6,4 V
Højt udløsniveau	17 V
Maksimum gennemløbsforsinkelse	10 ms

Analoge udgange

Numre	2
Indstillingsområde	0/4 -20 mA
Resolution	11 bit
Linearitet	<0,2%

BEMÆRK!

For at tilslutte både 24 V-signaler og højspændings-signaler i relæerne, skal det sikres, at der findes et ubrugt relæ imellem 24 V-signalet og højspændings-signalet.

Til opsætning af MCB 113 bruges følgende parameter-grupper:

- 5-1* Digitale indgange
- 6-7* Analog udgang 3
- 6-8* Analog udgang 4
- 14-8* Optioner
- 5-4* Relæer
- 16-6* Indgange & udgange

BEMÆRK!

I parametergruppe 5-4* Relæer,

- Array [2] er relæ 3.
- Array [3] er relæ 4.
- Array [4] er relæ 5.
- Array [5] er relæ 6.

7.11.5 VLT® Sensor Input Option MCB 114

Følerindgangsoptionskortet MCB 114 kan bruges i følgende tilfælde:

- Følerindgang til temperaturtransmitterne PT100 og PT1000 til overvågning af lejetemperaturer.
- Som en almindelig udvidelse af analoge indgange med en ekstra indgang til styring af flere zoner eller differens-trykmålinger.
- Understøttelse af udvidede PID-styreenheder med I/O til sætpunkt, transmitter-/følerindgange.

Typiske motorer, der er udstyret med temperaturfølere til beskyttelse af lejer mod overbelastning, monteres med tre PT100/1000-temperaturfølere; Én på fronten, én i det bageste leje og én i motorviklingerne. VLT® Følerindgangsoptionen MCB 114 understøtter 2- eller 3-ledningsfølere med individuelle temperaturgrænser for under-/overtemperatur. Ved opstart udføres en automatisk detektering af følertype PT100 eller PT1000.

Optionen kan generere en alarm, hvis den målte temperatur enten er under den lave grænse eller over den høje grænse. Den individuelle målte temperatur på hver følerindgang kan udlæses på displayet eller via udlæsningsparametre. Hvis der forekommer en alarm, kan relæerne eller de digitale udgange programmeres til at være aktive ved at vælge [21] *Termisk advarsel* i parametergruppe 5-** *Digital I/O-tilstand*.

En fejltilstand har et almindeligt advarsels-/alarmnummer tilknyttet, hvilket er *Alarm/advarsel 20, Temp.indg.fejl*. Enhver tilgængelig udgang kan programmeres til at være aktiv, hvis advarslen eller alarmen forekommer.

7.11.5.1 Elektriske og mekaniske specifikationer

Analog indgang

Antal analoge indgange	1
Format	0-20 mA eller 4-20 mA
Ledninger	2
Indgangsimpedans	<200 Ω
Prøvetagningsfrekvens	1 kHz
3. rækkes filter	100 Hz ved 3 dB

Optionen kan forsyne den analoge føler med 24 V DC (klemme 1).

Temperaturfølerindgang

Antal analoge indgange, der understøtter PT100/1000	3
Signaltype	PT100/1000
Tilslutning	PT100 to eller tre ledninger/PT1000 to eller tre ledninger
Frekvens PT100- og PT1000-indgang	1 Hz for hver kanal
Resolution	10 bit
	-50–204 °C
Temperaturområde	-58–399 °F

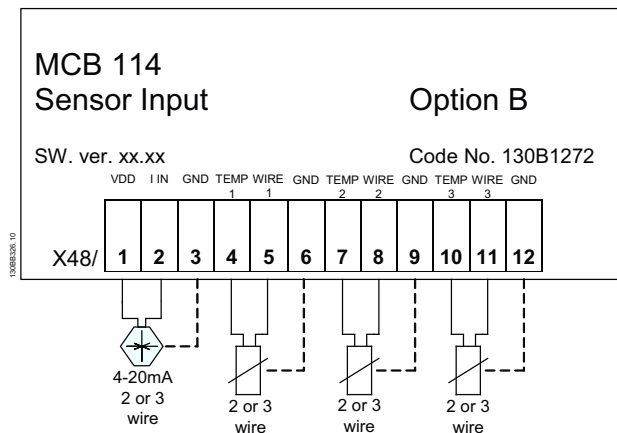
Galvanisk adskillelse

De følere, der skal tilsluttes, forventes at være galvanisk adskilt fra netspændingsniveauet	IEC 61800-5-1 og UL508C
--	-------------------------

Kabelføring

Maksimal signalkabellængde	500 m
----------------------------	-------

7.11.5.2 Elektrisk ledningsføring



Klemme	Navn	Funktion
1	VDD	24 V DC til forsyning af 4–20 mA føler
2	I i	4–20 mA indgang
3	GND	Analog indgang GND
4, 7, 10	Temp 1, 2, 3	Temperaturindgang
5, 8, 11	Ledning 1, 2, 3	3. ledningsindgang, hvis der anvendes tre følere
6, 9, 12	GND	Temperaturindgang GND

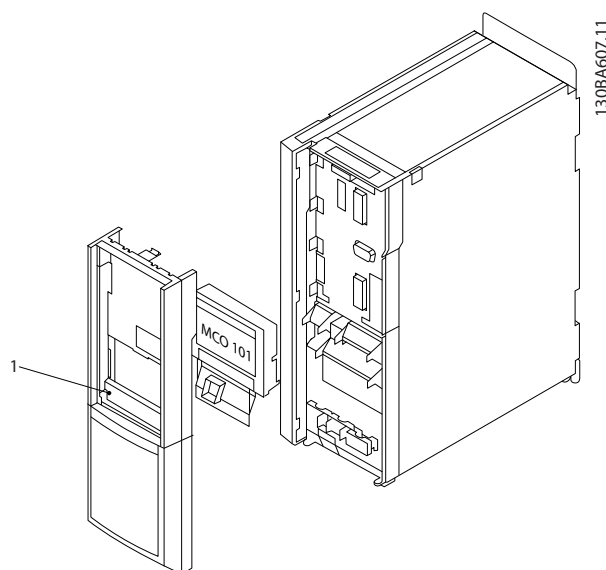
Illustration 7.12 MCB 114 elektrisk ledningsføring

7.11.6 VLT® Udvidet kaskadestyring MCO 101

MCO 101-optionen omfatter 3 omskifterkontakter og kan monteres i port B.

Maks. klemmebelastning (AC)	240 V AC 2 A
Maks. klemmebelastning (DC)	24 V DC 1 A
Min. klemmebelastning (DC)	5 V 10 mA
Maks. koblingsfrekvens ved nominel belastning/ min. belastning	6 min ⁻¹ /20 sek ⁻¹

Tabel 7.61 MCO 101 elektriske data

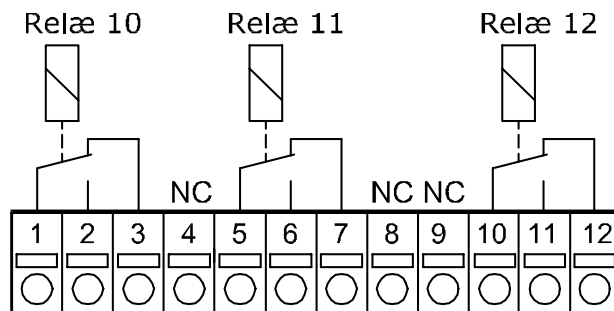


- 1 Afmonter MCO 101-optionen for at få adgang til RS-485-termineringskontakt (S801) eller strøm/spænding-kontakterne (S201, S202).

Illustration 7.13 Montering af B-option

Sådan monteres MCO 101-optionen:

1. Afbryd strømmen til frekvensomformeren.
2. Afbryd strømmen til de strømførende dele på relæklemmerne.
3. Fjern LCP'et, klemmeafdækningen og rammen fra FC 202.
4. Montér MCO 101-optionskortet i port B.
5. Tilslut styreledninger, og aflast kablerne med de medfølgende kabelstrips.
6. Montér den forlængede ramme og klemmeafdækningen.
7. Montér LCP'et igen.
8. Slut strømmen til frekvensomformeren.



130BA606.10

Illustration 7.14 Brug af forbindelser

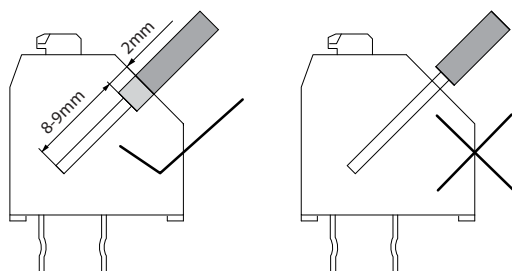
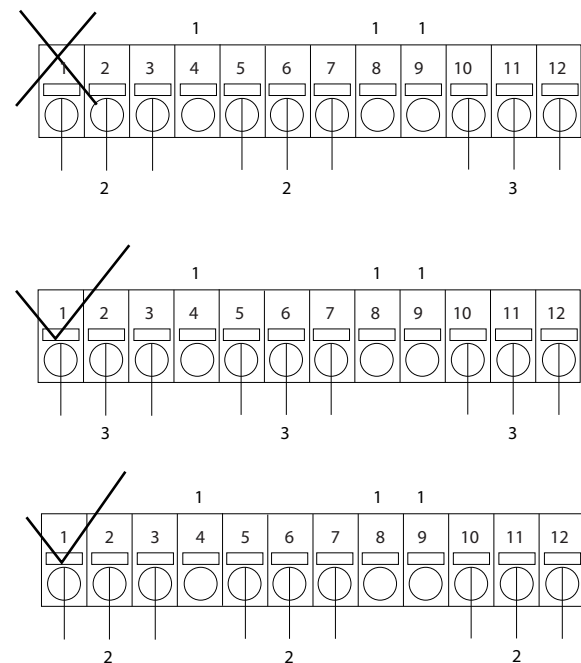


Illustration 7.15 Montering af kabler

ADVARSEL

Kombiner ikke lavspændingskomponenter og PELV-systemer (see Illustration 7.16).



1	NC
2	Strømførende del
3	PELV

Illustration 7.16 Ukorrekt og korrekt relæledningsføring

7.11.7 VLT® Avanceret kaskadestyrerenhed MCO 102

VLT-optionen Avanceret kaskadestyringskort MCO 102 er udelukkende beregnet til brug i port C1. Monteringspositionen af C1-optioner er vist i Illustration 7.17.

Maks. klemmebelastning (AC)	240 V AC 2 A
Maks. klemmebelastning (DC)	24 V DC 1 A
Min. klemmebelastning (DC)	5 V 10 mA
Maks. koblingsfrekvens ved nominel belastning/ minimum belastning	6 min ⁻¹ /20 sek ⁻¹

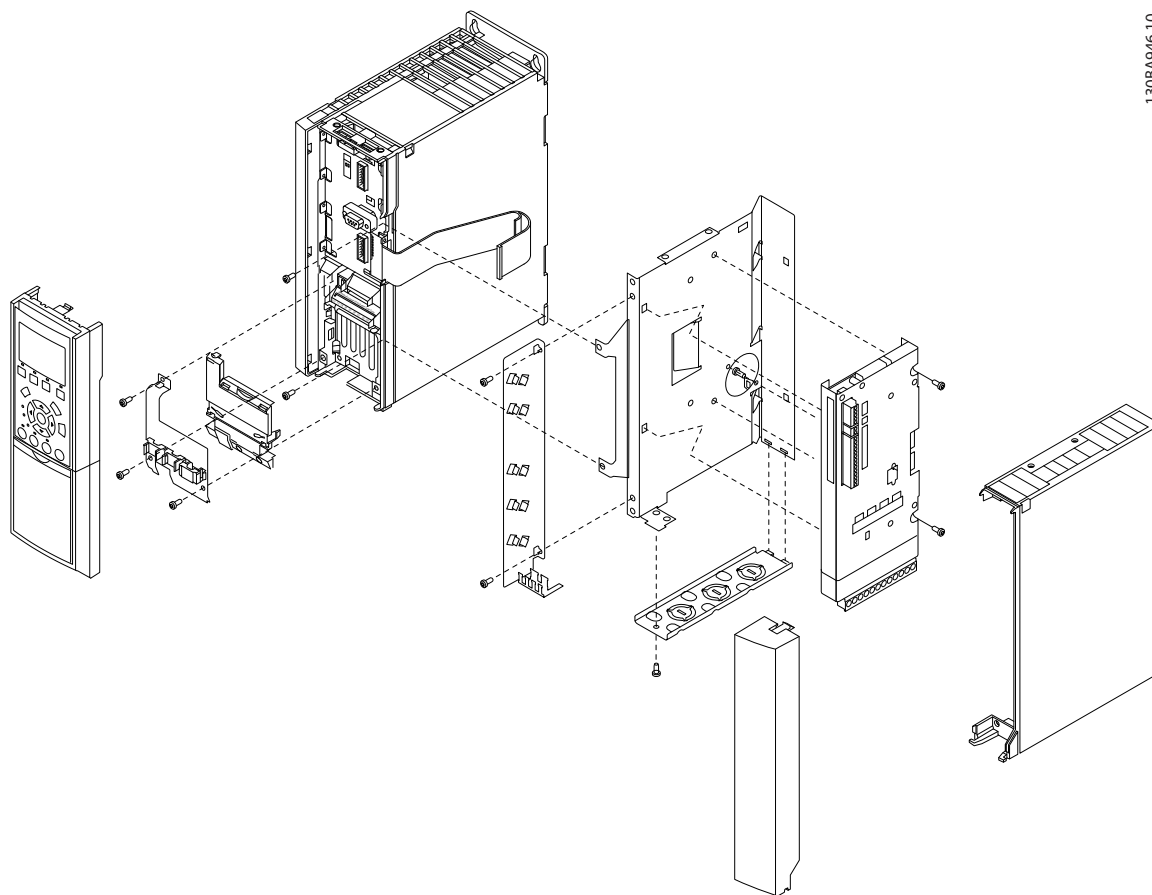
Tabel 7.62 Elektriske data, MCO 102

Nødvendigt værktøj

Det er nødvendigt med visse former for værktøj/udstyr til montering af en C-option monteringsæt (afhængigt af kapslingen):

Type	Beskrivelse	Bestillingsnummer
Optioner		
MCF 105	Monteringsæt kapslingsstørrelse A2 og A3 (40 mm for en C-option)	130B7530
MCF 105	Monteringsæt kapslingsstørrelse A5	130B7532
MCF 105	Monteringsæt kapslingsstørrelse B, C, D, E, F1 og F3 (undtagen B3)	130B7533
MCF 105	Monteringsæt kapslingsstørrelse B3 (40 mm for en C-option)	130B1413
Tilbehørspose		
MCO 102	Tilbehørspose	130B0152

Tabel 7.63 Bestillingsnumre til monteringsæt og tilbehørspose



7

Illustration 7.17 Kapsling A2, A3 (og B3) 40 mm for en C-option

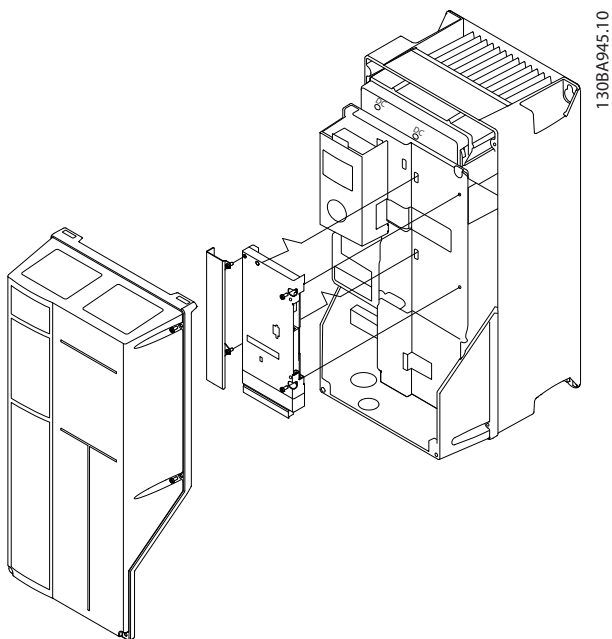


Illustration 7.18 Kapslinger B (undtagen B3) og C

Sådan tilføjes MCO 102-optionen

1. Afbryd strømmen.
2. Afbryd strømmen til de strømførende dele på relæklemmerne.
3. Fjern LCP'et, klemmeafdækningen og rammen fra FC 202.
4. Montér MCO 102-optionskortet i port C1.
5. Tilslut styreledningerne, og aflast kablerne med de medfølgende kabelstrips.
6. Montér den forlængede ramme og klemmeafdækningen.
7. Montér LCP'et igen.
8. Slut strømmen til frekvensomformereren.

Ledningsføring til klemmer

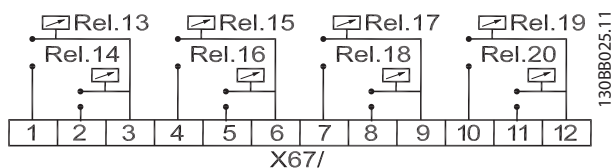


Illustration 7.19 Avanceret kaskadestyreenhed MCO 102 klemmetilslutninger, 8 relæer

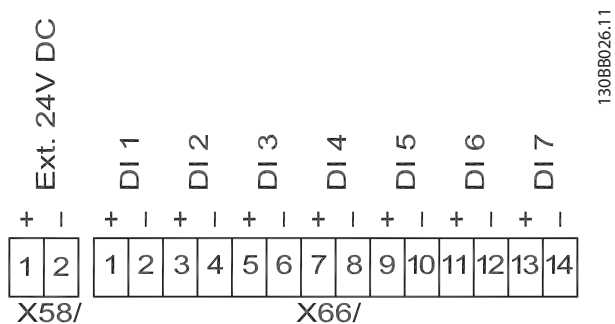


Illustration 7.20 Avanceret kaskadestyreenhed MCO 102
klemmetilslutninger til 7 digitale indgange og adgang til den
interne 24 V DC

8 Appendiks - Udvalgte tegninger

8.1 Tegninger over nettilslutning (3-faser)

Denne samling af tegninger er beregnet som en hjælp til adgangsplanlægning i designfasen.

Se *betjeningsvejledningen* for installationsprocedurer herunder:

- Sikkerhedskrav.
- Trinvis installationsprocedurer.
- Alternative konfigurationer.
- Yderligere tegninger.

Nettilslutning til kapslinger A1, A2 og A3:

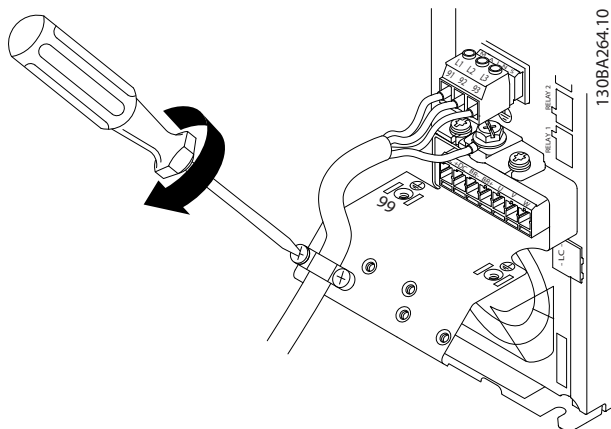


Illustration 8.1 Monteringskonsol

Nettilslutning til kapslinger A4/A5

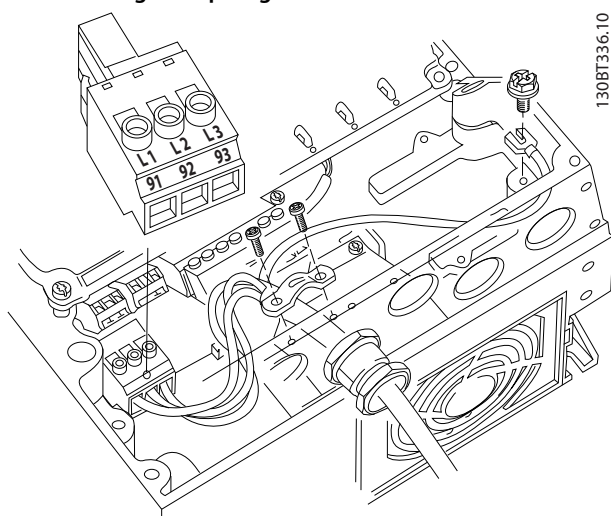


Illustration 8.2 Netspænding og jording uden afbryder

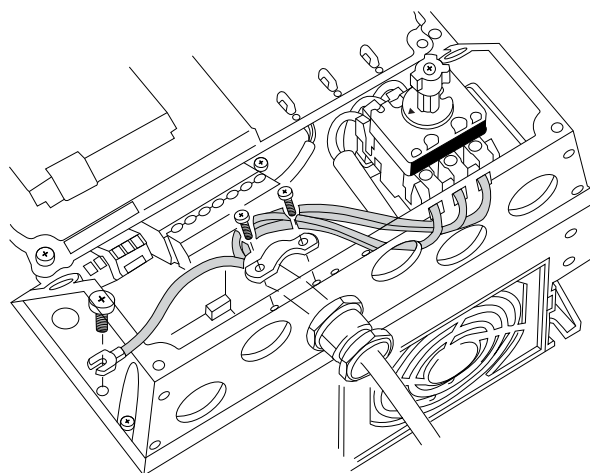


Illustration 8.3 Netspænding og jording med afbryder (for S2-varianter i kapslingsstørrelse B2, den ekstra klemmeblok skal anvendes til nettilslutning).

Hvis der anvendes en afbryder (kapslinger A4/A5), skal der monteres en PE på frekvensomformerens venstre side.

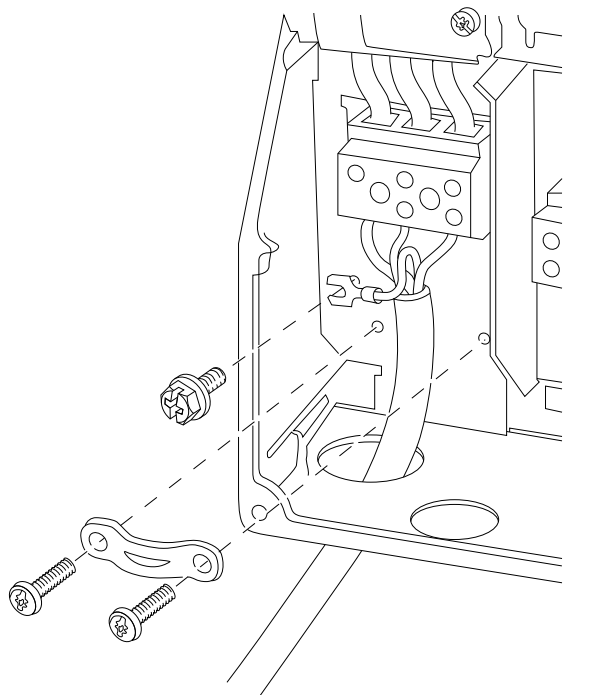


Illustration 8.4 Nettilslutning kapslinger B1 og B2

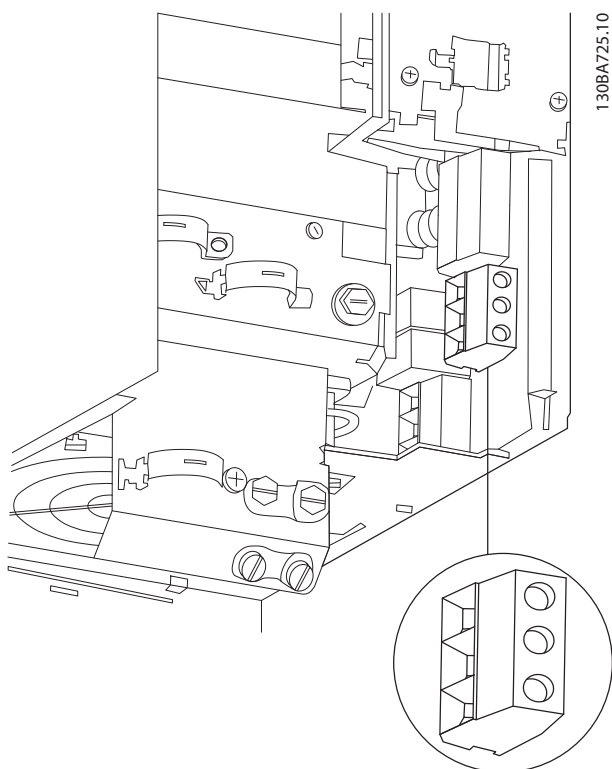


Illustration 8.5 Nettilslutning kapsling B3

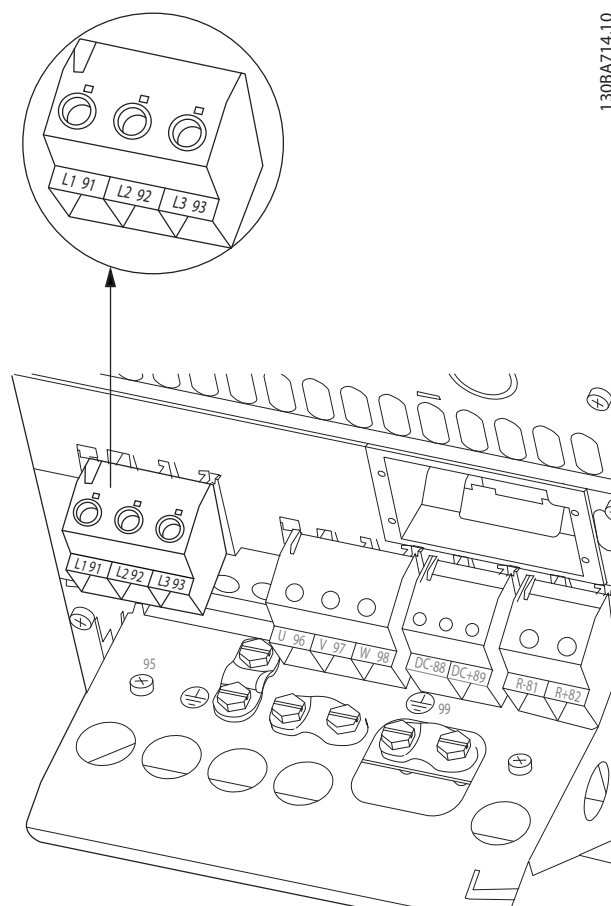
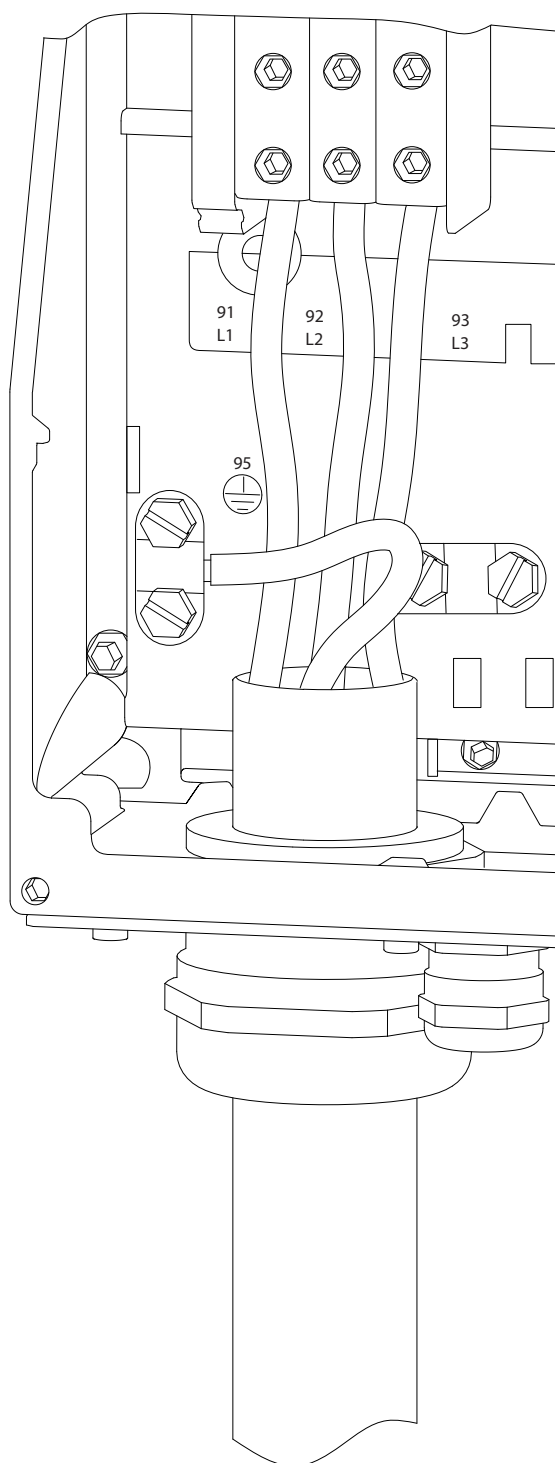
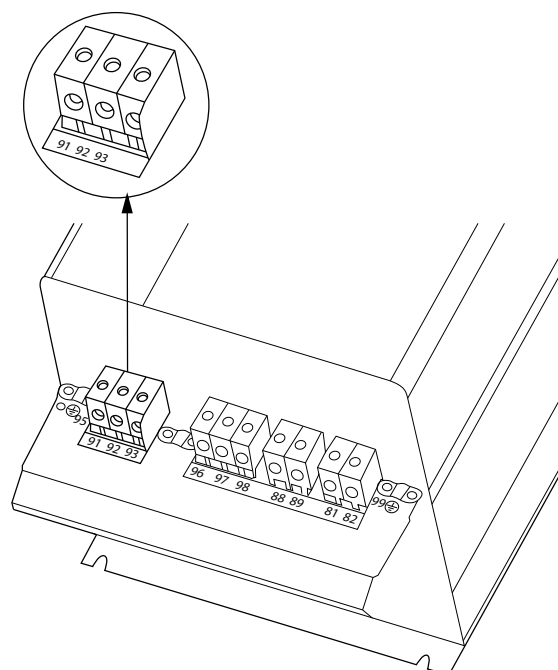


Illustration 8.6 Nettilslutning kapsling B4



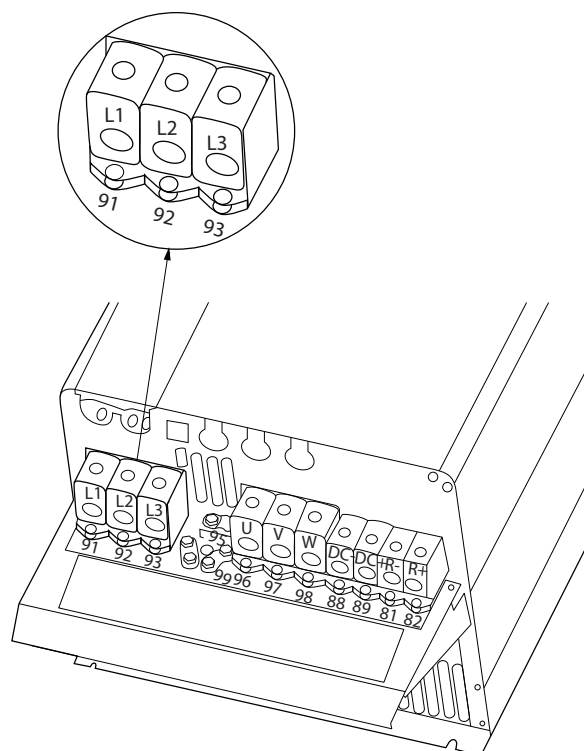
130BA389.10

Illustration 8.7 Nettilslutning kapslinger C1 og C2 (IP21/NEMA Type 1 og IP55/66/NEMA Type 12).



130BA718.10

Illustration 8.8 Nettilslutning kapslinger C3 (IP20).



130BA719.10

Illustration 8.9 Nettilslutning kapslinger C4 (IP20).

8.2 Tegninger over motortilslutning

Motortilslutning

Denne samling af tegninger er beregnet som en hjælp til adgangsplanlægning i designfasen.

Se *betjeningsvejledningen* for installationsprocedurer herunder:

- Sikkerhedskrav.
- Trinvis installationsprocedurer.
- Klemmebeskrivelser.
- Alternative konfigurationer.
- Yderligere tegninger.

Klem menu mmer	96	97	98	99	
	U	V	W	PE ¹⁾	Motorspænding 0-100 % af netspændingen. 3 ledninger ud af motoren
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	Trekanttilsluttet 6 ledninger ud af motoren
	U2	V2	W2	PE ¹⁾	Stjernetilsluttet U2, V2, W2 U2, V2 og W2 skal forbindes separat.

Tabel 8.1 Klemmebeskrivelser

1) Beskyttet jordtilslutning

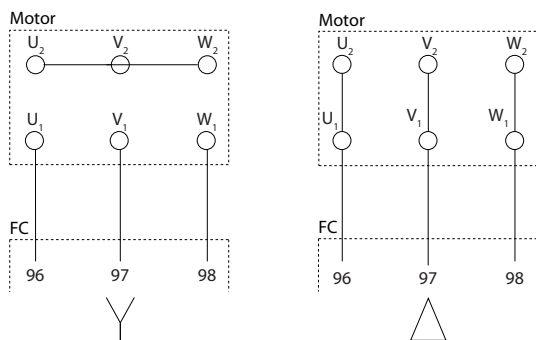


Illustration 8.10 Stjerne- og deltakoblinger

Alle typer trefasede asynkrone standardmotorer kan sluttes til frekvensomformeren. Små motorer er som regel stjerneforbundne (230/400 V, Y). Store motorer er som regel trekantforbundne (400/690 V, Δ). Se motorens typeskilt for korrekt tilslutningstilstand og spænding.

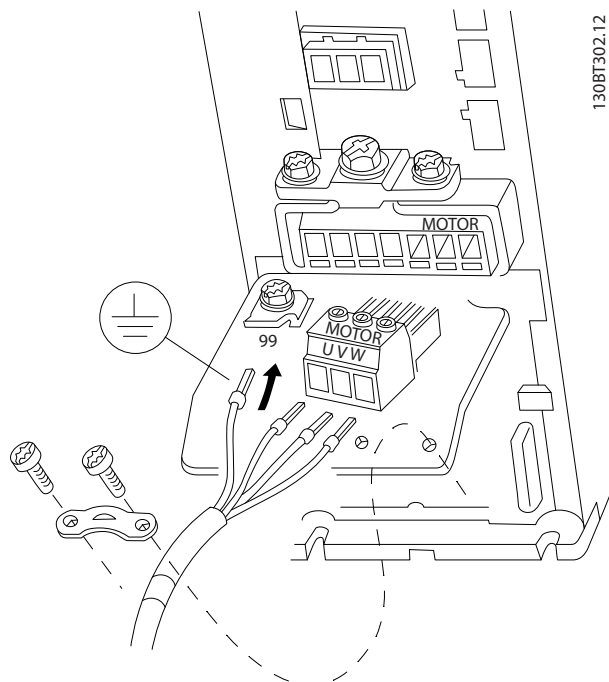


Illustration 8.11 Motortilslutning for kapslinger A1, A2 og A3

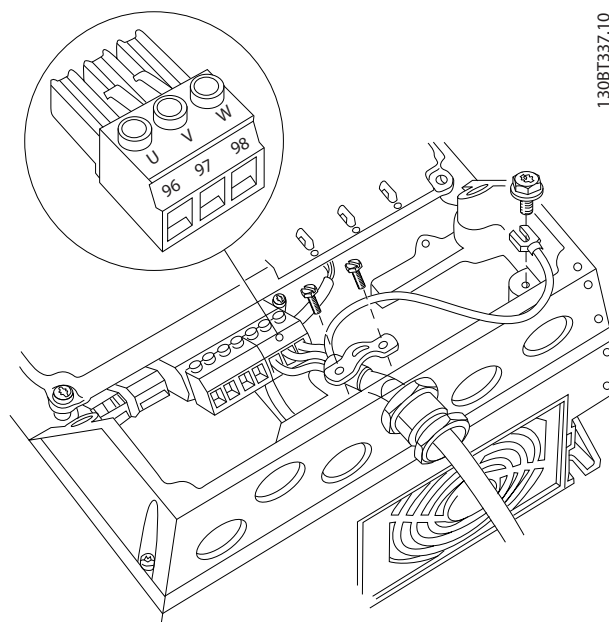
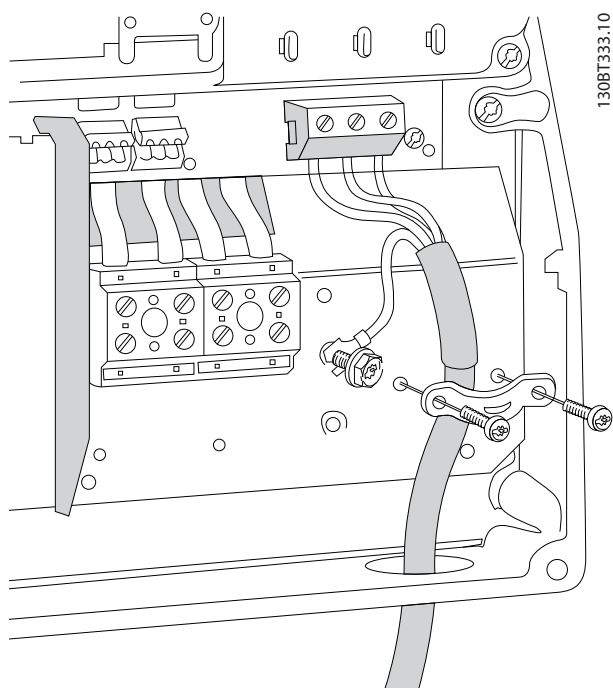
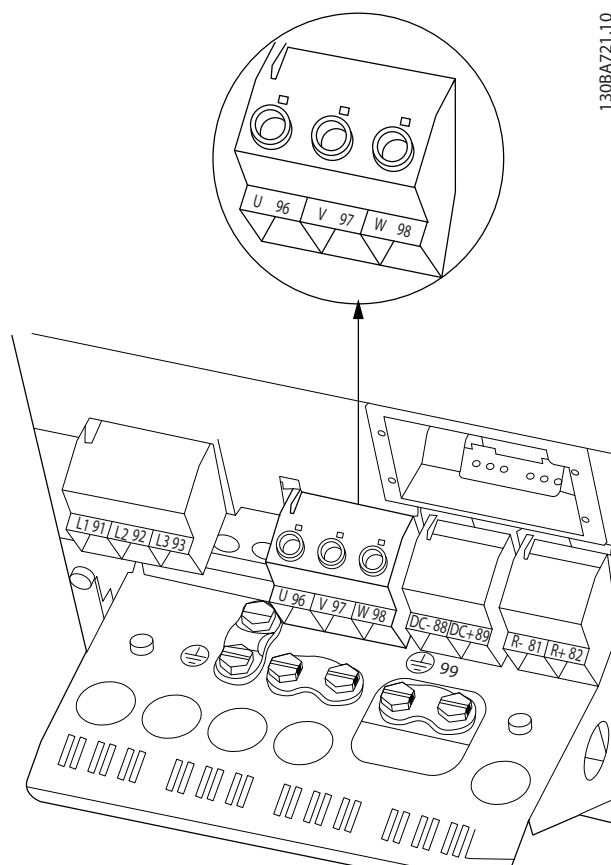


Illustration 8.12 Motortilslutning for kapslinger A4/A5



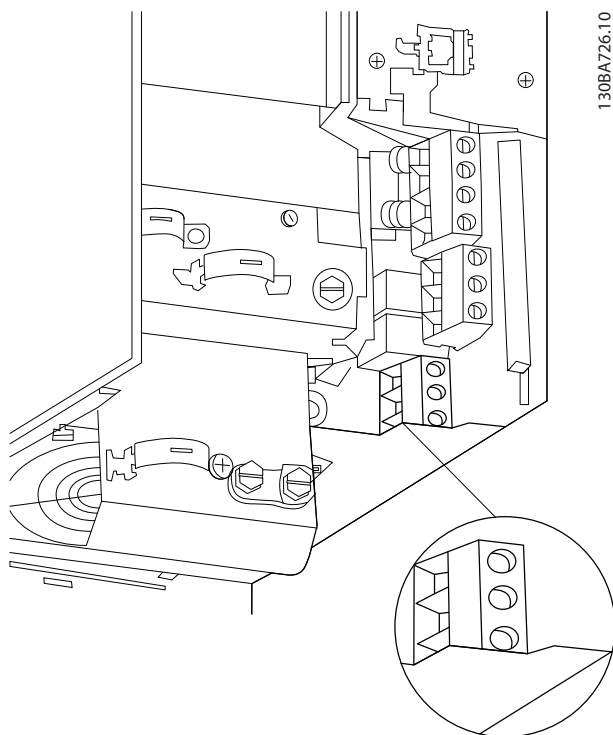
130BT333.10

Illustration 8.13 Motortilslutning for kapslinger B1 og B2



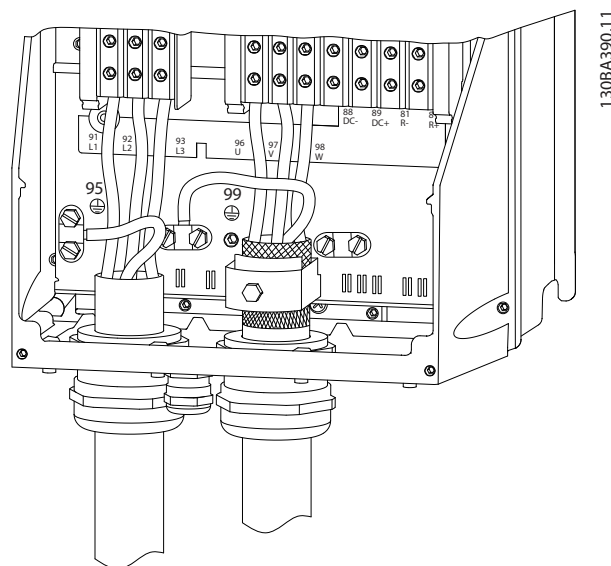
130BA721.10

Illustration 8.15 Motortilslutning for kapsling B4



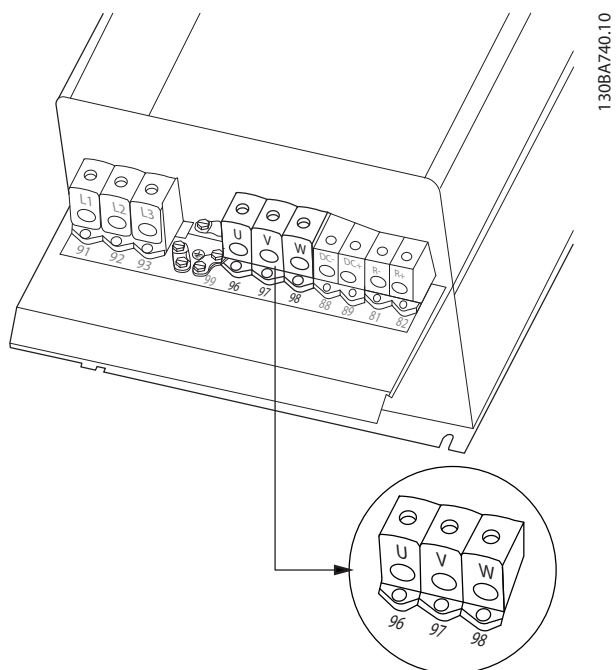
130BA726.10

Illustration 8.14 Motortilslutning for kapsling B3



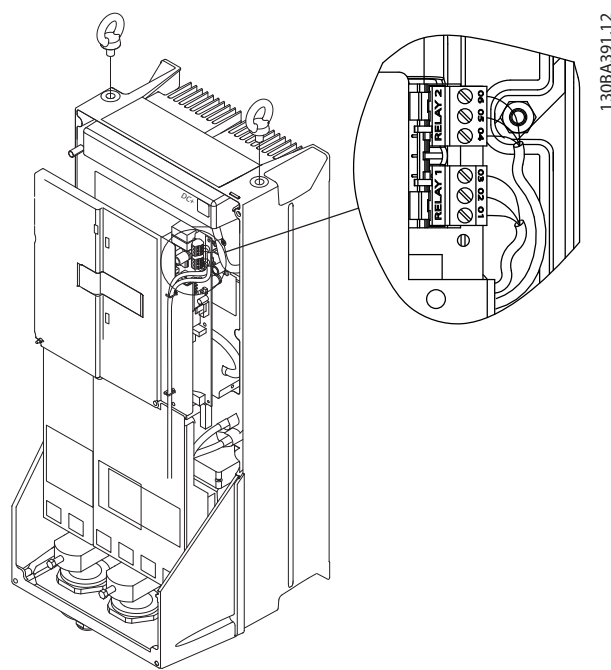
130BA390.11

Illustration 8.16 Motortilslutning kapslinger C1 og C2 (IP21/NEMA Type 1 og IP55/66/NEMA Type 12)



130BA740.10

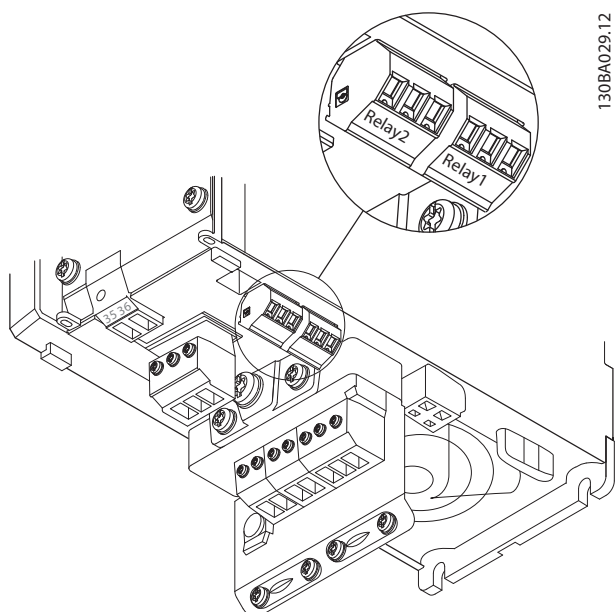
Illustration 8.17 Motortilslutning til kapslinger C3 og C4



130BA391.12

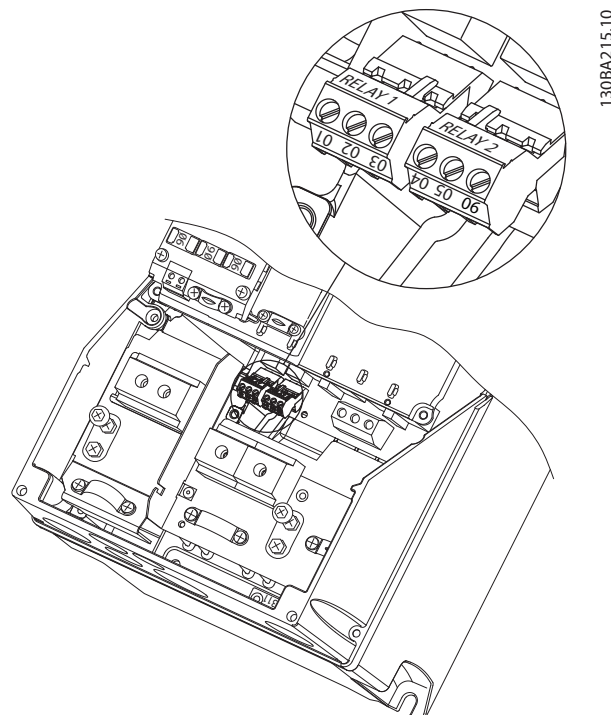
Illustration 8.19 Klemmer til relætilslutning (kapslingsstørrelser C1 og C2).

8.3 Tegninger over relæklemmer



130BA029.12

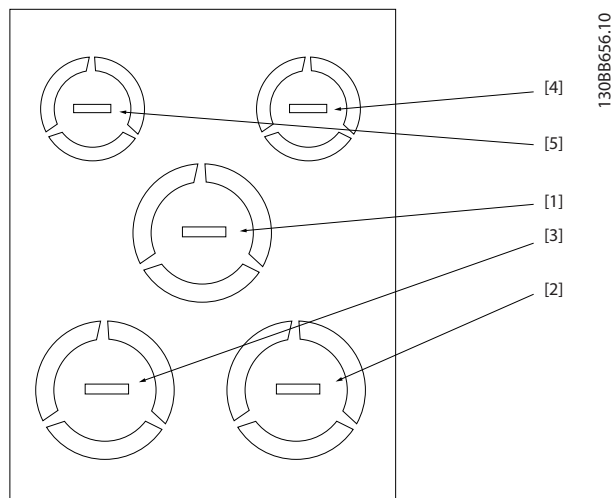
Illustration 8.18 Klemmer til relætilslutning (kapslingsstørrelser A1, A2 og A3).



130BA215.10

Illustration 8.20 Klemmer til relætilslutning (kapslingsstørrelser A5, B1 og B2).

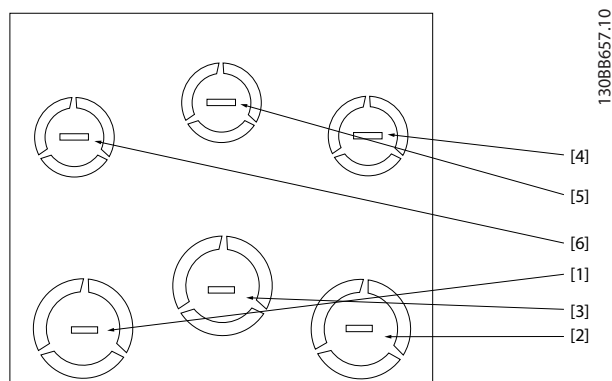
8.4 Kabelindgangshuller



Hulnummer og anbefalet brug	Mål ¹⁾		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1 Netforsyning	3/4	28,4	M25
2 Motor	3/4	28,4	M25
3 Bremse/belastningsfordeling	3/4	28,4	M25
4 Styreledning	1/2	22,5	M20
5 Styreledning	1/2	22,5	M20

1) Tolerance $\pm 0,2$ mm

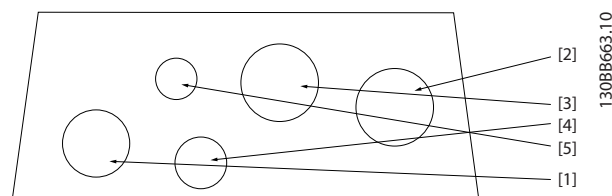
Illustration 8.21 Kapslingsstørrelse A2, IP21



Hulnummer og anbefalet brug	Mål ¹⁾		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1 Netforsyning	3/4	28,4	M25
2 Motor	3/4	28,4	M25
3 Bremse/belastningsfordeling	3/4	28,4	M25
4 Styreledning	1/2	22,5	M20
5 Styreledning	1/2	22,5	M20
6 Styreledning	1/2	22,5	M20

1) Tolerance $\pm 0,2$ mm

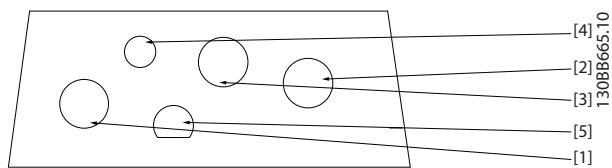
Illustration 8.22 Kapslingsstørrelse A3, IP21



Hulnummer og anbefalet brug	Mål ¹⁾		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1 Netforsyning	3/4	28,4	M25
2 Motor	3/4	28,4	M25
3 Bremse/belastningsfordeling	3/4	28,4	M25
4 Styreledning	1/2	22,5	M20
5 Fjernet	-	-	-

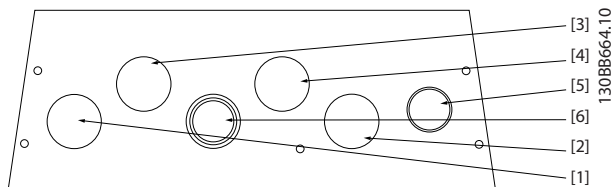
1) Tolerance $\pm 0,2$ mm

Illustration 8.23 Kapslingsstørrelse A4, IP55



Hulnummer og anbefalet brug	Nærmeste metrisk
1 Netforsyning	M25
2 Motor	M25
3 Bremse/belastningsfordeling	M25
4 Styreledning	M16
5 Styreledning	M20

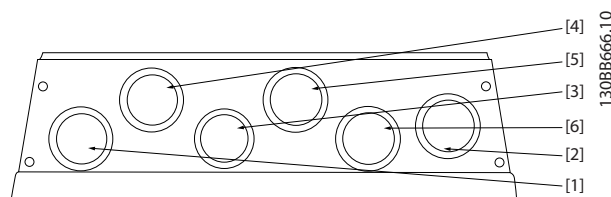
Illustration 8.24 Kapslingsstørrelse A4, IP55 kabelbøsningshul med gevind



Hulnummer og anbefalet brug	Mål ¹⁾		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1 Netforsyning	3/4	28,4	M25
2 Motor	3/4	28,4	M25
3 Bremse/belastningsfordeling	3/4	28,4	M25
4 Styreledning	3/4	28,4	M25
5 Styreledning ²⁾	3/4	28,4	M25
6 Styreledning ²⁾	3/4	28,4	M25

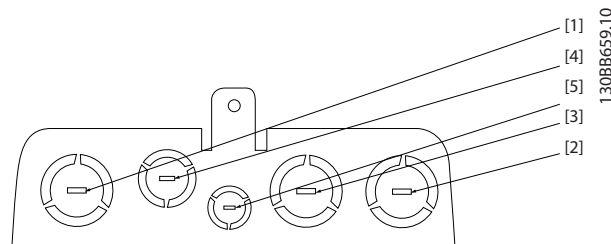
1) Tolerance $\pm 0,2$ mm
2) Udstansningshul

Illustration 8.25 Kapslingsstørrelse A5, IP55



Hulnummer og anbefalet brug	Nærmeste metrisk
1 Netforsyning	M25
2 Motor	M25
3 Bremse/belastningsfordeling	28,4 mm ¹⁾
4 Styreledning	M25
5 Styreledning	M25
6 Styreledning	M25
1) Udstansningshul	

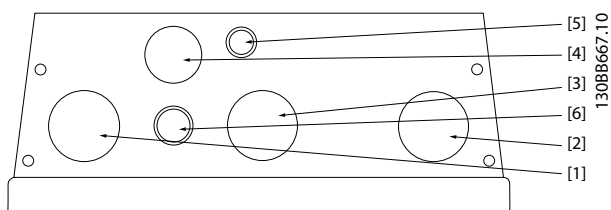
Illustration 8.26 Kapslingsstørrelse A5, IP55 kabelbøsningshuller med gevind



Hulnummer og anbefalet brug	Mål ¹⁾		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1 Netforsyning	1	34,7	M32
2 Motor	1	34,7	M32
3 Bremse/belastningsfordeling	1	34,7	M32
4 Styreledning	1	34,7	M32
5 Styreledning	1/2	22,5	M20

1) Tolerance $\pm 0,2$ mm

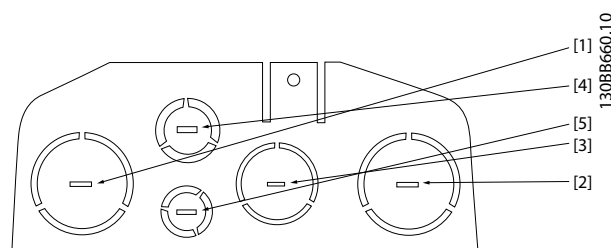
Illustration 8.27 Kapslingsstørrelse B1, IP21



Hulnummer og anbefalet brug	Mål ¹⁾		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1 Netforsyning	1	34,7	M32
2 Motor	1	34,7	M32
3 Bremse/belastningsfordeling	1	34,7	M32
4 Styreledning	3/4	28,4	M25
5 Styreledning	1/2	22,5	M20
5 Styreledning ²⁾	1/2	22,5	M20

1) Tolerance $\pm 0,2$ mm
2) Udstansningshul

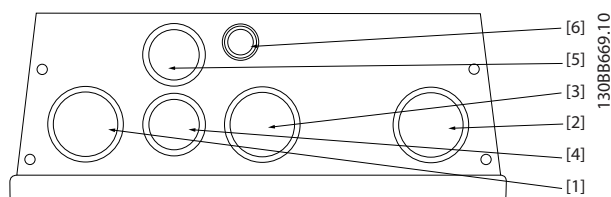
Illustration 8.28 Kapslingsstørrelse B1, IP55



Hulnummer og anbefalet brug	Mål ¹⁾		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1 Netforsyning	1 1/4	44,2	M40
2 Motor	1 1/4	44,2	M40
3 Bremse/belastningsfordeling ²⁾	1	34,7	M32
4 Styreledning	3/4	28,4	M25
5 Styreledning	1/2	22,5	M20

1) Tolerance $\pm 0,2$ mm
2) Netforsyning til S2-varianter med netafbryder.

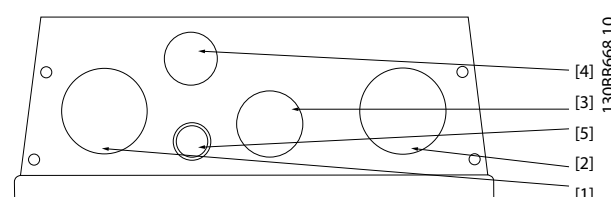
Illustration 8.30 Kapslingsstørrelse B2, IP21



Hulnummer og anbefalet brug	Nærmeste metrisk
1 Netforsyning	M32
2 Motor	M32
3 Bremse/belastningsfordeling	M32
4 Styreledning	M25
5 Styreledning	M25
6 Styreledning	22,5 mm ¹⁾

1) Udstansningshul

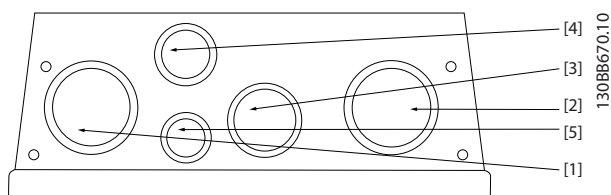
Illustration 8.29 Kapslingsstørrelse B1, IP55 kabelbøsning-shuller med gevind



Hulnummer og anbefalet brug	Mål ¹⁾		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1 Netforsyning	1 1/4	44,2	M40
2 Motor	1 1/4	44,2	M40
3 Bremse/belastningsfordeling ³⁾	1	34,7	M32
4 Styreledning	3/4	28,4	M25
5 Styreledning ²⁾	1/2	22,5	M20

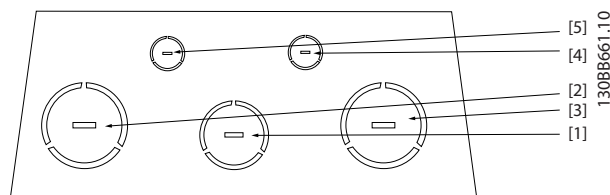
1) Tolerance $\pm 0,2$ mm
2) Udstansningshul
3) Netforsyning til S2-varianter med netafbryder.

Illustration 8.31 Kapslingsstørrelse B2, IP55



Hulnummer og anbefalet brug	Nærmeste metrisk
1) Netforsyning	M40
2) Motor	M40
3) Bremse/belastningsfordeling ¹⁾	M32
4) Styreledning	M25
5) Styreledning	M20
1) Netforsyning til S2-varianter med netafbryder.	

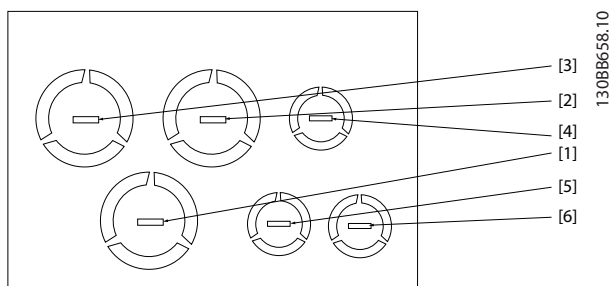
Illustration 8.32 Kapslingsstørrelse B2, IP55 kabelbøsning-shuller med gevind



Hulnummer og anbefalet brug	Mål ¹⁾		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1 Netforsyning	2	63,3	M63
2 Motor	2	63,3	M63
3 Bremse/belastningsfordeling	1 1/2	50,2	M50
4 Styreledning	3/4	28,4	M25
5 Styreledning	1/2	22,5	M20
1) Tolerance ±0,2 mm			

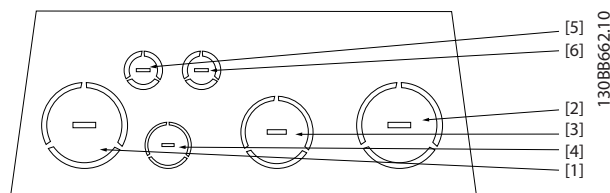
Illustration 8.34 Kapslingsstørrelse C1, IP21

8



Hulnummer og anbefalet brug	Mål ¹⁾		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1 Netforsyning	1	34,7	M32
2 Motor	1	34,7	M32
3 Bremse/belastningsfordeling	1	34,7	M32
4 Styreledning	1/2	22,5	M20
5 Styreledning	1/2	22,5	M20
6 Styreledning	1/2	22,5	M20
1) Tolerance ±0,2 mm			

Illustration 8.33 Kapslingsstørrelse B3, IP21



Hulnummer og anbefalet brug	Mål ¹⁾		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1 Netforsyning	2	63,3	M63
2 Motor	2	63,3	M63
3 Bremse/belastningsfordeling	1 1/2	50,2	M50
4 Styreledning	3/4	28,4	M25
5 Styreledning	1/2	22,5	M20
6 Styreledning	1/2	22,5	M20
1) Tolerance ±0,2 mm			

Illustration 8.35 Kapslingsstørrelse C2, IP21

Indeks

Å

Åben sløjfe.....	21
Åben sløjfe-tilstand.....	71

A

AC

AC-bølgeform.....	19
AC-bremse.....	27, 31, 59
AC-indgang.....	19
AC-strøm.....	19, 20
Netspænding.....	19

Adressefelt.....	85
------------------	----

AEO.....	9
se også <i>Automatisk energioptimering</i>	

Afbryd.....	20, 67, 116
-------------	-------------

Afbryder.....	26, 50, 54, 67, 158, 159, 160, 161
---------------	------------------------------------

Affinitetslove.....	16
---------------------	----

Afkrydsningsliste for systemdesign.....	94
---	----

Afladningstid.....	13
--------------------	----

Akustisk støj.....	39
--------------------	----

AMA.....	9, 29, 102, 103
se også <i>Automatisk motortilpasning</i>	

Analog hastighedsreference.....	108
---------------------------------	-----

Analog I/O.....	69
-----------------	----

Analog udgang.....	156
--------------------	-----

Analoge indgange.....	155
-----------------------	-----

Applikation

Detektering af tør kørsel.....	96, 97, 103
Dykpumpe.....	96, 99, 102, 103
Eksempel på applikationsopsætning.....	100
Flow-bekræftelse.....	96, 99
Flow-kompensering.....	96, 97
Kaskadestyring.....	96
Kontraventilbeskyttelse.....	96
Realtidsur.....	96
Registrering af lavt flow.....	96
Slut på kurve-detektering.....	96
Spildevand.....	96
Styrepumpealternering.....	104, 105
Udrensning.....	96, 97

ATEX.....	29, 69, 173
-----------	-------------

Auto on.....	22, 23
--------------	--------

Automatisk energioptimering.....	9, 28, 29
se også <i>AEO</i>	

Automatisk motortilpasning.....	9, 29, 103
se også <i>AMA</i>	

Autorampning.....	39
-------------------	----

Avanceret overvågning af minimumhastighed.....	96, 99, 100, 103
--	------------------

B

Backup af kraftanlæg.....	54
---------------------------	----

Bagplade.....	65
---------------	----

Belastningsfordeling.....	13, 21, 26, 46, 116, 120, 138, 139, 140, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 187, 188, 189, 190
---------------------------	--

Belastningsfordeling for klemme.....	67
--------------------------------------	----

Beregning af luftstrøm.....	38
-----------------------------	----

Beskyttelse mod overgang til jord.....	43
--	----

Bestilling

Avanceret kaskadestyring.....	119
Common mode-filter.....	136
DeviceNet.....	119
Du/dt-filter.....	135
Ethernet/IP.....	119
Fra typekode.....	116
Modbus TCP.....	119
Monteringskonsol.....	118
Nummer.....	116
Option.....	120
Pc-software.....	120
PROFIBUS.....	119
Profinet.....	119
Reservedele.....	120
Sinusfilter.....	133
Tilbehør.....	120
Tilbehørspose.....	120

Bremse

Bremsechopper.....	60, 67, 116
Bremseeffekt.....	10
Bremse-IGBT.....	20
Bremsemoment.....	59
Bremseoption.....	20, 68
Bremsestrøm.....	89, 122
Bremsesystem.....	121
Bremsning.....	31
Dynamisk bremse.....	20, 21, 31, 58, 59
Modstandsbremse.....	31, 59

Bremseeffekt.....	60
-------------------	----

Bremsemodstand

Bremsemodstand.....	9, 10, 20, 21, 26, 31, 59, 67, 72, 78, 119, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130
for driftscyklus.....	59
Forkortelser.....	122, 130
Kabelføring.....	60
Kabeltværsnit.....	122

Bremsemodstand, stål-gitter.....	121
----------------------------------	-----

C

CFM.....	39
----------	----

Coating.....	39, 66, 116
--------------	-------------

Cos ϕ	54, 69, 153, 157, 171, 175
------------------	----------------------------

CRC-kontrolfelt.....	85
----------------------	----

D

Data

Datafelt.....	85
Datakontrolbyte.....	79, 80
Datatype.....	82, 88

DC

DC-bremse.....	59, 84, 86, 88, 89
DC-strøm.....	31, 59

DC-link-spænding.....	121
-----------------------	-----

Definition.....	10, 45, 48, 52
-----------------	----------------

Definition på IP-klassificering.....	41
--------------------------------------	----

Deltakobling.....	184
-------------------	-----

Derating

Applikationer med konstant moment (CT-tilstand).....	111
Applikationer med variabelt (kvadratisk) moment (VT).....	111
Automatisk.....	27
Derating.....	28, 33, 37, 94, 111, 112, 113, 114, 154
Køling.....	111
Kører ved lav hastighed.....	111
Lavt lufttryk.....	111
Manuel.....	111
Omgivelsestemperatur.....	112
Stort kabeltværsnit.....	112

Detektering af tør kørsel.....	15
--------------------------------	----

Digital indgang.....	156
----------------------	-----

Digital udgang.....	156
---------------------	-----

Direktiv

EMC.....	11
EMC-direktivet.....	11
ErP.....	12
Lavspænding.....	11
Lavspændingsdirektivet.....	11
Maskiner.....	11, 12

Driftscyklus

Beregning af driftscyklus.....	59
Driftscyklus.....	10, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130

DU/dt-test.....	168
-----------------	-----

E

Effektfaktor.....	10, 19, 52, 53, 54, 153
-------------------	-------------------------

Effektforskydningsfaktor.....	153
-------------------------------	-----

Eksplodiv atmosfære.....	40, 69, 173
--------------------------	-------------

Ekstern alarmnulstilling.....	107
-------------------------------	-----

Ekstern kommando.....	19
-----------------------	----

Ekstern sikring.....	109
----------------------	-----

Ekstreme driftsforhold.....	26
-----------------------------	----

Elektronisk termorelæ.....	58
----------------------------	----

se også *ETR*

EMC

EMC.....	8, 43, 44, 45, 46, 65
EMC-effekt.....	51
EMC-ejendom.....	51
EMC-filter.....	45, 116
EMC-immunitet.....	46
EMC-implementering.....	55
EMC-karakteristik.....	51
EMC-plan.....	45
Emissioner.....	43
Emissionskrav.....	43, 45
Forstyrrelse.....	65
Immunitetskrav.....	43, 45
Kabelbåret emission.....	44
Testresultater.....	44
Udstrålet emission.....	44

Energibesparelse.....	15, 16, 17, 31
-----------------------	----------------

Ensretter.....	19, 20
----------------	--------

Ensretterdelen.....	20
---------------------	----

Ensretterdiode.....	47
---------------------	----

ETR.....	9, 27, 29, 58, 69
se også <i>Elektronisk termorelæ</i>	

F

Fælles tilslutningspunkt.....	48
-------------------------------	----

Faseubalance.....	27, 34
-------------------	--------

FC-profil

Protokoloversigt.....	78
Statusord.....	90
Styreord.....	88
Telegramlængde (LGE).....	79

Feedback

Feedback.....	24, 25, 62, 70, 85, 102, 108
Feedbackhåndtering.....	25, 37
Feedbackindstilling.....	103
Feedbackkonvertering.....	25
Feedbacksignal.....	22, 30

Filter

AHF 005.....	131
AHF 010.....	131
Common mode.....	136
Common mode-filter.....	72
DU/dt.....	46, 55, 72, 135, 168
Filter.....	40
Harmonisk filter.....	73, 131, 132
LC.....	55, 56, 57, 168
Radiofrekvensforstyrrelse.....	41
se også <i>RFI</i>	
Sinusbølge.....	20, 55, 72, 102

Flat-pack-bremsemodstand, aluminiums-kabinet.....	121
---	-----

Flow-bekræftelse.....	15
-----------------------	----

Flying start.....	27, 28, 30
-------------------	------------

Følerstrøm.....	20
-----------------	----

Forbedret styring.....	18
------------------------	----

Forebyggende vedligeholdelse.....	36, 96
-----------------------------------	--------

Forholdsregler.....	13
---------------------	----

Forkortelser.....	9, 47
Forvarmer.....	31
Frekvens-bypass.....	31
Frekvensomformeradresse.....	79
Frembygningssæt.....	75
Friløb.....	10, 30, 33, 84, 86, 88, 89, 90, 91, 93, 96, 97
Funktionsfelt.....	85

G

Generator.....	26, 39, 49, 54, 55
Guide.....	15, 97

H

Hand on.....	22, 23
Harmoniske svingninger	
Analyse.....	47
Beregning af harmoniske strømme.....	36, 49
Dæmpning af harmoniske strømme.....	49
Emissionskrav.....	48
Harmonisk emissionsstandard.....	48
Harmonisk forvrængning.....	10, 43, 47
Harmoniske svingninger.....	8, 19, 37, 47, 48, 49, 52, 53, 54
Spændingsharmoniske strømme.....	48
Testresultat.....	48
Total harmonisk forvrængning.....	47
Hast.-grænse.....	21, 27, 58
Hastighedsreference.....	108
Højfrekvente common-mode-kerne.....	72
Højspænding.....	13
Horisontal belastning.....	121
Horisontal mindsteafstand.....	65

I

I/O.....	67, 68, 70, 117, 6, 175, 176
Indeks (IND).....	81, 88
Indgangsstrøm.....	19, 65
Inertimoment.....	26
Initialisering.....	10
Interlock.....	109
IP21/NEMA Type 1-kapslingssæt.....	73

J

Jog.....	89
Jording.....	29, 47, 50, 51, 181

K

Kabel

Indgangshuller.....	187
Kabelindgang.....	187
Længde.....	155
Motorkabel....	29, 40, 41, 43, 45, 50, 55, 56, 58, 60, 64, 72, 76, 102, 111, 112, 152, 168
Motorkabellængde.....	44, 46, 50, 56, 72, 154
Parallelle motorkabler.....	44
Skærmet kabel.....	65
Specifikationer.....	154
Uskærmet motorkabel.....	55

Kabelføring.....	40, 41, 47, 58, 94
------------------	--------------------

Kabelføring

Elektrisk ledningsføring.....	103
Kabelføring.....	62, 64, 106, 177, 179
Ledningsdiagram.....	62
Relæledningsføring.....	173, 178

Kabinetoptioner.....	41
----------------------	----

Kabinetvarmer.....	37
--------------------	----

Kinetisk backup.....	30
----------------------	----

Klemme 37.....	33, 62, 173
----------------	-------------

Kobling

på udgangen.....	27
Switchfrekvens.....	27, 28, 33, 38, 44, 47, 50, 60, 61, 72, 113, 114, 115, 133, 134, 135

Køleforhold.....	65
------------------	----

Køling.....	29, 30, 34, 36, 38, 39, 40, 58, 65, 67, 96, 111, 131, 152
-------------	---

Kompakte bremsemodstand, aluminiums-kabinet.....	121
--	-----

Kondens.....	37
--------------	----

Kontaktor.....	67, 71, 107
----------------	-------------

Konventioner.....	10
-------------------	----

Konverteringsfaktor.....	82, 88
--------------------------	--------

Konverteringsindeks.....	82, 83
--------------------------	--------

Kortslutning

Kortslutning.....	11, 20, 29, 33, 37, 54, 67, 174
(motorfase-fase).....	26
Kortslutningsbeskyttelse.....	26
Kortslutningsforhold.....	49

Kvikmenu.....	15, 35, 97, 103
---------------	-----------------

L

Lækstrøm.....	14
---------------	----

Lambda.....	10, 53
-------------	--------

LCP.....	9, 35, 62, 75, 93, 99, 105, 116
se også LCP-betjeningspanel	

LCP-betjeningspanel.....	9, 35, 62, 116, 119
se også LCP	

Ledningsdiagram

Fast pumpe med variabel hastighed.....	107
Styrepumpealternering.....	107

Logisk regel.....	31, 32, 96
-------------------	------------

Luftfugtighed.....	37, 38, 41, 94, 154
Luftstrøm.....	38, 39, 40, 131
Lukket sløjfe.....	22, 23, 30, 34, 85, 97, 103

M

Mål.....	74, 75, 76, 94, 167, 187, 188, 189, 190
Master-frekvensomformer.....	71
Mekanisk montering.....	65
Mellemdel.....	20
Mellemkreds.....	19, 26, 168
Miljø	
Beboelse.....	45, 53, 54
Industri.....	44, 45, 53, 54
Miljø.....	154
Mindstefasthed.....	38, 42, 64, 65
Modbus RTU	
Funktionskode.....	87
Meddelelsesstruktur.....	84
Netværkskonfiguration.....	84
Oversigt.....	83
Protokol.....	83
Rammestruktur for meddelelse.....	84
RS-485-grænseflade.....	83
Undtagelseskode.....	87
Modulering.....	9, 28, 40, 112, 113, 114, 115
Moment	
Bremsemoment.....	27
CT-karakteristik.....	10
Fuldt moment.....	31
Konstant moment.....	9
Momentgrænse.....	9, 27, 58, 90
Momentkarakteristik.....	153
Motormoment.....	61
Startmoment.....	153
Variabelt moment.....	9
VT-karakteristik.....	11
Montering side-om-side.....	65
Monteringskonsol.....	76

Motor

CAN-motor.....	102
Isolering.....	46
Isoleringsbelastning.....	55, 102
Jording.....	55
Lejebelastning.....	55
Lejestrøm.....	46
Manglende motorfase.....	27
Motoralternering.....	15, 96, 97
Motorfaser.....	26
Motorkabler.....	65
Motormoment.....	94
Motorspænding.....	168
Motorstarter.....	18, 67, 105
Motorstrøm.....	19, 28, 61, 90
Motortermistor.....	40, 110
Motortilslutning.....	184
Motorudgang.....	153
Termisk belastning.....	55
Termisk motorbeskyttelse.....	12, 29, 58, 91
Termistor.....	110
Udgangsydeevne (U, V, W).....	153

N

Netforsyning

Afskærmning for tilslutningsterminaler.....	66
Netforsyning.....	10, 47
Nettilslutning.....	181
Netudfald.....	30
Transient.....	19, 54

O

Offentligt forsyningsnet.....	48
Omgivelsesforhold.....	154
Opbevaring.....	35, 36, 37, 42, 87, 95, 154
Opsætningsguide for lukket sløjfe.....	103
Option	
Avanceret kaskadestyreenhed.....	69, 96
Basic-kaskadestyreenhed.....	70, 104
DeviceNet.....	68, 70, 117
Ethernet IP.....	68, 70, 117
Følerindgangsoption MCB 114.....	70
Kaskadestyreenhed.....	36, 69, 104, 105, 106
Kaskadestyreenhedsoption.....	70, 71
Modbus TCP.....	68, 70, 117
PROFIBUS.....	68, 70, 116, 117
PROFINET.....	68, 70, 117
PTC-termistorkort.....	29, 69, 70, 117, 119, 173
Relækort.....	12, 69, 70, 117, 119, 171, 172, 175
Udvidet relækort MCB 113.....	70
Optioner	
Avanceret kaskadestyreenhed.....	178, 179
Følerindgang.....	176
MCB 114.....	176
MCO 101.....	177
MCO 102.....	178
Udvidet kaskadestyreenhed.....	177
OVC.....	26, 27
se også Overspændingsstyring	

Overbelastning	
Høj overbelastning.....	152, 153
Normal overbelastning.....	137, 141, 153
Normal overbelastningstilstand.....	112, 114
Overbelastning.....	29, 47, 58, 67, 99
Overbelastningsbeskyttelse.....	15, 27, 67
Overbelastnings-LED.....	67
Overbelastningssætpunkt.....	29
Overmoment.....	153
Overensstemmelse	
CE.....	11
CE-mærke.....	11
C-tick.....	12
Galvanisk adskillelse.....	29, 35, 42, 69, 174, 175, 176
Marine-overensstemmelse.....	12
Registreret til UL.....	12
Overgangsbåndbredde.....	104
Overspænding	
Motorgenereret overspænding.....	26
Overspænding.....	26, 27, 31, 39, 59, 72, 153, 157, 174
Overspændingsstyring.....	26
Overspænding.....	59
Overtemperatur.....	10, 27, 28, 33, 67, 90
Overvågning af isolationsmodstand.....	66
P	
Parameterblok.....	80
Parameternummer (PNU).....	81
Parameterværdi (PWE).....	81
PCD.....	80, 82
Pc-software.....	35
PELV.....	9, 29, 42, 110, 111, 155, 156, 157, 158, 172, 178
PID-styreenhed.....	22, 25, 30, 103, 176
Pilz.....	67
PKE-feltet.....	81
Potentiometer.....	109
Pre/post Lube.....	96, 98
Procesblok.....	80
Procesord.....	82
PROFIdrive-profil	
Statusord.....	93
Styreord.....	91
Proportionalitetslovene.....	16
PT100.....	29, 69, 176
PT1000.....	29, 69, 176
PTC-føler.....	29
Pulsbreddemodulering.....	20
Pulsindgange.....	156
Pumpe med fast hastighed.....	71
Pumpe med variabel hastighed.....	71
Pumpeindkobling.....	104

R

Radiofrekvensforstyrrelse.....	29, 53, 66
se også RFI	
Rampe	
Afsluttende rampe.....	15, 96, 97, 103
Indledende rampe.....	103
RCD.....	9, 50, 66
Realtidsur.....	15, 36
Reel effektfaktor.....	153
Reference	
Fjernreference.....	22, 23, 24
Reference.....	100
ekstern.....	23
preset.....	24
Referencehåndtering.....	23, 24
Regenereringsklemme.....	67
Registrering af lavt flow.....	15
Relæ	
Belastningsrelæ.....	69
Indbygget relæ.....	84, 104
Relæ.....	12, 27, 42, 62, 69, 70, 71, 104, 105, 172, 175, 176
04.....	89
1.....	86, 88, 89, 107, 157
2.....	86, 88, 107, 157
7.....	172
8.....	172
9.....	172
Relæklemme.....	42, 172, 177, 179, 186
Relæoption.....	63, 69
Relætilslutning.....	63
Relæudgang.....	63, 157
SPDT-alarmrelæ.....	66
SPDT-relæ.....	69, 175
Udgangsrelæ.....	29, 91, 92
Resonansdæmpning.....	29
RFI	
RFI.....	20, 29, 39, 42, 53, 55
RFI-filter.....	20, 39, 41, 42, 44, 50, 53, 66, 67, 116
RMS-strøm.....	19
Rørfyldningstilstand.....	15, 96, 97, 103
RS485	
Busterminering.....	78
EMC-retningslinjer.....	78
Installation og opsætning.....	76
Netværksforbindelse.....	77
RS485.....	10, 22, 35, 36, 42, 75, 77, 78, 172, 177
seriel grænseflade.....	76
Rystelse.....	39
S	
Sætpunkt.....	24
Sammenligner.....	31, 32, 96
Sikkerhed.....	13, 14, 33, 70, 181, 184

Sikring.....	21, 26, 67, 94, 116, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166
Skærmning.....	55, 56, 60
Slave-frekvensomformer.....	71
Sleep mode.....	15, 29, 31, 96, 97, 104, 105
Slipkompensering.....	10, 26
Smart Logic Control.....	10, 15, 31, 36, 96, 98, 100, 101
SmartStart.....	15, 96, 97
Softstartere.....	18, 71
Software	
Harmonic calculation software (HCS).....	36, 52
HCS.....	55
se også <i>Harmonics Calculation Software</i>	
MCT 10-opsætningssoftware.....	36
MCT 31.....	36
Softwaresprog.....	117, 118
Softwareversion.....	120
Sprogpakke.....	118
Spændingsniveau.....	156
Spidsspænding på motor.....	168
Spoleregister.....	85
Start/stop-felt.....	85
Start-/stopkommando.....	109
Startbeting.....	31, 110
Statusord.....	80, 82, 85, 86, 90, 97
Stigetid.....	168
Stjerne-/trekantstarter.....	18, 71
Stjerneforbindelse.....	184
STO.....	8, 15, 33, 62, 69, 96, 173
Store højder.....	42, 111, 154
Støv.....	36, 40, 41
Strøm	
DC-strøm.....	19
Grundlæggende strøm.....	47
Harmonisk strøm.....	47
Harmonisk strømforvrængning.....	73
Høj strøm.....	34
Indgangsstrøm.....	47
Individuel harmonisk strøm.....	48
Lækstrøm.....	43, 50
Lav strøm.....	34
Mellemliggende strømspænding.....	42
Nominel strøm.....	45, 102
Nominel udgangsstrøm.....	9
Overstrøm.....	30
Rippelstrøm.....	34, 72
Strøm.....	47
Strømforvrængning.....	48, 131
Strømgrænse.....	9, 27, 28
Strømmåling.....	29
Strømsløjfer.....	43
Udgangsstrøm.....	28, 29, 56, 102, 111, 112, 113

Styrekort	
Styrekort, 10 V DC-udgang.....	157
Styrekort, 24 V DC-udgang.....	157
Styrekort, RS-485 seriel kommunikation.....	155
USB seriel kommunikation.....	157
Ydeevne for styrekort.....	157
Styreord-bit.....	91
Styring	
Adskillelse af styreledninger.....	58
Ind- og udgange til styring.....	155
Styrebit.....	88, 91
Styrekarakteristik.....	157
Styreledningsføring.....	65
Styrelogik.....	19
Styreord-bit.....	88
System	
Drift.....	105
Status.....	105

T

Tekstblok.....	80, 88
Telegramlængde.....	79, 82
Telegramstruktur.....	79
Temperatur	
Gennemsnitstemperatur.....	38
Maksimumtemperatur.....	37, 38
Omgivelsestemperatur.....	37
Temperatur.....	37
Temperaturføler.....	176
Termisk beskyttelse.....	12
Termisk føler.....	20
Termisk motorbeskyttelse.....	110
Termistor.....	10, 42, 58, 68, 173
Tidscyklus for modstand.....	121
Tilbagebetalingsperiode.....	17
Transformer.....	47
Transient.....	39, 50
Transientbeskyttelse.....	19
Trip	
Trip.....	10, 27, 28, 30, 33, 34, 54, 58, 67, 72, 84, 89, 90, 93, 99, 104, 111
Triplåst.....	11, 26
Tripniveau.....	159, 160, 161
Trip.....	110
Trykleje.....	102, 103

U

U/f.....	60
Uddannet personale.....	13
Udgangskontaktor.....	58, 64
Udrensning.....	15
UL-overensstemmelse.....	162

Underspænding.....	52
USPIDS.....	168
Utsigtet motoromdrejning.....	14
Utsigtet start.....	13

V

Vægmontering.....	65
Vægt.....	37, 94, 136, 167
Valgfrit udstyr.....	8
Variabel styring af gennemstrømning og tryk.....	18
Varierende gennemstrømning over et år.....	17
Vedligeholdelse.....	40
Vekselretter.....	19
Vekselretterdel.....	20
Ventilation.....	131
Ventilator... 11, 15, 18, 29, 30, 34, 36, 38, 39, 40, 70, 74, 98, 111,	131
Ventilstyring.....	30
Vertikal belastning.....	121
Vertikal mindsteafstand.....	65
Vibration.....	39
Vindmølleeffekt.....	14
Virkningsgrad	
Motorvirkningsgrad.....	61
Virkningsgrad.....	9
Virkningsgrad..... 16, 28, 29, 60, 61, 69, 104, 152, 154	
VVC+.....	9, 20

Hjælp til **nemmere installation**

Find hurtigt mere dokumentation på **www.vlt.dk**

- Programmeringseksempler
- Programming Guides med parameterbeskrivelser og fortrådning

- Design Guides med hardwarespecifikationer

Vores VLT® Webportal indeholder også omfattende dokumentation, produktspecifikationer og priser – tilgængelig 24/7.

Skriv til **vlt.dk@danfoss.dk** for login.

Danfoss VLT Drives tilbyder danske kurser om frekvensomformere. Online på Danfoss Learning eller face-to-face i Aarhus og Gråsten. Se alle kurser på **www.vlt.dk**.

Infoknap

Hvis der findes en infoknap på produktet, giver den nyttige informationer.

Danfoss Salg Danmark, Jegstrupvej 3, 8361 Hasselager. Tlf. +45 89 48 91 88, Fax +45 89 48 93 11, **www.vlt.dk**, **vlt.dk@danfoss.dk**

.....
Danfoss påtager sig intet ansvar for mulige fejl i kataloger, brochurer og andet trykt materiale. Danfoss forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i sine produkter, herunder i produkter, som allerede er i ordre, såfremt dette kan ske uden at ændre allerede aftalte specifikationer. Alle varemærker i dette materiale tilhører de respektive virksomheder. Danfoss og Danfoss-logoet er varemærker tilhørende Danfoss A/S. Alle rettigheder forbeholdes.
.....

Danfoss A/S
Ulsnaes 1
DK-6300 Graasten
vlt-drives.danfoss.com

