



# Design Guide

# VLT<sup>®</sup> HVAC Drive FC 102

355–1 400 kW





## Innehåll

<b>1 Inledning</b>	<b>5</b>
1.1 Syftet med Design Guide	5
1.2 Ytterligare dokumentation	5
1.3 Dokument- och programversion	5
1.4 Praxis	5
<b>2 Säkerhet</b>	<b>6</b>
2.1 Säkerhetsymboler	6
2.2 Behörig personal	6
2.3 Säkerhetsåtgärder	6
<b>3 Typgodkännanden och certifieringar</b>	<b>8</b>
3.1 Överensstämmelse med föreskrifter	8
3.2 Kapslingarnas skyddsklassificeringar	10
<b>4 Produktöversikt</b>	<b>12</b>
4.1 VLT® High-power Drives	12
4.2 Kapslingsstorlek efter märkeffekt	12
4.3 Översikt av kapslingar, 380–480 V	13
4.4 Översikt av kapslingar, 525–690 V	16
4.5 Tillgängliga satser	19
<b>5 Produktfunktioner</b>	<b>20</b>
5.1 Automatiserade driftfunktioner	20
5.2 Anpassade tillämpningsfunktioner	22
5.3 Specifika funktioner för VLT® HVAC-frekvensomriktare	27
5.4 Grundläggande kaskadregulator	39
5.5 Dynamisk bromsning – översikt	40
5.6 Lastdelning – översikt	41
5.7 Regenerering – översikt	42
<b>6 Tillval och tillbehör – översikt</b>	<b>43</b>
6.1 Fältbussenheter	43
6.2 Funktionella förlängningar	44
6.3 Rörelsekontroll och reläkort	45
6.4 Bromsmotstånd	45
6.5 Sinusvågfilter	45
6.6 dU/dt-filter	46
6.7 Common mode-filter	46
6.8 Övertonsfilter	46
6.9 Inbyggda kapslingstillval	46

6.10 Satser med hög effekt	48
<b>7 Specifikationer</b>	<b>49</b>
7.1 Elektriska data, 380-480 V	49
7.2 Elektriska data, 525-690 V	55
7.3 Nätförsörjning	61
7.4 Motoreffekt och motordata	61
7.5 Omgivande miljöförhållanden	61
7.6 Kabelspecifikationer	62
7.7 Styringång/-utgång och styrdata	62
7.8 Kapslingsvikt	65
7.9 Luftflöde för kapsling E1-E2 och F1-F13	66
<b>8 Yttre mått och plintmått</b>	<b>68</b>
8.1 Yttre mått och plintmått för E1	68
8.2 Yttre mått och plintmått för E2	76
8.3 Yttre mått och plintmått för F1	84
8.4 Yttre mått och plintmått för F2	91
8.5 Yttre mått och plintmått för F3	98
8.6 Yttre mått och plintmått för F4	110
8.7 Yttre mått och plintmått för F8	121
8.8 Yttre mått och plintmått för F9	125
8.9 Yttre mått och plintmått för F10	131
8.10 Yttre mått och plintmått för F11	137
8.11 Yttre mått och plintmått för F12	145
8.12 Yttre mått och plintmått för F13	151
<b>9 Överväganden vid mekanisk installation</b>	<b>159</b>
9.1 Lagring	159
9.2 Lyfta enheten	159
9.3 Driftmiljö	160
9.4 Monteringskonfigurationer	161
9.5 Kylning	162
9.6 Nedstämpling	163
<b>10 Överväganden vid elektrisk installation</b>	<b>166</b>
10.1 Säkerhetsinstruktioner	166
10.2 Kopplingsschema	167
10.3 Anslutningar	168
10.4 Styrkablar och plintar	172
10.5 Säkringar och maximalbrytare	178
10.6 Strömbrytare och kontaktorer	182

10.7 Motor	183
10.8 Bromsning	186
10.9 Jordfelsbrytare (RCD) och isolationsmotståndsovervakning (IRM)	188
10.10 Läckström	188
10.11 IT-nät	189
10.12 Verkningsgrad	190
10.13 Ljudnivå	190
10.14 dU/dt-villkor	191
10.15 Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) – översikt	192
10.16 EMC-korrekt installation	195
10.17 Övertoner – översikt	198
<b>11 Grundläggande driftprinciper för frekvensomriktare</b>	<b>201</b>
11.1 Driftsbeskrivning	201
11.2 Styrning av frekvensomriktare	201
<b>12 Tillämpningsexempel</b>	<b>209</b>
12.1 Kabeldragningar för automatisk motoranpassning (AMA)	209
12.2 Kabeldragningar för analog varvtalsreferens	209
12.3 Kabeldragningar för start/stopp	210
12.4 Kabeldragning för extern larmåterställning	211
12.5 Kabeldragning för varvtalsreferens med manuell potentiometer	212
12.6 Kabeldragning för öka/minska varvtal	212
12.7 Kabeldragning för RS485-nätverksanslutning	213
12.8 Kabeldragning för motortermistor	213
12.9 Kabeldragning för kaskadregulator	214
12.10 Kabeldragning för en reläkonfiguration med Smart Logic Control	215
12.11 Kabeldragning för en fast pump med variabelt varvtal	215
12.12 Kabeldragning för växling av huvudpump	215
<b>13 Så här beställer du en frekvensomriktare</b>	<b>217</b>
13.1 Drive Configurator	217
13.2 Beställningsnummer för tillval/satser	221
13.3 Beställningsnummer för filter och bromsmotstånd	224
13.4 Reservdelar	224
<b>14 Bilaga</b>	<b>225</b>
14.1 Förkortningar och symboler	225
14.2 Definitioner	226
14.3 Installation och konfiguration av RS485	227
14.4 RS485: Översikt över FC-protokollet	228
14.5 RS485: FC-protokollets telegramstruktur	229

---

14.6 RS485: Parameterexempel för FC-protokoll	233
14.7 RS485: Översikt över Modbus RTU	233
14.8 RS485: Telegramstruktur för Modbus RTU	235
14.9 RS485: Funktionskoder för Modbus RTU-meddelande	237
14.10 RS485: Modbus RTU-parametrar	238
14.11 RS485: FC-styrprofil	239
<b>Index</b>	<b>246</b>

# 1 Inledning

## 1.1 Syftet med Design Guide

Denna Design Guide är avsedd för:

- projekt- och systemtekniker
- konstruktionskonsulter
- tillämpnings- och produktspecialister.

Design Guide innehåller teknisk information om frekvensomriktarens funktioner för integrering i motorstyrnings- och övervakningssystem.

VLT® är ett registrerat varumärke.

## 1.2 Ytterligare dokumentation

Det finns ytterligare dokumentation som hjälper dig att förstå frekvensomriktarens avancerade funktioner, programmering och överensstämmelse med krav.

- *Handboken* innehåller detaljerad information om hur du installerar och startar frekvensomriktaren.
- *Programmeringshandboken* innehåller detaljerad information om hur du arbetar med parametrar, och den innehåller många tillämpningsexempel.
- *Handboken för VLT® Safe Torque Off* beskriver hur du använder frekvensomriktare från Danfoss i tillämpningar för funktionell säkerhet. Handboken levereras med frekvensomriktaren när tillvalet Safe Torque Off är valt.
- *VLT® Brake Resistor MCE 101 Design Guide* beskriver hur du väljer optimalt bromsmotstånd.
- *VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010 Design Guide* beskriver övertoner, olika reduceringsmetoder och driftprincipen för det avancerade övertonsfiltret. Handboken beskriver även hur du väljer rätt avancerade övertonsfiltret för en viss tillämpning.
- *Design Guide för utgångsfilter* förklarar varför utgångsfilter måste användas för vissa tillämpningar samt hur du väljer rätt dU/dt- eller sinusvågfilter.
- De beskrivna procedurerna gäller inte alltid helt och fullt om du använder viss tillvalsutrustning. Specifika krav beskrivs i instruktionerna som medföljer tillvalsutrustningen.

Ytterligare dokumentation och handböcker är tillgänglig/tillgängliga hos Danfoss. Se [drives.danfoss.com/downloads/portal/#/](http://drives.danfoss.com/downloads/portal/#/) för listor.

## 1.3 Dokument- och programversion

Denna handbok granskas och uppdateras regelbundet. Förslag på förbättringar tas tacksamt emot. *Tabell 1.1* visar dokumentversionen och motsvarande programversion.

Utgåva	Anmärkningar	Programversion
MG16C3xx	Tog bort innehåll om D1h–D8h och implementerade en ny struktur.	5.11

Tabell 1.1 Dokument- och programversion

## 1.4 Praxis

- Numrerade listor används för procedurer.
- Punktlister används för annan information och för beskrivning av bilder.
- Kursiv text används för:
  - hänvisningar
  - länkar
  - fotnoter
  - parameternamn, parametergruppens namn och parameteralternativ.
- Alla mått anges i mm (tum).
- En asterisk (\*) indikerar fabriksinställningen för en parameter.

## 2

## 2 Säkerhet

### 2.1 Säkerhetssymboler

Följande symboler används i denna handbok:

#### **⚠ VARNING**

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

#### **⚠ FÖRSIKTIGT**

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

#### **OBS!**

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

### 2.2 Behörig personal

Endast behörig personal får installera och använda denna utrustning.

Behörig personal definieras som utbildade medarbetare med behörighet att installera, driftsätta och underhålla utrustning, system och kretsar i enlighet med gällande lagar och bestämmelser. Personalen måste dessutom vara införstådd med de instruktioner och säkerhetsåtgärder som beskrivs i den här handboken.

### 2.3 Säkerhetsåtgärder

#### **⚠ VARNING**

##### HÖG SPÄNNING

Frekvensomriktare innehåller hög spänning när de är anslutna till växelströmsnät, DC-försörjning, lastdelning eller permanentmotorer. Om installation, idrifttagning och underhåll av frekvensomriktaren inte utförs av behörig personal kan det leda till dödsfall eller allvarliga personskador.

- Endast behörig personal får installera, driftsätta och utföra underhåll på frekvensomriktaren.

#### **⚠ VARNING**

##### VARNING FÖR LÄCKSTRÖM

Läckström överstiger 3,5 mA. Om jordningen av frekvensomriktaren inte genomförs korrekt kan det leda till dödsfall eller allvarliga personskador.

- En behörig elinstallatör måste säkerställa att utrustningen är korrekt jordad.

#### **⚠ VARNING**

##### URLADDNINGSTID

Frekvensomriktaren har DC-busskondensatorer som kan behålla sin spänning även när frekvensomriktaren inte matas med spänning. Hög spänning kan finnas kvar även om varningslamporna är släckta. Om du inte väntar 40 minuter från det att strömmen bryts innan underhålls- eller reparationsarbete utförs, kan det leda till dödsfall eller allvarliga personskador.

1. Stanna motorn.
2. Koppla från växelströmsnät och externa DC-bussförsörjningar, inklusive reservbatterier, UPS och DC-bussanslutningar till andra frekvensomriktare.
3. Koppla bort eller lås motorn.
4. Vänta 40 minuter så att kondensatorerna är helt urladdade.
5. Innan underhålls- eller reparationsarbete utförs ska ett lämpligt verktyg för att mäta spänning användas för att säkerställa att kondensatorerna är helt urladdade.



**⚠ VARNING****BRANDFARA**

Bromsotstånd blir varma under och efter bromsning. Om bromsotstånden inte placeras på en säker plats kan det leda till materialskador och/eller allvariga personskador.

- Säkerställ att bromsotståndet är placerat i en säker miljö för att undvika brandrisk.
- Undvik allvarliga brännskador genom att inte vidröra bromsotståndet under eller efter bromsning.

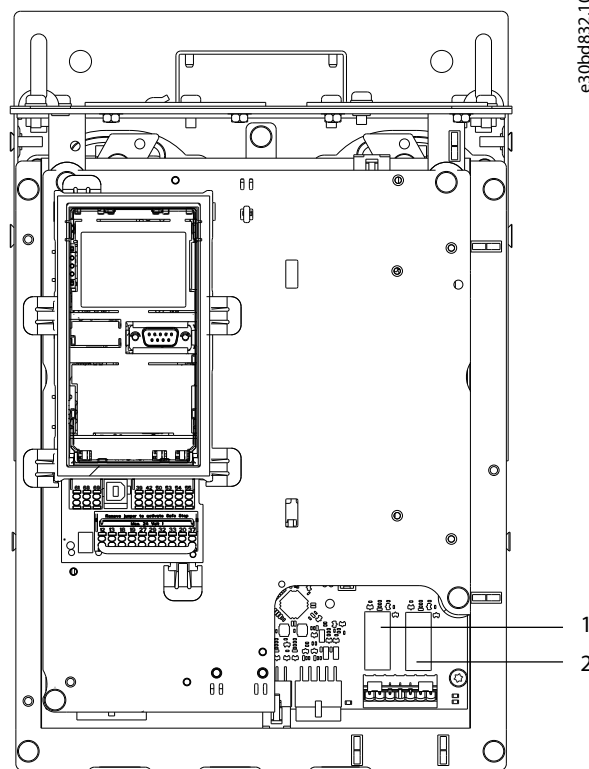
**OBS!****SÄKERHETSTILLVAL – NÄTSKYDD**

Ett nätskyddstillval är tillgängligt för kapslingar med skyddsklassificeringen IP21/IP54 (typ 1/typ 12). Nätskyddet är en skiva som monteras inuti kapslingen för att skydda mot oavsiktlig beröring av strömplintarna, i enlighet med BGV A2, VBG 4.

**2.3.1 ADN-korrekt installation**

Undvik gnistbildning i enlighet med den europeiska överenskommelsen om internationell transport av farligt gods på inre vattenvägar (ADN) genom att vidta försiktighetsåtgärder för frekvensomriktare med skyddsklassificeringarna IP00 (chassi), IP20 (chassi), IP21 (typ 1) eller IP54 (typ 12).

- Installera ingen huvudströmbrytare.
- Kontrollera att *parameter 14-50 RFI Filter* är inställd på [1] På.
- Ta bort alla reläkontakter som är märkta med RELÄ. Se Bild 2.1.
- Kontrollera vilka reläalternativ som eventuellt är installerade. Det enda tillåtna relätillvalet är VLT® Extended Relay Card MCB 113.



e30bd832.10

2

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

Bild 2.1 Placering av reläkontakter

## 3 Typgodkännanden och certifieringar

Avsnittet beskriver kort de olika typgodkännanden och certifieringar som återfinns på Danfoss frekvensomriktare. Alla typgodkännanden återfinns inte på alla frekvensomriktare.

### 3.1 Överensstämmelse med föreskrifter

#### **OBS!**

#### **TVINGANDE BEGRÄNSNINGAR PÅ UTFREKVENSEN**

Från och med programversion 3.92 är frekvensomriktarens utfrekvens begränsad till 590 Hz på grund av exportregler.

#### 3.1.1.1 CE-märkning

CE-märket (Conformité Européenne) anger att produkttillverkaren följer alla gällande EU-direktiv. De EU-direktiv som gäller för konstruktion och tillverkning av frekvensomriktare finns i *Tabell 3.1*.

#### **OBS!**

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

EU-direktiv	Version
Lågspänningsdirektivet	2014/35/EU
EMC-direktivet	2014/30/EU
Maskindirektiv <sup>1)</sup>	2014/32/EU
ErP-direktivet	2009/125/EC
ATEX-direktivet	2014/34/EU
RoHS-direktivet	2002/95/EC

Tabell 3.1 EU-direktiv som gäller för frekvensomriktare

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

#### **OBS!**

Frekvensomriktare som har en inbyggd säkerhetsfunktion, såsom Safe Torque Off (STO), måste uppfylla kraven i maskindirektivet.

Försäkran om överensstämmelse finns tillgänglig på begäran.

#### **Lågspänningsdirektivet**

Frekvensomriktare ska CE-märkas enligt lågspänningsdirektivet från den 1 januari 2014. Lågspänningsdirektivet omfattar all elektrisk utrustning avsedd för 50–1 000 V AC och 75–1 500 V DC.

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

#### **EMC-direktivet**

Syftet med EMC-direktivet (elektromagnetisk kompatibilitet) är att reducera elektromagnetisk störning och förbättra immuniteten hos elektrisk utrustning och elektriska installationer. EMC-direktivets grundläggande skydds krav är att enheter som genererar elektromagnetisk störning (EMI), eller vars drift kan störas av EMI, måste konstrueras för att begränsa genereringen av elektromagnetisk störning. Enheterna måste ha en lämplig immunitetsgrad mot EMI när de installeras, underhålls och används som avsett.

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

#### **Maskindirektivet**

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

Frekvensomriktare som har en inbyggd säkerhetsfunktion måste uppfylla kraven i maskindirektivet. Frekvensomriktare som saknar säkerhetsfunktion omfattas inte av maskindirektivet. Om en frekvensomriktare integreras i ett maskinellt system, kan Danfoss ge information om vilka säkerhetsbestämmelser som gäller för frekvensomriktaren.

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

#### 3.1.1.2 ErP-direktivet

ErP-direktivet är det europeiska ekodesigndirektivet för energirelaterade produkter, däribland frekvensomriktare. Målet med direktivet är att öka energieffektiviteten och miljöskyddet, och samtidigt öka säkerheten kring strömförsörjning. Miljöpåverkan av energirelaterade produkter inkluderar energiförbrukningen under hela produktens livscykel.

### 3.1.1.3 UL-märkning

UL-märkningen (Underwriters Laboratory) certifierar produkters säkerhet och deras miljöanspråk utifrån standardiserade tester. Frekvensomriktare med spänning T7 (525–690 V) är endast UL-certifierade för 525–600 V.

### 3.1.1.4 CSA/cUL

Typgodkännandet CSA/cUL gäller för frekvensomriktare med en nominell spänning på 600 V eller lägre. Standarden säkerställer att utrustningen uppfyller UL-standarderna för elektrisk och termisk säkerhet när frekvensomriktaren är installerad enligt medföljande användar-/installationshandbok. Märkningen certifierar att produkten uppfyller alla nödvändig tekniska specifikationer och klarar alla tester. Ett certifikat på överensstämmelsen kan tillhandahållas på begäran.

### 3.1.1.5 EAC

Märkningen EurAsian Conformity (EAC) indikerar att produkten uppfyller alla krav och tekniska föreskrifter som gäller för produkten enligt den eurasiska tullunionen, som utgörs av medlemsstaterna i den eurasiska ekonomiska unionen.

EAC-logotypen måste finnas både på produktens och förpackningens etikett. Alla produkter som används inom EAC-området måste köpas från Danfoss inom EAC-området.

### 3.1.1.6 UKrSEPRO

UKrSEPRO-certifikatet säkerställer kvalitet och säkerhet både på produkter och tjänster samt tillverkningsstabilitet enligt ukrainska standarder. UkrSePro-certifikatet krävs för tullklarering för alla produkter som importeras till och exporteras från Ukraina.

### 3.1.1.7 TÜV

TÜV SÜD är en europeisk säkerhetsorganisation som certifierar frekvensomriktarens funktionssäkerhet i enlighet med IEC/SS-EN 61800-5-2. TÜV SÜD både testar produkter och övervakar deras användning för att säkerställa att företaget upprätthåller efterlevnaden av deras föreskrifter.

### 3.1.1.8 RCM

Regulatory Compliance Mark (RCM) indikerar överensstämmelse med utrustning för telekommunikation och EMC/radiokommunikation enligt Australian Communications and Media Authorities EMC-märkning. RCM är nu en enskild märkning som omfattar både A-Tick och C-Tick. Överensstämmelse med RCM krävs för att elektriska och elektroniska enheter ska få säljas i Australien och på Nya Zeeland.

### 3.1.1.9 Marint

För att fartyg och olje-/gasplattformar ska erkänna en reglerande licens eller försäkring måste en eller flera marina klassificeringssällskap certifiera dessa tillämpningar. Upp till tolv olika marina klassificeringssällskap har certifierat frekvensomriktarna från Danfoss.

Om du vill visa eller skriva ut marina typgodkännanden och certifikat kan du gå till nedladdningssidan på [drives.danfoss.com/industries/marine-and-offshore/marine-type-approvals/#/](http://drives.danfoss.com/industries/marine-and-offshore/marine-type-approvals/#/).

## 3.1.2 Föreskrifter för exportkontroll

Lokala och/eller nationella föreskrifter för exportkontroll kan gälla för frekvensomriktare.

Ett ECCN-nummer används för att klassificera alla frekvensomriktare som föreskrifterna för exportkontroll gäller för. ECCN-numret anges i dokumenten som medföljer frekvensomriktaren.

Vid återexport är det exportörens ansvar att säkerställa överensstämmelse med gällande föreskrifter för exportkontroll.

### 3.2 Kapslingarnas skyddsklassificeringar

Frekvensomriktare i serien VLT® är tillgängliga med olika kapslingsskydd för att tillgodose tillämpningens behov.

Kapslingarnas skyddsklassificeringar baseras på två internationella standarder:

- UL-typen validerar att kapslingen uppfyller NEMA-standarderna (National Electrical Manufacturers Association). Konstruktions- och testningskraven för kapslingarna återfinns i NEMA Standards Publication 250-2003 och UL 50, elfte utgåvan.
- IP-klassificering (Ingress Protection) som sammanställs av IEC (International Electrotechnical Commission) i resten av världen.

Standardfrekvensomriktare i Danfoss VLT®-serien är tillgängliga med olika kapslingsskydd för att uppfylla kraven för IP00 (chassi), IP20 (skyddat chassi) eller IP21 (UL Type 1) eller IP54 (UL Type 12). I den här handboken skrivs UL Type som Typ. Exempel: IP21/typ 1.

#### UL Type-standard

Typ 1 – Kapslingar konstruerade för att användas inomhus som ger personalen ett visst skydd mot oavsiktlig kontakt med kapslingsenheter och som ger ett visst skydd mot fallande smuts.

Typ 12 – Kapslingar för allmänna ändamål för användning inomhus som skyddar mot följande:

- fibrer
- ludd
- damm och smuts
- lätta stänk
- läckage
- dropp och extern kondensation från icke-korrosiva vätskor.

Det får inte finnas några hål genom kapsling och inga hål för skyddsror eller skyddsrorsöppningar, utom när de används tillsammans med oljebeständiga packningar vid montering av olje- eller dammtäta mekanismer. Dörrarna finns också med oljebeständiga packningar. Dessutom har kapslingar för kombinationsregulatorer gångjärnsförsedda dörrar som öppnas horisontellt med hjälp av verktyg.

#### IP-standard

Tabell 3.2 visar hur de två standarderna relaterar till varandra. Tabell 3.3 visar hur du läser av IP-numret och sedan definierar skyddsnivån. Frekvensomriktarna uppfyller kraven för båda.

NEMA och UL	IP
Chassi	IP00
Skyddat chassi	IP20
Typ 1	IP21
Typ 12	IP54

Tabell 3.2 Relation mellan NEMA och IP-nummer

Första siffran	Andra siffran	Skyddsnivå
0	–	Inget skydd.
1	–	Skyddad till 50 mm (2,0 in). Inga händer skulle kunna nå in i kapslingen.
2	–	Skyddad till 12 mm (0,5 in). Inga fingrar skulle kunna nå in i kapslingen.
3	–	Skyddad till 2,5 mm (0,1 in). Inga verktyg skulle kunna nå in i kapslingen.
4	–	Skyddad till 1,0 mm (0,04 in). Inga kablar skulle kunna nå in i kapslingen.
5	–	Skyddad mot damm – begränsat intrång.
6	–	Fullständigt dammskyddad.
–	0	Inget skydd.
–	1	Skyddad mot vertikalt vattendropp.
–	2	Skyddad mot vattendropp vid 15° vinkel.
–	3	Skyddad mot vatten vid 60° vinkel.
–	4	Skyddad mot vattenstänk.
–	5	Skyddad mot vattenstrålar.
–	6	Skyddad mot starka vattenstrålar.
–	7	Skyddad mot tillfällig nedsänkning.
–	8	Skyddad mot permanent nedsänkning.

Tabell 3.3 Uppdelning av IP-nummer

## 4 Produktöversikt

### 4.1 VLT® High-power Drives

Danfoss VLT®-frekvensomriktarna som beskrivs i den här handboken är tillgängliga som fristående, väggmonterade eller skåpsmonterade enheter. Varje VLT®-frekvensomriktare är konfigurerbar för, kompatibel med och effektivitetsoptimerad för alla motorer av standardtyp. På så sätt finns inga begränsningar för vilka motorer och frekvensomriktare som kan användas tillsammans. De här frekvensomriktarna har två front-end-konfigurationer: 6-puls och 12-puls.

#### Fördelar med VLT®-frekvensomriktare med 6-puls

- Tillgängliga i olika kapslingsstorlekar och skyddsklassificeringar.
- 98 % verkningsgrad minskar driftkostnaderna.
- Bakkanalens unika konstruktion minskar behovet av ytterligare kylutrustning, vilket leder till lägre installationskostnader och löpande kostnader.
- Lägre effektförbrukning för kylutrustningen.
- Sänkta ägarkostnader.
- Användargränssnittet är detsamma i alla Danfoss frekvensomriktare.
- Tillämpningsorienterade konfigurationsguider.
- Användargränssnitt på flera språk.

#### Fördelar med VLT®-frekvensomriktare med 12-puls

VLT®-frekvensomriktare med 12-puls ger övertonsreducering utan att lägga till kapacitiva eller induktiva komponenter, som ofta kräver nätverksanalys för att undvika potentiella systemresonansproblem. Frekvensomriktaren med 12-puls är byggd med samma modulära konstruktion som VLT®-frekvensomriktare med 6-puls. Mer information om metoder för övertonsreducering finns i *VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005/AHF 010 Design Guide*.

Frekvensomriktare med 12-puls ger samma fördelar som frekvensomriktare med 6-puls, men har/är dessutom:

- robusta och mycket stabila i alla nätverks- och driftförhållanden
- perfekta för tillämpningar där det är nödvändigt att växla ned från medelspänning, eller när isolering från nätet behövs
- utmärkt immunitet mot ingångstransienter.

### 4.2 Kapslingsstorlek efter märkeffekt

kW <sup>1)</sup>	hk <sup>1)</sup>	Tillgängliga kapslingar	
		6-puls	12-puls
315	450	–	F8–F9
355	500	E1–E2	F8–F9
400	550	E1–E2	F8–F9
450	600	E1–E2	F8–F9
500	650	F1–F3	F10–F11
560	750	F1–F3	F10–F11
630	900	F1–F3	F10–F11
710	1000	F1–F3	F10–F11
800	1200	F2–F4	F12–F13
1000	1350	F2–F4	F12–F13

Tabell 4.1 Kapslingarnas märkeffekt, 380–480 V

1) Alla märkeffekter är tagna vid normal överbelastning. Uteffekten mäts vid 400 V (kW) och 460 V (hk).

kW <sup>1)</sup>	hk <sup>1)</sup>	Tillgängliga kapslingar	
		6-puls	12-puls
450	450	E1–E2	F8–F9
500	500	E1–E2	F8–F9
560	600	E1–E2	F8–F9
630	650	E1–E2	F8–F9
710	750	F1–F3	F10–F11
800	950	F1–F3	F10–F11
900	1050	F1–F3	F10–F11
1000	1150	F2–F4	F12–F13
1200	1350	F2–F4	F12–F13
1400	1550	F2–F4	F12–F13

Tabell 4.2 Kapslingarnas märkeffekt, 525–690 V

1) Alla märkeffekter är tagna vid normal överbelastning. Uteffekten mäts vid 690 V (kW) och 575 V (hk).

## 4.3 Översikt av kapslingar, 380–480 V

Kapslingsstorlek	E1	E2
<b>Märkeffekt<sup>1)</sup></b>		
Uteffekt vid 400 V (kW)	355–450	355–450
Uteffekt vid 460 V (hk)	500–600	500–600
<b>Front-end-konfiguration</b>		
6-puls	S	S
12-puls	–	–
<b>Skyddsklassificering</b>		
IP	IP21/54	IP00
UL-typ	Typ 1/12	Chassi
<b>Maskinvarualternativ<sup>2)</sup></b>		
Bakkanal i rostfritt stål	–	O
Nätskydd	O	–
Värmare och termostat	–	–
Apparatskåpbelysning med strömuttag	–	–
RFI-filter (klass A1)	O	O
NAMUR-plintar	–	–
Isolationsmotståndsovervakning (IRM)	–	–
Jordfelsbrytare (RCM)	–	–
Bromschopper (IGBT:er)	O	O
Safe Torque Off	O	O
Regen-plintar	O	O
Gemensamma motorplintar	–	–
Nödstopp med Pilz-säkerhetsrelä	–	–
Safe Torque Off med Pilz-säkerhetsrelä	–	–
Ingen LCP	–	–
Grafisk LCP	S	S
Numerisk LCP	O	O
Säkringar	O	O
Lastdelningsplintar	O	O
Säkringar + lastdelningsplintar	O	O
Strömbrytare	O	O
Maximalbrytare	–	–
Kontakter	–	–
Manuella motorstartare	–	–
30 A, säkringsskyddade plintar	–	–
24 V DC-försörjning (SMPS, 5 A)	O	O
Extern temperaturövervakning	–	–
<b>Mått</b>		
Höjd, mm (in)	2 000 (78,8)	1 547 (60,9)
Bredd, mm (in)	600 (23,6)	585 (23,0)
Djup, mm (in)	494 (19,4)	498 (19,5)
Vikt, kg (lb)	270–313 (595–690)	234–277 (516–611)

Tabell 4.3 E1–E2-frekvensomriktare, 380–480 V

1) Alla märkeffekter är tagna vid normal överbelastning. Uteffekten mäts vid 400 V (kW) och 460 V (hk).

2) S = standard, O = tillval, och ett streck anger att tillvalet inte är tillgängligt.

Kapslingsstorlek	F1	F2	F3	F4
<b>Märkeffekt<sup>1)</sup></b>				
Uteffekt vid 400 V (kW)	500–710	800–1000	500–710	800–1000
Uteffekt vid 460 V (hk)	650–1000	1200–1350	650–1000	1200–1350
<b>Front-end-konfiguration</b>				
6-puls	S	S	S	S
12-puls	–	–	–	–
<b>Skyddsklassificering</b>				
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
UL-typ	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12
<b>Maskinvarualternativ<sup>2)</sup></b>				
Bakkanal i rostfritt stål	O	O	O	O
Nätskydd	–	–	–	–
Värmare och termostat	O	O	O	O
Apparatskåpbelysning med strömutfag	O	O	O	O
RFI-filter (klass A1)	–	–	–	–
NAMUR-plintar	–	–	–	–
Isolationsmotståndsovervakning (IRM)	–	–	O	O
Jordfelsbrytare (RCM)	–	–	O	O
Bromschopper (IGBT:er)	O	O	O	O
Safe Torque Off	O	O	O	O
Regen-plintar	O	O	O	O
Gemensamma motorplintar	O	O	O	O
Nödstopp med Pilz-säkerhetsrelä	–	–	O	O
Safe Torque Off med Pilz-säkerhetsrelä	O	O	O	O
Ingen LCP	–	–	–	–
Grafisk LCP	S	S	S	S
Numerisk LCP	–	–	–	–
Säkringar	O	O	O	O
Lastdelningsplintar	O	O	O	O
Säkringar + lastdelningsplintar	O	O	O	O
Strömbrytare	–	–	O	O
Maximalbrytare	–	–	O	O
Kontakorer	–	–	O	O
Manuella motorstartare	O	O	O	O
30 A, säkringsskyddade plintar	O	O	O	O
24 V DC-försörjning (SMPS, 5 A)	O	O	O	O
Extern temperaturövervakning	O	O	O	O
<b>Mått</b>				
Höjd, mm (in)	2 204 (86,8)	2 204 (86,8)	2 204 (86,8)	2 204 (86,8)
Bredd, mm (in)	1 400 (55,1)	1 800 (70,9)	2 000 (78,7)	2 400 (94,5)
Djup, mm (in)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Vikt, kg (lb)	1 017 (2 242,1)	1 260 (2 777,9)	1 318 (2 905,7)	1 561 (3 441,5)

Tabell 4.4 F1–F4-frekvensomriktare, 380–500 V

1) Alla märkeffekter är tagna vid normal överbelastning. Uteffekten mäts vid 400 V (kW) och 460 V (hk).

2) S = standard, O = tillval, och ett streck anger att tillvalet inte är tillgängligt.



Kapslingsstorlek	F8	F9	F10	F11	F12	F13
<b>Märkeffekt<sup>1)</sup></b>						
Uteffekt vid 400 V (kW)	315–450	315–450	500–710	500–710	800–1000	800–1000
Uteffekt vid 460 V (hk)	450–600	450–600	650–1000	650–1000	1200–1350	1200–1350
<b>Front-end-konfiguration</b>						
6-puls	–	–	–	–	–	–
12-puls	S	S	S	S	S	S
<b>Skyddsklassificering</b>						
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12
<b>Maskinvarualternativ<sup>2)</sup></b>						
Bakkanal i rostfritt stål	–	–	–	–	–	–
Nätskydd	–	–	–	–	–	–
Värmare och termostat	–	–	O	O	O	O
Apparatskåpbelysning med strömuttag	–	–	O	O	O	O
RFI-filter (klass A1)	–	O	–	–	O	O
NAMUR-plintar	–	–	–	–	–	–
Isolationsmotståndsovervakning (IRM)	–	O	–	–	O	O
Jordfelsbrytare (RCM)	–	O	–	–	O	O
Bromschopper (IGBT:er)	O	O	O	O	O	O
Safe Torque Off	O	O	O	O	O	O
Regen-plintar	–	–	–	–	–	–
Gemensamma motorplintar	–	–	O	O	O	O
Nödstopp med Pilz-säkerhetsrelä	–	–	–	–	–	–
Safe Torque Off med Pilz-säkerhetsrelä	O	O	O	O	O	O
Ingen LCP	–	–	–	–	–	–
Grafisk LCP	S	S	S	S	S	S
Numerisk LCP	–	–	–	–	–	–
Säkringar	O	O	O	O	O	O
Lastdelningsplintar	–	–	–	–	–	–
Säkringar + lastdelningsplintar	–	–	–	–	–	–
Strömbrytare	–	O	O	O	O	O
Maximalbrytare	–	–	–	–	–	–
Kontakorer	–	–	–	–	–	–
Manuella motorstartare	–	–	O	O	O	O
30 A, säkringsskyddade plintar	–	–	O	O	O	O
24 V DC-försörjning (SMPS, 5 A)	O	O	O	O	O	O
Extern temperaturövervakning	–	–	O	O	O	O
<b>Mått</b>						
Höjd, mm (in)	2 204 (86,8)	2 204 (86,8)	2 204 (86,8)	2 204 (86,8)	2 204 (86,8)	2 204 (86,8)
Bredd, mm (in)	800 (31,5)	1 400 (55,2)	1 600 (63,0)	2 400 (94,5)	2 000 (78,7)	2 800 (110,2)
Djup, mm (in)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Vikt, kg (lb)	447 (985,5)	669 (1 474,9)	893 (1 968,8)	1 116 (2 460,4)	1 037 (2 286,4)	1 259 (2 775,7)

Tabell 4.5 F8–F13-frekvensomriktare, 380–480 V

1) Alla märkeffekter är tagna vid normal överbelastning. Uteffekten mäts vid 400 V (kW) och 460 V (hk).

2) S = standard, O = tillval, och ett streck anger att tillvalet inte är tillgängligt.

## 4.4 Översikt av kapslingar, 525–690 V

Kapslingsstorlek	E1	E2
<b>Märkeffekt<sup>1)</sup></b>		
Uteffekt vid 690 V (kW)	450–630	450–630
Uteffekt vid 575 V (hk)	450–650	450–650
<b>Front-end-konfiguration</b>		
6-puls	S	S
12-puls	–	–
<b>Skyddsklassificering</b>		
IP	IP21/54	IP00
UL-typ	Typ 1/12	Chassi
<b>Maskinvarualternativ<sup>2)</sup></b>		
Bakkanal i rostfritt stål	–	O
Nätskydd	O	–
Värmare och termostat	–	–
Apparatskåpbelysning med strömutfag	–	–
RFI-filter (klass A1)	O	O
NAMUR-plintar	–	–
Isolationsmotståndsovervakning (IRM)	–	–
Jordfelsbrytare (RCM)	–	–
Bromschopper (IGBT:er)	O	O
Safe Torque Off	S	S
Regen-plintar	O	O
Gemensamma motorplintar	–	–
Nödstopp med Pilz-säkerhetsrelä	–	–
Safe Torque Off med Pilz-säkerhetsrelä	–	–
Ingen LCP	–	–
Grafisk LCP	S	S
Numerisk LCP	O	O
Säkringar	O	O
Lastdelningsplintar	O	O
Säkringar + lastdelningsplintar	O	O
Strömbrytare	O	O
Maximalbrytare	–	–
Kontakorer	–	–
Manuella motorstartare	–	–
30 A, säkringsskyddade plintar	–	–
24 V DC-försörjning (SMPS, 5 A)	O	O
Extern temperaturövervakning	–	–
<b>Mått</b>		
Höjd, mm (in)	2 000 (78,8)	1 547 (60,9)
Bredd, mm (in)	600 (23,6)	585 (23,0)
Djup, mm (in)	494 (19,4)	498 (19,5)
Vikt, kg (lb)	263–313 (580–690)	221–277 (487–611)

Tabell 4.6 E1–E2-frekvensomriktare, 525–690 V

1) Alla märkeffekter är tagna vid normal överbelastning. Uteffekten mäts vid 690 V (kW) och 575 V (hk).

2) S = standard, O = tillval, och ett streck anger att tillvalet inte är tillgängligt.

Kapslingsstorlek	F1	F2	F3	F4
<b>Märkeffekt<sup>1)</sup></b>				
Uteffekt vid 690 V (kW)	710–900	1000–1400	710–900	1000–1400
Uteffekt vid 575 V (hk)	750–1050	1150–1550	750–1050	1150–1550
<b>Front-end-konfiguration</b>				
6-puls	S	S	S	S
12-puls	–	–	–	–
<b>Skyddsklassificering</b>				
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
UL-typ	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12
<b>Maskinvarualternativ<sup>2)</sup></b>				
Bakkanal i rostfritt stål	O	O	O	O
Nätskydd	–	–	–	–
Värmare och termostat	O	O	O	O
Apparatskåpbelysning med strömutfag	O	O	O	O
RFI-filter (klass A1)	–	–	O	O
NAMUR-plintar	–	–	–	–
Isolationsmotståndsovervakning (IRM)	–	–	O	O
Jordfelsbrytare (RCM)	–	–	O	O
Bromschopper (IGBT:er)	O	O	O	O
Safe Torque Off	O	O	O	O
Regen-plintar	O	O	O	O
Gemensamma motorplintar	O	O	O	O
Nödstopp med Pilz-säkerhetsrelä	–	–	O	O
Safe Torque Off med Pilz-säkerhetsrelä	O	O	O	O
Ingen LCP	–	–	–	–
Grafisk LCP	S	S	S	S
Numerisk LCP	–	–	–	–
Säkringar	O	O	O	O
Lastdelningsplintar	O	O	O	O
Säkringar + lastdelningsplintar	O	O	O	O
Strömbrytare	–	–	O	O
Maximalbrytare	–	–	O	O
Kontakorer	–	–	O	O
Manuella motorstartare	O	O	O	O
30 A, säkringsskyddade plintar	O	O	O	O
24 V DC-försörjning (SMPS, 5 A)	O	O	O	O
Extern temperaturövervakning	O	O	O	O
<b>Mått</b>				
Höjd, mm (in)	2 204 (86,8)	2 204 (86,8)	2 204 (86,8)	2 204 (86,8)
Bredd, mm (in)	1 400 (55,1)	1 800 (70,9)	2 000 (78,7)	2 400 (94,5)
Djup, mm (in)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Vikt, kg (lb)	1 017 (2 242,1)	1 260 (2 777,9)	1 318 (2 905,7)	1 561 (3 441,5)

Tabell 4.7 F1–F4-frekvensomriktare, 525–690 V

1) Alla märkeffekter är tagna vid normal överbelastning. Uteffekten mäts vid 690 V (kW) och 575 V (hk).

2) S = standard, O = tillval, och ett streck anger att tillvalet inte är tillgängligt.

Kapslingsstorlek	F8	F9	F10	F11	F12	F13
<b>Märkeffekt<sup>1)</sup></b>						
Uteffekt vid 690 V (kW)	450–630	450–630	710–900	710–900	1000–1400	1000–1400
Uteffekt vid 575 V (hk)	450–650	450–650	750–1050	750–1050	1150–1550	1150–1550
<b>Front-end-konfiguration</b>						
6-puls	–	–	–	–	–	–
12-puls	S	S	S	S	S	S
<b>Skyddsklassificering</b>						
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12
<b>Maskinvarualternativ<sup>2)</sup></b>						
Bakkanal i rostfritt stål	–	–	–	–	–	–
Nätskydd	–	–	–	–	–	–
Värmare och termostat	–	–	O	O	O	O
Apparatskåpbelysning med strömuttag	–	–	O	O	O	O
RFI-filter (klass A1)	–	O	–	–	O	O
NAMUR-plintar	–	–	–	–	–	–
Isolationsmotståndsovervakning (IRM)	–	O	–	–	O	O
Jordfelsbrytare (RCM)	–	O	–	–	O	O
Bromschopper (IGBT:er)	O	O	O	O	O	O
Safe Torque Off	O	O	O	O	O	O
Regen-plintar	–	–	–	–	–	–
Gemensamma motorplintar	–	–	O	O	O	O
Nödstopp med Pilz-säkerhetsrelä	–	–	–	–	–	–
Safe Torque Off med Pilz-säkerhetsrelä	O	O	O	O	O	O
Ingen LCP	–	–	–	–	–	–
Grafisk LCP	S	S	S	S	S	S
Numerisk LCP	–	–	–	–	–	–
Säkringar	O	O	O	O	O	O
Lastdelningsplintar	–	–	–	–	–	–
Säkringar + lastdelningsplintar	–	–	–	–	–	–
Strömbrytare	–	O	O	O	O	O
Maximalbrytare	–	–	–	–	–	–
Kontakorer	–	–	–	–	–	–
Manuella motorstartare	–	–	O	O	O	O
30 A, säkringsskyddade plintar	–	–	O	O	O	O
24 V DC-försörjning (SMPS, 5 A)	O	O	O	O	O	O
Extern temperaturövervakning	–	–	O	O	O	O
<b>Mått</b>						
Höjd, mm (in)	2 204 (86,8)	2 204 (86,8)	2 204 (86,8)	2 204 (86,8)	2 204 (86,8)	2 204 (86,8)
Bredd, mm (in)	800 (31,5)	1 400 (55,1)	1 600 (63,0)	2 400 (94,5)	2 000 (78,7)	2 800 (110,2)
Djup, mm (in)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Vikt, kg (lb)	447 (985,5)	669 (1 474,9)	893 (1 968,8)	1 116 (2 460,4)	1 037 (2 286,4)	1 259 (2 775,7)

Tabell 4.8 F8–F13-frekvensomriktare, 525–690 V

1) Alla märkeffekter är tagna vid normal överbelastning. Uteffekten mäts vid 690 V (kW) och 575 V (hk).

2) S = standard, O = tillval, och ett streck anger att tillvalet inte är tillgängligt.

## 4.5 Tillgängliga satser

Satsbeskrivning <sup>1)</sup>	E1	E2	F1	F2	F3	F4	F8	F9	F10	F11	F12	F13
USB i dörr	O	-	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Numerisk LCP	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Grafisk LCP <sup>2)</sup>	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
LCP-kabel, 3 m (9 ft)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Monteringssats för numerisk LCP (LCP, fästdon, packning och kabel)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Monteringssats för grafisk LCP (LCP, fästdon, packning och kabel)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Monteringssats för alla LCP:er (fästdon, packning och kabel)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Övre ingång för motorkablar	-	-	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Övre ingång för nätkablar	-	-	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Övre ingång för nätkablar med strömbrytare	-	-	-	-	O	O	-	-	-	-	-	-
Övre ingång för fältbuskablar	-	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gemensamma motorplintar	-	-	O	O	O	O	-	-	-	-	-	-
NEMA 3R-kapsling	-	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pedestal	O	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Platta för ingångstillval	O	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IP20-konvertering	-	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kylning upptill (endast)	-	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bakkanalskylning (in/ut baktill)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Bakkanalskylning (in nedtill/ut upptill)	-	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabell 4.9 Tillgängliga satser för kapslingarna E1–E2, F1–F4 och F8–F13

1) S = standard, O = tillval, och ett streck anger att satsen inte är tillgänglig för kapslingen. Beskrivningar av och artikelnummer för satserna finns i kapitel 13.2 Beställningsnummer för tillval/satser.

2) Den grafiska LCP:n ingår som standard med kapslingarna E1–E2, F1–F4 och F8–F13. Om mer än en grafisk LCP krävs kan satsen köpas till.

## 5 Produktfunktioner

## 5

### 5.1 Automatiserade driftfunktioner

Automatiserade driftfunktioner aktiveras när frekvensomriktaren är i drift. De flesta av dem kräver ingen programmering eller inställning. Frekvensomriktaren har ett antal inbyggda skyddsfunktioner som skyddar enheten och motorn när den körs.

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

#### 5.1.1 Kortslutningsskydd

##### Motor (fas till fas)

Frekvensomriktaren skyddas mot kortslutning på motorsidan genom att strömmen mäts i var och en av de tre motorfaserna. Vid kortslutning mellan två utfaser uppstår överström i växelriktaren. Växelriktaren stängs av så snart kortslutningsströmmen överstiger det tillåtna värdet (*Alarm 16, Trip Lock (Larm 16 Tripplås)*).

##### Nätsida

En frekvensomriktare som fungerar korrekt begränsar strömmen som den kan dra från försörjningen. Vi rekommenderar dock ändå att säkringar och/eller maximalbrytare används på försörjningssidan som skydd vid eventuella komponentfel inne i frekvensomriktaren (första felställe). Säkringar på nätsidan krävs för att uppfylla UL-kraven.

##### **OBS!**

Säkringar och/eller maximalbrytare krävs för att uppfylla kraven i IEC 60364 för CE, respektive NEC 2009 för UL.

##### Bromsmotstånd

Frekvensomriktaren skyddas från kortslutning i bromsmotståndet.

##### Lastdelning

För att skydda DC-bussen mot kortslutning och frekvensomriktarna från överbelastning kan du installera DC-säkringar i serie med lastdelningsplintarna för alla anslutna enheter.

### 5.1.2 Överspänningsskydd

#### Motorgenererad överspänning

Spänningen i DC-bussen ökar när motorn fungerar som generator. Detta sker vid följande tillfällen:

- Belastningen driver motorn vid konstant utfrekvens från frekvensomriktaren, vilket innebär att belastningen alstrar energi.
- Om tröghetsmomentet är högt vid deceleration (nedrampning) blir friktionen låg och nedramptiden för kort för att energin ska avsättas som en förlust i frekvensomriktarsystemet.
- Felaktigt inställd eftersläpningskompensation ger upphov till en högre DC-bussspänning.
- Mot-Emk från PM-motordrift. PM-motorns mot-Emk kan överskrida frekvensomriktarens maximala spänningstolerans och orsaka skador om den utrullar på höga varvtal. För att förhindra detta är värdet för *parameter 4-19 Max Output Frequency* automatiskt begränsat enligt en intern beräkning baserad på värdet för *parameter 1-40 Back EMF at 1000 RPM*, *parameter 1-25 Motor Nominal Speed* och *parameter 1-39 Motor Poles*.

##### **OBS!**

För att undvika rusningsvarvtal i motorn (t. ex. på grund av för kraftigt roterande delar) kan du utrusta frekvensomriktaren med ett bromsmotstånd.

Överspänningen kan hanteras antingen med en bromsfunktion (*parameter 2-10 Brake Function*) och/eller med överspänningsstyrning (*parameter 2-17 Over-voltage Control*).

#### Bromsfunktioner

Anslut ett bromsmotstånd för avgivning av överskott av bromsenergi. Genom anslutning av ett bromsmotstånd tillåts en högre DC-bussspänning under bromsning.

AC-broms kan användas för att förbättra bromsförmågan utan att ett bromsmotstånd behöver användas. Denna funktion styr en övermagnetisering av motorn när motorn fungerar som generator. Genom att öka de elektriska förlusterna i motorn kan OVC-funktionen öka bromsmomentet utan att överskrida överspänningsgränsen.

##### **OBS!**

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

### Överspänningsstyrning (OVC)

OVC-styrning minskar risken för att frekvensomriktaren trippas till följd av överspänning i DC-bussen genom att automatiskt förlänga nedramptiden.

#### **OBS!**

OVC kan aktiveras för en PM-motor med full styrkärna, PM VVC<sup>+</sup>, Flux OL och Flux CL för PM-motorer.

### 5.1.3 Detektering av motorfas saknas

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

### 5.1.4 Detektering av obalans i nätspänning

Drift vid kraftiga obalanser i nätspänning förkortar motorns och frekvensomriktarens livslängd. Förhållanden anses som kraftiga om motorn kontinuerligt körs nära nominell belastning. Fabriksinställningen trippar frekvensomriktaren vid obalans i nätspänning (*parameter 14-12 Response to Mains Imbalance*).

### 5.1.5 In- och urkoppling på utgången

Det är tillåtet att lägga till en brytare på utgången mellan motorn och frekvensomriktaren, men felmeddelanden kan visas. Danfoss rekommenderar inte att funktionen används för frekvensomriktare på 525–690 V som är anslutna till ett IT-nätverk.

### 5.1.6 Överbelastningskydd

#### Momentgräns

Med momentgränsfunktionen skyddas motorn från överbelastning oberoende av varvtal. Momentgränsen styrs i *parameter 4-16 Torque Limit Motor Mode* och *parameter 4-17 Torque Limit Generator Mode*. I *parameter 14-25 Trip Delay at Torque Limit* ställer du in hur lång tid det ska gå innan momentgränsvarningen trippar.

#### Strömbegränsning

Strömbegränsningen regleras i *parameter 4-18 Current Limit*, och tiden innan frekvensomriktaren trippar regleras i *parameter 14-24 Trip Delay at Current Limit*.

#### Varvtalsgräns

Minsta varvtalsgräns: *Parameter 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]* eller *parameter 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]* begränsar frekvensomriktarens lägsta varvtalsområde under drift.

Maximal varvtalsgräns: *Parameter 4-13 Motor Speed High Limit [RPM]* eller *parameter 4-19 Max Output Frequency* begränsar frekvensomriktarens maximala utvarvtal under drift.

### Elektronisk-termiskt relä (ETR)

ETR är en elektronisk funktion som simulerar ett bimetallrelä baserat på interna mätningar. Kurvan visas i *Bild 5.1*.

### Spänningsgräns

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

### Överhettning

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

### 5.1.7 Låst rotor-funktion

I vissa situationer kan rotorn låsas på grund av överbelastning eller andra faktorer. Den låsta rotorn kan inte producera tillräcklig kylning, vilket i sin tur ger upphov till överhettning i motorlindningen. Frekvensomriktaren kan känna av det låsta rotortillståndet med PM-flödesstyrning utan återkoppling och PM VVC<sup>+</sup>-styrning (*parameter 30-22 Locked Rotor Detection*).

### 5.1.8 Automatisk nedstämpling

Frekvensomriktaren kontrollerar konstant om följande kritiska nivåer föreligger:

- hög temperatur på styrkortet eller kylplattan
- hög motorbelastning
- hög DC-busspänning
- lågt motorvarvtal

Som svar på en kritisk nivå justerar frekvensomriktaren switchfrekvensen. Vid höga interna temperaturer och lågt motorvarvtal kan frekvensomriktarna även tvinga PWM-mönstret till SFAVM.

#### **OBS!**

Den automatiska nedstämplingen ser annorlunda ut när *parameter 14-55 Output Filter* är inställd på [2] *Sinusvågfilter fast*.

### 5.1.9 Automatisk energioptimering

Automatisk energioptimering (AEO) styr frekvensomriktaren att kontinuerligt övervaka belastningen på motorn och justera utspänningen för att maximera verkningsgraden. Under lätt belastning minskas spänningen och motorströmmen minimeras. Fördelar för motorn:

- ökad effektivitet
- minskad uppvärmning
- tystare drift

En V/Hz-kurva måste inte väljas, eftersom frekvensomriktaren automatiskt justerar motorspänningen.

### 5.1.10 Automatisk switchfrekvensmodulering

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

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

### 5.1.11 Automatisk nedstämpling för hög switchfrekvens

Frekvensomriktaren är utformad för kontinuerlig drift med full belastning vid switchfrekvenser mellan 1,5–2 kHz för 380–480 V, och 1–1,5 kHz för 525–690 V. Frekvensområdet beror på effektstorlek och spänningsmärkning. En switchfrekvens som överstiger högsta tillåtna värde genererar värmeökning i frekvensomriktaren och kräver nedstämpling av utströmmen.

En av frekvensomriktarens automatiska funktioner är belastningsberoende reglering av switchfrekvensen. Funktion gör det möjligt för motorn att dra nytta av den högsta switchfrekvens som belastningen tillåter.

### 5.1.12 Prestanda vid effektfluktuationer

Frekvensomriktaren tål nätfluktuationer såsom:

- transienter
- tillfälliga avbrott
- kortare spänningsfall
- spänningstoppar.

Frekvensomriktaren kompenserar automatiskt för inspänning med en avvikelse på  $\pm 10\%$  från nominell spänning för att ge full nominell motorspänning och fullt nominellt motormoment. Om automatisk omstart har valts startar frekvensomriktaren automatiskt efter en tripp. Med flygande start synkroniserar frekvensomriktaren till motorns rotation före start.

### 5.1.13 Resonansdämpning

Resonansdämpning eliminerar högfrekvent resonansljud från motorn. Automatisk eller manuellt vald frekvensdämpning är möjligt.

### 5.1.14 Temperaturstyrda fläktar

Givare i frekvensomriktaren reglerar de interna kylfläktarnas drift. Kylfläktarna körs vanligen inte vid låg belastning, i energisparläge eller i standbyläge. Givarna minskar bullret, ökar verkningsgraden och ökar fläktens livslängd.

### 5.1.15 EMC-överensstämmelse

Elektromagnetiska störningar (EMI) eller radiofrekvensstörningar (RFI) är störningar som kan påverka en elektrisk krets på grund av elektromagnetisk induktans eller strålning från en extern källa. Frekvensomriktaren är utformad för att uppfylla kraven enligt EMC-produktstandarderna för frekvensomriktare, IEC 61800-3, samt den europeiska standarden SS-EN 55011. För att uppfylla emissionsnivåerna i SS-EN 55011 måste motorkablar vara skärmade och korrekt avslutade. Mer information om EMC-prestanda finns i *kapitel 10.15.1 EMC-testresultat*.

### 5.1.16 Galvanisk isolation av styrplintar

Alla styrplintar och utgångsreläplintar är galvaniskt isolerade från nätspänningen, vilket skyddar styrkretsen från inström. Utgångsreläplintarna kräver separat jordning. Isoleringen uppfyller de hårda isoleringskraven för skyddsklenspänning (PELV).

**Komponenterna som utgör den galvaniska isolationen är:**

- försörjning, inklusive signalisolering
- växelriktare för IGBT:er, triggertransformatorer och optokopplare
- halleffektomvandlare för utström.

## 5.2 Anpassade tillämpningsfunktioner

Anpassade tillämpningsfunktioner är de vanligaste funktionerna som programmeras i frekvensomriktaren för att förbättra systemets prestanda. De kräver minimalt med programmering och konfiguration. I *programmeringshandboken* finns instruktioner om hur dessa funktionerna aktiveras.

### 5.2.1 Automatisk motoranpassning

Automatisk motoranpassning (AMA) är en automatiserad testprocedur som används för att mäta motorns elektriska egenskaper. AMA ger en korrekt elektronisk modell av motorn så att frekvensomriktaren kan beräkna optimal prestanda och verkningsgrad. Med AMA-processen maximeras också frekvensomriktarens automatiska energioptimeringsfunktion. AMA utförs utan att motorn roterar och utan frånkoppling av motorbelastningen.



### 5.2.2 Inbyggd PID-regulator

Den inbyggda proportionella, integrerade och deriverande (PID) regulatorn eliminerar behovet av extra styrenheter. PID-regulatorn upprätthåller konstant styrning av system med återkoppling som kräver att reglerat tryck och flöde, reglerad temperatur samt andra systemkrav upprätthålls.

Frekvensomriktaren kan använda två återkopplingssignaler från två olika enheter, vilket gör det möjligt för systemet att regleras med olika återkopplingskrav. Frekvensomriktaren fattar styrningsbeslut genom att jämföra de två signalerna för att optimera systemets prestanda.

### 5.2.3 Termiskt motorskydd

Termiskt motorskydd kan tillhandahållas via:

- Direkt temperaturavkänning med
  - en PTC- eller KTY-givare i motorlindningarna, ansluten till en vanlig AI eller DI
  - PT100 eller PT1000 i motorlindningar och motorlagren, ansluten på VLT® Sensor Input Card MCB 114
  - en PTC-termistorringång på VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 (ATEX-godkänd)
- en mekanisk termisk brytare (Klixon-typ) på en DI
- ett inbyggt elektronisk-termiskt relä (ETR).

ETR beräknar motortemperaturen genom att mäta ström, frekvens och drifttid. Frekvensomriktaren visar den termiska belastningen på motorn i procent och kan utfärda en varning vid ett programmerbart överbelastningsbörvärde. Med programmerbara alternativ vid överbelastningen kan frekvensomriktaren stoppa motorn, minska uteffekten eller ignorera tillståndet. Även vid låga varvtal uppfyller frekvensomriktaren I2t klass 20-standarder för överbelastning av elektronisk motor.

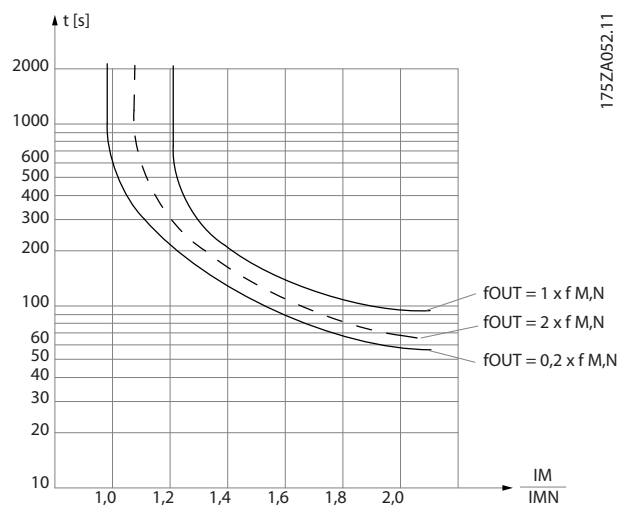


Bild 5.1 ETR-kurva

X-axeln visar förhållandet mellan  $I_{motor}$  och  $I_{motor}$  nominellt. Y-axeln visar tiden i sekunder innan ETR stänger av och trippar frekvensomriktaren. Kurvorna visar det karakteristiska nominella varvtalet vid dubbla det nominella varvtalet och vid 0,2 x det nominella varvtalet.

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

En särskild version av ETR är också tillgänglig för EX-motorer i ATEX-områden. Denna funktion gör det möjligt att ange en specifik kurva för att skydda Ex-e-motorn. I *programmeringshandboken* finns instruktioner om konfiguration.

### 5.2.4 Termiskt motorskydd för Ex-e-motorer

Frekvensomriktaren har en funktion för ATEX ETR-termisk övervakning för drift av Ex-e-motorer enligt SS-EN 60079-7. I kombination med en ATEX-godkänd PTC-övervakningsenhet som VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 eller en extern enhet behöver installationen inte något separat godkännande från en auktoriserad organisation.

Tack vare funktionen för ATEX ETR-termisk övervakning kan en Ex-e-motor användas istället för en dyrare, större och tyngre Ex-d-motor. Funktionen säkerställer att frekvensomriktaren begränsar motorströmmen för att förhindra överhettning.

**Krav relaterade till Ex-e-motorn**

- Säkerställ att Ex-e-motorn är godkänd för drift med frekvensomriktare i riskområden (ATEX zon 1/21, ATEX zon 2/22). Motorn måste vara certifierad för det specifika riskområdet.
- Installera Ex-e-motorn i riskområdets zon 1/21 eller 2/22 enligt motorns godkännanden.

**OBS!**
**Installera frekvensomriktaren utanför riskområdet.**

- Säkerställ att Ex-e-motorn är utrustad med ett ATEX-godkänt överbelastningskydd för motor. En sådan enhet övervakar temperaturen motorlindningarna. Enheten stänger av motorn vid kritiska temperaturnivåer eller vid funktionsfel.
  - Tillvalet VLT® PTC Thermistor MCB 112 ger ATEX-godkänd övervakning av motortemperaturen. Det är en förutsättning att frekvensomriktaren är utrustad med 3–6 PTC-termistorer i följd enligt DIN 44081 eller 44082.
  - Det går också att använda en extern, ATEX-godkänd PTC-skydds-enhet.
- Sinusvågfilter krävs i följande situationer:
  - Långa kablar (spänningstoppar) eller ökad nätspänning skapar spänningsnivåer som överskrider den högsta tillåtna spänningen vid motorplintarna.
  - Frekvensomriktarens lägsta switch-frekvens uppfyller inte kraven som angetts av motortillverkaren. Frekvensomriktarens lägsta switch-frekvens visas som standardvärdet i *parameter 14-01 Switching Frequency*.

**Motorns och frekvensomriktarens kompatibilitet**

För motorer som är certifierade enligt SS-EN 60079-7 tillhandahåller motortillverkaren en lista med gränser och regler som ett datablad eller på motorns märkskylt. Under planering, installation, idrifttagning, drift och service ska du följa de gränser och regler som tillhandahållits av motortillverkaren avseende:

- lägsta switch-frekvens
- högsta ström
- minimal motorfrekvens
- maximal motorfrekvens.

Bild 5.2 visar var kraven anges på motorns märkskylt.

130BD888.10

CE 1180		Ex		Ex-e II T3	
CONVERTER SUPPLY					
VALID FOR 380 - 415V FWP 50Hz					
3 ~ Motor					
1	MIN. SWITCHING FREQ. FOR PWM CONV. 3kHz				
2	$I = 1.5I_{MN}$ $t_{OL} = 10s$ $t_{COOL} = 10min$				
3	MIN. FREQ. 5Hz		MAX. FREQ. 85 Hz		
4					
PWM-CONTROL					
f [Hz]	5	15	25	50	85
$I_x/I_{MN}$	0.4	0.8	1.0	1.0	0.95
PTC	°C		DIN 44081/-82		
Manufacture xx				EN 60079-0 EN 60079-7	

1	Lägsta switch-frekvens
2	Maximal ström
3	Lägsta motorfrekvens
4	Maximal motorfrekvens

Bild 5.2 Motorns märkskylt med frekvensomriktarkrav

När frekvensomriktare och motorer matchas specificerar Danfoss följande ytterligare krav för att säkerställa tillräckligt termiskt motorskydd:

- Överskrid inte det maximala förhållandet mellan frekvensomriktarens och motorns storlek. Det typiska värdet är  $I_{VLT, n} \leq 2I_{M, n}$
- Ta alla spänningsfall från frekvensomriktare till motor i beaktning. Om motorn körs med lägre spänning än vad som anges i u/f-kurvorna, kan strömmen öka och utlösa ett larm.

Mer information finns i tillämpningsexemplet i *kapitel 12 Tillämpningsexempel*.

### 5.2.5 Nätavbrott

Vid nätavbrott fortsätter frekvensomriktaren att köra tills DC-bussspänningen är lägre än den lägsta tillåtna spänningen. Den minimala stoppnivån ligger normalt 15 % under frekvensomriktarens lägsta nominella nätspänning. Nätspänningen före avbrottet och motorbelastningen angör hur lång tid som går innan frekvensomriktaren uttrullar.

Frekvensomriktaren kan konfigureras (*parameter 14-10 Mains Failure*) för olika typer av beteende under nätavbrott:

- Tripplås när DC-bussen är uttömd.
- Utrullning med flygande start när nätspänningen återkommer (*parameter 1-73 Flying Start*).
- Kinetisk back-up.
- Kontrollerad nedrampning.

#### Flygande start

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

#### Kinetisk back-up

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

Frekvensomriktarens beteende vid nätavbrott konfigureras i *parameter 14-10 Mains Failure* och *parameter 1-73 Flying Start*.

### 5.2.6 Automatisk omstart

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

### 5.2.7 Fullt moment vid reducerad hastighet

Frekvensomriktaren följer en variabel V/Hz-kurva som ger fullt motormoment även vid reducerat varvtal. Fullt utgående moment kan sammanfalla med motorns maximala driftvarvtal. Den här frekvensomriktaren skiljer sig från frekvensomriktare med variabelt moment och frekvensomriktare med konstant moment. Frekvensomriktare med variabelt moment ger reducerat motormoment vid lågt varvtal. Frekvensomriktare med konstant moment ger för hög spänning och värme och för högt motorljud vid mindre än fullt varvtal.

### 5.2.8 Frekvenshopp

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

### 5.2.9 Förvärmning av motor

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

### 5.2.10 Programmerbara menyer

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

Menydata kan kopieras mellan olika frekvensomriktare genom att hämta informationen från den avtagbara LCP:n.

### 5.2.11 Smart Logic Control (SLC)

Smart Logic Control (SLC) är en sekvens av användardefinierade åtgärder (se parameter 13-52 SL Controller Action [x]) som SLC utför när motsvarande användardefinierad händelse (se parameter 13-51 SL Controller Event [x]) utvärderas som SANT av SLC.

Villkoret för en händelse kan vara en viss status, eller att uteffekten från en logisk regel eller komparator är SANT. Villkoret leder till en förutbestämd åtgärd, så som visas i Bild 5.3.

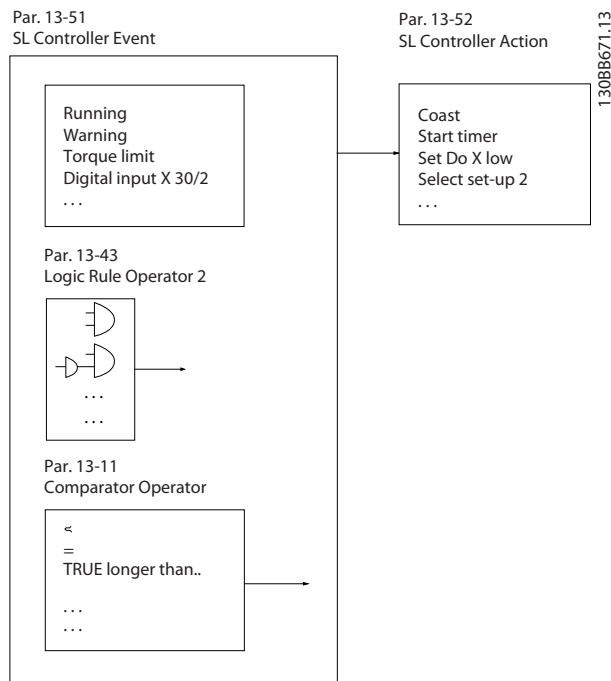


Bild 5.3 SLC-händelse och -åtgärd

Händelser och åtgärder är numrerade och sammanlänkade i par (lägen), vilket innebär att när händelse [0] inträffar (får värdet SANT), utförs åtgärd [0]. När den första åtgärden har utförts utvärderas villkoret för nästa händelse. Om denna händelse utvärderas som sant utförs motsvarande åtgärd. Endast en händelse utvärderas åt gången. Om en händelse utvärderas som falskt händer ingenting i SLC under det pågående skanningsintervallet och inga andra händelser kommer att utvärderas. När SLC startar utvärderar den endast händelse [0] under varje skanningsintervall. Det är bara om händelse [0] utvärderas som sant som SLC utför åtgärd [0] och börjar utvärdera nästa händelse. Det går att programmera 1–20 händelser och åtgärder.

När den sista händelsen/åtgärden har utförts börjar sekvensen om igen från händelse [0]/åtgärd [0]. Bild 5.4 visar ett exempel med fyra händelser/åtgärder:

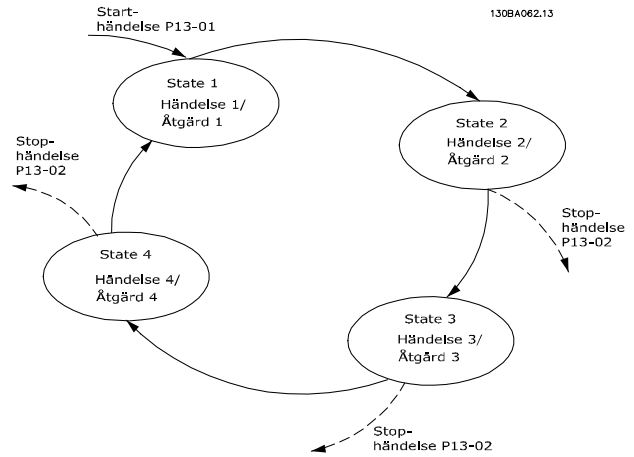


Bild 5.4 Ordning för utförandet när fyra händelser/åtgärder har programmerats

#### Komparatorer

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

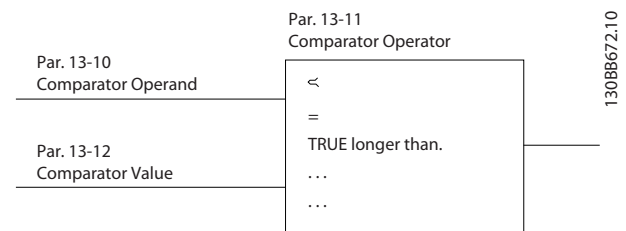


Bild 5.5 Komparatorer

#### Logiska regler

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

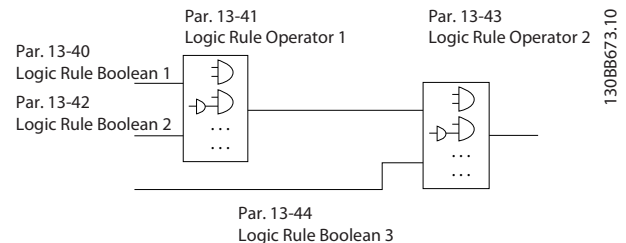


Bild 5.6 Logiska regler

### 5.2.12 Safe Torque Off

Funktionen Safe Torque Off (STO) används för att stoppa frekvensomriktaren i nödsituationer. Frekvensomriktaren kan använda STO-funktionen med asynkronmotorer, synkronmotorer och permanentmagnetmotorer.

Mer information om Safe Torque Off, inklusive information om installation och idrifttagning, finns i *handboken för Safe Torque Off*.

#### Ansvarsåtaganden

Kunden bär ansvaret för att säkerställa att personalen vet hur man installerar och använder funktionen Safe Torque Off genom att:

- läsa och förstå säkerhetsföreskrifterna rörande hälsa, säkerhet och olycksprevention
- förstå de allmänna riktlinjerna och säkerhetsriktlinjerna i *handboken för Safe Torque Off*
- ha god kännedom om de allmänna riktlinjer och säkerhetsstandarder som gäller den specifika tillämpningen.

### 5.3 Specifika funktioner för VLT® HVAC-frekvensomriktare

En frekvensomriktare utnyttjar det faktum att centrifugalfläktar och -pumpar följer proportionalitetskurvorna för sådana tillämpningar. Mer information finns i *kapitel 5.3.1 Använda en frekvensomriktare för att minska energiförbrukningen*.

#### 5.3.1 Använda en frekvensomriktare för att minska energiförbrukningen

Energibesparingen är den mest självklara fördelen med att använda sig av en frekvensomriktare för att reglera fläktarnas och pumparnas varvtal. Jämfört med andra tekniker och system för att reglera varvtalet hos fläktar och pumpar är metoden med en frekvensomriktare den mest optimala ur energisynpunkt.

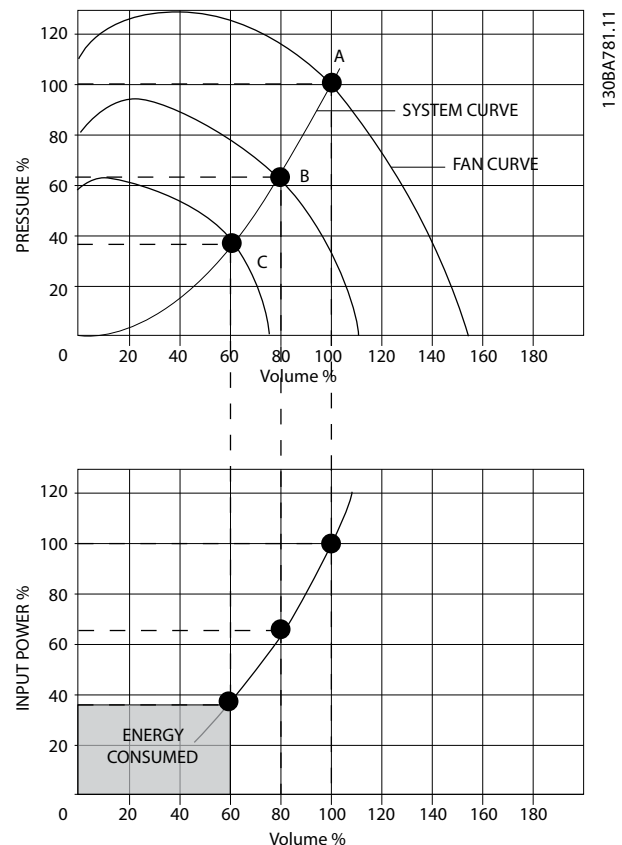


Bild 5.7 Energibesparing med reducerad fläktkapacitet

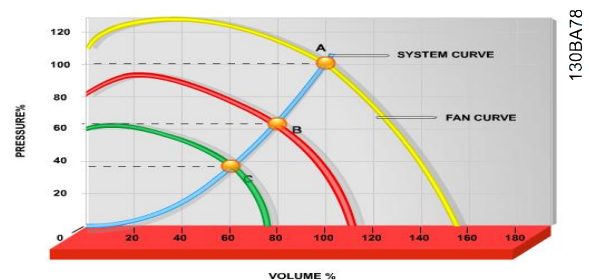


Bild 5.8 Fläktkurvor för reducerade fläktvolym.

#### Exempel på energibesparing

*Bild 5.9* beskriver påverkan av flöde, tryck och effektförbrukningen på antal varv/minut. Så som visas i *Bild 5.9* regleras flödet genom att justera varvtalet. Genom att reducera varvtalet med 20 % av det nominella varvtalet reduceras flödet med 20 %. Detta visar att flödet är linjärt i förhållande till antalet varv/minut. Den elektriska energiförbrukningen minskar däremot med 50 %.

Om ett systemflöde körs på 100 % endast några få dagar om året och snittet ligger 80 % av det nominella flödet, minskas energiförbrukningen med mer än 50 %.

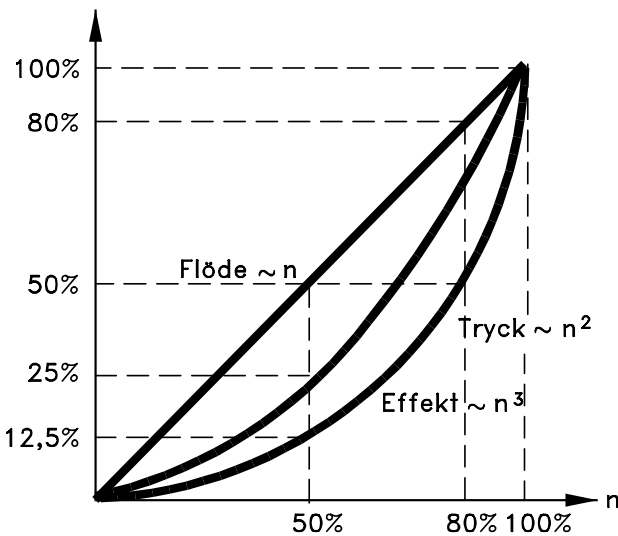
Flöde:  $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$

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

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

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

Tabell 5.1 Definition av proportionalitetslagar



DANFOSS  
175HA208.10

Bild 5.9 Proportionalitetslagar

**Jämförelse av energibesparing**

Lösningen med frekvensomriktare från Danfoss ger större besparingar jämfört med traditionella energibesparande lösningar. Frekvensomriktaren reglerar fläktens varvtal enligt systemets termiska belastning och fungerar som ett byggnadshanteringssystem (BMS).

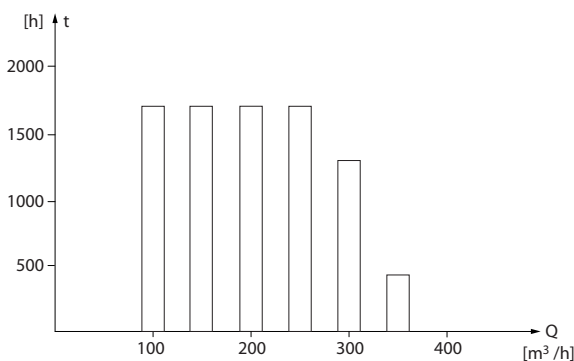


Bild 5.11 Flödesfördelning över 1 år

Diagrammet (Bild 5.10) illustrerar de typiska energibesparingar som kan uppnås med hjälp av tre välkända lösningar när fläktvolymen reduceras till 60 %. Diagrammet visar att besparingar på 50 % kan uppnås i vanliga tillämpningar.

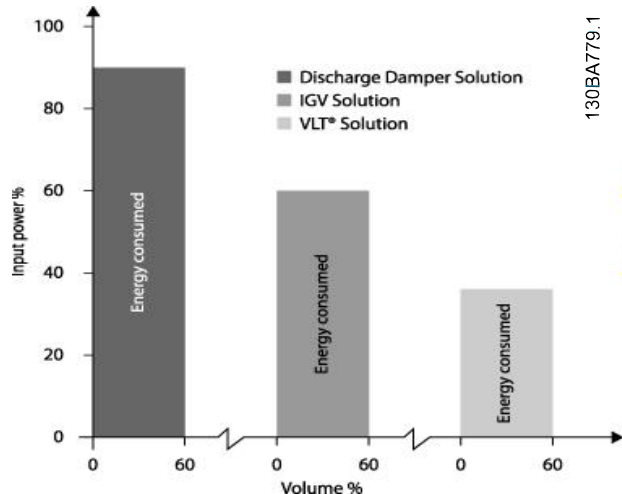


Bild 5.10 Tre vanliga energibesparingsystem

Urladdningsspjäll reducerar effektförbrukningen. Inloppsledskenor ger en reduktion på 40 % men är dyra att installera. Lösningen med frekvensomriktare från Danfoss minskar energiförbrukningen med mer än 50 % och är lätt att installera.

**Exempel med varierande flöde under 1 år**

Bild 5.11 är baserad på pumpegenskaper hämtade från ett pumpdatablad. Resultatet visar energibesparingar på mer än 50 % vid den antagna flödesfördelningen över ett år. Återbetalningstiden för investeringen beror på priset per kWh och på inköpspriset för frekvensomriktaren. I detta exempel är den kortare än ett år jämfört med strypreglering och drift med fast varvtal.

m <sup>3</sup> /h	Fördelning		Ventilreglering		Styrning av frekvensomriktare	
	%	Timmar	Effekt	Förbrukning	Effekt	Förbrukning
			A <sub>1</sub> -B <sub>1</sub>	kWh	A <sub>1</sub> -C <sub>1</sub>	kWh
350	5	438	42,5	18615	42,5	18615
300	15	1314	38,5	50589	29,0	38106
250	20	1752	35,0	61320	18,5	32412
200	20	1752	31,5	55188	11,5	20148
150	20	1752	28,0	49056	6,5	11388
100	20	1752	23,0	40296	3,5	6132
Σ	100	8760	-	275064	-	26801

Tabell 5.2 Beräkning av energibesparingar

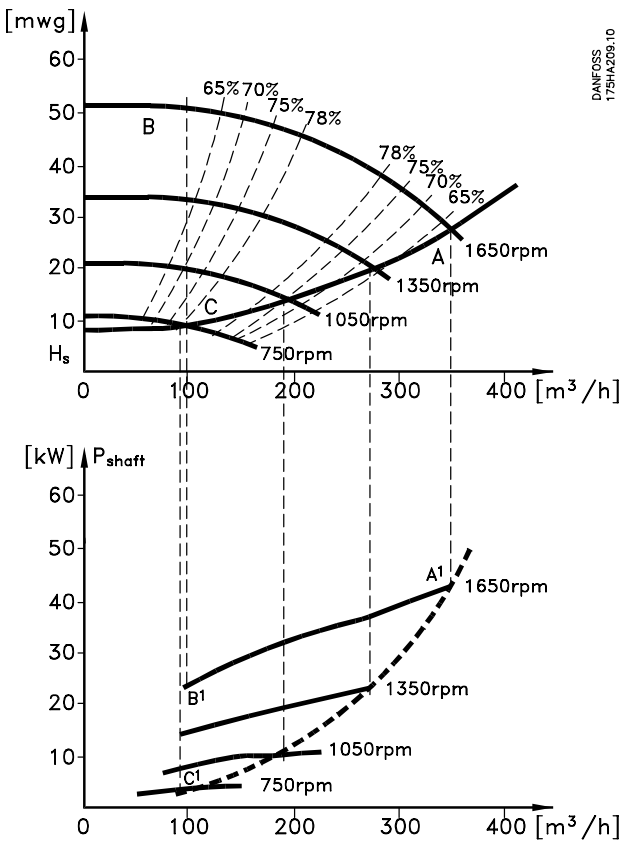


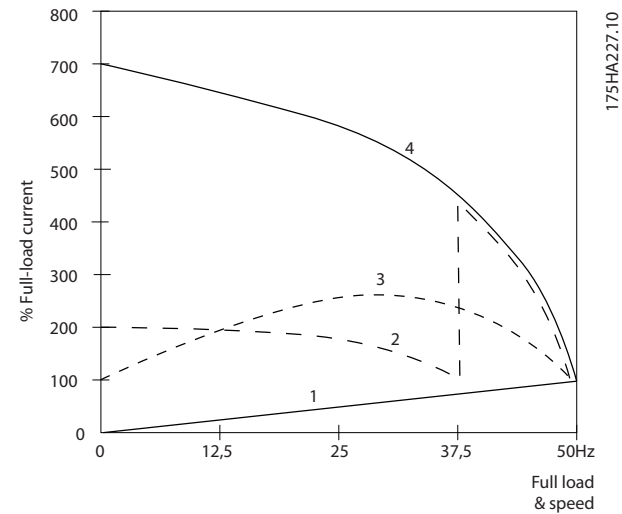
Bild 5.12 Energibesparingar i pumptillämpningar

**Cos φ-kompensation**

Vanligtvis har VLT® HVAC Drive FC 102 cos φ på 1 och ger korrigering av effektfaktor för motorns cos φ. Därför behöver du inte ta hänsyn till motorns cos φ vid beräkning av korrigering av effektfaktor i enheten.

**Y/D-startare eller mjukstartare krävs inte**

För start av relativt stora motorer är det i många länder nödvändigt att använda utrustning som begränsar startströmmen. I mer traditionella system är det vanligt att en Y/D-startare eller mjukstartare används. Den här typen av motorstartare behövs inte om en frekvensomriktare används. Som Bild 5.13 visar förbrukar en frekvensomriktare inte mer ström än den nominella strömmen.



1	VLT® HVAC Drive FC 102
2	Y/D-startare
3	Mjukstartare
4	Direktstart vid nätspänning

Bild 5.13 Strömförbrukning med en frekvensomriktare

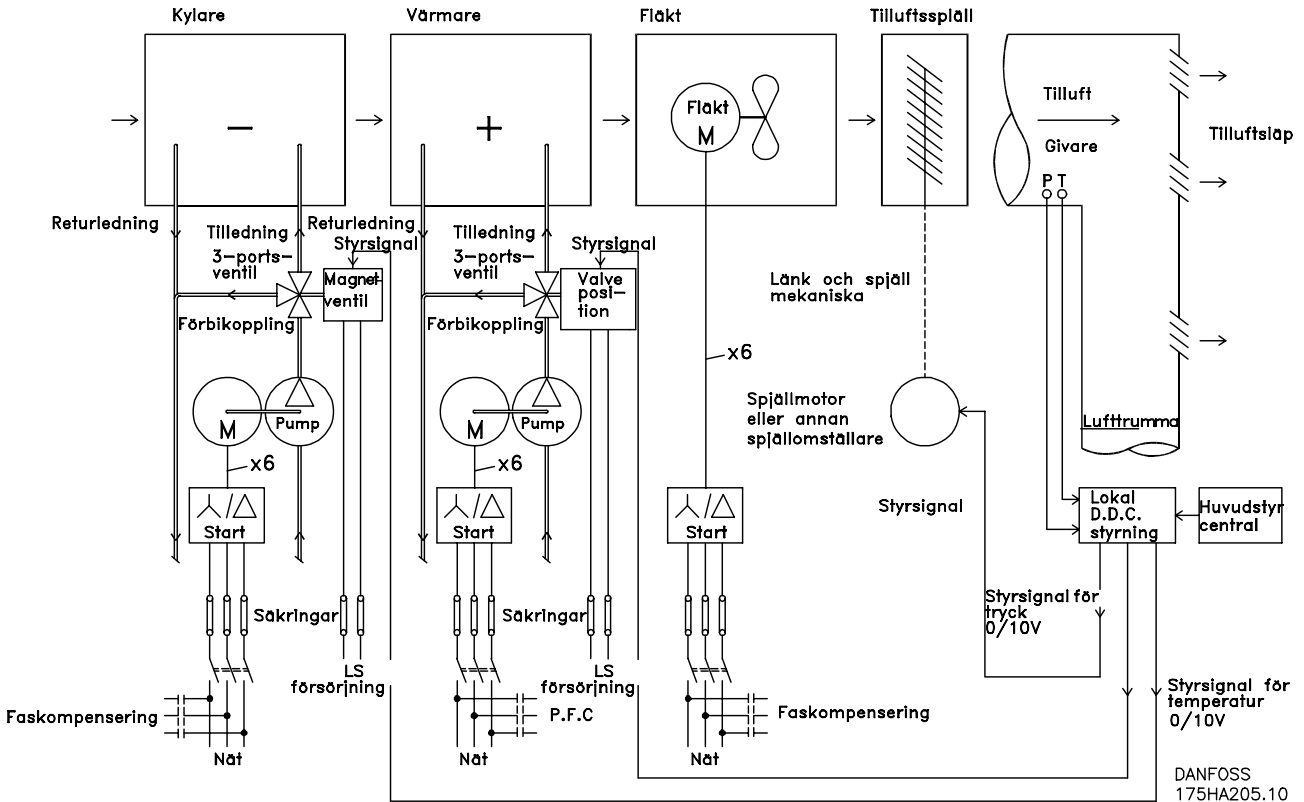
**5.3.2 Använda en frekvensomriktare för bättre styrning**

Du får bättre kontroll om du använder en frekvensomriktare för att reglera flödet eller trycket i ett system. En frekvensomriktare kan ändra fläktens eller pumpens varvtal, vilket innebär att det går att reglera flödet och trycket med hjälp av inbyggd PID-reglering. Med en frekvensomriktare kan du dessutom snabbt anpassa fläktens eller pumpens varvtal till förändrade flödes- eller tryckbehov i systemet.

### 5.3.3 Använda frekvensomriktare för ekonomisk besparing

Frekvensomriktaren undanröjer behovet av viss utrustning som normalt skulle ha använts. De två systemen i Bild 5.14 och Bild 5.15 kan upprättas till ungefär samma kostnad.

#### Kostnad utan frekvensomriktare

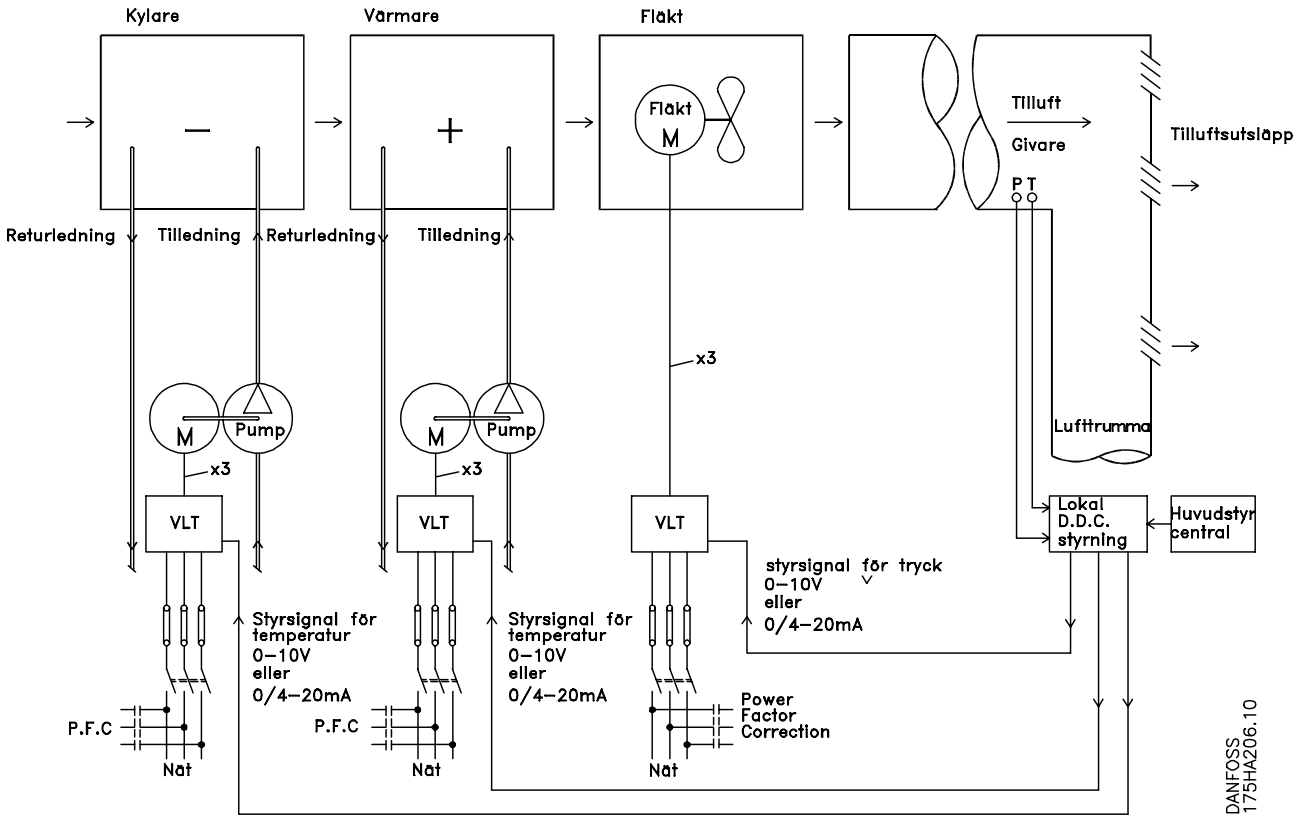


DDC	Direkt digitalstyrning
VAV	Variabel luftvolym
Givare P	Tryck
EMS	Energihanteringssystem
Givare T	Temperatur

Bild 5.14 Traditionellt fläktsystem



Kostnad med frekvensomriktare



5

DDC	Direkt digitalstyrning
VAV	Variabel luftvolym
BMS	Byggnadshanteringssystem

Bild 5.15 Fläktsystem som styrs av frekvensomriktare

### 5.3.4 VLT® HVAC Drive FC 102 Solutions

#### 5.3.4.1 Variabel luftvolym

System med variabel luftvolym (VAV) används för att styra både ventilationen och temperaturen för att uppfylla kraven för en byggnad. Centrala VAV-system anses vara mest energieffektivt för luftkonditionering av en byggnad. Centrala system är mer effektiva än distribuerade system.

Effektiviteten beror på att man använder stora fläktar och kylare som har högre verkningsgrad än mindre motorer och distribuerade luftkylare. Besparingarna uppkommer också i och med minskade underhållsbehov.

#### Lösning med VLT®

Spjäll och inloppsledskenor arbetar för att hålla ett konstant tryck i lufttrumorna, men en lösning med en frekvensomriktare gör anläggningen både enklare och mer energisnål. I stället för att reglera trycket genom strypning eller sänkning av fläktens verkningsgrad, anpassar frekvensomriktaren fläktens varvtal till systemets tryck- och flödesbehov.

Centrifugalenheter, såsom fläktar, producerar lägre tryck och mindre flöde när varvtalet sänks. Deras effektförbrukning minskar.

Frånluftfläkten regleras ofta så att en bestämd skillnad mellan till- och frånluftflöde upprätthålls. Den avancerade PID-regulatorn i HVAC-frekvensomriktaren kan användas för att eliminera behovet av fler regulatorer.

5

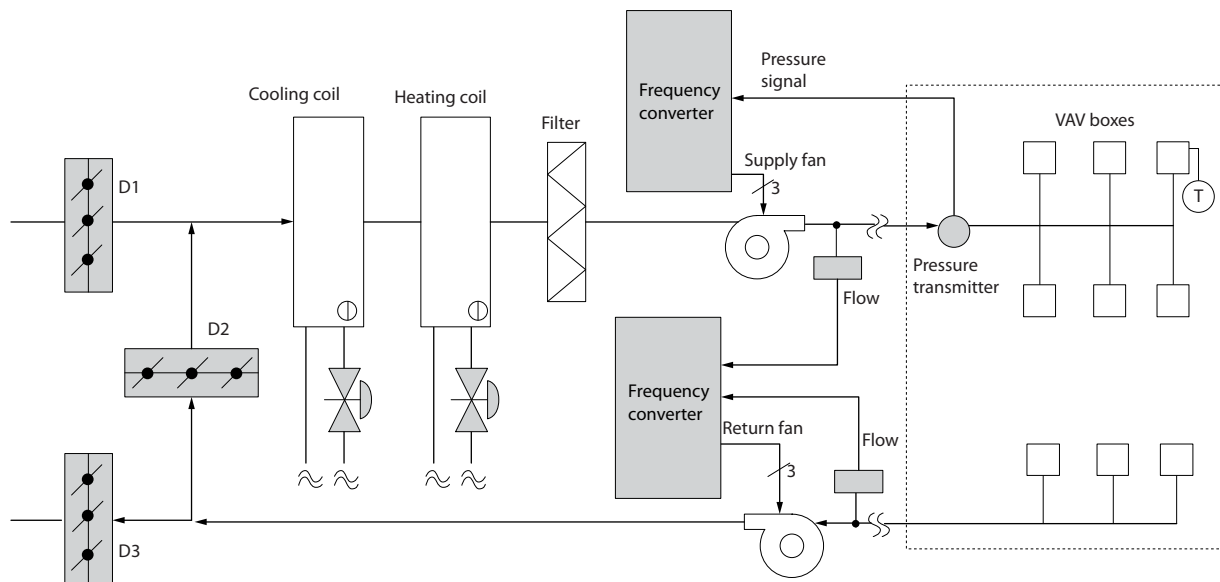


Bild 5.16 Frekvensomriktare som används i system med variabel luftvolym

Om du vill ha mer information kan du be Danfoss-leverantören om tillämpningsnoteringen *Variabel luftvolym: Förbättra VAV-ventilationssystem*.

### 5.3.4.2 Konstant flöde

System med konstant flöde (CAV) är centralventilationssystem som vanligen används för att tillgodose minimibehovet av tempererad friskluft i större gemensamma utrymmen. De är föregångare till system med variabel luftvolym (VAV) och förekommer därför även i äldre offentliga byggnader med flera zoner. Sådana system värmer upp frisk luft med lufthanteringsenheter som har uppvärmningsspolar. Många används också för luftkonditionering i byggnader och har en kylningsspole. Fläktkonvektorer används ofta för att få uppvärmning och kylning i de olika zonerna att fungera bättre.

#### Lösning med VLT®

Med en frekvensomriktare kan du uppnå stora energibesparingar och samtidigt upprätthålla god kontroll över byggnaden. Temperaturgivare eller CO<sub>2</sub>-givare kan användas för att skicka återkopplingssignaler till frekvensomriktare. Oavsett om det gäller att reglera temperaturen, luftkvaliteten eller både och, kan ett CAV-system regleras för att drivas baserat på de faktiska förhållanden som råder i byggnaden. När antalet personer som uppehåller sig i den klimatreglerade zonen minskar, sjunker behovet av friskluft. CO<sub>2</sub>-givaren registrerar lägre nivåer och sänker tilluftfläktarnas varvtal. Frånluftfläkten regleras mot ett statiskt tryckbörvärde eller mot en förinställd skillnad mellan till- och frånluftflöden.

Temperaturstyrningen behöver variera baserat på utomhustemperatur och antal människor i det berörda området. När temperaturen sjunker under börvärdet kan tilluftfläkten minska sitt varvtal. Frånluftfläktens varvtal regleras mot ett statiskt tryckbörvärde. Genom att minska luftflödet minskas energibehovet för uppvärmning eller kylning, vilket ger ytterligare besparingar.

Flera av funktionerna i Danfoss dedikerade HVAC-frekvensomriktare kan utnyttjas för att förbättra funktionen i ett CAV-system. Ett problem som kan uppstå vid reglering av ventilationssystem är dålig luftkvalitet. Därför medger systemet programmering av en minimifrekvens som aldrig får underskridas oavsett värdet på återkopplings- eller referenssignalen. Frekvensomriktaren har även en PID-regulator med tre zoner och tre börvärden, som gör det möjligt att övervaka både temperatur och luftkvalitet. Även om temperaturvillkoret är uppfyllt levererar frekvensomriktaren friskluft tills luftkvalitetsgivaren signalerar OK. Regulatorn kan övervaka och jämföra två återkopplingssignaler för att styra frånluftfläkten genom att upprätthålla en bestämd skillnad mellan flödena i till- och frånluftkanalerna.

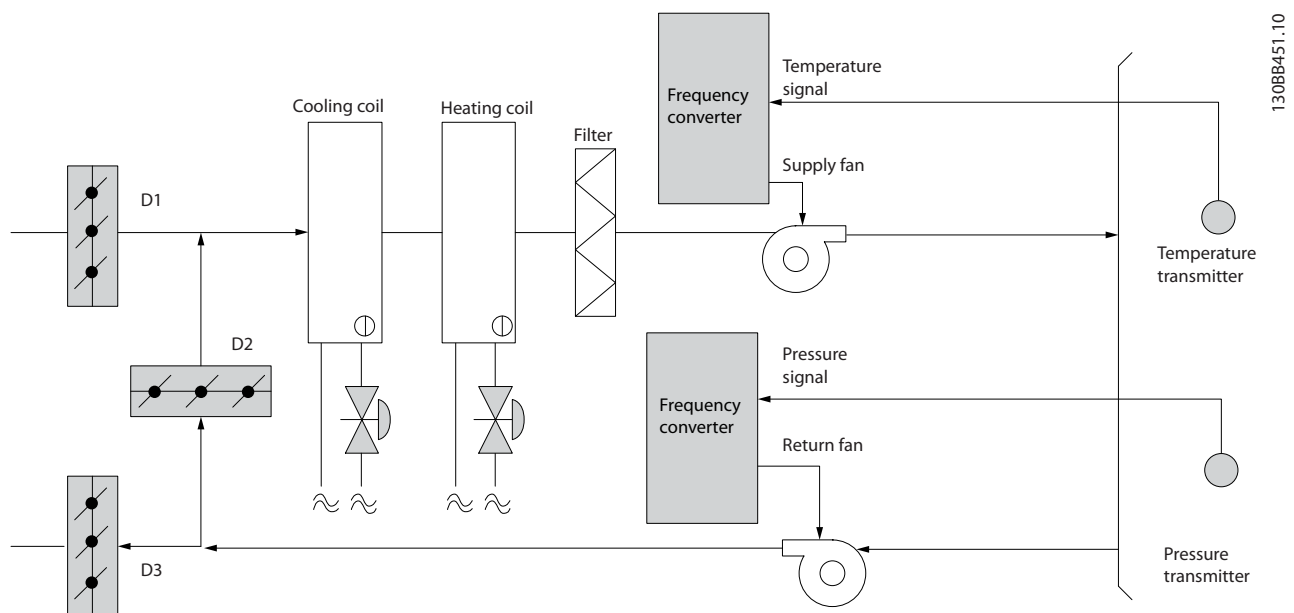


Bild 5.17 Frekvensomriktare som används i ett system med konstant flöde

Om du vill ha mer information kan du be Danfoss-leverantören om tillämpningsnoteringen *Konstant flöde: Förbättra CAV-ventilationssystem*.

### 5.3.4.3 Kyltornsfläkt

Kyltornsfläktar används för att kyla kondensorkylvattnet i vattenkylda system. Vattenkylda system är det effektivaste sättet att få fram kylt vatten. Sådana system är upp till 20 % effektivare än luftkylda system. Beroende på klimatet, är kyltorn ofta det mest energieffektiva sättet att kyla kondensatorvattnet från kylare.

Kyltorn koler kondensatorvattnet med hjälp av förångning. Kondensatorvattnet sprutas in i kyltornet över den ytförstorande fyllkroppen. Kyltornsfläkten blåser luft genom fyllkroppen och det strömmande vattnet, varvid en del av vattnet förångas. Förångningen tar energi från vattnet, vars temperatur sjunker. Det kylda vattnet samlas upp i kyltornsbassängen och pumpas tillbaka till kylaren och cykeln upprepas.

#### Lösning med VLT®

Med en frekvensomriktare kan kyltornsfläktarna varvtalsregleras så att önskad kylvattentemperatur upprätthålls. Frekvensomriktarna kan också användas för att slå på och av fläkten vid behov. Med Danfoss VLT® HVAC Drive minskar kylningseffekten när kyltornsfläktarna går under ett visst varvtal. Om en växellåda används för frekvensstyrning av kyltornsfläkten, kan ett minimivarvtal på 40–50 % erfordras. Det är därför möjligt att programmera en minimifrekvens så att denna minimifrekvens aldrig underskrids, även om värdena för återkopplings- eller varvtalsreferenssignalen åberopar lägre varvtal.

Frekvensomriktaren kan programmeras till att gå in i energisparläge och stoppa fläkten tills ett högre varvtal krävs. Dessutom har vissa kyltornsfläktar problem med oönskade frekvenser som kan orsaka vibrationer. Det är lätt att undvika dessa frekvenser genom att programmera frekvensområdena för förbikoppling i frekvensomriktaren.

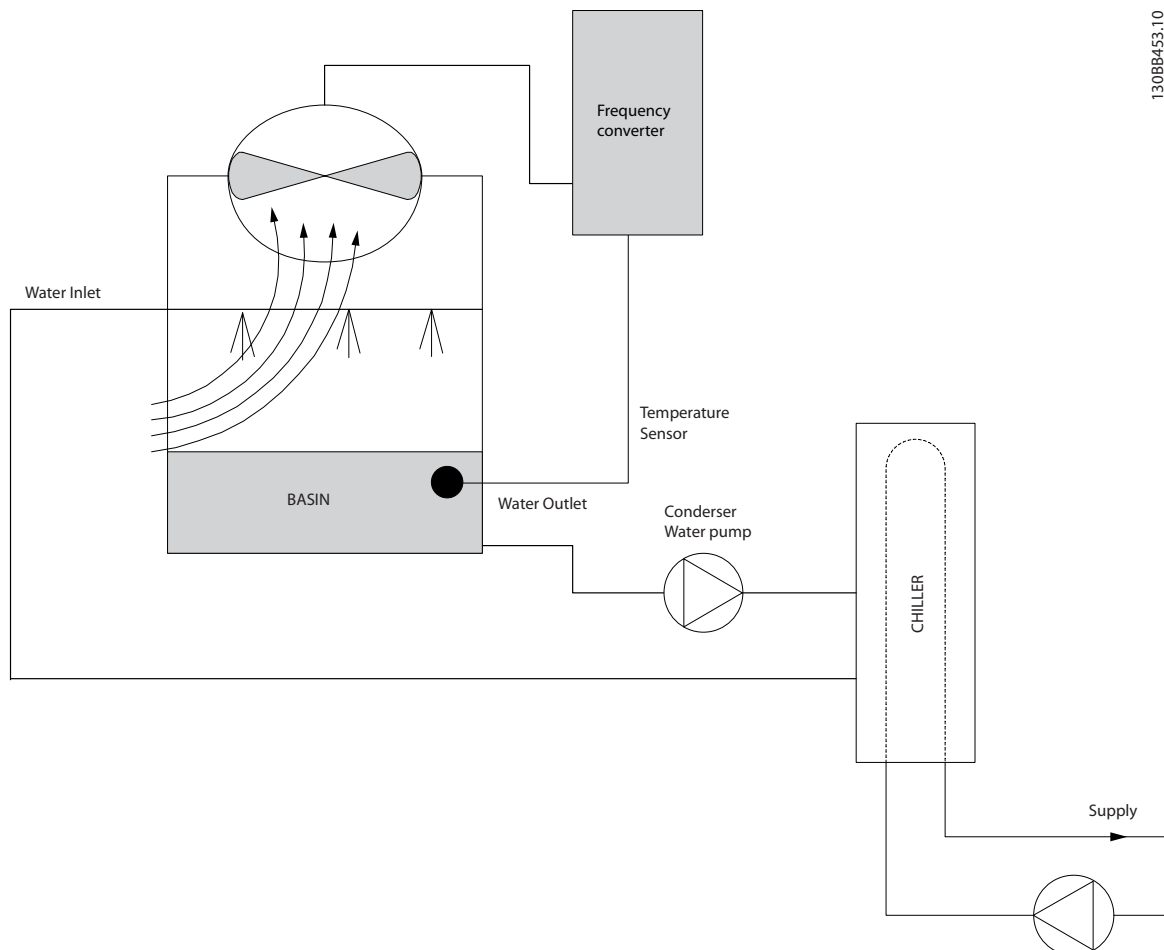


Bild 5.18 Frekvensomriktare som används med en kyltornsfläkt

Om du vill ha mer information kan du be Danfoss-leverantören om tillämpningsnoteringen *Kyltornsfläkt: Förbättra fläktstyrning på kyltorn*.

### 5.3.4.4 Kondensatorpumpar

Kondensatorpumpar används främst för att upprätthålla vattencirkulationen genom kondensordelen i vattenkylda kylare och genom det tillhörande kyltornet. Kondensvattnet upptar värmen från kondensordelen och avger det till atmosfären i kyltornet. Dessa system är det effektivaste sättet att få fram kylt vatten. Sådana system är upp till 20 % effektivare än luftkylda system.

#### Lösning med VLT®

Det går att använda frekvensomriktare till kondensatorpumpar istället för att balansera pumparna med en strypventil eller trimning av pumpens impeller.

Med en frekvensomriktare istället för en strypventil sparas den energi som annars skulle ha gått förlorad i strypventilen. Det kan röra sig om besparingar på 15–20 % eller mer. Trimning av pumpens impeller är oåterkallelig. Om villkoren ändras och högre flöde krävs måste impellern bytas ut.

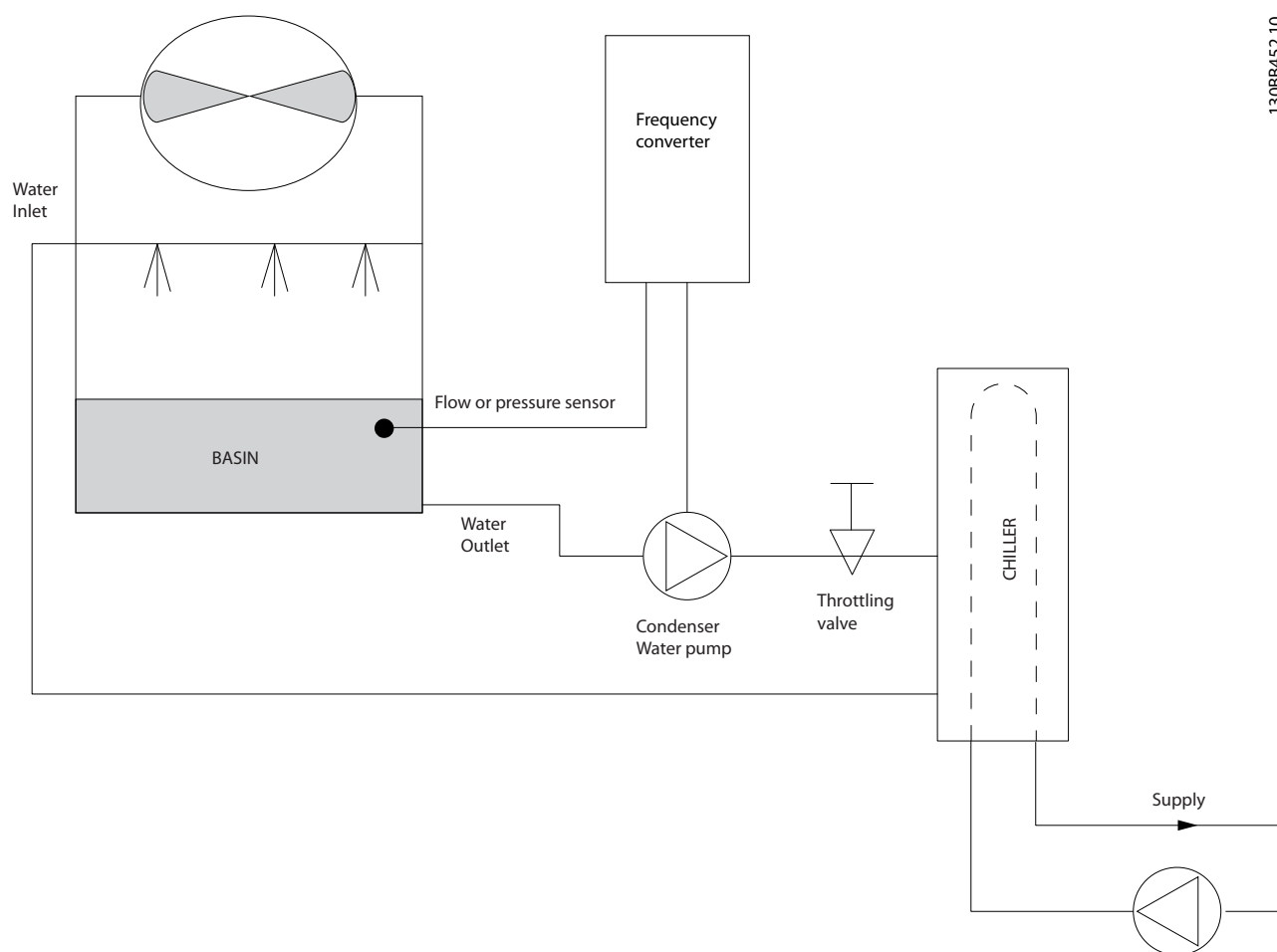


Bild 5.19 Frekvensomriktare som används med en kondensatorpump

Om du vill ha mer information kan du be Danfoss-leverantören om tillämpningsnoteringen *Kondensatorpumpar: Förbättra kondensatorns vattenpumpsystem*.

### 5.3.4.5 Primärpumpar

Primärpumpar i primär-/sekundärpumpsystem kan upprätthålla ett konstant flöde genom enheter som är svåra att reglera eller inte fungerar tillfredsställande då de utsätts för ett varierande flöde. Med primär-/sekundärpumpsteknik är processen uppdelad i en primär produktionsslinga och en sekundär distributionsslinga. Uppdelningen gör det möjligt att låta kylare och andra enheter som kan vara flödeskänsliga arbeta vid ett konstant, optimalt flöde, medan flödet i resten av systemet kan variera. När flödet av kylt medium genom en kylare minskar, kan temperaturen på kylvattnet bli för lågt. När vattnet blir för kallt försöker kylaren minska sin kyleffekt. Om flödeshastigheten minskar för mycket eller för fort kan kylaren inte avleda sin belastning tillräckligt och undertemperaturvakten säkerhetstrippar kylaren, vilket kräver manuell återställning. Detta inträffar ganska ofta i stora anläggningar, särskilt om två eller flera kylare är parallellkopplade, om inte primär-/sekundärpumpsystem används.

## 5

#### Lösning med VLT®

Du kan sänka driftskostnaderna om du ersätter strypventilen och/eller impellertrimningen i primärkretsen med en frekvensomriktare. Det finns två vanliga sätt att göra detta på:

- Eftersom det önskade flödet är känt och konstant kan en flödesmätare installerad vid utloppet från varje kylare användas för att styra pumpen direkt. Med hjälp av PID-regulatorn upprätthåller frekvensomriktaren alltid rätt flöde, och kompenserar till och med för förändringarna i motstånd i primärslingan som uppstår när kylare och deras pumpar kopplas i och ur.
- Operatören kan använda lokal varvtalsbestämning genom att minska utfrekvensen tills rätt flöde uppnås. Att minska pumpvarvtalet med hjälp av en frekvensomriktare liknar trimning av pumpens impeller, men är effektivare. Driftsättningsteknikern minskar helt enkelt pumpvarvtalet tills rätt flöde uppnås och låter varvtalet vara fast inställt. Pumpen kommer att gå med det inställda varvtalet varje gång kylaren den betjänar kopplas in. Eftersom primärslingan saknar strypventiler eller andra enheter som kan orsaka förändringar av anläggningsegenskaperna och eftersom variationer p.g.a. in- och urkoppling av pumpar och kylare är små, kommer det fasta varvtalet att vara tillräckligt. Om flödet behöver ökas senare under anläggningens livstid behövs ingen ny impeller, utan frekvensomriktaren kan öka pumpens varvtal.

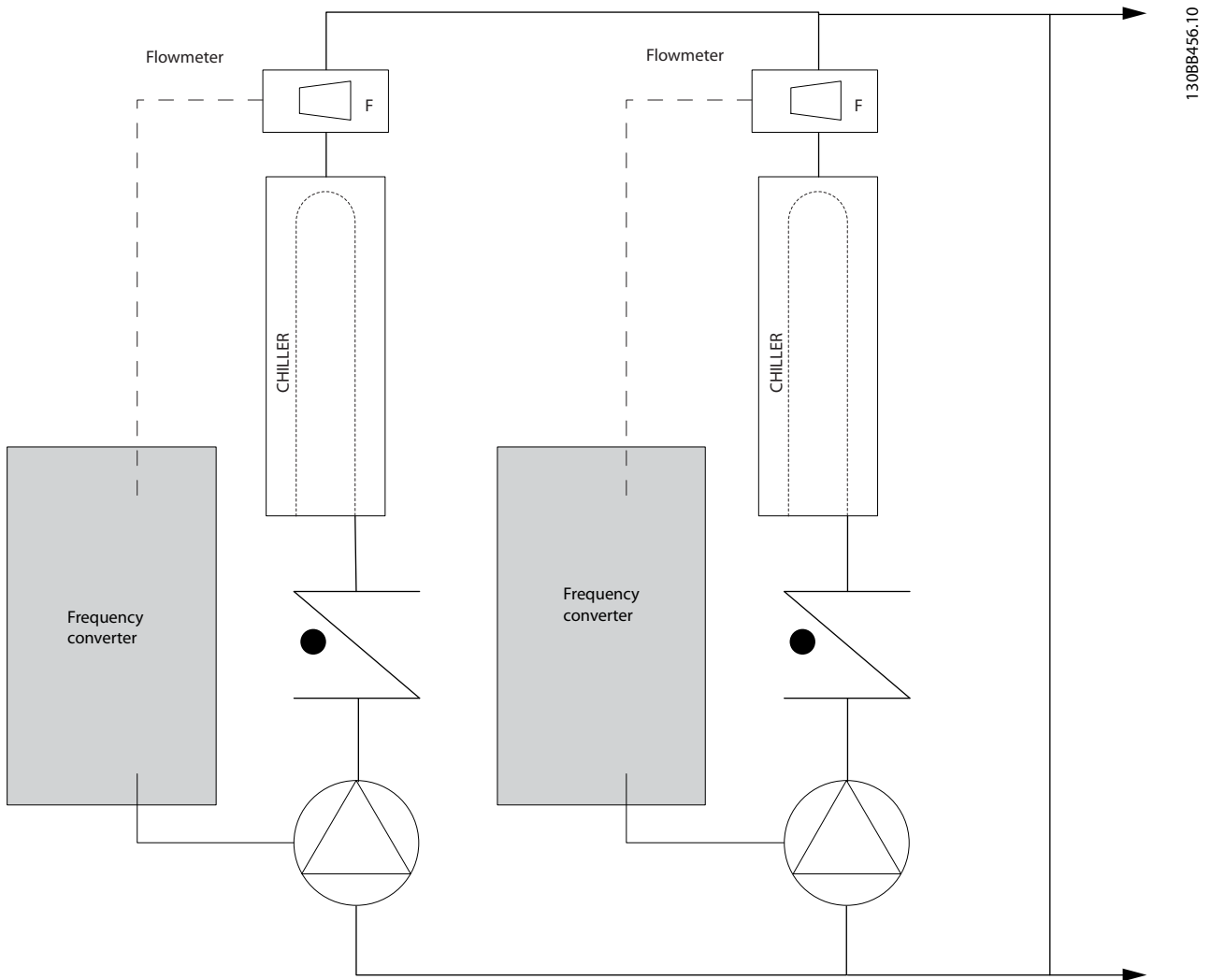


Bild 5.20 Frekvensomriktare som används med primärpumpar i ett system med primär-/sekundärpump

Om du vill ha mer information kan du be Danfoss-leverantören om tillämpningsnoteringen *Primärpumpar: Förbättra primärpumpning i pri./sek.system.*

### 5.3.4.6 Sekundärpumpar

Sekundärpumpar i primär-/sekundärpumpsystem för kylvatten används för att distribuera det kylda vattnet till belastningarna från primärproduktionsslingan. Primär-/sekundärpumpsystemet används för att separera en rörslinga från en annan. I det här fallet upprätthåller primärpumpen ett konstant flöde genom kylarna så att sekundärpumparna kan köras med varierande flöde, vilket förbättrar reglering och energibesparingen.

I anläggningar som inte är byggda enligt tvåkretsprincipen kan funktionsproblem uppstå i kylaren när flödet minskar för mycket eller för snabbt. Undertemperaturvakten trippar kylaren och måste sedan återställas manuellt. Detta inträffar ganska ofta i stora anläggningar där två eller flera kylare är parallellkopplade.

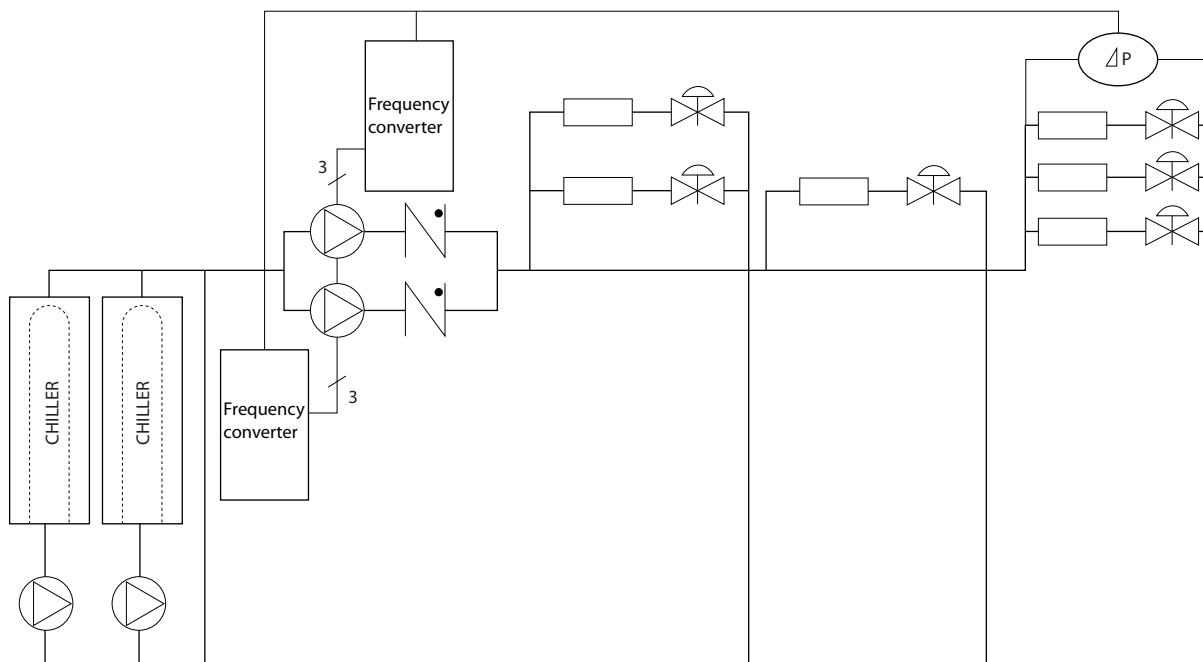
#### Lösning med VLT®

Tvåkretssystem med tvåvägsventiler förbättrar energi- och systemstyrning, men med frekvensomriktare ökar energibesparingarna och styrpotentialen ytterligare. Med korrekt placerade givare kan frekvensomriktare reglera pumparna så att deras varvtal följer systemkurvan istället för pumpkurvan. Detta eliminerar energiförluster, och onödigt hög trycksättning av tvåvägsventilerna undviks till stor del.

När de övervakade belastningarna uppnås stängs tvåvägsventilerna, varvid differentialtrycket över lasten och tvåvägsventilen ökar. När differentialtrycket börjar att stiga, minskar pumpvarvtalet för att bibehålla börvärdet. Börvärdet beräknas som summan av tryckfallet över belastningen och dess tvåvägsventil i konstruktionspunkten.

#### **OBS!**

När flera pumpar är parallellkopplade måste de köras med samma varvtal för att öka energibesparingen. Detta kan åstadkommas antingen med separata frekvensomriktare eller med en gemensam frekvensomriktare som alla pumparna ansluts parallellt till.



130BB454.10

Bild 5.21 Frekvensomriktare som används med sekundärpumpar i ett system med primär-/sekundärpump

Om du vill ha mer information kan du be Danfoss-leverantören om tillämpningsnoteringen *Sekundärpumpar: Förbättra sekundärpumpning i pri./sek.system.*



## 5.4 Grundläggande kaskadregulator

Den grundläggande kaskadregulatorn används för pumtillämpningar där ett visst tryck (huvud) eller en viss nivå måste upprätthållas över ett brett dynamiskt intervall. Att köra en stor pump med varierande varvtal över ett brett intervall är inte någon idealisk lösning på grund av pumpens låga verkningsgrad vid lägre varvtal. Det finns en praktisk gräns på omkring 25 % av pumpens varvtal vid nominell belastning.

I den grundläggande kaskadregulatorn styr frekvensomriktaren en motor (huvudmotor) med variabelt varvtal som pumpen med variabelt varvtal, och den kan koppla in/ur ytterligare två pumpar med konstant varvtal. Anslut de extra pumparna med konstant varvtal direkt till nät eller via mjukstartare. Genom att variera varvtalet hos den första pumpen fås variabel varvtalets reglering för hela systemet. Det variabla varvtalet bibehåller ett konstant tryck, vilket ger minskade systempåfrestningar och tystare drift av pumpsystem.

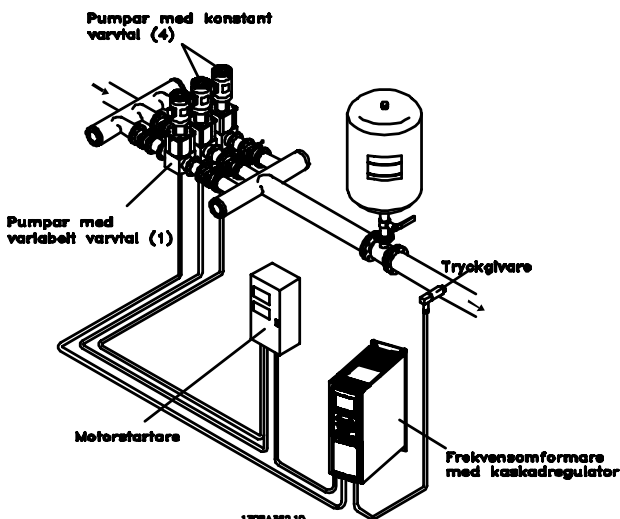


Bild 5.22 Grundläggande kaskadregulator

### Fast huvudpump

Motorerna måste vara lika stora. Med den grundläggande kaskadregulatorn kan frekvensomriktaren styra upp till tre pumpar av samma storlek via de två inbyggda reläerna. När den variabla pumpen (huvudpumpen) ansluts direkt till frekvensomriktaren styrs de andra två pumparna av de två inbyggda reläerna. När växling av huvudpump aktiveras ansluts pumparna till de inbyggda reläerna, och frekvensomriktaren kan styra två pumpar.

### Växling av huvudpump

Motorerna måste vara lika stora. Med denna funktion kan frekvensomriktaren cykla mellan pumparna i systemet (maximalt två pumpar). Vid sådan drift fördelas körtiden jämnt mellan pumparna, vilket minskar behovet av pumpunderhåll och ökar systemets tillförlitlighet och livslängd. Växlingen av huvudpump kan ske via en kommandosignal eller vid inkoppling (inkoppling av ytterligare en pump).

Kommandot kan vara en manuell växling eller en signal av typen växlingshändelse. Om växlingshändelsen väljs kommer växling av huvudpump att ske varje gång händelsen inträffar. Möjliga alternativ är bl.a.:

- när en växlingstimer löper ut
- vid en förinställd tidpunkt
- när energisparläge aktiveras för huvudpumpen.

Den faktiska systembelastningen avgör inkoppling.

En separat parameter begränsar växlingen så att den endast äger rum om begärd totalkapacitet är > 50 %. Total pumpkapacitet beräknas som huvudpumpens kapacitet plus kapaciteten hos pumparna med fast varvtal.

### Bandbreddshantering

I system med kaskadreglering hålls önskat systemtryck inom en viss bandbredd snarare än vid en konstant nivå. Detta för att undvika en alltför frekvent växling mellan pumparna med fasta varvtal. Inkopplingsbandbredden anger önskad bandbredd för driften. När en stor och snabb förändring av systemtrycket inträffar kommer "åsidossätt bandbredd" att åsidosätta "inkopplingsbandbredd" för att undvika en direkt reaktion på en kortvarig tryckförändring. En timer för åsidossättning av bandbredd kan programmeras för att undvika inkoppling tills systemtrycket hunnit stabiliseras och normal reglering etablerats.

När kaskadregulatorn är aktiverad och enheten avger ett trippalarm bibehålls systemtrycket genom inkoppling och urkoppling av pumparna med fasta varvtal. Genom att använda större bandbredd för fasta varvtal än vad som används för inkopplingsbandbredden kan alltför frekvent in- och urkoppling förhindras och tryckfluktuationer minimeras.

#### 5.4.1.1 Pumpinkoppling med växling av huvudpump

När växling av huvudpump har aktiverats kan maximalt två pumpar styras. Vid ett växlingskommando stannar PID-regulatorn, huvudpumpen rampar ned till minimifrekvensen ( $f_{min}$ ) och efter en viss fördröjning rampar den upp till maximifrekvensen ( $f_{max}$ ). När huvudpumpens varvtal når urkopplingsfrekvensen kopplas pumparna med fast varvtal ur. Huvudpumpen fortsätter att rampa upp och därefter rampar den ned till stopp och de två reläerna kopplas bort.

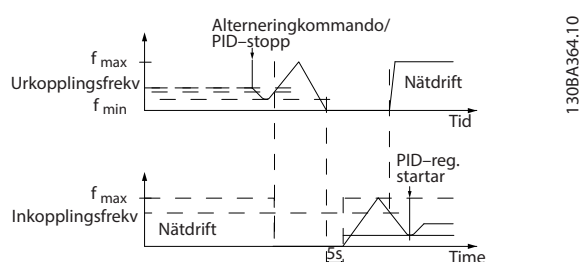


Bild 5.23 Växling av huvudpump

5

Efter en viss tidsfördröjning kopplas reläet för pumpen med fast varvtal in och denna pump blir nu den nya huvudpumpen. Den nya huvudpumpen rampar upp till maximalt varvtal och rampar därefter ned till minimivarvtal. När den rampar ned och når inkopplingsfrekvensen kommer den tidigare huvudpumpen att kopplas in till elnätet som den nya pumpen med fast varvtal.

Om huvudpumpen har körts vid minimifrekvensen ( $f_{min}$ ) under en programmerad tidsperiod och en pump med fast varvtal körs, bidrar huvudpumpen lite till systemet. När timerns inprogrammerade tid löper ut kopplas huvudpumpen ur för att undvika problem med vattenuppvärmning.

#### 5.4.1.2 Systemets status och drift

Om huvudpumpen övergår till energisparläge visas detta på LCP:n. Det går att växla huvudpumpen när den är i energisparläge.

När kaskadregulatorn är aktiverad visas driftstatus för varje pump och för kaskadregulatorn på LCP:n. Information som visas inkluderar:

- Pumpstatus, som är en statusavläsning för de reläer som är tilldelade varje pump. Skärmen visar pumpar som är inaktiverade, avstängda, som körs på frekvensomriktaren eller som körs på nätet/motorstartaren.
- Kaskadstatus, som är en avläsning av kaskadregulatorns status. Displayen visar följande:
  - Kaskadregulatorn har inaktiverats.
  - Alla pumpar är avstängda.
  - En nödsituation har stoppat alla pumpar.
  - Alla pumpar körs.
  - Pumpar med fast varvtal kopplas in/ur.
  - Växling av huvudpump förekommer.
- Urkoppling vid icke-flöde säkerställer att alla pumpar med fast varvtal stoppas separat tills statusen för icke-flöde försvinner.

### 5.5 Dynamisk bromsning – översikt

Dynamisk bromsning minskar motorns varvtal med en av följande metoder:

- AC-broms  
Bromsenergin distribueras i motorn genom att ändra förlustvillkoren i motorn (*parameter 2-10 Brake Function = [2]*). AC-bromsfunktionen kan inte användas i tillämpningar med hög cykelfrekvens eftersom det kan leda till att motorn överhettas.
- DC-broms  
En övermodulerad likström som läggs till växelströmmen fungerar som strömbroms (*parameter 2-02 DC Braking Time ≠ 0 s*).
- Bromsmotstånd  
En broms-IGBT håller överspänningen under en viss tröskelnivå genom att styra bromsenergin från motorn till det anslutna bromsmotståndet (*parameter 2-10 Brake Function = [1]*). Mer information om hur du väljer bromsmotstånd finns i *VLT® Brake Resistor MCE 101 Design Guide*.

För frekvensomriktare som är utrustade med bromstillvalet medföljer en broms-IGBT tillsammans med plint 81(R-) och 82(R+) för anslutning av ett externt bromsmotstånd.

Syftet med en broms-IGBT är att minska spänningen i DC-bussen när den maximala spänningsgränsen överskrids. Den begränsar spänningen genom att växla det externt monterade motståndet över DC-bussen för att på så sätt ta bort överskottslikspänning på busskondensatorerna.

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

Växelsignalen från broms-IGBT kommer från styrkortet och levereras till broms-IGBT via effektkortet och växelriktarkortet. Dessutom övervakar effekt- och styrkorten broms-IGBT avseende kortslutning. Effektkortet övervakar även bromsmotståndet avseende överbelastning.

## 5.6 Lastdelning – översikt

Lastdelning är en funktion som gör det möjligt att ansluta likströmskretsar från flera frekvensomriktare. Detta skapar ett system med flera frekvensomriktare som kör en mekanisk belastning. Lastdelning ger följande fördelar:

### Minskad energiåtgång

En motor som körs i regenerativt läge kan förse frekvensomriktare som körs i drivläge med ström.

### Minskat behov av reservdelar

Vanligtvis behövs endast ett bromsmotstånd för hela frekvensomriktarsystemet, istället för ett bromsmotstånd per frekvensomriktare.

### Reservströmförsörjning

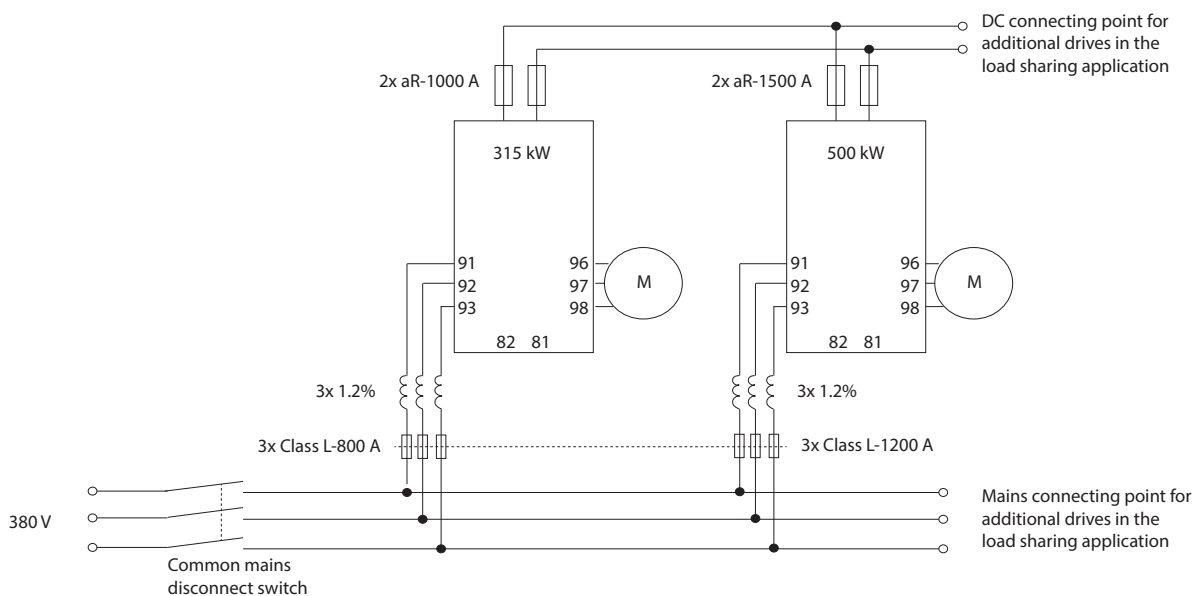
Vid nätfel kan alla sammankopplade frekvensomriktare förse med ström från en reservströmkälla via DC-bussen. Tillämpningen kan fortsätta att köras eller gå igenom en kontrollerad avstängningsprocess.

### Förutsättningar

Följande förutsättningar måste finnas innan lastdelning kan övervägas:

- Frekvensomriktaren måste vara utrustad med lastdelningsplintar.
- Produktserien måste vara densamma. VLT® HVAC Drive FC 102-frekvensomriktare kan endast användas med andra VLT® HVAC Drive FC 102-frekvensomriktare.
- Frekvensomriktarna måste placeras i närheten av varandra så att kablaget mellan dem inte är längre än 25 m (82 ft).
- Frekvensomriktarna måste ha samma märkspänning.
- Om ett bromsmotstånd läggs till i en konfiguration med lastdelning, måste alla frekvensomriktare vara utrustade med en bromschopper.
- Säkringar måste läggas till på lastdelningsplintar.

Ett schema över en tillämpning med lastdelning där bästa praxis tillämpas visas i *Bild 5.24*.



130BF758.10

**Bild 5.24** Schema över en tillämpning med lastdelning där bästa praxis tillämpats

### Lastdelning

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

Lastdelningsplintarna kan anslutas med två olika konfigurationer.

- Plintarna kopplar samman DC-busskretsarna från flera frekvensomriktare. På så sätt kan en enhet som är i regenerativt läge dela sin överskottsbussspänning med en annan enhet som kör en motor. Lastdelning på detta sätt kan minska behovet av externa dynamiska bromsmotstånd och samtidigt spara energi. Antalet enheter som kan anslutas på detta sätt är obegränsat, men alla enheter måste ha samma märkspänning. Beroende på storlek och antal enheter kan det dessutom vara nödvändigt att installera likströmsreaktorer och likströmssäkringar i DC-bussens anslutningar och växelströmsreaktorer på nätet. En sådan konfiguration kräver specifika överväganden.
- Frekvensomriktaren drivs endast av en likströmskälla. Denna konfiguration kräver:
  - en likströmskälla
  - ett sätt att mjukladda DC-bussen vid start.

## 5.7 Regenerering – översikt

Regenerering inträffar normalt sett i tillämpningar med kontinuerlig bromsning, såsom kranar/lyftar, sluttande transportbanor och centrifuger, där energin dras från en decelererad motor.

Överskottsenergin avlägsnas från frekvensomriktaren med ett av följande alternativ:

- Bromschopporn låter överskottsenergin avsättas i form av värme inuti bromsmotståndets spolar.
- Med regenereringsplintar kan en regenerativ enhet från tredje part anslutas till frekvensomriktaren så att överskottsenergin kan returneras till kraftnätet.

Att returnera överskottsenergin till kraftnätet är det effektivaste sättet att använda regenererad energi i tillämpningar med kontinuerlig bromsning.

## 6 Tillval och tillbehör – översikt

### 6.1 Fältbussenheter

I det här avsnittet beskrivs de fältbussenheter som är tillgängliga med VLT® HVAC Drive FC 102-serie. Genom att använda en fältbussenhet kan du reducera systemkostnaderna, få snabbare och effektivare kommunikation och ett mer lättanvänt användargränssnitt. Beställningsnummer anges i *kapitel 13.2 Beställningsnummer för tillval/satser*.

#### 6.1.1 VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101

VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101 tillhandahåller:

- bred kompatibilitet, en hög nivå av tillgänglighet, stöd för alla stora PLC-leverantörer och kompatibilitet med kommande versioner
- snabb och effektiv kommunikation, tydlig installation, avancerad diagnostik, bestämning av parametrar och autokonfigurering av processdata via en GSD-fil
- acyklisk bestämning av parametrar med tillståndsdatorer med PROFIBUS DP-V1, PROFIdrive eller Danfoss FC-profil.

#### 6.1.2 VLT® DeviceNet MCA 104

VLT® DeviceNet MCA 104 tillhandahåller:

- stöd för ODVA:s frekvensomriktarprofil via I/O-instans 20/70, och 21/71 säkerställer kompatibilitet med befintliga system
- fördelar från ODVA:s stränga testpolicy för att säkerställa att produkterna är kompatibla.

#### 6.1.3 VLT® LonWorks MCA 108

LonWorks är ett fältbussystem utvecklat för byggnadsautomatisering. Med den kan du kommunicera mellan individuella enheter i samma system och stöder därmed en decentralisering av styrning.

- Inget övergripande system behövs (master/slav).
- Enheterna får signalerna direkt.
- Stöder topologigränssnittet Echelon Free (flexibel kabeldragning och installation).
- Stöder inkapslade I/O-enheter och I/O-tillval (enkel implementering av decentraliserade I/O-enheter).
- Givarsignaler kan snabbt flyttas till en annan regulator via busskablar.

- Certifierad enligt specifikationerna i LonMark, version 3.4.

#### 6.1.4 VLT® BACnet MCA 109

Det öppna kommunikationsprotokollet används för världsomspännande byggnadsautomatisering. BACnet-protokollet är ett internationellt protokoll som effektivt integrerar alla delar av byggnadsautomatiseringsutrustning – från ställd-onsnivå till byggnadshanteringssystem

- BACnet är världsstandarden för byggnadsautomatisering.
- Internationell standard ISO 16484-5.
- Protokollet är licensfritt och kan användas i byggnadsautomatiseringssystem av olika storlekar.
- Med BACnet-tillvalet kan frekvensomriktaren kommunicera med byggnadshanteringssystem som körs med BACnet-protokollet.
- BACnet används vanligtvis för uppvärmning, ventilation, kylning och klimatregleringsutrustning.
- BACnet-protokollet är enkelt att integrera i befintliga styrutrustningsnätverk

#### 6.1.5 VLT® PROFINET MCA 120

VLT® PROFINET MCA 120 kombinerar högsta möjliga prestanda och högsta möjliga grad av öppenhet. Tillvalet är utformat på ett sådant sätt att många av funktionerna från VLT® PROFIBUS MCA 101 kan återanvändas, vilket minimerar användarens arbete med att migrera PROFINET och säkrar investeringen i PLC-programmet.

- Samma PPO-typer som VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101 ger enkel migrering till PROFINET.
- Inbyggd webbserver för fjärrdiagnostik och avläsning av grundläggande frekvensomriktarparametrar.
- Har stöd för MRP.
- Har stöd för DP-V1. Diagnostik möjliggör enkel, snabb och standardiserad hantering av varnings- och felinformation i PLC:n, vilket ger förbättrad bandbredd i systemet.
- Har stöd för PROFIsafe i kombination med VLT® Safety Option MCB 152.
- Implementering i enlighet med överensstämmelseklass B.

### 6.1.6 VLT® EtherNet/IP MCA 121

Ethernet är framtidens standard för kommunikation på fabriksgolvet. VLT® EtherNet/IP MCA 121 är baserat på den senaste tekniken som är tillgänglig för industriell användning, och hanterar även de mest krävande behoven. EtherNet/IP™ utökar standardiserat och kommersiellt Ethernet till CIP™ (Common Industrial Protocol) – samma protokoll och objektmodell som finns i DeviceNet.

Tillvalet erbjuder avancerade funktioner som:

- Inbyggd växel med hög prestanda som möjliggör linjär topologi, vilket eliminerar behovet av externa växlar.
- DLR-ring (från oktober 2015).
- Avancerade växel- och diagnosfunktioner.
- Inbyggd webserver.
- E-postklient för servicemeddelanden.
- Unicast- och Multicast-kommunikation.

### 6.1.7 VLT® Modbus TCP MCA 122

Tillvalet VLT® Modbus TCP MCA 122 kan anslutas till Modbus TCP-baserade nätverk. Enheten kan hantera anslutningsintervall ned till 5 ms i båda riktningarna, något som gör den till en av de snabbaste Modbus TCP-enheterna på marknaden. Masterredundans uppnås genom att enheten har en funktion för byte mellan två mastrar under drift.

Andra funktioner är:

- Inbyggd webserver för fjärrdiagnostik och avläsning av grundläggande frekvensomriktarparametrar.
- Ett e-postmeddelande som kan konfigureras så att det skickas till en eller flera mottagare när specifika larm eller varningar inträffar eller åtgärdas.
- Dubbel master-PLC-anslutning för redundans.

### 6.1.8 VLT® BACnet/IP MCA 125

Med tillvalet VLT® BACnet/IP MCA 125 kan frekvensomriktaren snabbt och enkelt integreras i byggnadshanteringssystem (BMS) med hjälp av BACnet/IP-protokollet eller genom att köra BACnet på Ethernet. Det kan läsa av och dela datapunkter samt överföra faktiska och begärda värden mellan systemen.

Tillvalet MCA 125 har två Ethernet-kontakter, vilket möjliggör kedjekoppling där inga externa brytare krävs. Den inbyggda, hanterbara brytaren för tre portar i tillvalet VLT® BACnet/IP MCA 125 har två externa Ethernet-portar och en intern Ethernet-port. Med brytaren kan en linjestruktur användas för kabeldragningen för Ethernet. Med tillvalet kan du styra flera parallella permanentmagnetmotorer med hög verkningsgrad och övervaka punkter som krävs i typiska HVAC-tillämpningar. Förutom standardfunktioner erbjuder tillvalet MCA 125 även:

- värdeförändring
- flera läs-/skrivegenskaper
- larm-/varningsmeddelanden
- förmåga att göra BACnet-objektnamn med användarvänliga
- BACnet Loop-objekt
- segmenterad dataöverföring
- trendning baserad på tid eller händelse.

## 6.2 Funktionella förlängningar

I det här avsnittet beskrivs de tillval för funktionella förlängningar som är tillgängliga med VLT® HVAC Drive FC 102-serie. Beställningsnummer anges i *kapitel 13.2 Beställningsnummer för tillval/satser*.

### 6.2.1 VLT® General Purpose I/O Module MCB 101

VLT® General Purpose I/O Module MCB 101 erbjuder ett utökat antal styringångar och -utgångar:

- Tre digitala ingångar, 0–24 V: Logisk 0 < 5 V; Logisk 1 > 10 V.
- Två analoga ingångar, 0–10 V: Upplösning, 10 bitar +.
- Två digitala utgångar, NPN/PNP mottakt.
- En analog utgång, 0/4–20 mA.
- Fjäderspänd anslutning.

## 6.2.2 VLT® Relay Card MCB 105

VLT® Relay Card MCB 105 utökar reläfunktionerna med ytterligare tre reläutgångar.

- Skyddar styrkabelanslutningen.
- Fjäderspänd styrledningsanslutning.

**Maximal switchhastighet (nominell belastning/min. belastning)**

6 minuter<sup>-1</sup>/20 s<sup>-1</sup>.

**Maximal plintbelastning**

AC-1 resistiv belastning: 240 V AC, 2 A.

## 6.2.3 VLT® Analog I/O Option MCB 109

VLT® Analog I/O Option MCB 109 är enkel att montera på frekvensomriktaren för uppgradering till avancerad prestanda och reglering med extra ingångar/utgångar. Tillvalet uppgraderar även frekvensomriktaren med ett reservbatteri för frekvensomriktarens inbyggda klocka. Reservbatteriet ger stabil användning av alla tidsintällda åtgärder som frekvensomriktaren använder.

- Tre analoga ingångar, som alla kan konfigureras som både spännings- och temperaturingång.
- Anslutning av 0–10 V analoga signaler och PT1000- och NI1000-temperaturingångar.
- Tre analoga utgångar, som alla kan konfigureras som 0–10 V utgångar.

## 6.2.4 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 ger bättre motorövervakning jämfört med den inbyggda ETR-funktionen och termistorplinten.

- Skyddar motorn från att överhettas.
- ATEX-godkänd för användning med Ex-d-motorer.
- Använder Safe Torque Off-funktionen, som är godkänd enligt SIL 2 IEC 61508.

## 6.2.5 VLT® Sensor Input Option MCB 114

VLT® Sensor Input Option MCB 114 skyddar motorn från att överhettas genom att övervaka lager- och ledningstemperaturer i motorn.

- Tre självdetekterande givaringångar för PT100/PT1000-givare med två eller tre ledningar.
- En extra analog ingång, 4–20 mA.

## 6.3 Rörelsekontroll och reläkort

I det här avsnittet beskrivs de tillval för rörelsekontroll och reläkort som är tillgängliga med VLT® AutomationDrive FC 302-serie. Beställningsnummer finns i *kapitel 13.2 Beställningsnummer för tillval/satser*.

### 6.3.1 VLT® Extended Relay Card MCB 113

VLT® Extended Relay Card MCB 113 lägger till ingångar/utgångar för ökad flexibilitet.

- Sju digital ingångar.
- Två analoga utgångar.
- Fyra SPDT-reläer.
- Uppfyller NAMUR:s rekommendationer.
- Galvanisk isolationskapacitet.

## 6.4 Bromsmotstånd

I tillämpningar där motorn används som broms alstras energi i motorn som leds tillbaka till frekvensomriktaren. Om energin inte kan skickas tillbaka till motorn, ökar spänningen i frekvensomriktarens likströmsledning. I tillämpningar med frekvent bromsning och/eller stort tröghetsmoment kan ökningen leda till tripp på grund av överspänning i frekvensomriktaren, vilket slutligen leder till avstängning. Bromsmotstånd används för att avsätta överskottsenergin från regenerativ bromsning. Motståndet väljs med avseende på dess ohmska värde, effektagivningshastighet och fysiska storlek. Danfoss erbjuder ett brett sortiment av olika motstånd som är speciellt framtagna för Danfoss frekvensomriktare. Beställningsnummer och mer information om hur du dimensionerar bromsmotstånd finns i *VLT® Brake Resistor MCE 101 Design Guide*.

## 6.5 Sinusvågfilter

När en motor styrs av en frekvensomriktare hörs resonansljud från motorn. Ljudet, som orsakas av motorns konstruktion, uppstår varje gång en växelriktarbrytare i frekvensomriktaren aktiveras. Resonansljudets frekvens motsvarar därför frekvensomriktarens switchfrekvens. Danfoss erbjuder ett sinusvågfilter som dämpar det akustiska motorljudet. Filtret minskar spänningens upprampningstid, toppspänningen ( $U_{PEAK}$ ) och strömrippeln ( $\Delta I$ ) till motorn, vilket innebär att strömmen och spänningen nästan blir sinusformade. Det akustiska motorljudet dämpas till ett minimum. Strömrippeln i sinusvågfiltrets spolar genererar också visst ljud. Problemet kan lösas genom att bygga in filtret i ett apparatskåp eller en kapsling. Beställningsnummer och mer information om sinusvågfilter finns i *Design Guide för utgångsfilter*.

## 6.6 dU/dt-filter

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

Jämfört med sinusvägfilter har dU/dt-filter en gränshfrekvens över switchfrekvensen.

Beställningsnummer och mer information om dU/dt-filter finns i *Design Guide* för *utgångsfilter*.

## 6.7 Common mode-filter

Högfrekventa common mode-kärnor (HF-CM-kärnor) reducerar elektromagnetisk störning och förhindrar skador på lager till följd av elektrisk urladdning. De är särskilda nanokristallmagnetkärnor som har en överlägsen filtreringssförmåga jämfört med vanliga ferritkärnor. HF-CM-kärnorna fungerar som en common mode-spole mellan fas och jord.

När de är installerade runt de tre motorfaserna (U, V och W) kan common mode-filter reducera högfrekventa common mode-strömmar. Som ett resultat av detta reduceras den högfrekventa elektromagnetisk störningen från motorkablarna.

Beställningsnummer finns i *Design Guide* för *utgångsfilter*.

## 6.8 Övertonsfilter

VLT® *Advanced Harmonic Filters AHF 005* och *AHF 010* ska inte jämföras med traditionella övertonsfilter. Danfoss övertonsfilter är speciellt utformade för att passa Danfoss frekvensomriktare.

Genom att ansluta AHF 005 eller AHF 010 framför en Danfoss-frekvensomriktare, kan den totala övertonsströmdistortionen som skickas tillbaka till nätet reduceras med 5 % respektive 10 %.

Beställningsnummer och mer information om hur du dimensionerar bromsmotstånd finns i *VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010 Design Guide*.

## 6.9 Inbyggda kapslingstillval

Följande inbyggda tillval specificeras i typkoden vid beställning av frekvensomriktaren.

### Kapsling med korrosionsbeständig bakkanal

För att få ytterligare skydd mot korrosion i tuffa miljöer kan enheterna beställas i en kapsling som har en bakkanal i rostfritt stål, kylplattor med tjockare överdrag samt en uppgraderad fläkt. Det här tillvalet rekommenderas i miljöer med salt i luften, till exempel i närheten av havet.

### Nätskydd

Lexan®-skydd kan monteras framför ingående strömplintar och ingångsplattan för att förhindra fysisk kontakt när kapslingsluckan är öppen.

### Värmare och termostat

För frekvensomriktare med kapslingsstorlek F kan värmare monteras på apparatskåpets insida. Dessa regleras av en automatisk termostat och förhindrar kondensation inuti kapslingen.

Termostatens fabriksinställning startar värmarna vid 10 °C (50 °F) och stoppar dem vid 15,6 °C (60 °F).

### Apparatskåpbelysning med strömuttag

För att göra det enklare att se under service och underhåll kan en lampa monteras på insidan av apparatskåp till frekvensomriktare av kapslingsstorlek F. I armatyren finns även ett strömuttag som gör det möjligt att tillfälligt ladda datorer eller andra enheter. Är tillgänglig med två olika spänningar:

- 230 V, 50 Hz, 2,5 A, CE/ENEC
- 120 V, 60 Hz, 5 A, UL/cUL

### RFI-filter

VLT®-frekvensomriktarserien har integrerade RFI-filter av klass A2 som standard. Om ytterligare nivåer av RFI-/EMC-skydd krävs, kan de uppnås med hjälp av ytterligare RFI-filter av klass A1. De hämmar radiofrekvensstörning och elektromagnetisk strålning i enlighet med SS-EN 55011. RFI-filter för marin användning finns också tillgängliga.

På frekvensomriktare med kapslingsstorlek F måste RFI-filter av klass A1 kompletteras med ett tillvalsskåp.

### Isolationsmotståndsövervakning (IRM)

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

- Integrerad i säkerhetsstoppkretsen.
- Isolationsmotståndet visas på LCD-displayen.
- Felminne.
- Knapparna Info, Test och Reset.



**Jordfelsbrytare (RCD)**

Använder summaströmsmetoden för att övervaka jordfelströmmar i jordade och högmotståndsjordade system (TN- och TT-system i IEC-terminologi). Det finns en förvarning (50 % av larmbörvärdet) och ett larmbörvärde. Ett SPDT-larmrelä är kopplat till varje börvärde för externt bruk. Kräver en extern strömtransformator av fönstertyp (köps in och installeras av kund).

- Integrerad i säkerhetsstoppkretsen.
- IEC 60755 typ B-enhet övervakar pulserande likström och rena jordfel i likström.
- Lysdiodsindikator som visar strömnivå på jordfel från 10–100 % av börvärdet.
- Felminne.
- Knapparna Test och Reset.

**Safe Torque Off med Pilz-säkerhetsrelä**

Tillgängligt för frekvensomriktare med kapslingsstorlek F. Gör så att Pilz-reläet får plats i kapslingen utan att ett tillvalsskåp behövs. Reläet används i det externa tillvalet för temperaturövervakning. Om PTC-övervakning krävs ska VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 beställas.

**Nödstopp med Pilz-säkerhetsrelä**

Innehåller en redundant nödstoppsknapp med fyra ledningar som är monterad framtill på kapslingen och ett Pilz-relä som övervakar det tillsammans med säkerhetsstoppkretsen och kontaktorbrytaren. Kräver en kontaktor och tillvalsskåpet för frekvensomriktare med kapslingsstorlek F.

**Bromschopper (IGBT:er)**

Bromsplintar med en IGBT-bromschopperkrest möjliggör anslutning till externa bromsmotstånd. Mer information om bromsmotstånd finns i *VLT® Brake Resistor MCE 101 Design Guide* som finns på [drives.danfoss.com/downloads/portal/#/](http://drives.danfoss.com/downloads/portal/#/).

**Regen-plintar**

Tillåt anslutning av regenerativa enheter till DC-bussningen på kondensatorsidan av DC-länkreaktorerna för regenerativ bromsning. Storleken på de regenerativa plintarna på kapslingsstorlek F passar för cirka 50 % av frekvensomriktarens märkeffekt. Kontakta fabriken om du vill veta mer om regenerativa effektgränser utifrån den specifika frekvensomriktarens storlek och spänning.

**Lastdelningsplintar**

Dessa plintar ansluter till DC-bussen på likriktarsidan på DC-länkreaktorerna och gör det möjligt att dela DC-busseffekten mellan olika frekvensomriktare. Storleken på lastdelningsplintarna på kapslingsstorlek F passar för cirka 33 % av frekvensomriktarens märkeffekt. Kontakta fabriken om du vill veta mer om lastdelningsgränser utifrån den specifika frekvensomriktarens storlek och spänning.

**Strömbrytare**

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

**Maximalbrytare**

En maximalbrytare kan fjärrtrippas, men måste återställas manuellt. Maximalbrytare är sammankopplade till apparatskåpets luckor för att förhindra att luckorna öppnas när strömmen fortfarande är på. När en maximalbrytare beställs som tillval medföljer även säkringar för att säkerställa ett snabbt överbelastningsskydd för frekvensomriktaren.

**Kontaktorer**

En elektriskt styrd kontaktorbrytare gör det möjligt att fjärrstyra strömmen till frekvensomriktaren. Om IEC-nödstopp har beställts som tillval övervakar Pilz-reläet den extra kontakten på kontaktorn.

**Manuella motorstartare**

Ger 3-fasström till de elektriska kylfläktar som ofta krävs för större motorer. Strömmen till startarna kommer från belastningssidan på en kontaktor, maximalbrytare eller strömbrytare. Om ett RFI-filter av klass 1 har beställts som tillval, försörjer RFI-filtrets ingångssida startaren med ström. Strömmen säkras före varje motorstartare och stängs av när den ingående strömmen till frekvensomriktaren stängs av. Upp till två startare tillåts. Om en 30 A säkringsskyddad krets beställts får endast en startare användas. Startare integreras i säkerhetsstoppkretsen. Funktionerna är bland annat:

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

**30 A, säkringsskyddade plintar**

- 3-fasspänning, motsvarande nätspänningen för strömförsörjning av extrautrustning.
- Ej tillgängliga om två manuella motorstartare har valts.
- Plintarna är avstängda när strömmen till frekvensomriktaren är av.
- Strömmen till plintarna kommer från belastningssidan på en kontaktor, maximalbrytare eller strömbrytare. Om ett RFI-filter av klass 1 har beställts som tillval, försörjer RFI-filtrets ingångssida startaren med ström.

**Gemensamma motorplintar**

Tillvalet med en gemensam motorplint tillhandahåller de samlingskskenor och den maskinvara som erfordras för att ansluta motorplintarna från de parallellkopplade växelriktarna till en enskild plint (per fas) för att anpassa installationen av motorsidans toppanslutningssats.

Tillvalet rekommenderas även när utgången på en frekvensomriktare ska anslutas till ett utgångsfilter eller en utgångskontaktor. Med de gemensamma motorplintarna behöver kablarna från respektive växelriktare till den gemensamma punkten på utgångsfiltret (eller motorn) inte vara lika långa.

**24 V DC-försörjning**

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

**Extern temperaturövervakning**

Utfordrad för att övervaka temperaturer på externa systemkomponenter, till exempel motorlindningar och/eller lager. Inkluderar åtta universalingsångsmoduler och två dedikerade termistoringsångsmoduler. Alla tio moduler är integrerade i frekvensomriktarens säkerhetsstoppkrets och kan övervakas via ett fältbussnätverk, vilket kräver inköp av en separat modul/busskoppling. Ett Safe Torque Off-bromstillval måste beställas när extern temperaturövervakning väljs.

**Signaltyper**

- RTD-ingångar (inklusive Pt100) – tre eller fyra ledningar
- Termokoppling.
- Analog ström eller analog spänning.

**Fler funktioner**

- En universell utgång som kan konfigureras för analog spänning eller analog ström.
- Två utgångsreläer (NO).
- LCD-display med två teckenrader och LED-diagnostik.
- Detektering av kabelbrott, kortslutning och inkorrekt polaritet.
- Detektering av kabelbrott, kortslutning och inkorrekt polaritet.
- Program för installation av gränssnitt.
- Om tre PTC:er krävs måste tillvalet VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 läggas till.

Beställningsnummer för inbyggda kapslingstillval finns i *kapitel 13.1 Drive Configurator*.

**6.10 Satser med hög effekt**

Satser med hög effekt, såsom bakre kylning, värmare och nätskydd, är tillgängliga. I *kapitel 13.2 Beställningsnummer för tillval/satser* finns en kort beskrivning och beställningsnummer för alla tillgängliga satser.

## 7 Specifikationer

### 7.1 Elektriska data, 380-480 V

VLT® HVAC Drive FC 102	P355	P400	P450
<b>Normal överbelastning</b> (Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s)	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Typisk axeleffekt vid 400 V [kW]	355	400	450
Typisk axeleffekt vid 460 V [hk]	500	600	600
Typisk axeleffekt vid 480 V [kW]	400	500	530
<b>Kapslingsstorlek</b>	<b>E1/E2</b>	<b>E1/E2</b>	<b>E1/E2</b>
<b>Utström (trefas)</b>			
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	658	745	800
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 400 V) [A]	724	820	880
Kontinuerlig (vid 460/480 V) [A]	590	678	730
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 460/480 V) [A]	649	746	803
Kontinuerlig kVA (vid 400 V) [kVA]	456	516	554
Kontinuerlig kVA (vid 460 V) [kVA]	470	540	582
Kontinuerlig kVA (vid 480 V) [kVA]	511	587	632
<b>Maximal inström</b>			
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	634	718	771
Kontinuerlig (vid 460/480 V) [A]	569	653	704
<b>Max. antal kablar och kabeldimension per fas</b>			
Nät och motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)
Broms [mm <sup>2</sup> (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)
Lastdelning [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)
Maximalt externa nätsäkringar [A] <sup>1)</sup>	900	900	900
Beräknad effektförlust vid 400 V [W] <sup>2), 3)</sup>	7532	8677	9473
Beräknad effektförlust vid 460 V [W] <sup>2), 3)</sup>	6724	7819	8527
Verkningsgrad <sup>3)</sup>	0,98	0,98	0,98
Utfrekvens [Hz]	0-590	0-590	0-590
Överhettningstripp för styrkort [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabell 7.1 Elektriska data för kapsling E1/E2, nätförsörjning 3 x 380-480 V AC

1) Mer information om säkringsklassificeringar finns i kapitel 10.5 Säkringar och maximalbrytare.

2) Den typiska effektförlusten vid normala förhållanden förväntas vara inom  $\pm 15\%$  (toleransen beror på spänningsvariationer och kabelförhållanden). Värdena baseras på en normal motorverkningsgrad (på gränsen mellan IE/IE3). Motorer med lägre verkningsgrad bidrar till ökad effektförlust i frekvensomriktaren. Gäller dimensionering av frekvensomriktarens kylning. Om switchfrekvensen är högre än fabriksinställningen kan effektförlusterna stiga. Normal effektförbrukning för LCP och styrkort är inkluderad. Information om effektförlust enligt SS-EN 50598-2 finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Tillval och kundbelastningar kan öka förlusterna med upp till 30 W. Vanligen adderar ett fullt belastat styrkort eller tillval för öppning A eller B bara 4 W var.

3) Mätt med 5 m (16,5 ft) skärmade motorkablar vid nominell belastning och nominell frekvens. Verkningsgrad uppmätt vid nominell ström. Information om energieffektivitetsklass finns i kapitel 10.12 Verkningsgrad.. Information om delbelastningsförluster finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® HVAC Drive FC 102	P500	P560	P630	P710
<b>Normal överbelastning</b> (Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s)	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Typisk axeleffekt vid 400 V [kW]	500	560	630	710
Typisk axeleffekt vid 460 V [hk]	650	750	900	1000
Typisk axeleffekt vid 480 V [kW]	560	630	710	800
<b>Kapslingsstorlek</b>	<b>F1/F3</b>	<b>F1/F3</b>	<b>F1/F3</b>	<b>F1/F3</b>
<b>Utström (trefas)</b>				
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	880	990	1120	1260
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 400 V) [A]	968	1089	1680	1890
Kontinuerlig (vid 460/480 V) [A]	780	890	1050	1160
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 460/480 V) [A]	858	979	1155	1276
Kontinuerlig kVA (vid 400 V) [kVA]	610	686	776	873
Kontinuerlig kVA (vid 460 V) [kVA]	621	709	837	924
Kontinuerlig kVA (vid 480 V) [kVA]	675	771	909	1005
<b>Maximal inström</b>				
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	848	954	1079	1214
Kontinuerlig (vid 460/480 V) [A]	752	858	1012	1118
<b>Max. antal kablar och kabeldimension per fas</b>				
- Motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)
- Nät [mm <sup>2</sup> (AWG)] (F1)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)
- Nät [mm <sup>2</sup> (AWG)] (F3)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)
- Lastdelning [mm <sup>2</sup> (AWG)]	8 x 120 (8 x 250 mcm)	8 x 120 (8 x 250 mcm)	8 x 120 (8 x 250 mcm)	8 x 120 (8 x 250 mcm)
- Broms [mm <sup>2</sup> (AWG)]	8 x 185 (8 x 350 mcm)	8 x 185 (8 x 350 mcm)	8 x 185 (8 x 350 mcm)	8 x 185 (8 x 350 mcm)
Maximalt externa nätsäkringar [A] <sup>1)</sup>	1600	1600	2000	2000
Beräknad effektförlust vid 400 V [W] <sup>2), 3)</sup>	10162	11822	12512	14674
Beräknad effektförlust vid 460 V [W] <sup>2), 3)</sup>	8876	10424	11595	13213
Max. sammanlagda förluster för A1 RFI, maximalbrytare eller strömbrytare och kontaktor [W] (endast F3)	963	1054	1093	1230
Max. förluster för paneltilval [W]	400	400	400	400
Verkningsgrad <sup>3)</sup>	0,98	0,98	0,98	0,98
Utfrekvens [Hz]	0–590	0–590	0–590	0–590
Överhettningstripp för styrkort [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabell 7.2 Elektriska data för kapsling F1/F3, nätförsörjning 3 x 380–480 V AC

1) Mer information om säkringsklassificeringar finns i kapitel 10.5 Säkringar och maximalbrytare.

2) Den typiska effektförlusten vid normala förhållanden förväntas vara inom  $\pm 15\%$  (toleransen beror på spänningsvariationer och kabelförhållanden). Värdena baseras på en normal motorverkningsgrad (på gränsen mellan IE/IE3). Motorer med lägre verkningsgrad bidrar till ökad effektförlust i frekvensomriktaren. Gäller dimensionering av frekvensomriktarens kylning. Om switchfrekvensen är högre än fabriksinställningen kan effektförlusterna stiga. Normal effektförbrukning för LCP och styrkort är inkluderad. Information om effektförlust enligt SS-EN 50598-2 finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Tillval och kundbelastningar kan öka förlusterna med upp till 30 W. Vanligen adderar ett fullt belastat styrkort eller tillval för öppning A eller B bara 4 W var.

3) Mätt med 5 m (16,5 ft) skärmade motorkablar vid nominell belastning och nominell frekvens. Verkningsgrad uppmätt vid nominell ström. Information om energieffektivitetsklass finns i kapitel 10.12 Verkningsgrad.. Information om delbelastningsförluster finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® HVAC Drive FC 102	P800	P1000
<b>Normal överbelastning</b> (Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s)	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Typisk axeleffekt vid 400 V [kW]	800	1000
Typisk axeleffekt vid 460 V [hk]	1200	1350
Typisk axeleffekt vid 480 V [kW]	1000	1100
<b>Kapslingsstorlek</b>	<b>F2/F4</b>	<b>F2/F4</b>
<b>Utström (trefas)</b>		
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	1460	1720
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 400 V) [A]	1606	1892
Kontinuerlig (vid 460/480 V) [A]	1380	1530
Intermittent (60 s överbelastning)(vid 460/480 V) [A]	1518	1683
Kontinuerlig kVA (vid 400 V) [kVA]	1012	1192
Kontinuerlig kVA (vid 460 V) [kVA]	1100	1219
Kontinuerlig kVA (vid 480 V) [kVA]	1195	1325
<b>Maximal inström</b>		
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	1407	1658
Kontinuerlig (vid 460/480 V) [A]	1330	1474
<b>Max. antal kablar och kabeldimension per fas</b>		
- Motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	12 x 150 (12 x 300 mcm)	12 x 150 (12 x 300 mcm)
- Nät [mm <sup>2</sup> (AWG)] (F2)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)
- Nät [mm <sup>2</sup> (AWG)] (F4)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)
- Lastdelning [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 120 (4 x 250 mcm)	4 x 120 (4 x 250 mcm)
- Broms [mm <sup>2</sup> (AWG)]	6 x 185 (6 x 350 mcm)	6 x 185 (6 x 350 mcm)
Maximalt externa nätsäkringar [A] <sup>1)</sup>	2500	2500
Beräknad effektförlust vid 400 V [W] <sup>2), 3)</sup>	17293	19278
Beräknad effektförlust vid 460 V [W] <sup>2), 3)</sup>	16229	16624
Max. sammanlagda förluster för A1 RFI, maximalbrytare eller strömbrytare och kontaktor [W] (endast F4)	2280	2541
Max. förluster för paneltilval [W]	400	400
Verkningsgrad <sup>3)</sup>	0,98	0,98
Utfrekvens [Hz]	0–590	0–590
Överhettningstripp för styrkort [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)

Tabell 7.3 Elektriska data för kapsling F2/F4, nätförsörjning 3 x 380–480 V AC

1) Mer information om säkringsklassificeringar finns i kapitel 10.5 Säkringar och maximalbrytare.

2) Den typiska effektförlusten vid normala förhållanden förväntas vara inom  $\pm 15\%$  (toleransen beror på spänningsvariationer och kabelförhållanden). Värdena baseras på en normal motorverkningsgrad (på gränsen mellan IE/IE3). Motorer med lägre verkningsgrad bidrar till ökad effektförlust i frekvensomriktaren. Gäller dimensionering av frekvensomriktarens kylning. Om switchfrekvensen är högre än fabriksinställningen kan effektförlusterna stiga. Normal effektförbrukning för LCP och styrkort är inkluderad. Information om effektförlust enligt SS-EN 50598-2 finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Tillval och kundbelastningar kan öka förlusterna med upp till 30 W. Vanligen adderar ett fullt belastat styrkort eller tillval för öppning A eller B bara 4 W var.

3) Mätt med 5 m (16,5 ft) skärmade motorkablar vid nominell belastning och nominell frekvens. Verkningsgrad uppmätt vid nominell ström. Information om energieffektivitetsklass finns i kapitel 10.12 Verkningsgrad.. Information om delbelastningsförluster finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® HVAC Drive FC 102	P355	P400	P450
<b>Normal överbelastning</b> (Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s)	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Typisk axeleffekt vid 400 V [kW]	355	400	450
Typisk axeleffekt vid 460 V [hk]	500	600	600
Typisk axeleffekt vid 480 V [kW]	400	500	530
<b>Kapslingsstorlek</b>	<b>F8/F9</b>	<b>F8/F9</b>	<b>F8/F9</b>
<b>Utström (trefas)</b>			
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	658	745	800
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 400 V) [A]	724	820	880
Kontinuerlig (vid 460/480 V) [A]	590	678	730
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 460/480 V) [A]	649	746	803
Kontinuerlig kVA (vid 400 V) [kVA]	456	516	554
Kontinuerlig kVA (vid 460 V) [kVA]	470	540	582
Kontinuerlig kVA (vid 480 V) [kVA]	511	587	632
<b>Maximal inström</b>			
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	634	718	771
Kontinuerlig (vid 460/480 V) [A]	569	653	704
<b>Max. antal kablar och kabeldimension per fas</b>			
- Motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)
- Nät [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 90 (4 x 3/0 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)
- Broms [mm <sup>2</sup> (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)
Maximalt externa nätsäkringar [A] <sup>1)</sup>	700	700	700
Beräknad effektförlust vid 400 V [W] <sup>2), 3)</sup>	7701	8879	9670
Beräknad effektförlust vid 460 V [W] <sup>2), 3)</sup>	6953	8089	8803
Verkningsgrad <sup>3)</sup>	0,98	0,98	0,98
Utfrekvens [Hz]	0–590	0–590	0–590
Överhettningstripp för styrkort [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabell 7.4 Elektriska data för kapsling F8/F9, nätförsörjning 6 x 380–480 V AC

1) Mer information om säkringsklassificeringar finns i kapitel 10.5 Säkringar och maximalbrytare.

2) Den typiska effektförlusten vid normala förhållanden förväntas vara inom  $\pm 15\%$  (toleransen beror på spänningsvariationer och kabelförhållanden). Värdena baseras på en normal motorverkningsgrad (på gränsen mellan IE/IE3). Motorer med lägre verkningsgrad bidrar till ökad effektförlust i frekvensomriktaren. Gäller dimensionering av frekvensomriktarens kylning. Om switchfrekvensen är högre än fabriksinställningen kan effektförlusterna stiga. Normal effektförbrukning för LCP och styrkort är inkluderad. Information om effektförlust enligt SS-EN 50598-2 finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Tillval och kundbelastningar kan öka förlusterna med upp till 30 W. Vanligen adderar ett fullt belastat styrkort eller tillval för öppning A eller B bara 4 W var.

3) Mätt med 5 m (16,5 ft) skärmade motorkablar vid nominell belastning och nominell frekvens. Verkningsgrad uppmätt vid nominell ström. Information om energieffektivitetsklass finns i kapitel 10.12 Verkningsgrad.. Information om delbelastningsförluster finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® HVAC Drive FC 102	P500	P560	P630	P710
<b>Normal överbelastning</b> (Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s)	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Typisk axeleffekt vid 400 V [kW]	500	560	630	710
Typisk axeleffekt vid 460 V [hk]	650	750	900	1000
Typisk axeleffekt vid 480 V [kW]	560	630	710	800
<b>Kapslingsstorlek</b>	<b>F10/F11</b>	<b>F10/F11</b>	<b>F10/F11</b>	<b>F10/F11</b>
<b>Utström (trefas)</b>				
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	880	990	1120	1260
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 400 V) [A]	968	1089	1232	1386
Kontinuerlig (vid 460/480 V) [A]	780	890	1050	1160
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 460/480 V) [A]	858	979	1155	1276
Kontinuerlig kVA (vid 400 V) [kVA]	610	686	776	873
Kontinuerlig kVA (vid 460 V) [kVA]	621	709	837	924
Kontinuerlig kVA (vid 480 V) [kVA]	675	771	909	1005
<b>Maximal inström</b>				
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	848	954	1079	1214
Kontinuerlig (vid 460/480 V) [A]	752	858	1012	1118
<b>Max. antal kablar och kabeldimension per fas</b>				
- Motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)
- Nät [mm <sup>2</sup> (AWG)]	6x120 (6x250 mcm)	6x120 (6x250 mcm)	6x120 (6x250 mcm)	6x120 (6x250 mcm)
- Broms [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)
Maximalt externa nätsäkringar [A] <sup>1)</sup>	900	900	900	1500
Beräknad effektförlust vid 400 V [W] <sup>2), 3)</sup>	10647	12338	13201	15436
Beräknad effektförlust vid 460 V [W] <sup>2), 3)</sup>	9414	11006	12353	14041
Max. sammanlagda förluster för A1 RFI, maximalbrytare eller strömbrytare och kontaktor [W] (endast F11)	963	1054	1093	1230
Max. förluster för paneltillval [W]	400	400	400	400
Verkningsgrad <sup>3)</sup>	0,98	0,98	0,98	0,98
Utfrekvens [Hz]	0–590	0–590	0–590	0–590
Överhettningstripp för styrkort [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

**Tabell 7.5 Elektriska data för kapsling F10/F11, nätförsörjning 6 x 380–480 V AC**

1) Mer information om säkringsklassificeringar finns i kapitel 10.5 Säkringar och maximalbrytare.

2) Den typiska effektförlusten vid normala förhållanden förväntas vara inom  $\pm 15\%$  (toleransen beror på spänningsvariationer och kabelförhållanden). Värdena baseras på en normal motorverkningsgrad (på gränsen mellan IE/IE3). Motorer med lägre verkningsgrad bidrar till ökad effektförlust i frekvensomriktaren. Gäller dimensionering av frekvensomriktarens kylning. Om switchfrekvensen är högre än fabriksinställningen kan effektförlusterna stiga. Normal effektförbrukning för LCP och styrkort är inkluderad. Information om effektförlust enligt SS-EN 50598-2 finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Tillval och kundbelastningar kan öka förlusterna med upp till 30 W. Vanligen adderar ett fullt belastat styrkort eller tillval för öppning A eller B bara 4 W var.

3) Mätt med 5 m (16,5 ft) skärmade motorkablar vid nominell belastning och nominell frekvens. Verkningsgrad uppmätt vid nominell ström. Information om energieffektivitetsklass finns i kapitel 10.12 Verkningsgrad.. Information om delbelastningsförluster finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® HVAC Drive FC 102	P800	P1000
<b>Normal överbelastning</b> (Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s)	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Typisk axeleffekt vid 400 V [kW]	800	1000
Typisk axeleffekt vid 460 V [hk]	1200	1350
Typisk axeleffekt vid 480 V [kW]	1000	1100
<b>Kapslingsstorlek</b>	<b>F12/F13</b>	<b>F12/F13</b>
<b>Utström (trefas)</b>		
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	1460	1720
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 400 V) [A]	1606	1892
Kontinuerlig (vid 460/480 V) [A]	1380	1530
Intermittent (60 s överbelastning)(vid 460/480 V) [A]	1518	1683
Kontinuerlig kVA (vid 400 V) [kVA]	1012	1192
Kontinuerlig kVA (vid 460 V) [kVA]	1100	1219
Kontinuerlig kVA (vid 480 V) [kVA]	1195	1325
<b>Maximal inström</b>		
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	1407	1658
Kontinuerlig (vid 460/480 V) [A]	1330	1474
<b>Max. antal kablar och kabeldimension per fas</b>		
- Motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	12 x 150 (12 x 300 mcm)	12 x 150 (12 x 300 mcm)
- Nät [mm <sup>2</sup> (AWG)]	6x120 (6x250 mcm)	6x120 (6x250 mcm)
- Broms [mm <sup>2</sup> (AWG)]	6 x 185 (6 x 350 mcm)	6 x 185 (6 x 350 mcm)
Maximalt externa nätsäkringar [A] <sup>1)</sup>	1500	1500
Beräknad effektförlust vid 400 V [W] <sup>2), 3)</sup>	18084	20358
Beräknad effektförlust vid 460 V [W] <sup>2), 3)</sup>	17137	17752
Max. sammanlagda förluster för A1 RFI, maximalbrytare eller strömbrytare och kontaktor [W] (endast F4)	2280	2541
Max. förluster för paneltillval [W]	400	400
Verkningsgrad <sup>3)</sup>	0,98	0,98
Utfrekvens [Hz]	0–590	0–590
Överhettningstripp för styrkort [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)

Tabell 7.6 Elektriska data för kapsling F12/F13, nätförsörjning 6 x 380–480 V AC

1) Mer information om säkringsklassificeringar finns i kapitel 10.5 Säkringar och maximalbrytare.

2) Den typiska effektförlusten vid normala förhållanden förväntas vara inom  $\pm 15\%$  (toleransen beror på spänningsvariationer och kabelförhållanden). Värdena baseras på en normal motorverkningsgrad (på gränsen mellan IE/IE3). Motorer med lägre verkningsgrad bidrar till ökad effektförlust i frekvensomriktaren. Gäller dimensionering av frekvensomriktarens kylning. Om switchfrekvensen är högre än fabriksinställningen kan effektförlusterna stiga. Normal effektförbrukning för LCP och styrkort är inkluderad. Information om effektförlust enligt SS-EN 50598-2 finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Tillval och kundbelastningar kan öka förlusterna med upp till 30 W. Vanligen adderar ett fullt belastat styrkort eller tillval för öppning A eller B bara 4 W var.

3) Mätt med 5 m (16,5 ft) skärmade motorkablar vid nominell belastning och nominell frekvens. Verkningsgrad uppmätt vid nominell ström. Information om energieffektivitetsklass finns i kapitel 10.12 Verkningsgrad.. Information om delbelastningsförluster finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).



## 7.2 Elektriska data, 525–690 V

VLT® HVAC Drive FC 102	P450	P500	P560	P630
<b>Normal överbelastning</b> (Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s)	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Typisk axeleffekt vid 550 V [kW]	355	400	450	500
Typisk axeleffekt vid 575 V [hk]	450	500	600	650
Typisk axeleffekt vid 690 V [kW]	450	500	560	630
<b>Kapslingsstorlek</b>	<b>E1/E2</b>	<b>E1/E2</b>	<b>E1/E2</b>	<b>E1/E2</b>
<b>Utström (trefas)</b>				
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	470	523	596	630
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 550 V) [A]	517	575	656	693
Kontinuerlig (vid 575/690 V) [A]	450	500	570	630
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 575/690 V) [A]	495	550	627	693
Kontinuerlig kVA (vid 550 V) [kVA]	448	498	568	600
Kontinuerlig kVA (vid 575 V) [kVA]	448	498	568	627
Kontinuerlig kVA (vid 690 V) [kVA]	538	598	681	753
<b>Maximal inström</b>				
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	453	504	574	607
Kontinuerlig (vid 575 V) [A]	434	482	549	607
Kontinuerlig (vid 690 V)	434	482	549	607
<b>Max. antal kablar och kabeldimension per fas</b>				
- Nät, motor, broms och lastdelning [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)
- Broms [mm <sup>2</sup> (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)
Maximalt externa nätsäkringar [A] <sup>1)</sup>	700	700	900	900
Beräknad effektförlust vid 600 V [W] <sup>2), 3)</sup>	5323	6010	7395	8209
Beräknad effektförlust vid 690 V [W] <sup>2), 3)</sup>	5529	6239	7653	8495
Verkningsgrad <sup>3)</sup>	0,98	0,98	0,98	0,98
Utfrekvens [Hz]	0–500	0–500	0–500	0–500
Överhettningstripp för styrkort [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabell 7.7 Elektriska data för kapsling E1/E2, nätförsörjning 3 x 525–690 V AC

1) Mer information om säkringsklassificeringar finns i kapitel 10.5 Säkringar och maximalbrytare.

2) Den typiska effektförlusten vid normala förhållanden förväntas vara inom  $\pm 15\%$  (toleransen beror på spänningsvariationer och kabelförhållanden). Värdena baseras på en normal motorverkningsgrad (på gränsen mellan IE/IE3). Motorer med lägre verkningsgrad bidrar till ökad effektförlust i frekvensomriktaren. Gäller dimensionering av frekvensomriktarens kylning. Om switchfrekvensen är högre än fabriksinställningen kan effektförlusterna stiga. Normal effektförbrukning för LCP och styrkort är inkluderad. Information om effektförlust enligt SS-EN 50598-2 finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Tillval och kundbelastningar kan öka förlusterna med upp till 30 W. Vanligen adderar ett fullt belastat styrkort eller tillval för öppning A eller B bara 4 W var.

3) Mätt med 5 m (16,5 ft) skärmade motorkablar vid nominell belastning och nominell frekvens. Verkningsgrad uppmätt vid nominell ström. Information om energieffektivitetsklass finns i kapitel 10.12 Verkningsgrad.. Information om delbelastningsförluster finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® HVAC Drive FC 102	P710	P800	P900
<b>Normal överbelastning</b> (Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s)	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Typisk axeleffekt vid 550 V [kW]	560	670	750
Typisk axeleffekt vid 575 V [hk]	750	950	1050
Typisk axeleffekt vid 690 V [kW]	710	800	900
<b>Kapslingsstorlek</b>	<b>F1/F3</b>	<b>F1/F3</b>	<b>F1/F3</b>
<b>Utström (trefas)</b>			
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	763	889	988
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 550 V) [A]	839	978	1087
Kontinuerlig (vid 575/690 V) [A]	730	850	945
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 575/690 V) [A]	803	935	1040
Kontinuerlig kVA (vid 550 V) [kVA]	727	847	941
Kontinuerlig kVA (vid 575 V) [kVA]	727	847	941
Kontinuerlig kVA (vid 690 V) [kVA]	872	1016	1129
<b>Maximal inström</b>			
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	735	857	952
Kontinuerlig (vid 575 V) [A]	704	819	911
Kontinuerlig (vid 690 V) [A]	704	819	911
<b>Max. antal kablar och kabeldimension per fas</b>			
- Motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)
- Nät [mm <sup>2</sup> (AWG)] (F1)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)
- Nät [mm <sup>2</sup> (AWG)] (F3)	8 x 456 (4 x 900 mcm)	8 x 456 (4 x 900 mcm)	8 x 456 (4 x 900 mcm)
- Lastdelning [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 120 (4 x 250 mcm)	4 x 120 (4 x 250 mcm)	4 x 120 (4 x 250 mcm)
- Broms [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)
Maximalt externa nätsäkringar [A] <sup>1)</sup>	1600	1600	1600
Beräknad effektförlust vid 600 V [W] <sup>2), 3)</sup>	9500	10872	12316
Beräknad effektförlust vid 690 V [W] <sup>2), 3)</sup>	9863	11304	12798
Max. sammanlagda förluster för maximalbrytare eller strömbrytare och kontaktor [W] (endast F3)	427	532	615
Max. förluster för paneltillval [W]	400	400	400
Verkningsgrad <sup>3)</sup>	0,98	0,98	0,98
Utfrekvens [Hz]	0–500	0–500	0–500
Överhettningstripp för styrkort [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabell 7.8 Elektriska data för kapsling F1/F3, nätförsörjning 3 x 525–690 V AC

1) Mer information om säkringsklassificeringar finns i kapitel 10.5 Säkringar och maximalbrytare.

2) Den typiska effektförlusten vid normala förhållanden förväntas vara inom  $\pm 15\%$  (toleransen beror på spänningsvariationer och kabelförhållanden). Värdena baseras på en normal motorverkningsgrad (på gränsen mellan IE/IE3). Motorer med lägre verkningsgrad bidrar till ökad effektförlust i frekvensomriktaren. Gäller dimensionering av frekvensomriktarens kylning. Om switchfrekvensen är högre än fabriksinställningen kan effektförlusterna stiga. Normal effektförbrukning för LCP och styrkort är inkluderad. Information om effektförlust enligt SS-EN 50598-2 finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Tillval och kundbelastningar kan öka förlusterna med upp till 30 W. Vanligen adderar ett fullt belastat styrkort eller tillval för öppning A eller B bara 4 W var.

3) Mätt med 5 m (16,5 ft) skärmade motorkablar vid nominell belastning och nominell frekvens. Verkningsgrad uppmätt vid nominell ström. Information om energieffektivitetsklass finns i kapitel 10.12 Verkningsgrad.. Information om delbelastningsförluster finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® HVAC Drive FC 102	P1M0	P1M2	P1M4
<b>Normal överbelastning</b> (Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s)	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Typisk axeleffekt vid 550 V [kW]	850	1000	1100
Typisk axeleffekt vid 575 V [hk]	1150	1350	1550
Typisk axeleffekt vid 690 V [kW]	1000	1200	1400
<b>Kapslingsstorlek</b>	<b>F2/F4</b>	<b>F2/F4</b>	<b>F2/F4</b>
<b>Utström (trefas)</b>			
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	1108	1317	1479
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 550 V) [A]	1219	1449	1627
Kontinuerlig (vid 575/690 V) [A]	1060	1260	1415
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 575/690 V) [A]	1166	1386	1557
Kontinuerlig kVA (vid 550 V) [kVA]	1056	1255	1409
Kontinuerlig kVA (vid 575 V) [kVA]	1056	1255	1409
Kontinuerlig kVA (vid 690 V) [kVA]	1267	1506	1691
<b>Maximal inström</b>			
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	1068	1269	1425
Kontinuerlig (vid 575 V) [A]	1022	1214	1364
Kontinuerlig (vid 690 V) [A]	1022	1214	1364
<b>Max. antal kablar och kabeldimension per fas</b>			
- Motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	12 x 150 (12 x 300 mcm)	12 x 150 (12 x 300 mcm)	12 x 150 (12 x 300 mcm)
- Nät [mm <sup>2</sup> (AWG)] (F2)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)
- Nät [mm <sup>2</sup> (AWG)] (F4)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)
- Lastdelning [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 120 (4 x 250 mcm)	4 x 120 (4 x 250 mcm)	4 x 120 (4 x 250 mcm)
- Broms [mm <sup>2</sup> (AWG)]	6 x 185 (6 x 350 mcm)	6 x 185 (6 x 350 mcm)	6 x 185 (6 x 350 mcm)
Maximalt externa nätsäkringar [A] <sup>1)</sup>	1600	2000	2500
Beräknad effektförlust vid 600 V [W] <sup>2), 3)</sup>	13731	16190	18536
Beräknad effektförlust vid 690 V [W] <sup>2), 3)</sup>	14250	16821	19247
Max. sammanlagda förluster för maximalbrytare eller strömbrytare och kontaktor [W] (endast F4)	665	863	1044
Max. förluster för paneltillval [W]	400	400	400
Verkningsgrad <sup>3)</sup>	0,98	0,98	0,98
Utfrekvens [Hz]	0–500	0–500	0–500
Överhettningstripp för styrkort [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

**Tabell 7.9 Elektriska data för kapsling F2/F4, nätförsörjning 3 x 525–690 V AC**

1) Mer information om säkringsklassificeringar finns i kapitel 10.5 Säkringar och maximalbrytare.

2) Den typiska effektförlusten vid normala förhållanden förväntas vara inom  $\pm 15\%$  (toleransen beror på spänningsvariationer och kabelförhållanden). Värdena baseras på en normal motorverkningsgrad (på gränsen mellan IE/IE3). Motorer med lägre verkningsgrad bidrar till ökad effektförlust i frekvensomriktaren. Gäller dimensionering av frekvensomriktarens kylning. Om switchfrekvensen är högre än fabriksinställningen kan effektförlusterna stiga. Normal effektförbrukning för LCP och styrkort är inkluderad. Information om effektförlust enligt SS-EN 50598-2 finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Tillval och kundbelastningar kan öka förlusterna med upp till 30 W. Vanligen adderar ett fullt belastat styrkort eller tillval för öppning A eller B bara 4 W var.

3) Mätt med 5 m (16,5 ft) skärmade motorkablar vid nominell belastning och nominell frekvens. Verkningsgrad uppmätt vid nominell ström. Information om energieffektivitetsklass finns i kapitel 10.12 Verkningsgrad.. Information om delbelastningsförluster finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® HVAC Drive FC 102	P450	P500	P560	P630
<b>Normal överbelastning</b> (Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s)	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Typisk axeleffekt vid 550 V [kW]	355	400	450	500
Typisk axeleffekt vid 575 V [hk]	450	500	600	650
Typisk axeleffekt vid 690 V [kW]	450	500	560	630
<b>Kapslingsstorlek</b>	<b>F8/F9</b>	<b>F8/F9</b>	<b>F8/F9</b>	<b>F8/F9</b>
<b>Utström (trefas)</b>				
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	470	523	596	630
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 550 V) [A]	517	575	656	693
Kontinuerlig (vid 575/690 V) [A]	450	500	570	630
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 575/690 V) [A]	495	550	627	693
Kontinuerlig kVA (vid 550 V) [kVA]	448	498	568	600
Kontinuerlig kVA (vid 575 V) [kVA]	448	498	568	627
Kontinuerlig kVA (vid 690 V) [kVA]	538	598	681	753
<b>Maximal inström</b>				
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	453	504	574	607
Kontinuerlig (vid 575 V) [A]	434	482	549	607
Kontinuerlig (vid 690 V)	434	482	549	607
<b>Max. antal kablar och kabeldimension per fas</b>				
- Motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)
- Nät [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 85 (4 x 3/0 mcm)	4 x 85 (4 x 3/0 mcm)	4 x 85 (4 x 3/0 mcm)	4 x 85 (4 x 3/0 mcm)
- Broms [mm <sup>2</sup> (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)
Maximalt externa nätsäkringar [A] <sup>1)</sup>	630	630	630	630
Beräknad effektförlust vid 600 V [W] <sup>2), 3)</sup>	5323	6010	7395	8209
Beräknad effektförlust vid 690 V [W] <sup>2), 3)</sup>	5529	6239	7653	8495
Verkningsgrad <sup>3)</sup>	0,98	0,98	0,98	0,98
Utfrekvens [Hz]	0–500	0–500	0–500	0–500
Överhettningstripp för styrkort [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabell 7.10 Elektriska data för kapsling F8/F9, nätförsörjning 6 x 525–690 V AC

1) Mer information om säkringsklassificeringar finns i kapitel 10.5 Säkringar och maximalbrytare.

2) Den typiska effektförlusten vid normala förhållanden förväntas vara inom  $\pm 15\%$  (toleransen beror på spänningsvariationer och kabelförhållanden). Värdena baseras på en normal motorverkningsgrad (på gränsen mellan IE/IE3). Motorer med lägre verkningsgrad bidrar till ökad effektförlust i frekvensomriktaren. Gäller dimensionering av frekvensomriktarens kylning. Om switchfrekvensen är högre än fabriksinställningen kan effektförlusterna stiga. Normal effektförbrukning för LCP och styrkort är inkluderad. Information om effektförlust enligt SS-EN 50598-2 finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Tillval och kundbelastningar kan öka förlusterna med upp till 30 W. Vanligen adderar ett fullt belastat styrkort eller tillval för öppning A eller B bara 4 W var.

3) Mätt med 5 m (16,5 ft) skärmade motorkablar vid nominell belastning och nominell frekvens. Verkningsgrad uppmätt vid nominell ström. Information om energieffektivitetsklass finns i kapitel 10.12 Verkningsgrad.. Information om delbelastningsförluster finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® HVAC Drive FC 102	P710	P800	P900
<b>Normal överbelastning</b> (Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s)	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Typisk axeleffekt vid 550 V [kW]	560	670	750
Typisk axeleffekt vid 575 V [hk]	750	950	1050
Typisk axeleffekt vid 690 V [kW]	710	800	900
<b>Kapslingsstorlek</b>	<b>F10/F11</b>	<b>F10/F11</b>	<b>F10/F11</b>
<b>Utström (trefas)</b>			
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	763	889	988
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 550 V) [A]	839	978	1087
Kontinuerlig (vid 575/690 V) [A]	730	850	945
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 575/690 V) [A]	803	935	1040
Kontinuerlig kVA (vid 550 V) [kVA]	727	847	941
Kontinuerlig kVA (vid 575 V) [kVA]	727	847	941
Kontinuerlig kVA (vid 690 V) [kVA]	872	1016	1129
<b>Maximal inström</b>			
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	735	857	952
Kontinuerlig (vid 575 V) [A]	704	819	911
Kontinuerlig (vid 690 V) [A]	704	819	911
<b>Max. antal kablar och kabeldimension per fas</b>			
- Motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)	8 x 150 (8 x 300 mcm)
- Nät [mm <sup>2</sup> (AWG)]	6 x 120 (4 x 900 mcm)	6 x 120 (4 x 900 mcm)	6 x 120 (4 x 900 mcm)
- Broms [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)
Maximalt externa nätsäkringar [A] <sup>1)</sup>	900	900	900
Beräknad effektförlust vid 600 V [W] <sup>2), 3)</sup>	9500	10872	12316
Beräknad effektförlust vid 690 V [W] <sup>2), 3)</sup>	9863	11304	12798
Max. sammanlagda förluster för maximalbrytare eller strömbrytare och kontaktor [W] (endast F11)	427	532	615
Max. förluster för paneltillval [W]	400	400	400
Verkningsgrad <sup>3)</sup>	0,98	0,98	0,98
Utfrekvens [Hz]	0–500	0–500	0–500
Överhettningstripp för styrkort [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

**Tabell 7.11 Elektriska data för kapsling F10/F11, nätförsörjning 6 x 525–690 V AC**

1) Mer information om säkringsklassificeringar finns i kapitel 10.5 Säkringar och maximalbrytare.

2) Den typiska effektförlusten vid normala förhållanden förväntas vara inom  $\pm 15\%$  (toleransen beror på spänningsvariationer och kabelförhållanden). Värdena baseras på en normal motorverkningsgrad (på gränsen mellan IE/IE3). Motorer med lägre verkningsgrad bidrar till ökad effektförlust i frekvensomriktaren. Gäller dimensionering av frekvensomriktarens kylning. Om switchfrekvensen är högre än fabriksinställningen kan effektförlusterna stiga. Normal effektförbrukning för LCP och styrkort är inkluderad. Information om effektförlust enligt SS-EN 50598-2 finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Tillval och kundbelastningar kan öka förlusterna med upp till 30 W. Vanligen adderar ett fullt belastat styrkort eller tillval för öppning A eller B bara 4 W var.

3) Mätt med 5 m (16,5 ft) skärmade motorkablar vid nominell belastning och nominell frekvens. Verkningsgrad uppmätt vid nominell ström. Information om energieffektivitetsklass finns i kapitel 10.12 Verkningsgrad.. Information om delbelastningsförluster finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® HVAC Drive FC 102	P1M0	P1M2	P1M4
<b>Normal överbelastning</b> (Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s)	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Typisk axeleffekt vid 550 V [kW]	850	1000	1100
Typisk axeleffekt vid 575 V [hk]	1150	1350	1550
Typisk axeleffekt vid 690 V [kW]	1000	1200	1400
<b>Kapslingsstorlek</b>	<b>F12/F13</b>	<b>F12/F13</b>	<b>F12/F13</b>
<b>Utström (trefas)</b>			
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	1108	1317	1479
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 550 V) [A]	1219	1449	1627
Kontinuerlig (vid 575/690 V) [A]	1060	1260	1415
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 575/690 V) [A]	1166	1386	1557
Kontinuerlig kVA (vid 550 V) [kVA]	1056	1255	1409
Kontinuerlig kVA (vid 575 V) [kVA]	1056	1255	1409
Kontinuerlig kVA (vid 690 V) [kVA]	1267	1506	1691
<b>Maximal inström</b>			
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	1068	1269	1425
Kontinuerlig (vid 575 V) [A]	1022	1214	1364
Kontinuerlig (vid 690 V) [A]	1022	1214	1364
<b>Max. antal kablar och kabeldimension per fas</b>			
- Motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	12 x 150 (12 x 300 mcm)	12 x 150 (12 x 300 mcm)	12 x 150 (12 x 300 mcm)
- Nät [mm <sup>2</sup> (AWG)] (F12)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)	8 x 240 (8 x 500 mcm)
- Nät [mm <sup>2</sup> (AWG)] (F13)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)	8 x 456 (8 x 900 mcm)
- Broms [mm <sup>2</sup> (AWG)]	6 x 185 (6 x 350 mcm)	6 x 185 (6 x 350 mcm)	6 x 185 (6 x 350 mcm)
Maximalt externa nätsäkringar [A] <sup>1)</sup>	1600	2000	2500
Beräknad effektförlust vid 600 V [W] <sup>2), 3)</sup>	13731	16190	18536
Beräknad effektförlust vid 690 V [W] <sup>2), 3)</sup>	14250	16821	19247
Max. sammanlagda förluster för maximalbrytare eller strömbrytare och kontaktor [W] (endast F13)	665	863	1044
Max. förluster för paneltilval [W]	400	400	400
Verkningsgrad <sup>3)</sup>	0,98	0,98	0,98
Utfrekvens [Hz]	0–500	0–500	0–500
Överhettningstripp för styrkort [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

**Tabell 7.12 Elektriska data för kapsling F12/F13, nätförsörjning 6 x 525–690 V AC**

1) Mer information om säkringsklassificeringar finns i kapitel 10.5 Säkringar och maximalbrytare.

2) Den typiska effektförlusten vid normala förhållanden förväntas vara inom  $\pm 15\%$  (toleransen beror på spänningsvariationer och kabelförhållanden). Värdena baseras på en normal motorverkningsgrad (på gränsen mellan IE/IE3). Motorer med lägre verkningsgrad bidrar till ökad effektförlust i frekvensomriktaren. Gäller dimensionering av frekvensomriktarens kylning. Om switchfrekvensen är högre än fabriksinställningen kan effektförlusterna stiga. Normal effektförbrukning för LCP och styrkort är inkluderad. Information om effektförlust enligt SS-EN 50598-2 finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Tillval och kundbelastningar kan öka förlusterna med upp till 30 W. Vanligen adderar ett fullt belastat styrkort eller tillval för öppning A eller B bara 4 W var.

3) Mätt med 5 m (16,5 ft) skärmade motorkablar vid nominell belastning och nominell frekvens. Verkningsgrad uppmätt vid nominell ström. Information om energieffektivitetsklass finns i kapitel 10.12 Verkningsgrad.. Information om delbelastningsförluster finns på [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

### 7.3 Nätförsörjning

#### Nätförsörjning

Nätplintar (6-puls)	L1, L2, L3
Nätplintar (12-puls)	L1-1, L2-1, L3-1, L1-2, L2-2, L3-2
Nätspänning	380–480 V ± 10 %, 525–690 V ± 10 %

#### Låg nätspänning/nätavbrott:

Vid låg nätspänning eller ett nätavbrott fortsätter frekvensomriktaren tills DC-bussspänningen är lägre än den undre gränsspänningen, som normalt är 15 % under frekvensomriktarens lägsta nominella nätspänning. Start och fullt moment kan inte förväntas vid en nätspänning som är mer än 10 % under frekvensomriktarens lägsta nominella nätspänning.

Nätfrekvens	50/60 Hz ± 5 %
Maximal obalans tillfälligt mellan nätfaser	3,0 % av nominell nätspänning <sup>1)</sup>
Aktiv effektfaktor ( $\lambda$ )	≥ 0,9 vid nominell belastning
Förskjuten effektfaktor ( $\cos \Phi$ ) nära noll	(> 0,98)
Växling på nätspänningsingång L1, L2, L3 (start)	Maximalt 1 gång/2 minuter
Miljö enligt SS-EN 60664-1	Överspänningskategori III/utsläppsgrad 2

Frekvensomriktaren är lämplig att använda på en krets med kapacitet att leverera upp till 100 kA kortslutningsvärde (SCCR) vid 480/600 V.

1) Beräkningarna är baserade på UL/IEC 61800-3.

### 7.4 Motoreffekt och motordata

#### Motoreffekt (U, V, W)

Utspänning	0–100 % av nätspänningen
Utfrekvens	0–590 Hz <sup>1)</sup>
Växling på utgång	Obegränsat
Ramptider	0,01–3 600 s

1) Spännings- och effektberoende.

#### Momentegenskaper

Startmoment (konstant moment)	Maximalt 150 % i 60 s <sup>1), 2)</sup>
Överbelastningsmoment (konstant moment)	Maximalt 150 % i 60 s <sup>1), 2)</sup>

1) Procentangivelsen baseras på frekvensomriktarens nominella ström.

2) En gång var tionde minut.

### 7.5 Omgivande miljöförhållanden

#### Miljö

Kapslingarna E1, F1, F2, F3, F4, F8, F9, F10, F11, F12, F13	IP21/typ 1, IP54/typ 12
Kapsling E2	IP00/chassi
Vibrationstest	1,0 g
Relativ luftfuktighet	5–95 % (IEC 721-3-3; Klass 3K3 (icke kondenserande) under drift)
Aggressiv miljö (IEC 60068-2-43) H <sub>2</sub> S-test	Klass Kd
Aggressiva gaser (IEC 60721-3-3)	Klass 3C3
Testmetod enligt IEC 60068-2-43	H2S (10 dagar)
Omgivningstemperatur (vid SFAVM-växlingsläge)	
- med nedstämpling	Maximalt 55 °C (131 °F) <sup>1)</sup>
- med full uteffekt för typiska EFF2-motorer (upp till 90 % av utströmmen)	Maximalt 50 °C (122 °F) <sup>1)</sup>
- vid full kontinuerlig FC-utström	Maximalt 45 °C (113 °F) <sup>1)</sup>
Lägsta omgivningstemperatur vid fullskalig drift	0 °C (32 °F)
Lägsta omgivningstemperatur vid reducerade prestanda	–10 °C (14 °F)
Temperatur vid lagring/transport	–25 till +65/70 °C (13 till 149/158 °F)
Maximal höjd över havet utan nedstämpling	1 000 m (3 281 ft)

Maximal höjd över havet med nedstämpling	3 000 m (9 842 ft)
--	--------------------

1) Mer information om nedstämpling finns i kapitel 9.6 Nedstämpling.

EMC-standarder, emission	SS-EN 61800-3
--------------------------	---------------

EMC-standarder, immunitet	SS-EN 61800-3
---------------------------	---------------

Energiklass <sup>1)</sup>	IE2
---------------------------	-----

1) Bestäms enligt SS-EN 50598-2 vid:

- nominell belastning
- 90 % av nominell frekvens
- switchfrekvensens fabriksinställning
- switchmönstrets fabriksinställning

## 7.6 Kabelspecifikationer

Kabellängder och ledarareor för styrkablar:

Maximal motorkabellängd, skärmad	150 m (492 ft)
----------------------------------	----------------

Maximal motorkabellängd, oskärmad	300 m (984 ft)
-----------------------------------	----------------

Maximal ledararea till motor, nät, lastdelning och broms	Se kapitel 7 Specifikationer <sup>1)</sup>
--	--

Maximal ledararea för styrplintar, styv ledning	1,5 mm <sup>2</sup> /16 AWG (2 x 0,75 mm <sup>2</sup> )
---	---

Maximal ledararea för styrplintar, flexibel kabel	1 mm <sup>2</sup> /18 AWG
---	---------------------------

Maximal ledararea till styrplintar, mantlad kabel	0,5 mm <sup>2</sup> /20 AWG
---	-----------------------------

Minsta ledararea för styrplintar	0,25 mm <sup>2</sup> /23 AWG
----------------------------------	------------------------------

1) Elektriska data för kraftkablar anges i kapitel 7.1 Elektriska data, 380-480 V och kapitel 7.2 Elektriska data, 525-690 V.

## 7.7 Styringång/-utgång och styrdata

Digitala ingångar

Programmerbara digitala ingångar	4 (6)
----------------------------------	-------

Plintnummer	18, 19, 27 <sup>1)</sup> , 29 <sup>1)</sup> , 32, 33
-------------	--

Logik	PNP eller NPN
-------	---------------

Spänningsnivå	0-24 V DC
---------------	-----------

Spänningsnivå, logisk 0 PNP	< 5 V DC
-----------------------------	----------

Spänningsnivå, logisk 1 PNP	> 10 V DC
-----------------------------	-----------

Spänningsnivå, logisk 0 NPN	> 19 V DC
-----------------------------	-----------

Spänningsnivå, logisk 1 NPN	< 14 V DC
-----------------------------	-----------

Maximal spänning på ingång	28 V DC
----------------------------	---------

Ingångsresistans, R <sub>i</sub>	Ungefär 4 kΩ
----------------------------------	--------------

Alla digitala ingångar är galvaniskt isolerade från nätspänningen (PELV) och övriga högspänningsplintar.

1) Plintarna 27 och 29 kan även programmeras som utgångar.

Analoga ingångar

Antal analoga ingångar	2
------------------------	---

Plintnummer	53, 54
-------------	--------

Lägen	Spänning eller ström
-------	----------------------

Lägesväljare	Brytare A53 och A54
--------------	---------------------

Spänningsläge	Brytare A53/A54 = (U)
---------------	-----------------------

Spänningsnivå	-10 V till +10 V (skalbar)
---------------	----------------------------

Ingångsresistans, R <sub>i</sub>	Ungefär 10 kΩ
----------------------------------	---------------

Maximal spänning	±20 V
------------------	-------

Strömläge	Brytare A53/A54 = (I)
-----------	-----------------------

Strömnivå	0/4 till 20 mA (skalbar)
-----------	--------------------------

Ingångsresistans, R <sub>i</sub>	Cirka 200 Ω
----------------------------------	-------------

Maximal ström	30 mA
---------------	-------

Upplösning för analoga ingångar	10 bitar (plustecken)
---------------------------------	-----------------------

Noggrannhet hos analoga ingångar	Maximalt fel 0,5 % av full skala
----------------------------------	----------------------------------



Bandbredd

100 Hz

*De analoga ingångarna är galvaniskt isolerade från nätspänningen (PELV) och övriga högspänningsplintar.*

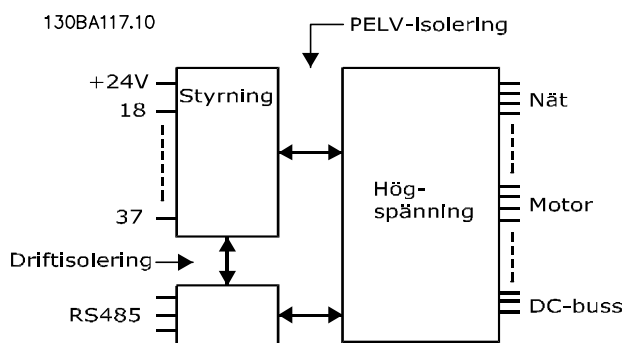


Bild 7.1 PELV-isolering

## Pulsingångar

Programmerbara pulsingångar	2
Plintnummer puls	29, 33
Maximal frekvens vid plint 29 och 33 (mottaktsdriven)	110 kHz
Maximal frekvens vid plint 29 och 33 (öppen kollektor)	5 kHz
Minsta frekvens vid plint 29 och 33	4 Hz
Spänningsnivå	Se Digitala ingångar i kapitel 7.7 Styringång/-utgång och styrdata
Maximal spänning på ingång	28 V DC
Ingångsresistans, R <sub>i</sub>	Cirka 4 kΩ
Pulsingångsnoggrannhet (0,1–1 kHz)	Maximalt fel: 0,1 % av full skala

## Analog utgång

Antal programmerbara analoga utgångar	1
Plintnummer	42
Strömområde vid analog utgång	0/4–20 mA
Maximal motståndsbelastning till gemensam vid analog utgång	500 Ω
Noggrannhet på analog utgång	Maximalt fel: 0,8 % av full skala
Upplösning på analog utgång	8 bit

*Den analoga utgången är galvaniskt isolerad från nätspänningen (PELV) och andra högspänningsplintar.*

## Styrkort, RS485-seriell kommunikation

Plintnummer	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
Plintnummer 61	Gemensam för plint 68 och 69

*RS485-kretsen för seriell kommunikation är funktionellt separerad från andra centrala kretsar och är galvaniskt isolerad från nätspänningen (PELV).*

## Digital utgång

Programmerbara digitala utgångar/pulsutgångar	2
Plintnummer	27, 29 <sup>1)</sup>
Spänningsnivå vid digital utgång/utfrekvens	0–24 V
Maximal utström (platta eller källa)	40 mA
Maximal belastning vid utfrekvens	1 kΩ
Maximal kapacitiv belastning vid utfrekvens	10 nF
Minsta motorfrekvens vid utfrekvens	0 Hz
Maximal motorfrekvens vid utfrekvens	32 kHz
Utfrekvensens noggrannhet	Maximalt fel: 0,1 % av full skala
Utfrekvensens upplösning	12 bitar

*1) Plintarna 27 och 29 kan även programmeras som ingångar.*

*Den digitala utgången är galvaniskt isolerad från nätspänningen (PELV) och övriga högspänningsplintar.*

## Styrkort, 24 V DC-utgång

Plintnummer	12, 13
Maximal belastning	200 mA

24 V DC-försörjningen är galvaniskt isolerad från nätspänningen (PELV), men har samma potential som de analoga och digitala in- och utgångarna.

## Reläutgångar

Programmerbara reläutgångar	2
Maximal ledararea för styrplintar	2,5 mm <sup>2</sup> (12 AWG)
Minsta ledararea för reläplintar	0,2 mm <sup>2</sup> (30 AWG)
Längd på skalad kabel	8 mm (0,3 in)
<b>Relä 01 plintnummer</b>	1–3 (brytande), 1–2 (slutande)
Maximal plintbelastning (AC-1) <sup>1)</sup> på 1–2 (NO) (resistiv belastning) <sup>2), 3)</sup>	400 V AC, 2 A
Maximal plintbelastning (AC-15) <sup>1)</sup> på 1–2 (NO) (induktiv belastning vid cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximal plintbelastning (DC-1) <sup>1)</sup> på 1–2 (NO) (resistiv belastning)	80 V DC, 2 A
Maximal plintbelastning (DC-13) <sup>1)</sup> på 1–2 (NO) (induktiv belastning)	24 V DC, 0,1 A
Maximal plintbelastning (AC-1) <sup>1)</sup> på 1–3 (NC) (resistiv belastning)	240 V AC, 2 A
Maximal plintbelastning (AC-15) <sup>1)</sup> på 1–3 (NC) (induktiv belastning vid cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximal plintbelastning (DC-1) <sup>1)</sup> på 1–3 (NC) (resistiv belastning)	50 V DC, 2 A
Maximal plintbelastning (DC-13) <sup>1)</sup> på 1–3 (NC) (induktiv belastning)	24 V DC, 0,1 A
Minimal plintbelastning på 1–3 (NC), 1–2 (NO)	24 V DC 10 mA, 24 V AC 2 mA
Miljö enligt SS-EN 60664-1	Överspänningskategori III/utsläppsgrad 2
<b>Relä 02 plintnummer</b>	4–6 (brytande), 4–5 (slutande)
Maximal plintbelastning (AC-1) <sup>1)</sup> på 4–5 (NO) (resistiv belastning) <sup>2), 3)</sup>	400 V AC, 2 A
Maximal plintbelastning (AC-15) <sup>1)</sup> på 4–5 (NO) (induktiv belastning vid cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximal plintbelastning (DC-1) <sup>1)</sup> på 4–5 (NO) (resistiv belastning)	80 V DC, 2 A
Maximal plintbelastning (DC-13) <sup>1)</sup> på 4–5 (NO) (induktiv belastning)	24 V DC, 0,1 A
Maximal plintbelastning (AC-1) <sup>1)</sup> på 4–6 (NC) (resistiv belastning)	240 V AC, 2 A
Maximal plintbelastning (AC-15) <sup>1)</sup> på 4–6 (NC) (induktiv belastning vid cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximal plintbelastning (DC-1) <sup>1)</sup> på 4–6 (NC) (resistiv belastning)	50 V DC, 2 A
Maximal plintbelastning (DC-13) <sup>1)</sup> på 4–6 (NC) (induktiv belastning)	24 V DC, 0,1 A
Minimal plintbelastning på 4–6 (NC), 4–5 (NO)	24 V DC 10 mA, 24 V AC 2 mA
Miljö enligt SS-EN 60664-1	Överspänningskategori III/utsläppsgrad 2

Reläkontakterna är galvaniskt isolerade från resten av kretsen genom förstärkt isolering (PELV).

1) IEC 60947, del 4 och 5.

2) Överspänningskategori II.

3) UL-tillämpningar 300 V AC 2 A.

## Styrkort, +10 V DC-utgång

Plintnummer	50
Utspänning	10,5 V ±0,5 V
Maximal belastning	25 mA

10 V DC-försörjningen är galvaniskt isolerad från nätspänningen (PELV) och övriga högspänningsplintar.

## Styregenskaper

Upplösning hos utfrekvensen vid 0–1 000 Hz	± 0,003 Hz
Systemets svarstid (plint 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤ 2 m/s
Varvtalsreglering (utan återkoppling)	1:100 av synkront varvtal
Varvtalsnoggrannhet (utan återkoppling)	30–4 000 varv/minut: Maximalt fel ± 8 varv/minut

Alla styregenskaper är baserade på en 4-polig asynkronmotor.

## Styrkortsprestanda

Scan intervall	5 M/S
----------------	-------

## Styrkort, USB-seriell kommunikation

USB-standard	1.1 (full speed)
USB-kontakt	USB typ B-enhetskontakt

**OBS!**

Datoranslutningen sker via en USB-standardkabel.

USB-anslutningen är galvaniskt isolerad från nätspänningen (PELV) och andra plintar med hög spänning.

USB-anslutningen är inte galvaniskt isolerad från jord. Använd endast en isolerad bärbar dator som datoranslutning till USB-anslutningen på frekvensomriktaren, eller en isolerad USB-kabel/omvandlare.

## 7.8 Kapslingsvikt

Kapsling	380–480/500 V	525–690 V
E1	270–313 kg (595–690 lb)	263–313 kg (580–690 lb)
E2	234–277 kg (516–611 lb)	221–277 kg (487–611 lb)

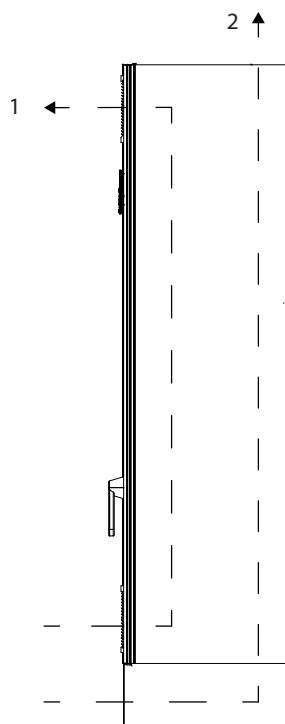
Tabell 7.13 Vikt för kapsling E1–E2, kg (lb)

Kapsling	380–480/500 V	525–690 V
F1	1 017 kg (2 242,1 lb)	1 017 kg (2 242,1 lb)
F2	1 260 kg (2 777,9 lb)	1 260 kg (2 777,9 lb)
F3	1 318 kg (2 905,7 lb)	1 318 kg (2 905,7 lb)
F4	1 561 kg (3 441,5 lb)	1 561 kg (3 441,5 lb)
F8	447 kg (985,5 lb)	447 kg (985,5 lb)
F9	669 kg (1 474,9 lb)	669 kg (1 474,9 lb)
F10	893 kg (1 968,8 lb)	893 kg (1 968,8 lb)
F11	1 116 kg (2 460,4 lb)	1 116 kg (2 460,4 lb)
F12	1 037 kg (2 286,4 lb)	1 037 kg (2 286,4 lb)
F13	1 259 kg (2 775,7 lb)	1 259 kg (2 775,7 lb)

Tabell 7.14 Kapsling F1–F13 – vikt, kg (lb)

7.9 Luftflöde för kapsling E1–E2 och F1–F13

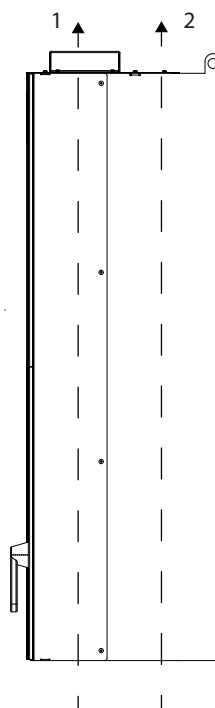
7



e30bg051.10

1	Främre kanalens luftflöde, 340 m <sup>3</sup> /h (200 cfm)
2	Bakkanalens luftflöde, 1 105 m <sup>3</sup> /h (650 cfm) eller 1 444 m <sup>3</sup> /h (850 cfm)

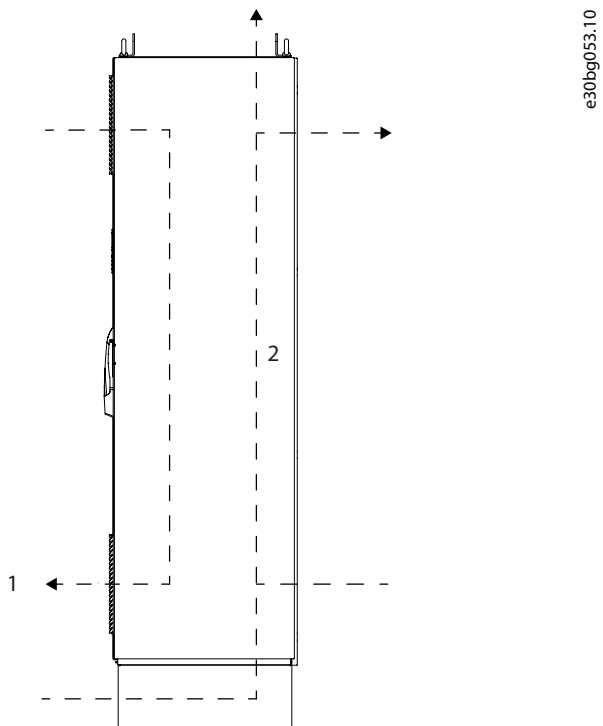
Bild 7.2 Luftflöde för kapsling E1



e30bg052.10

1	Främre kanalens luftflöde, 255 m <sup>3</sup> /h (150 cfm)
2	Bakkanalens luftflöde, 1 105 m <sup>3</sup> /h (650 cfm) eller 1 444 m <sup>3</sup> /h (850 cfm)

Bild 7.3 Luftflöde för kapsling E2



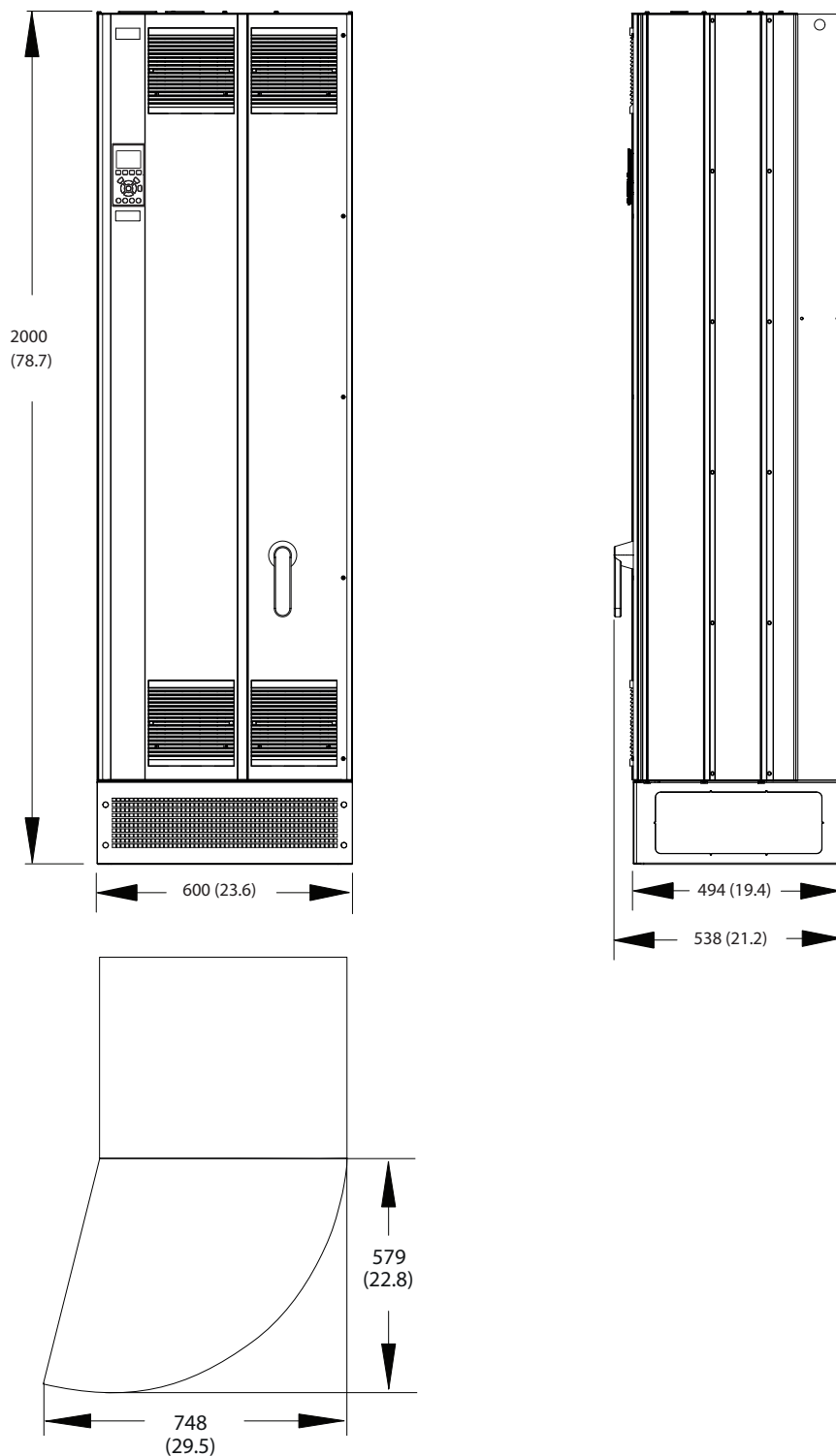
1	Främre kanalens luftflöde - IP21/typ 1, 700 m <sup>3</sup> /h (412 cfm) - IP54/typ 12, 525 m <sup>3</sup> /h (309 cfm)
2	Bakkanalens luftflöde, 985 m <sup>3</sup> /h (580 cfm)

Bild 7.4 Luftflöde för kapsling F1-13

## 8 Yttre mått och plintmått

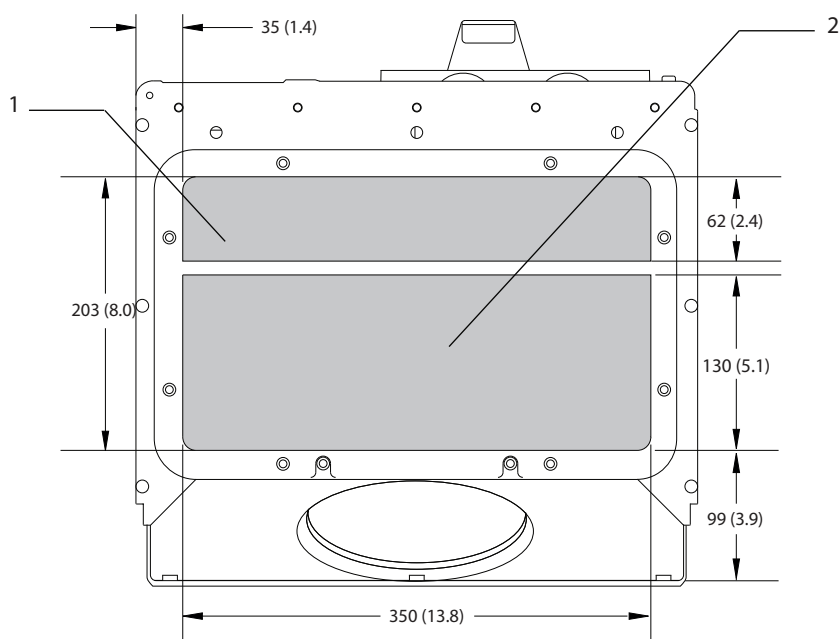
### 8.1 Yttre mått och plintmått för E1

#### 8.1.1 Yttre mått för E1



130BF328.10

Bild 8.1 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för E1



130BF611.10

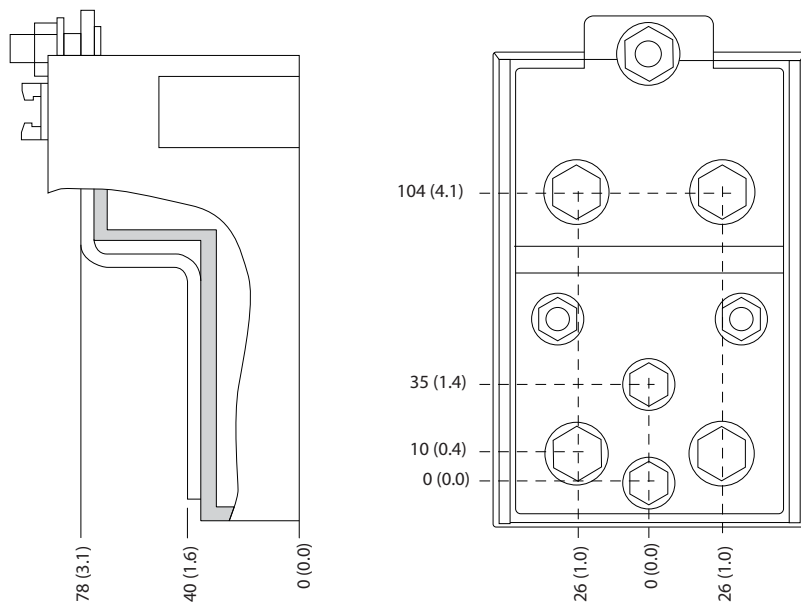
1	Nätsida	2	Motorsida
---	---------	---	-----------

8

Bild 8.2 Kabelförskruvningsplåtens mått för E1/E2

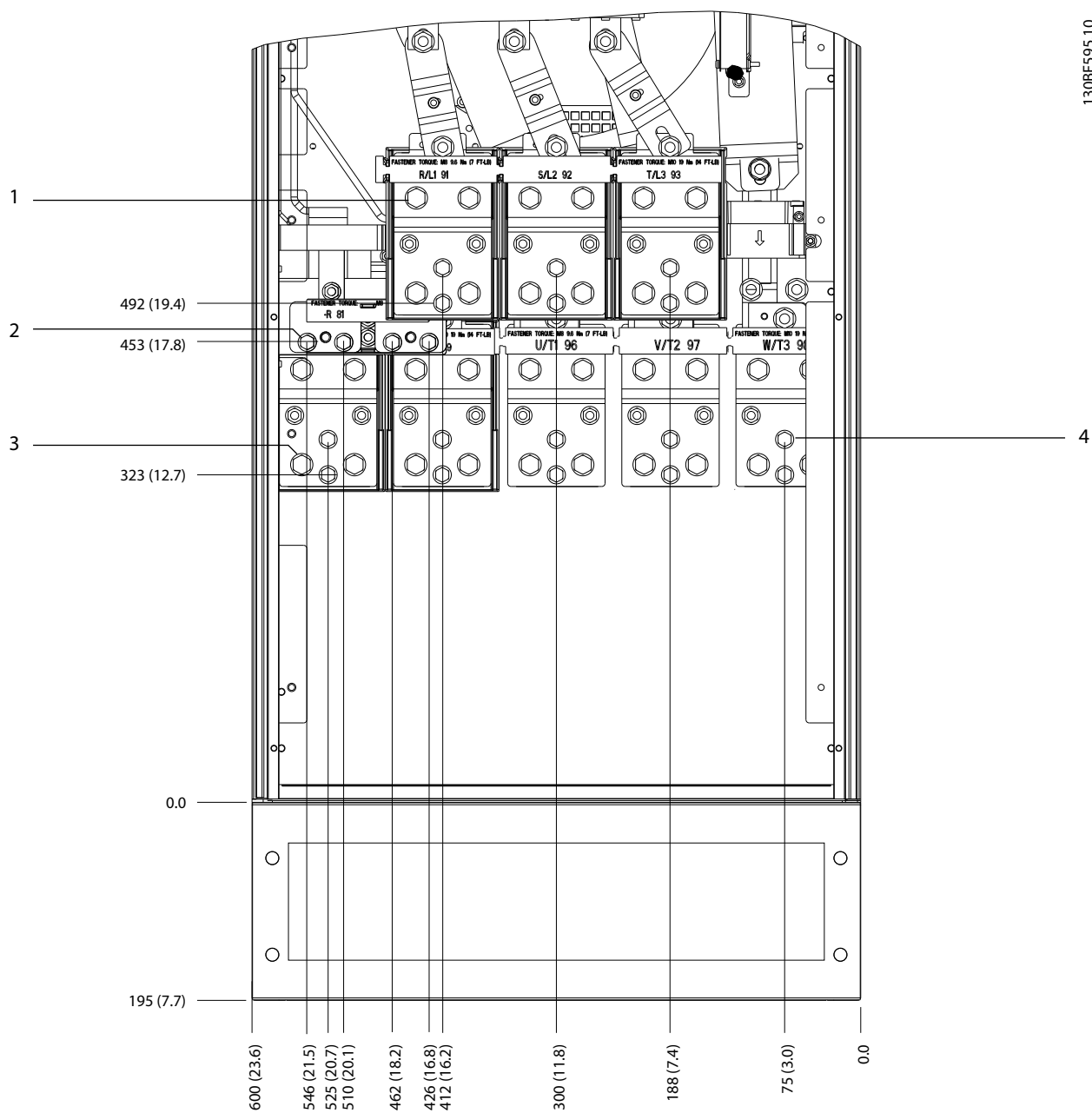
### 8.1.2 Plintmått för E1

Kraftkablarna är tunga och svåra att böja. Beakta optimal placering av frekvensomriktaren för att göra det enkelt att ansluta kablarna. Varje plint kan använda upp till fyra kablar med kabelskor eller en standardkabelfläns. Jorden ansluts till en relevant termineringspunkt på frekvensomriktaren.



130BF647.10

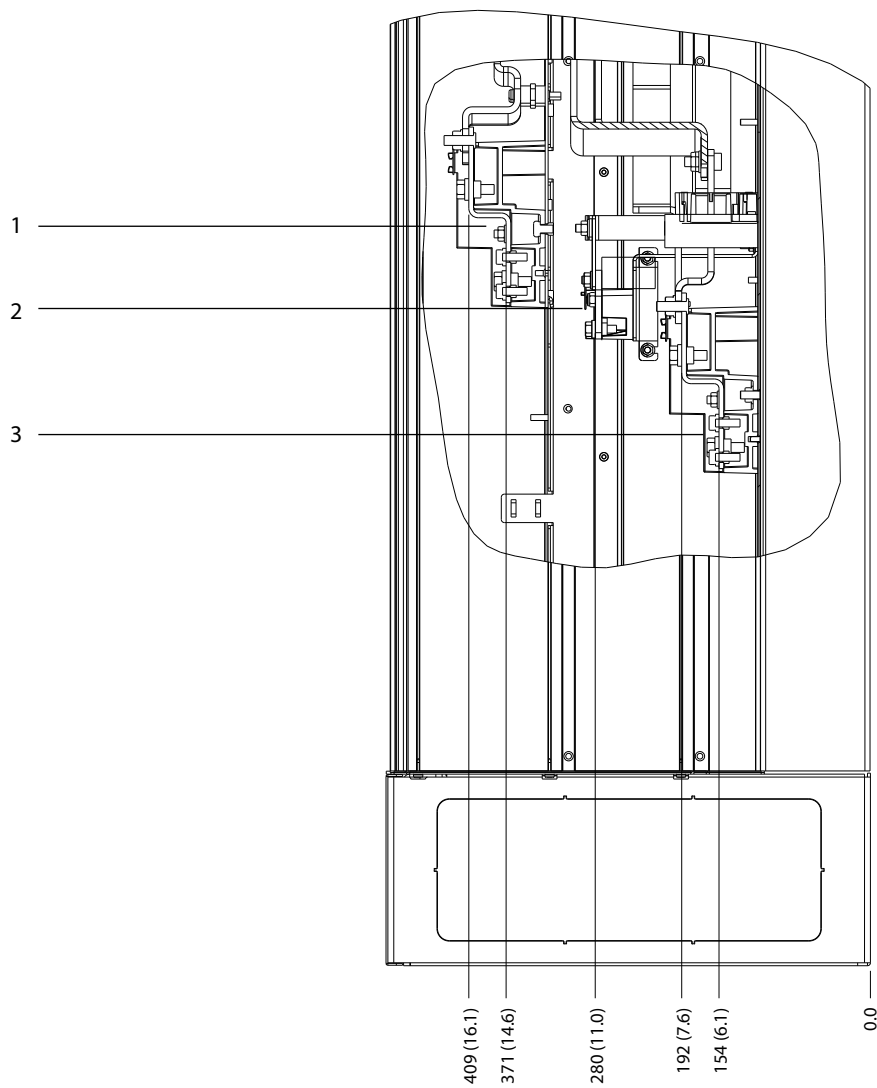
Bild 8.3 Detaljerade plintmått för E1/E2



1	Nätplintar	3	Regenerativa plintar/lastdelningsplintar
2	Bromsplintar	4	Motorplintar

Bild 8.4 Plintmått för E1, framifrån

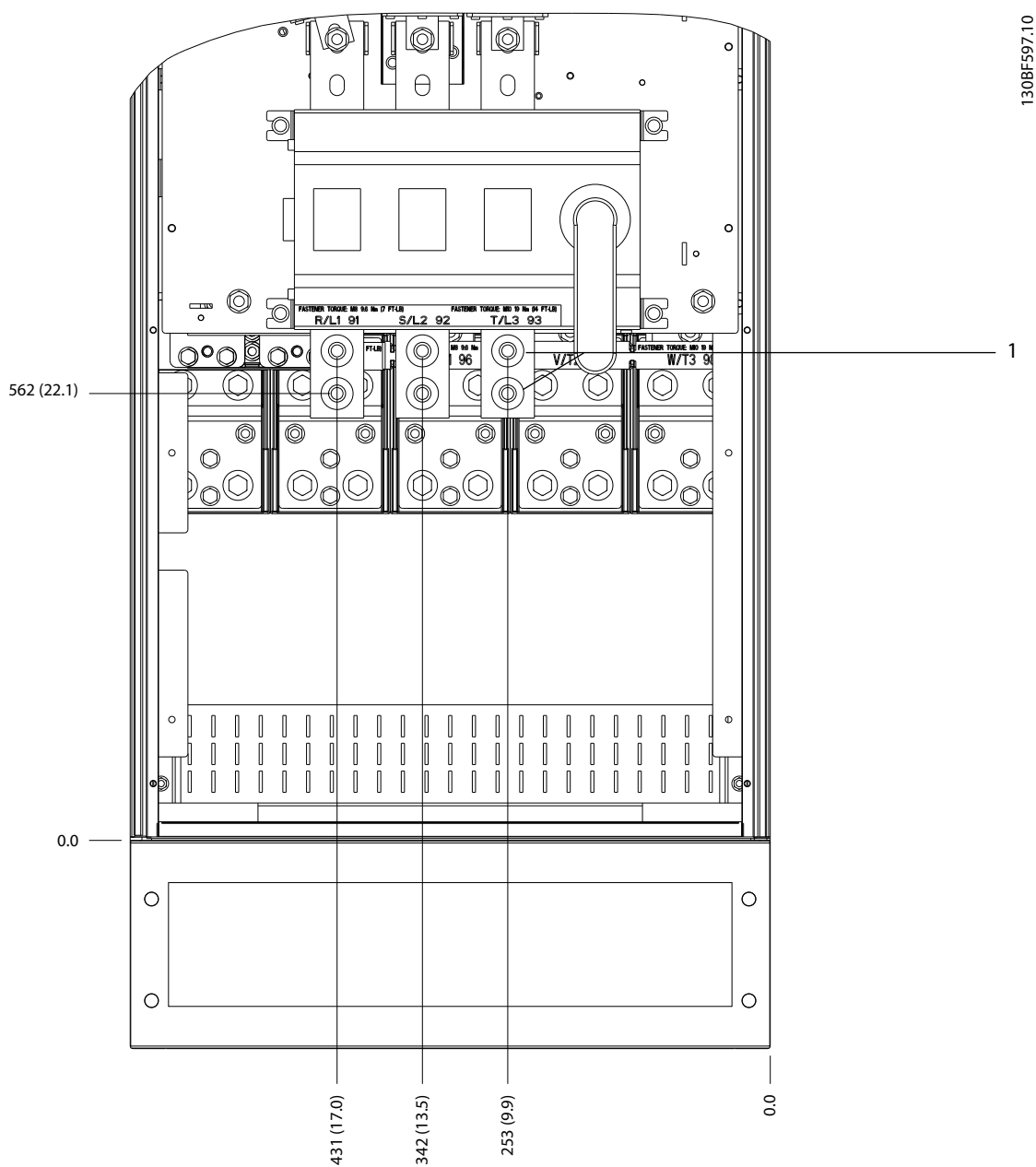




130BF596.10

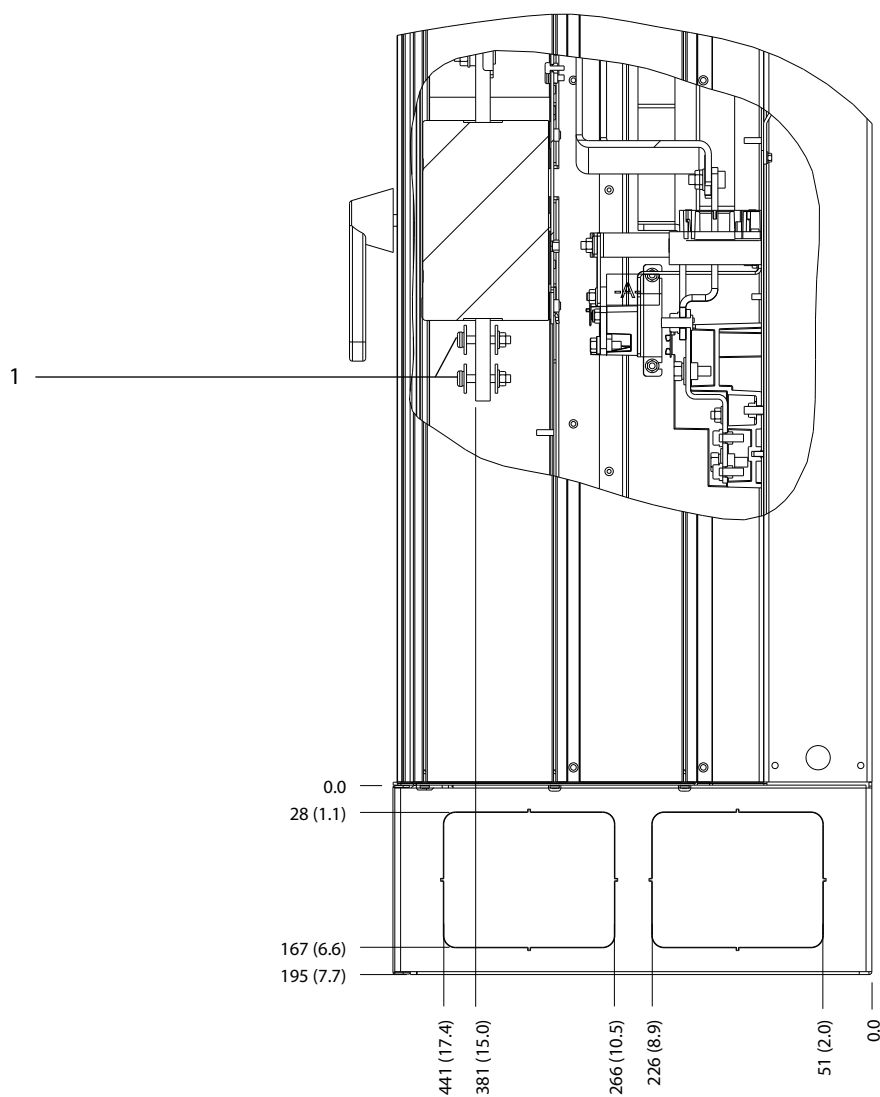
1	Nätplintar	2	Bromsplintar
3	Motorplintar	-	-

Bild 8.5 Plintmått för E1, från sidan



1	Nätplintar	-	-
---	------------	---	---

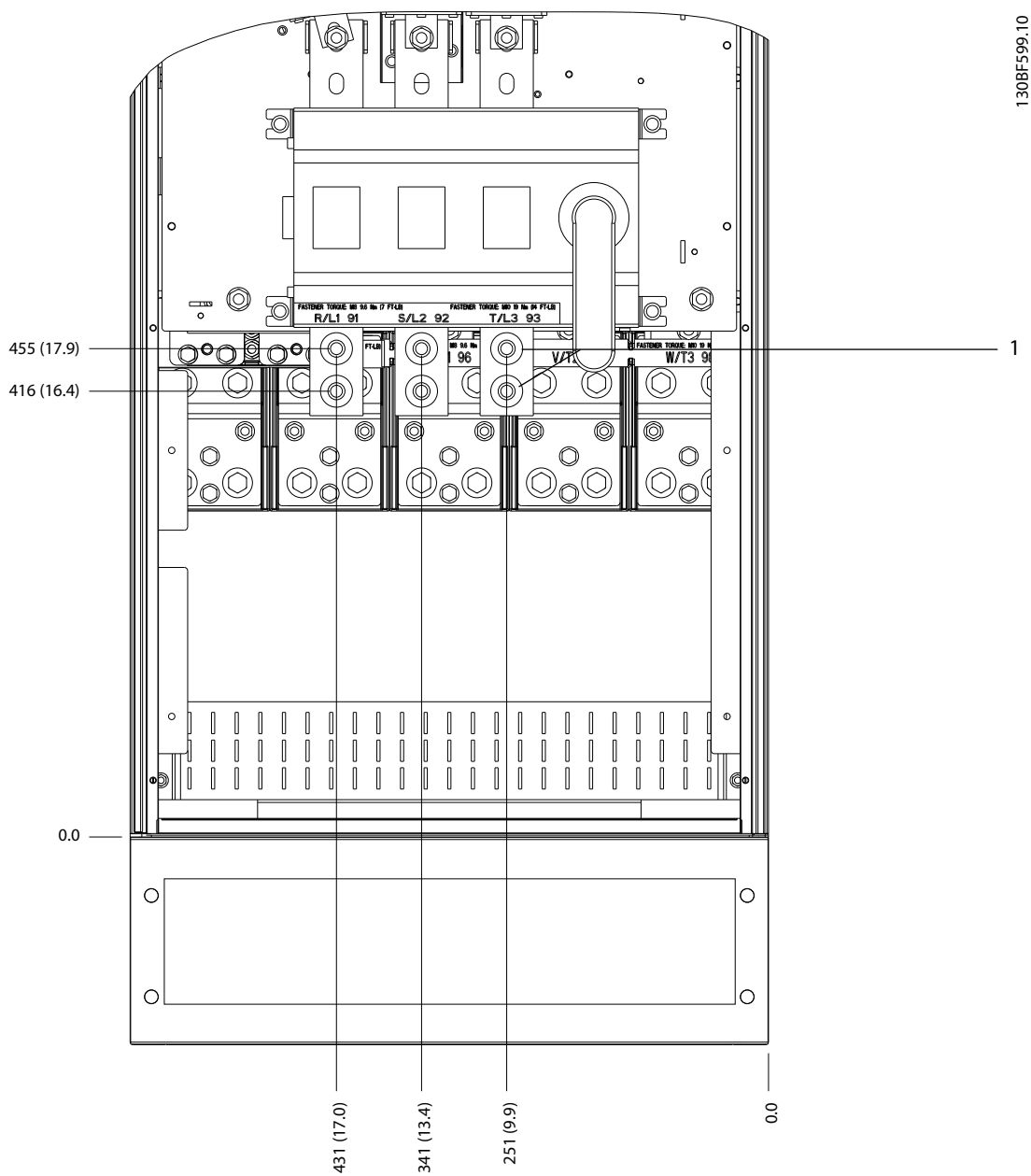
Bild 8.6 Plintmått för E1 med strömbrytare (380–480/500 V modell: P315; 525–690 V modell: P355–P560), framifrån



1.30BF598.10

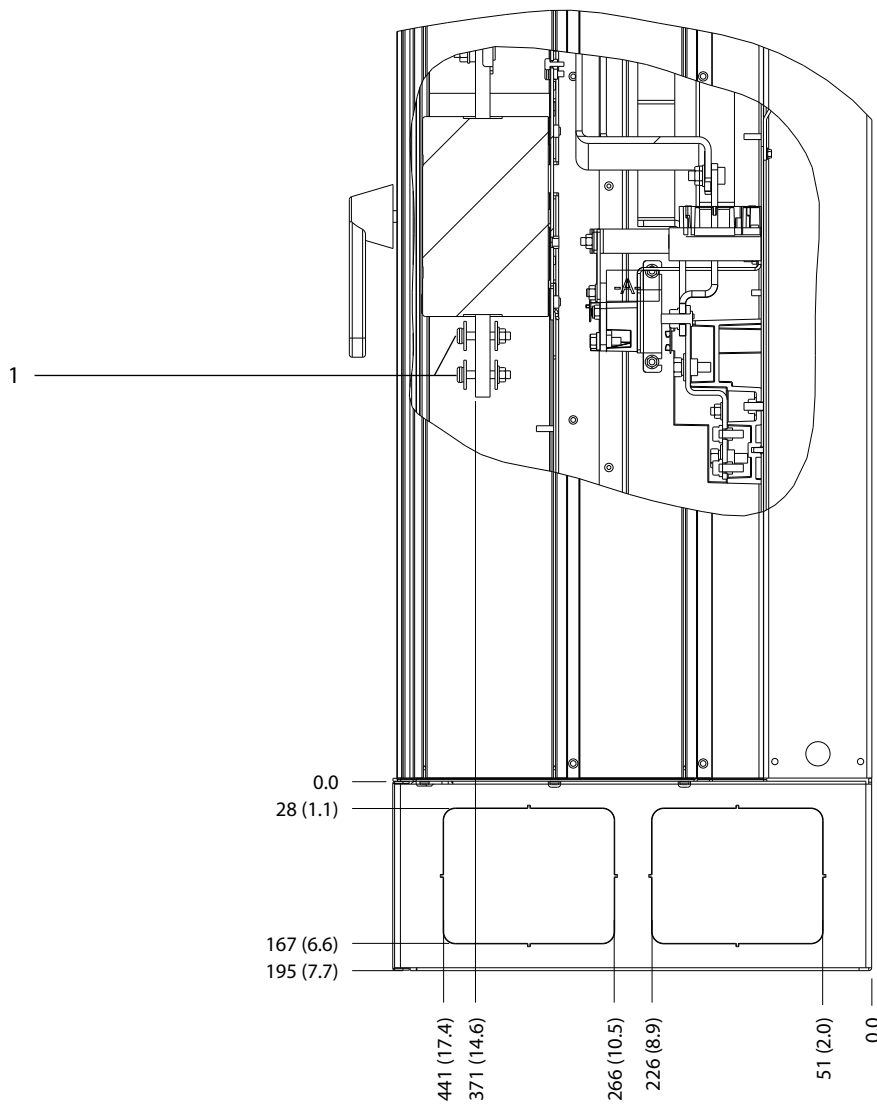
1	Nätplintar	-	-
---	------------	---	---

Bild 8.7 Plintmått för E1 med strömbrytare (380–480/500 V modell: P315; 525–690 V modell: P355–P560), från sidan



1	Nätplintar	-	-
---	------------	---	---

Bild 8.8 Plintmått för E1 med strömbrytare (380–480/500 V modell: P355–P400), framifrån



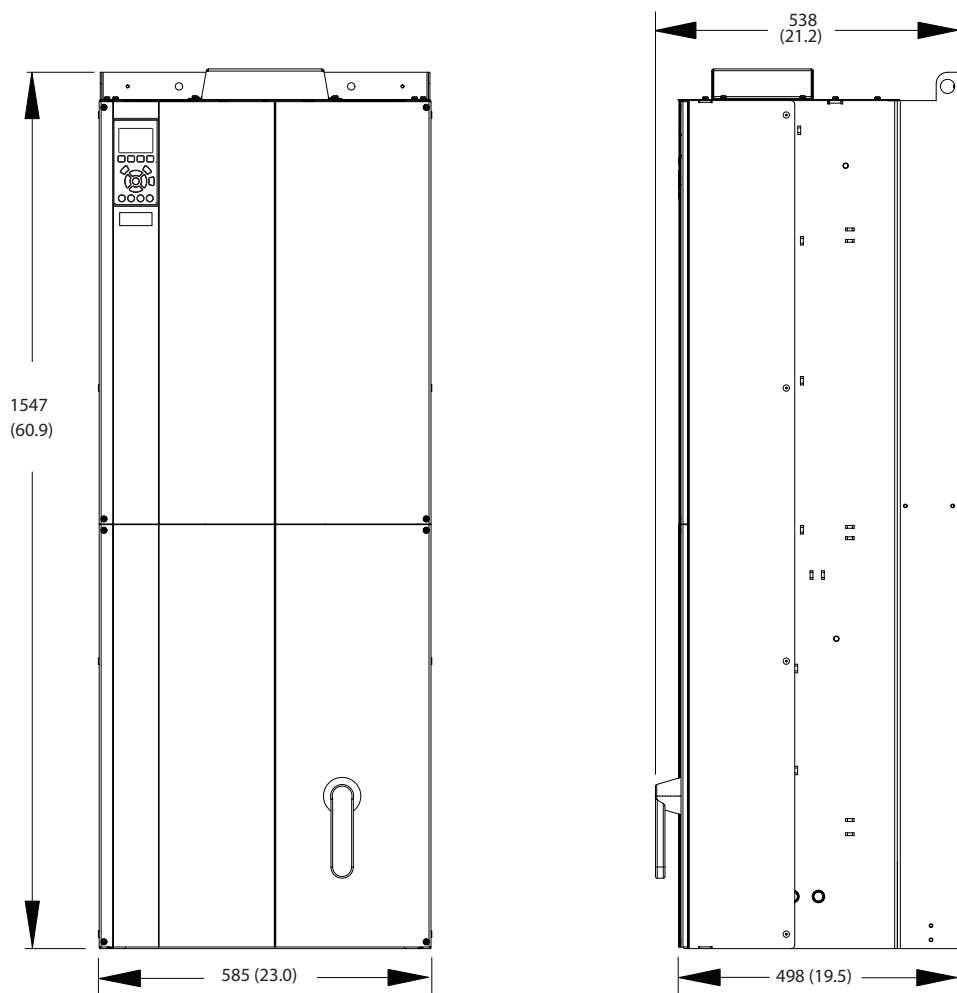
130BF600.10

1	Nätplintar	-	-
---	------------	---	---

Bild 8.9 Plintmått för E1 med strömbrytare (380–480/500 V modell: P355–P400), från sidan

8.2 Yttre mått och plintmått för E2

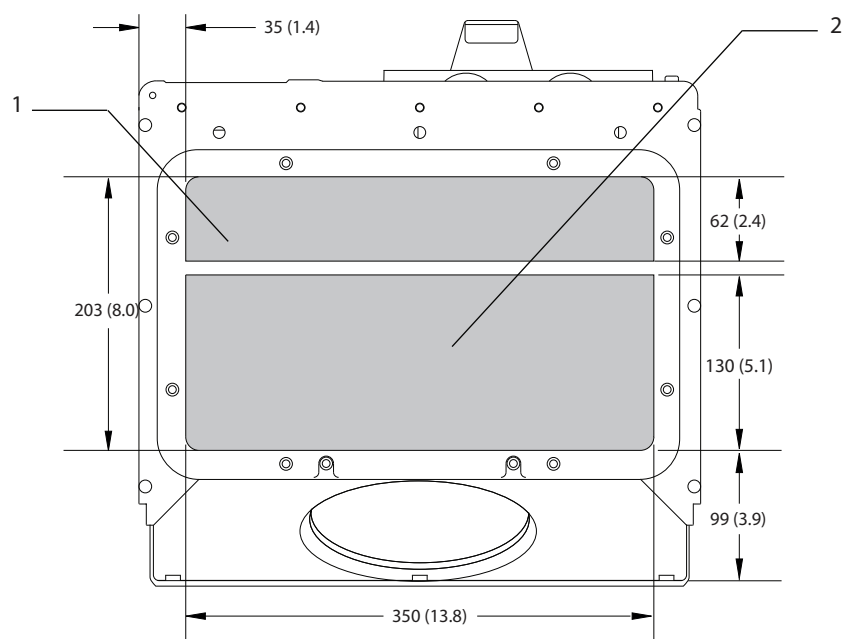
8.2.1 Yttre mått för E2



130BF329.10

8

Bild 8.10 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för E2



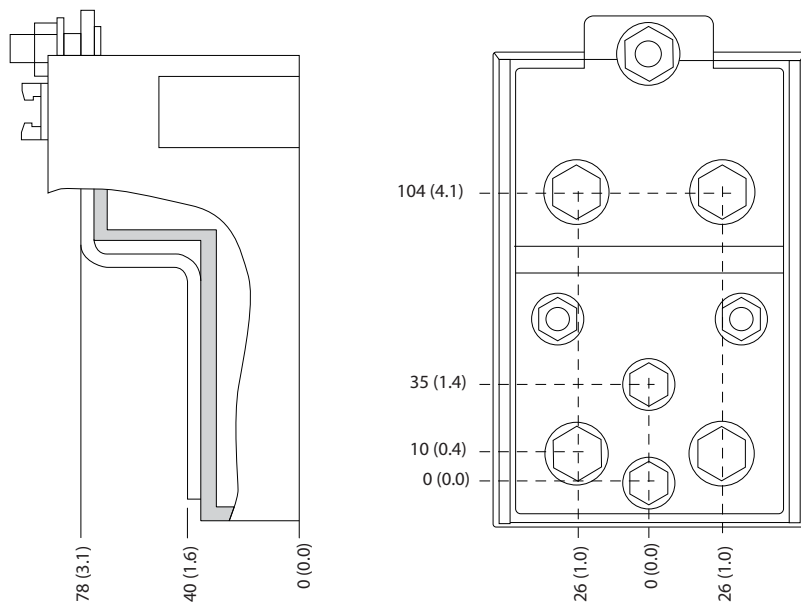
130BF611.10

1	Nätsida	2	Motorsida
---	---------	---	-----------

Bild 8.11 Kabelförskruvningsplätens mått för E1/E2

### 8.2.2 Plintmått för E2

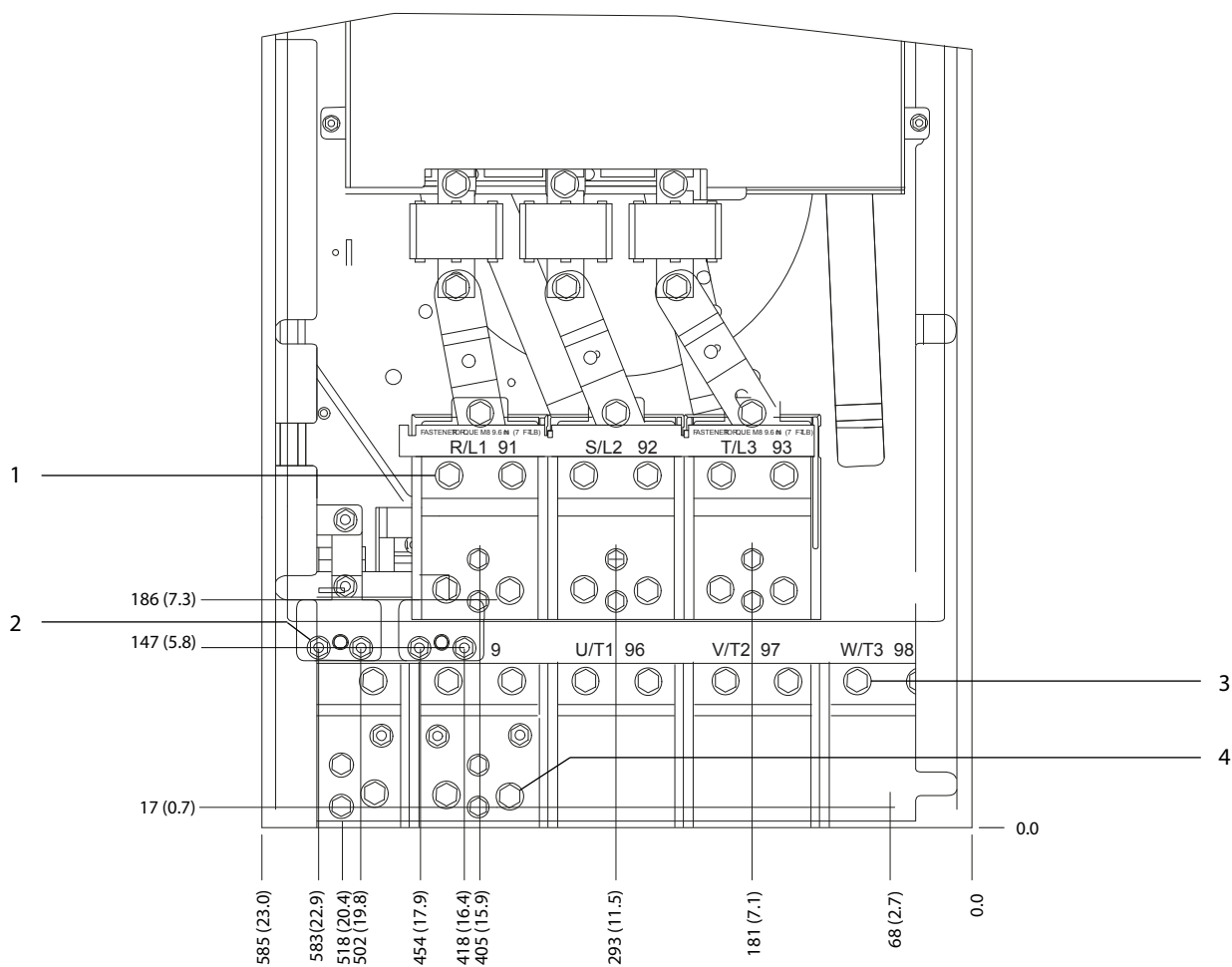
Kraftkablarna är tunga och svåra att böja. Beakta optimal placering av frekvensomriktaren för att göra det enkelt att ansluta kablarna. Varje plint kan använda upp till fyra kablar med kabelskor eller en standardkabelfläns. Jorden ansluts till en relevant termineringspunkt på frekvensomriktaren.



130BF647.10

Bild 8.12 Detaljerade plintmått för E1/E2

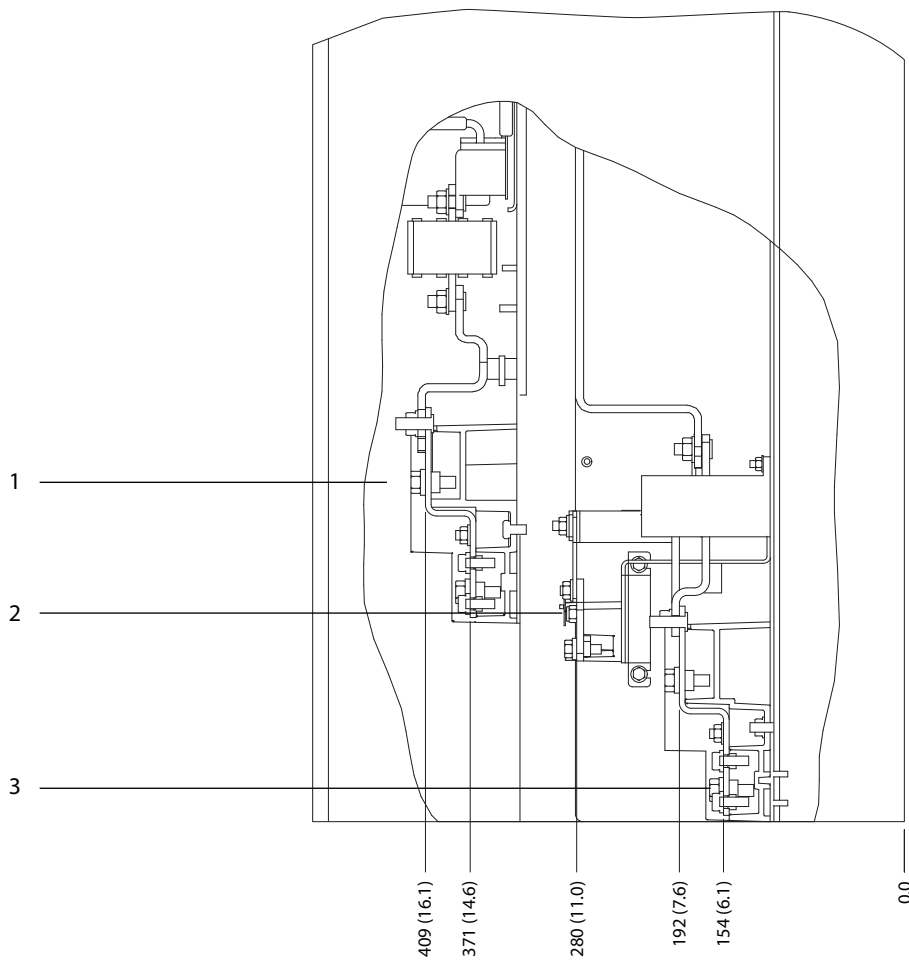
8



1	Nätplintar	3	Motorplintar
2	Bromsplintar	4	Regenerativa plintar/lastdelningsplintar

Bild 8.13 Plintmått för E2, framifrån





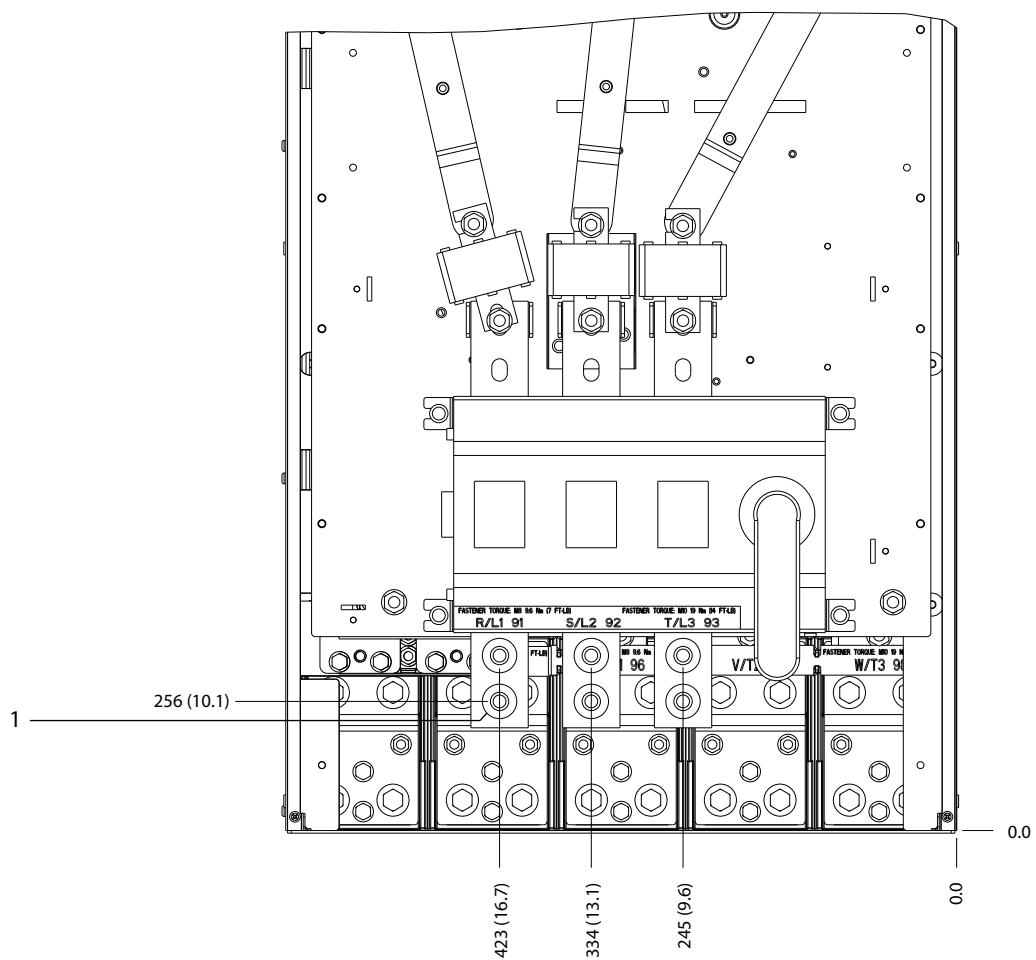
130BF602.10

8

1	Nätplintar	2	Bromsplintar
3	Motorplintar	-	-

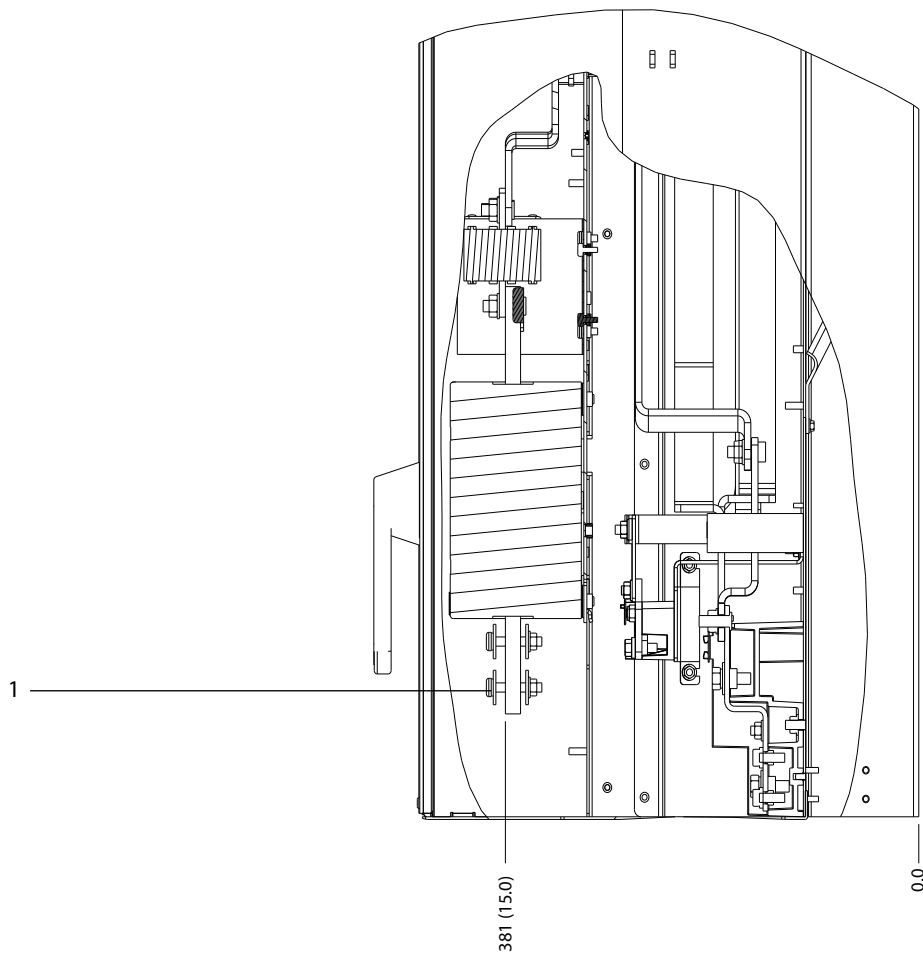
Bild 8.14 Plintmått för E2, från sidan

8



1	Nätplintar	-	-
---	------------	---	---

Bild 8.15 Plintmått för E2 med strömbrytare (380–480/500 V modell: P315; 525–690 V modell: P355–P560), framifrån



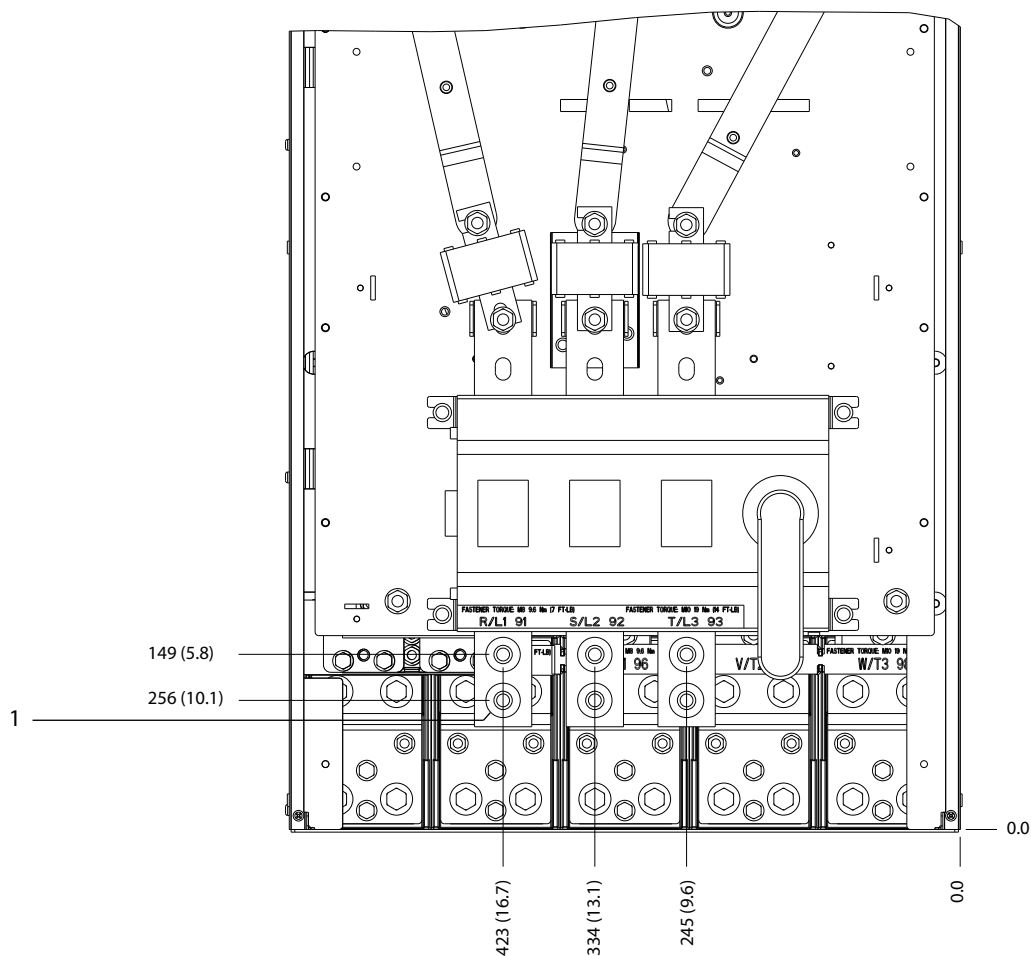
130BF604.10

8

1	Nätplintar	-	-
---	------------	---	---

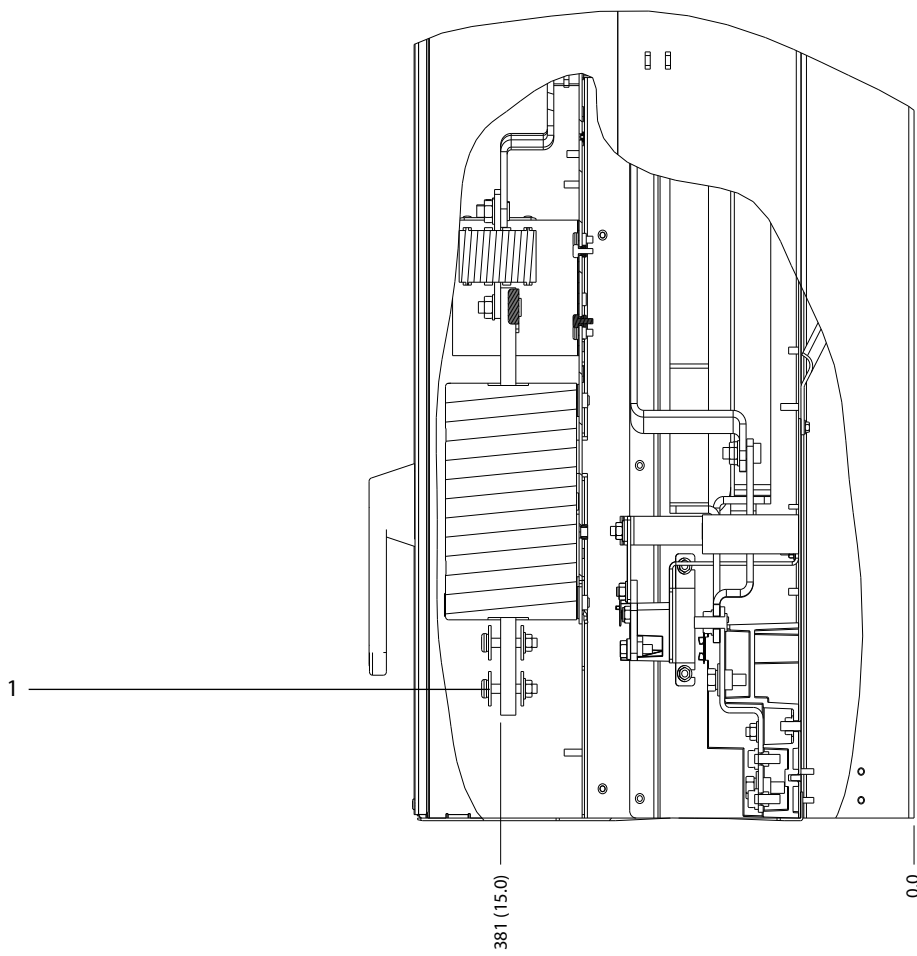
Bild 8.16 Plintmått för E2 med strömbrytare (380–480/500 V modell: P315; 525–690 V modell: P355–P560), från sidan

8



1	Nätplintar	-	-
---	------------	---	---

Bild 8.17 Plintmått för E2 med strömbrytare (380–480/500 V modell: P355–P400), framifrån



130BF606.10

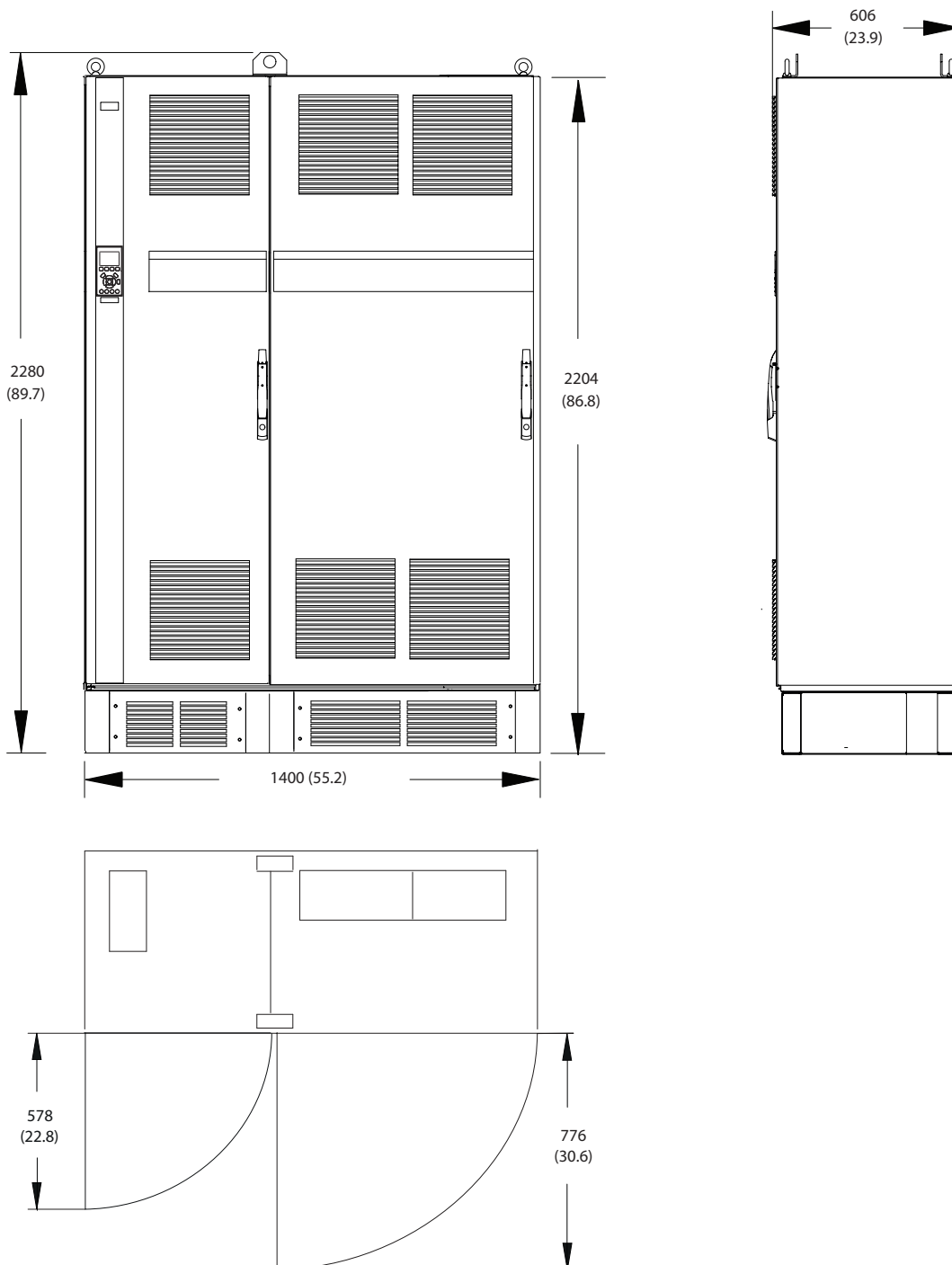
8

1	Nätplintar	-	-
---	------------	---	---

Bild 8.18 Plintmått för E2 med strömbrytare (380–480/500 V modell: P355–P400), från sidan

8.3 Yttre mått och plintmått för F1

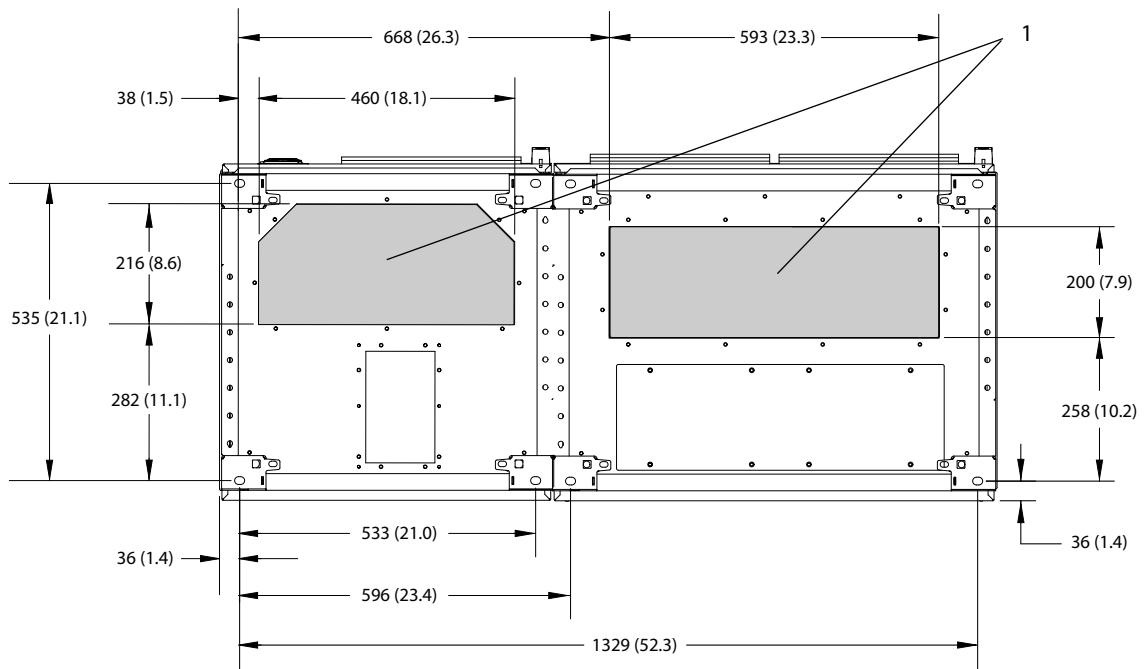
8.3.1 Yttre mått för F1



130BF375.10

8

Bild 8.19 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för F1



130BF612.10

1	Nätsida	2	Motorsida
---	---------	---	-----------

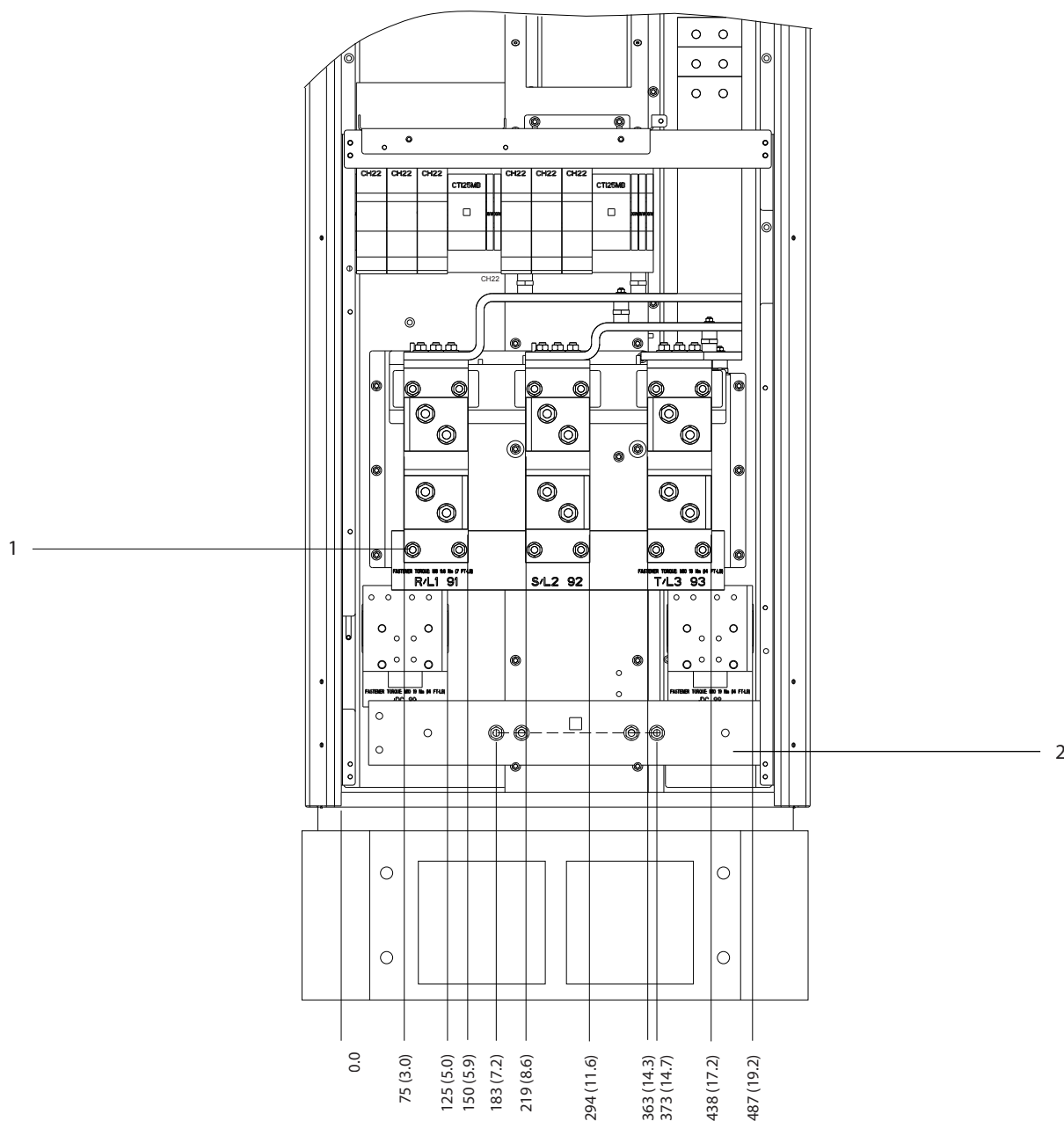
8

Bild 8.20 Kabelförskruvningsplätens mått för F1

### 8.3.2 Plintmått för F1

Kraftkablarna är tunga och svåra att böja. Beakta optimal placering av frekvensomriktaren för att göra det enkelt att ansluta kablarna. Varje plint kan använda upp till fyra kablar med kabelskor eller en standardkabelfläns. Jorden ansluts till en relevant termineringspunkt på frekvensomriktaren.

8

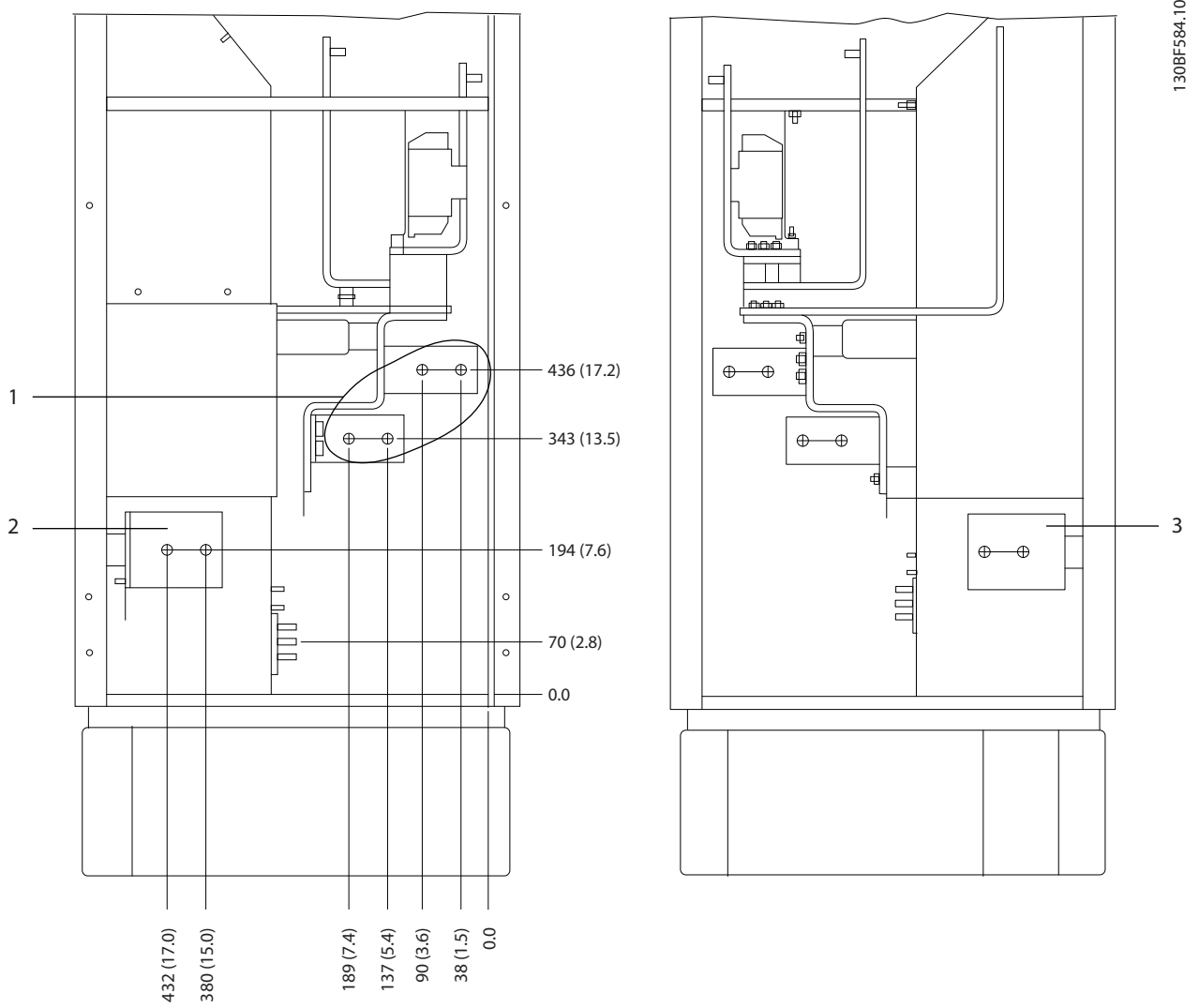


130BF583:10

1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

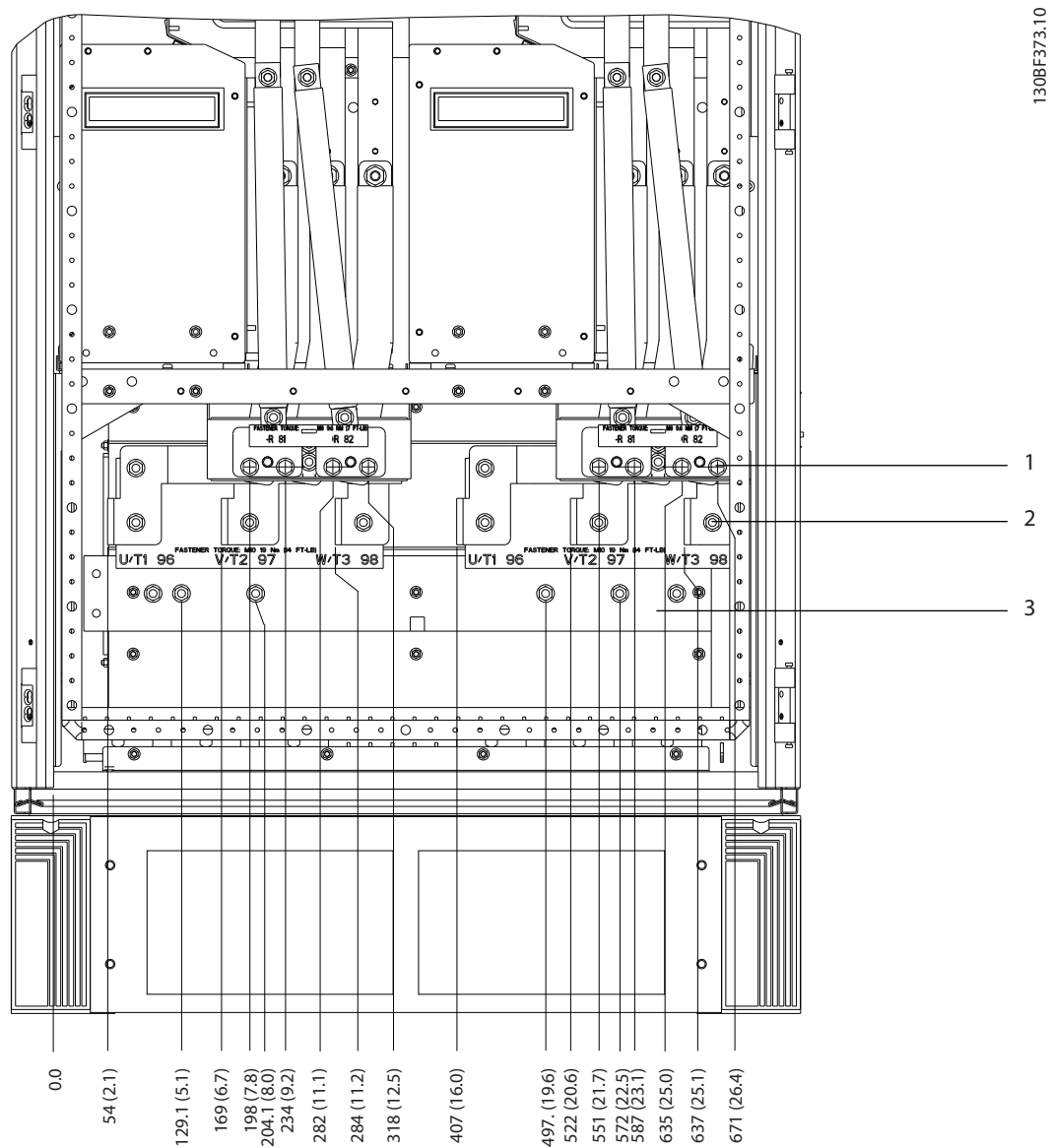
Bild 8.21 Plintmått för likriktarskåp F1-F4, framifrån





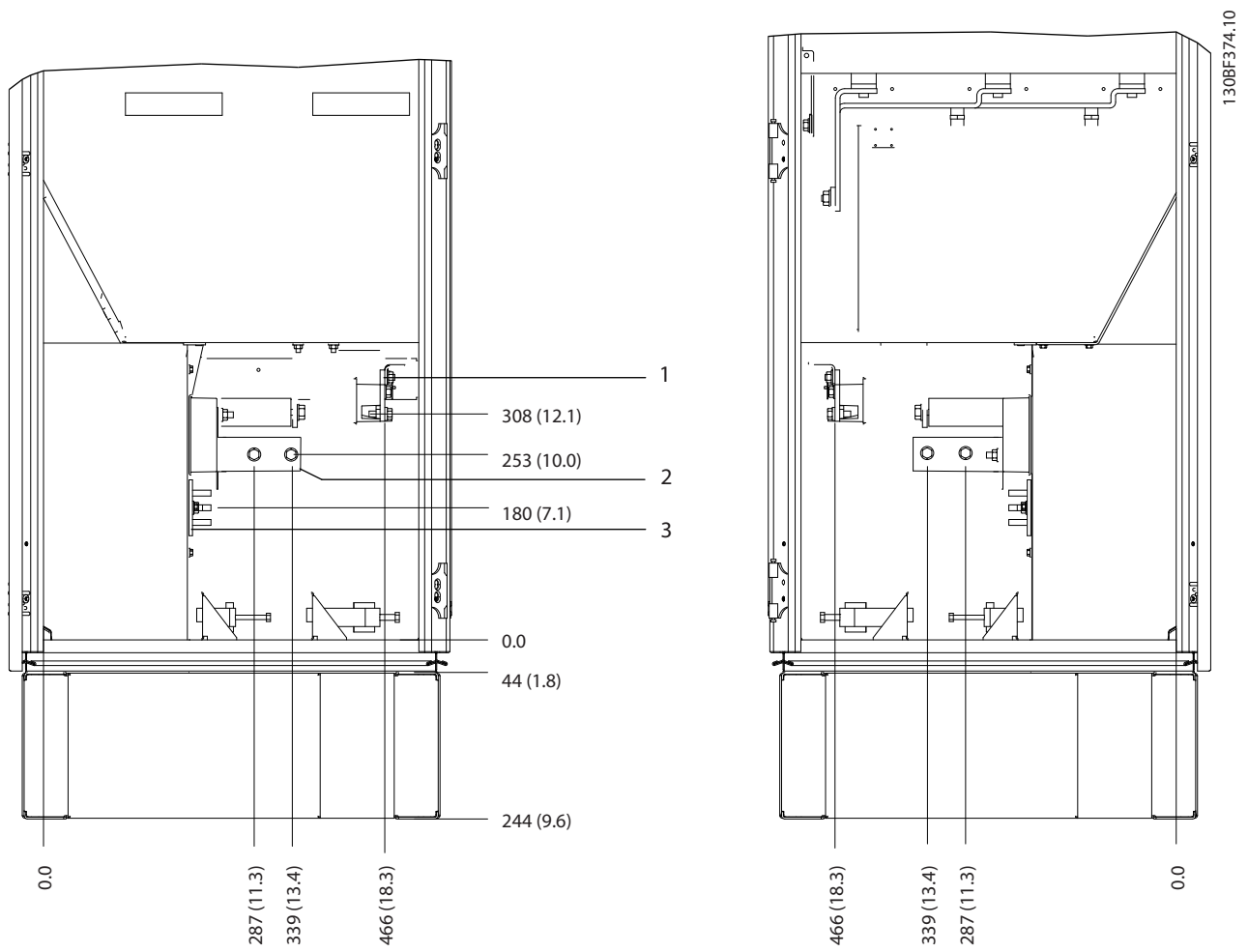
1	Nätplintar	3	Lastdelningsplintar (-)
2	Lastdelningsplintar (+)	-	-

Bild 8.22 Plintmått för likriktarskåp F1-F2, från sidan



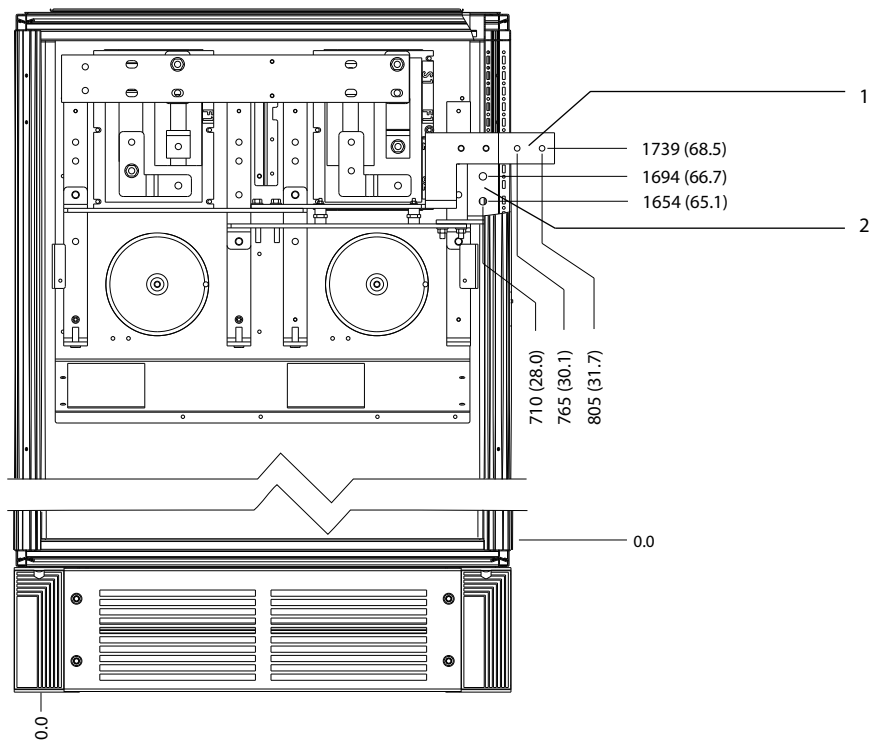
1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	-	-

Bild 8.23 Plintmått för växelriktarskåp F1/F3, framifrån



1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	-	-

Bild 8.24 Plintmått för växelriktarskåp F1/F3, från sidan

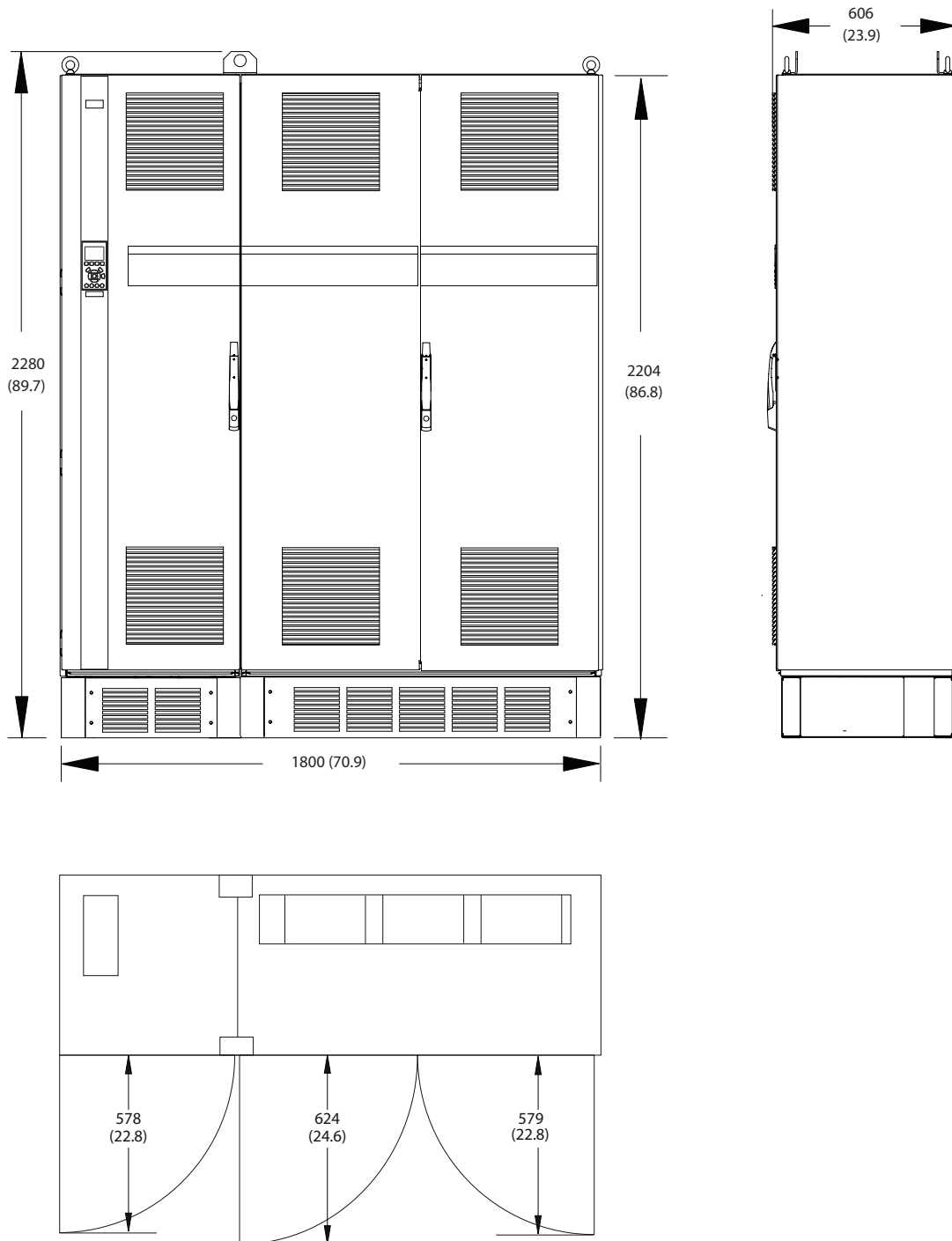


1	DC -	2	DC +
---	------	---	------

Bild 8.25 Plintmått för regenereringsplintar F1/F3, framifrån

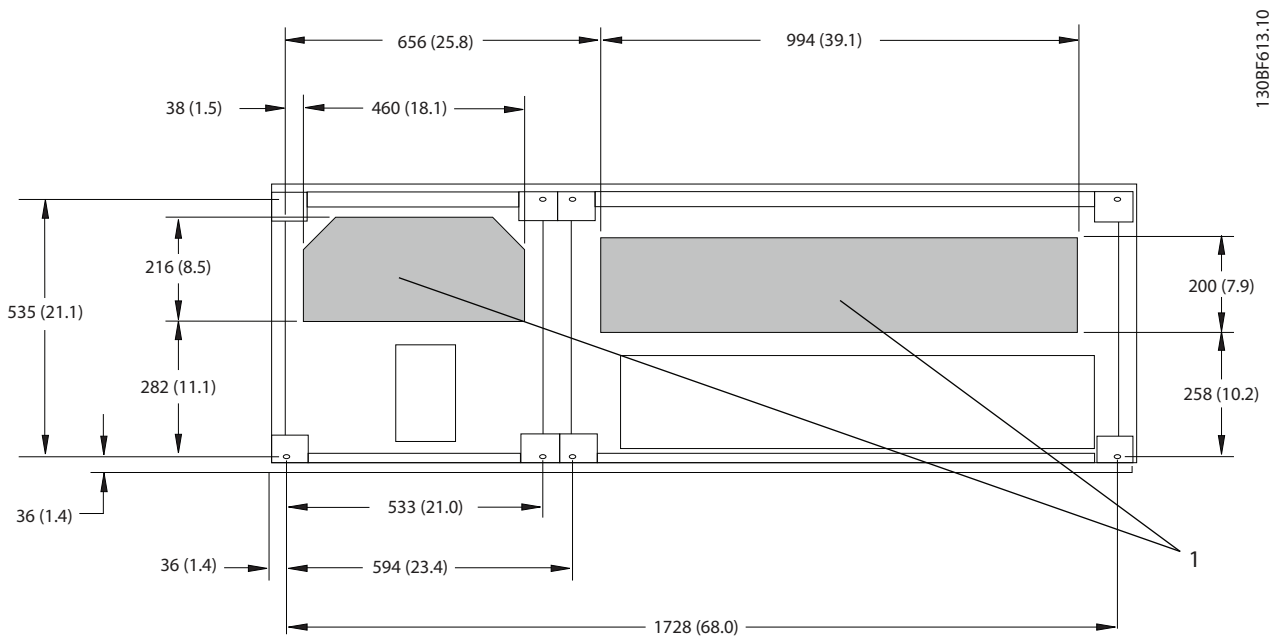
8.4 Yttre mått och plintmått för F2

8.4.1 Yttre mått för F2



130BF330.11

Bild 8.26 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för F2



8

1	Nätsida	2	Motorsida
---	---------	---	-----------

Bild 8.27 Kabelförskruvningsplätens mått för F2

### 8.4.2 Plintmått för F2

Kraftkablarna är tunga och svåra att böja. Beakta optimal placering av frekvensomriktaren för att göra det enkelt att ansluta kablarna. Varje plint kan använda upp till fyra kablar med kabelskor eller en standardkabelfläns. Jorden ansluts till en relevant termineringspunkt på frekvensomriktaren.

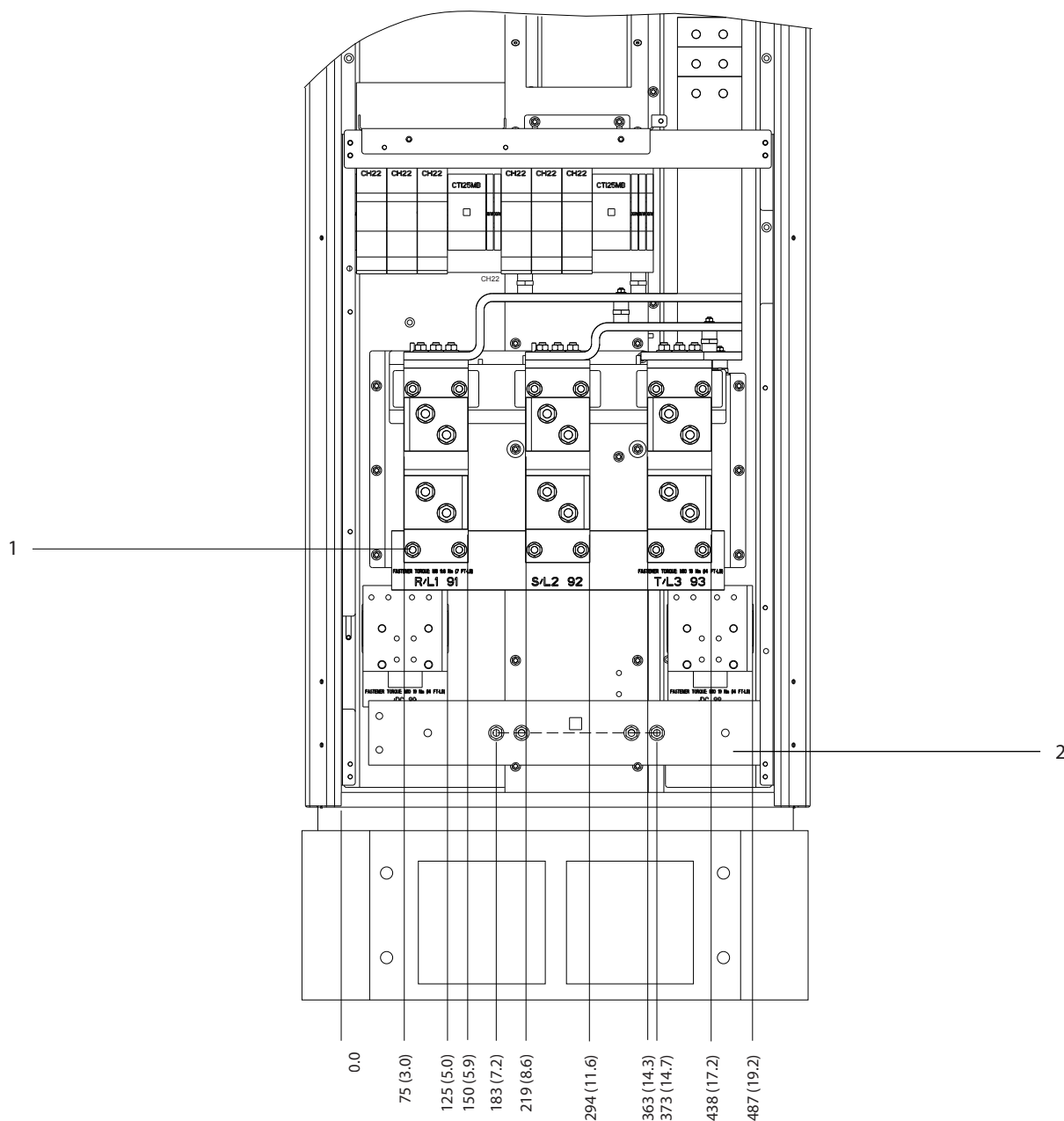
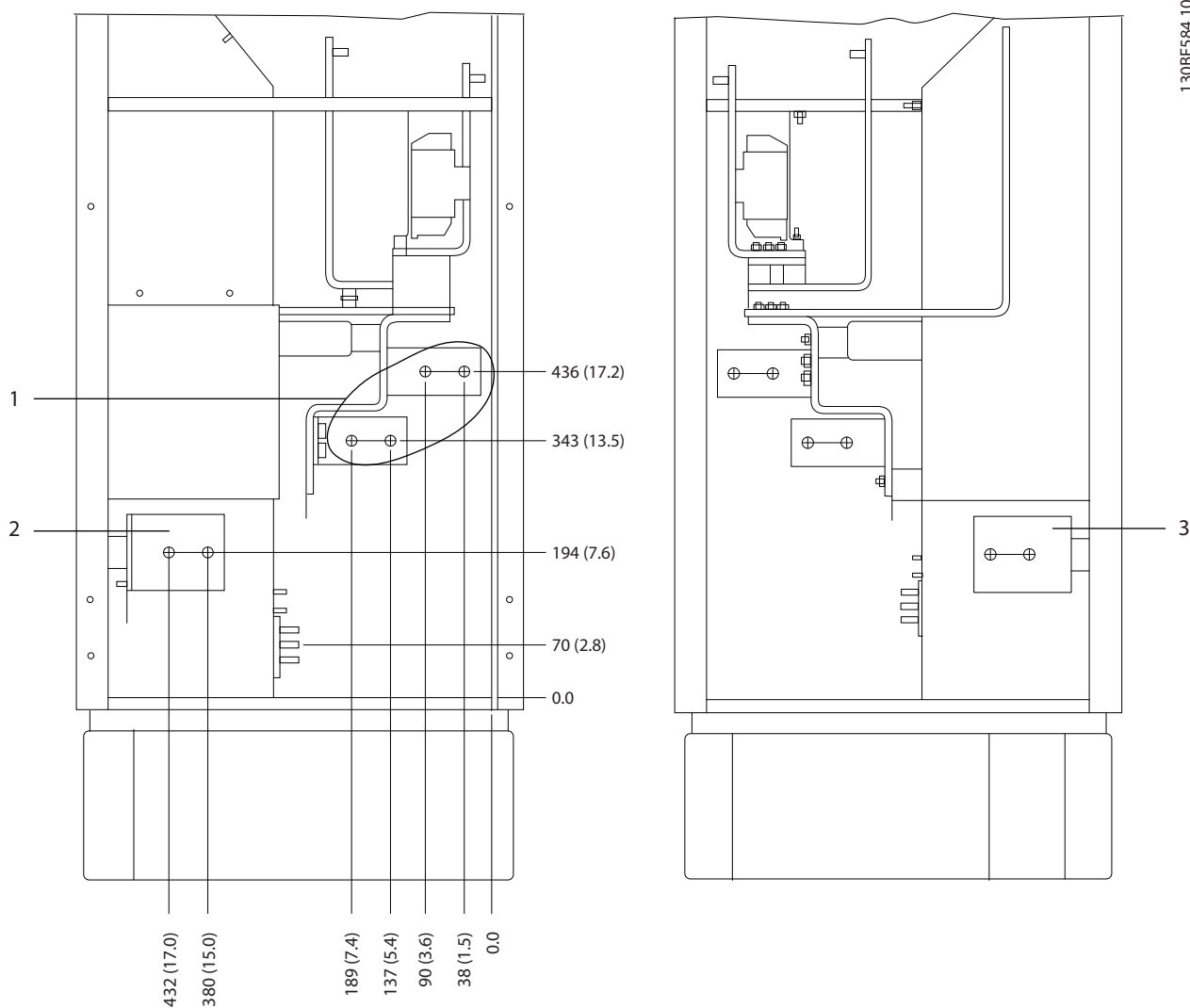


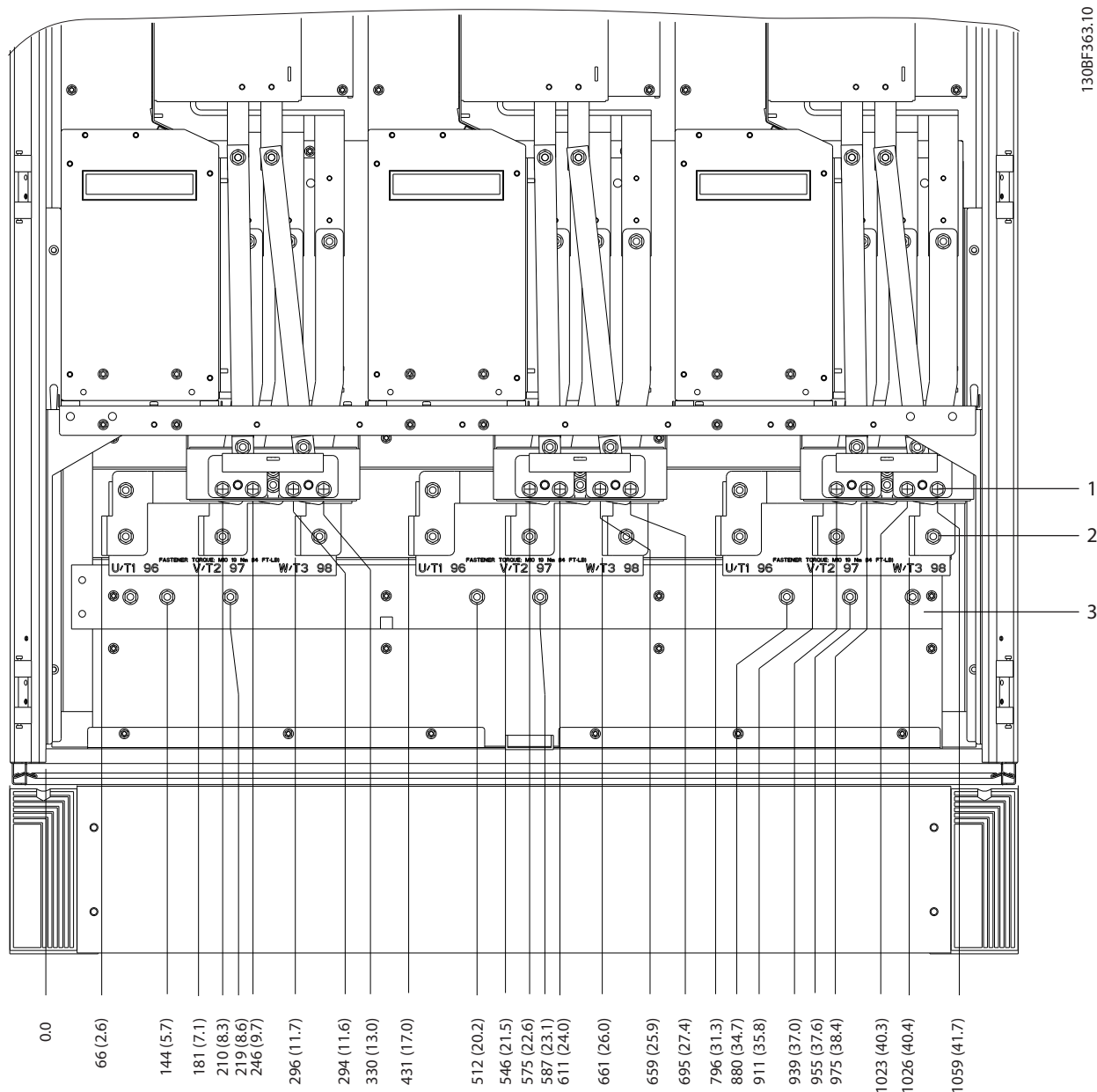
Bild 8.28 Plintmått för likriktarskåp F1-F4, framifrån



1	Nätplintar	3	Lastdelningsplintar (-)
2	Lastdelningsplintar (+)	-	-

Bild 8.29 Plintmått för likriktarskåp F1-F2, från sidan

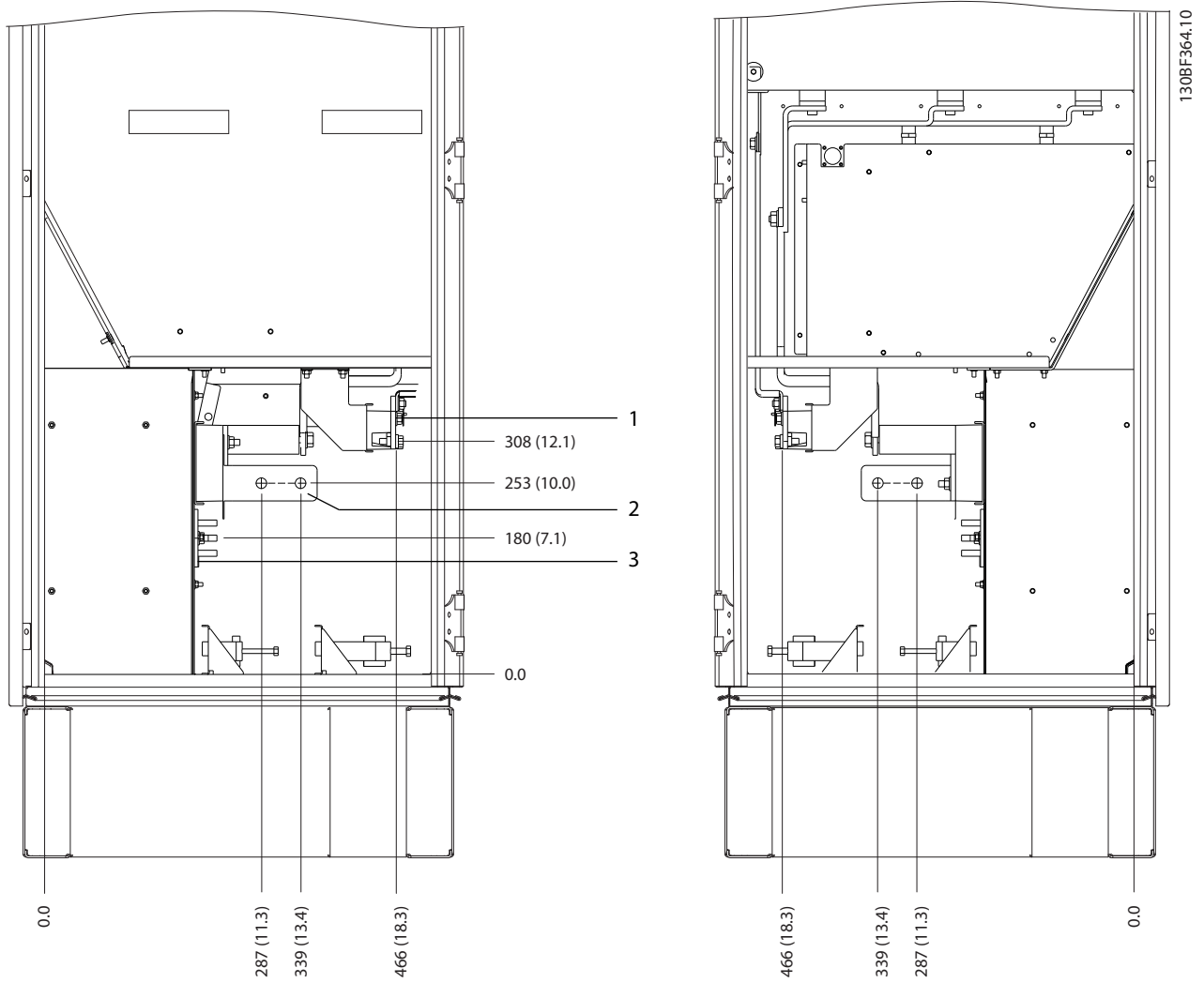




8

1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	-	-

Bild 8.30 Plintmått för växelriktarskåp F2/F4, framifrån



1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	-	-

Bild 8.31 Plintmått för växelriktarskåp F2/F4, från sidan

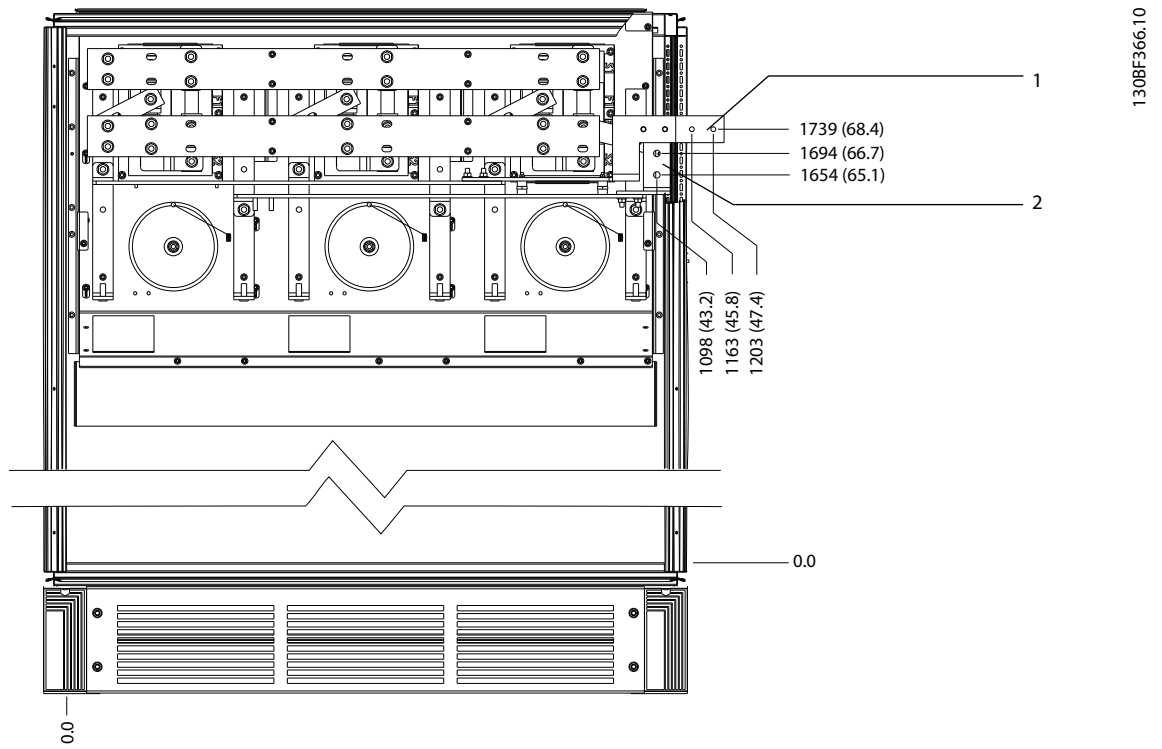


Bild 8.32 Plintmått för regenereringsplintar F2/F4, framifrån

8.5 Yttre mått och plintmått för F3

8.5.1 Yttre mått för F3

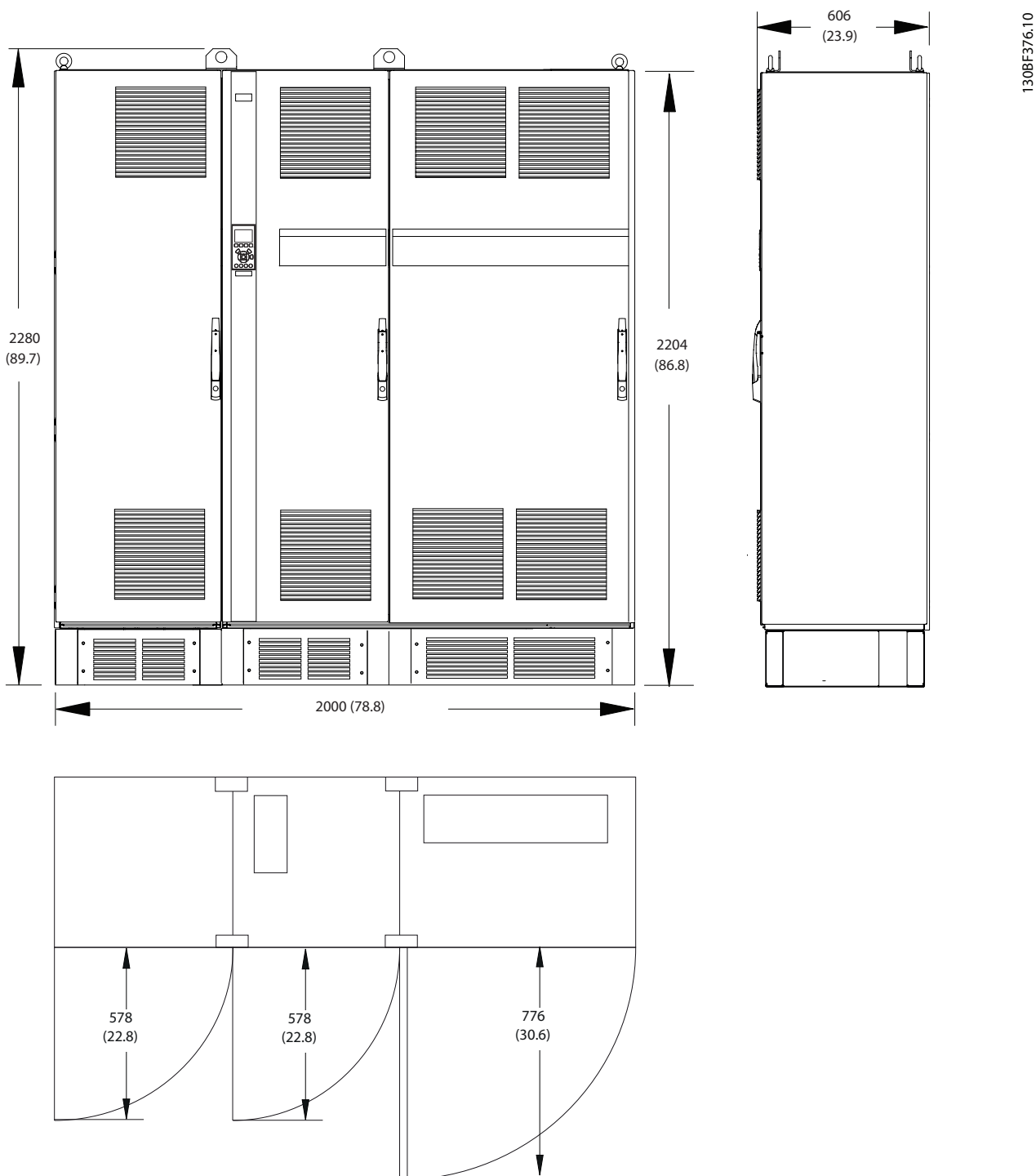
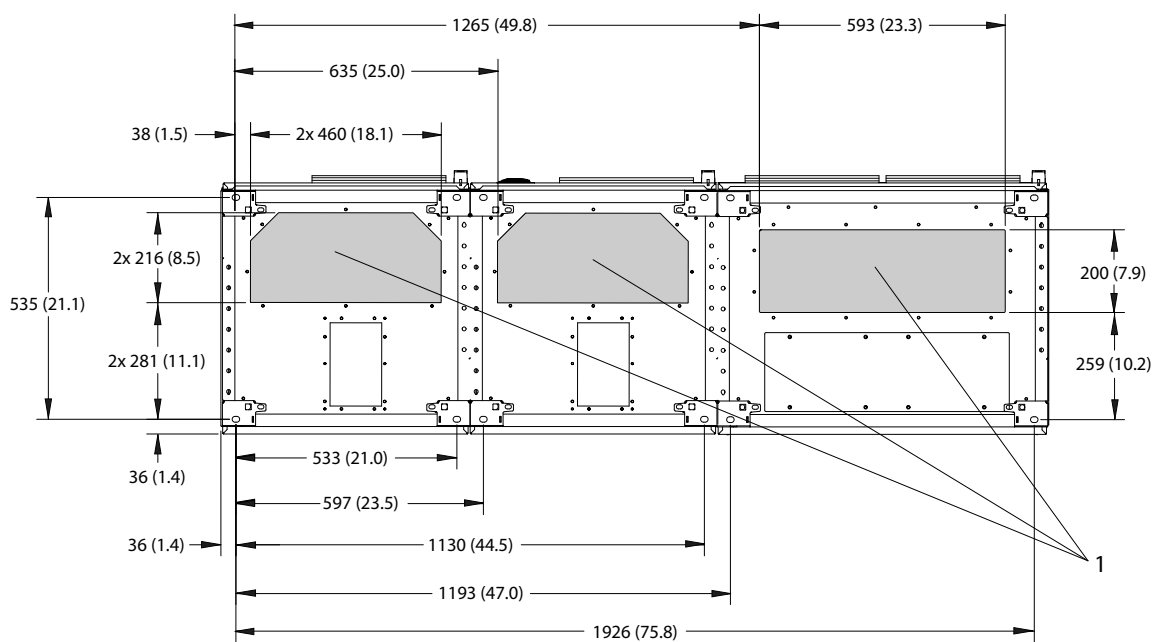


Bild 8.33 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för F3



130BF614.10

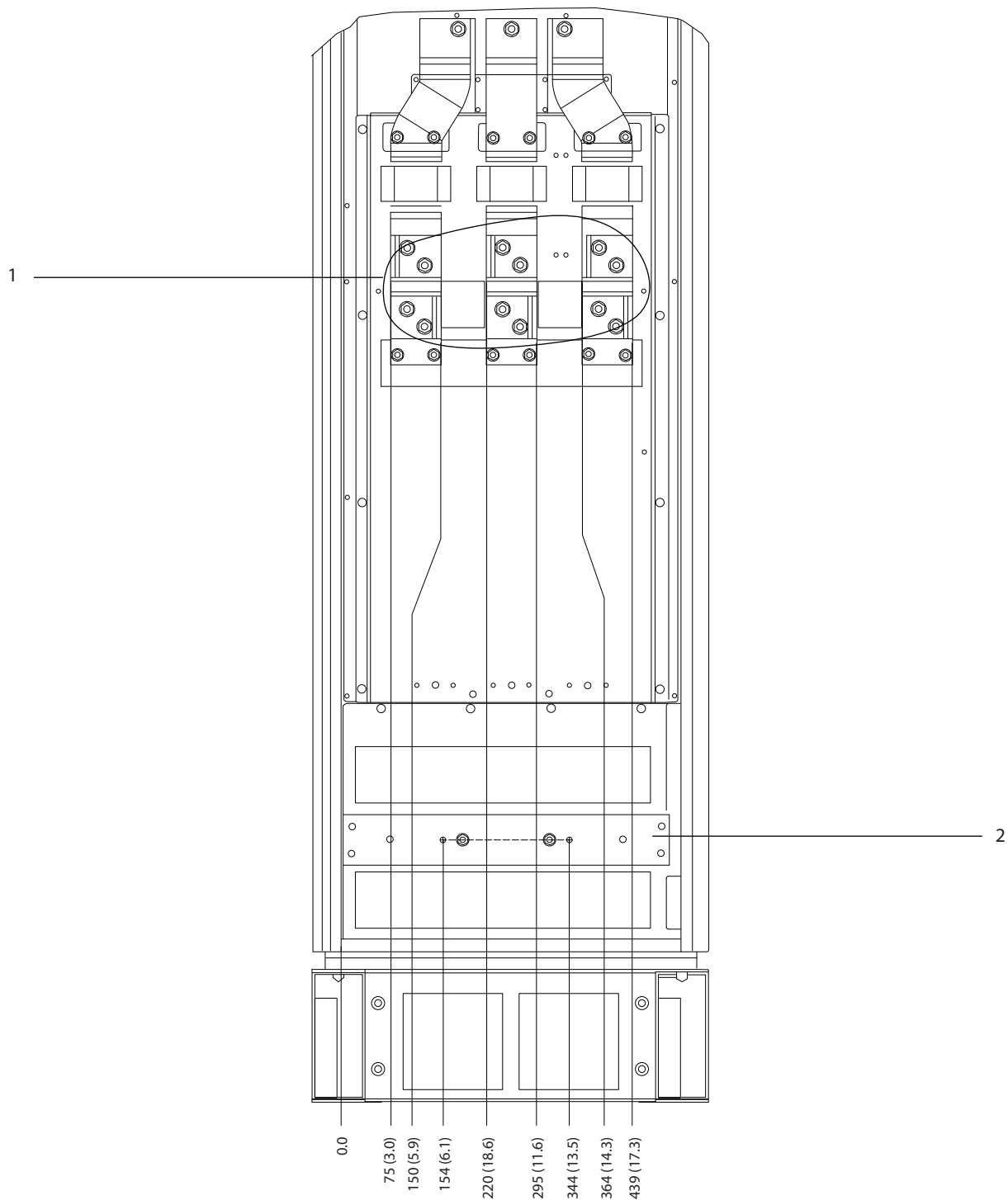
1	Nätsida	2	Motorsida
---	---------	---	-----------

8

Bild 8.34 Kabelförskruvningsplätens mått för F3

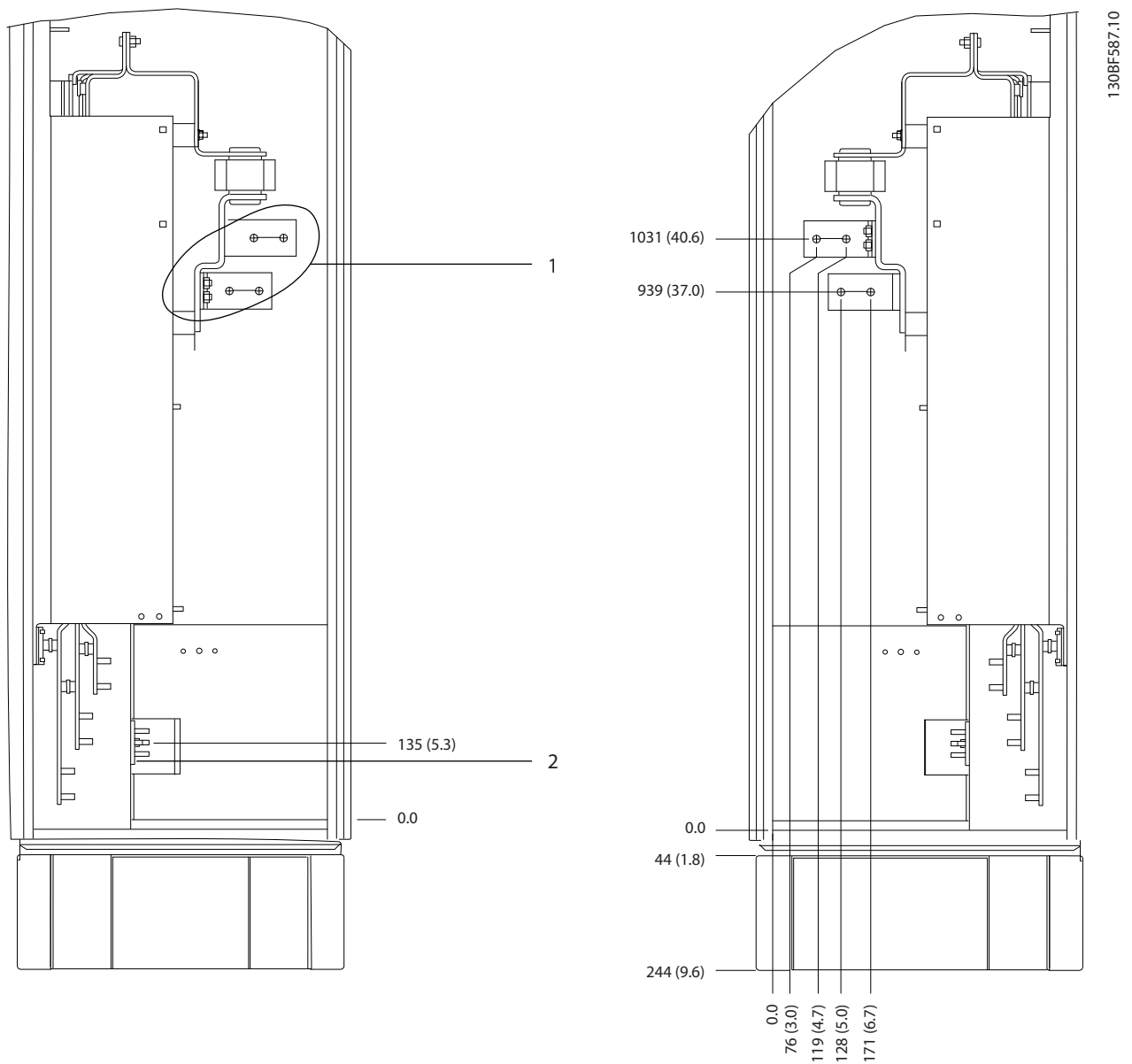
### 8.5.2 Plintmått för F3

Kraftkablarna är tunga och svåra att böja. Beakta optimal placering av frekvensomriktaren för att göra det enkelt att ansluta kablarna. Varje plint kan använda upp till fyra kablar med kabelskor eller en standardkabelfläns. Jorden ansluts till en relevant termineringspunkt på frekvensomriktaren.



1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

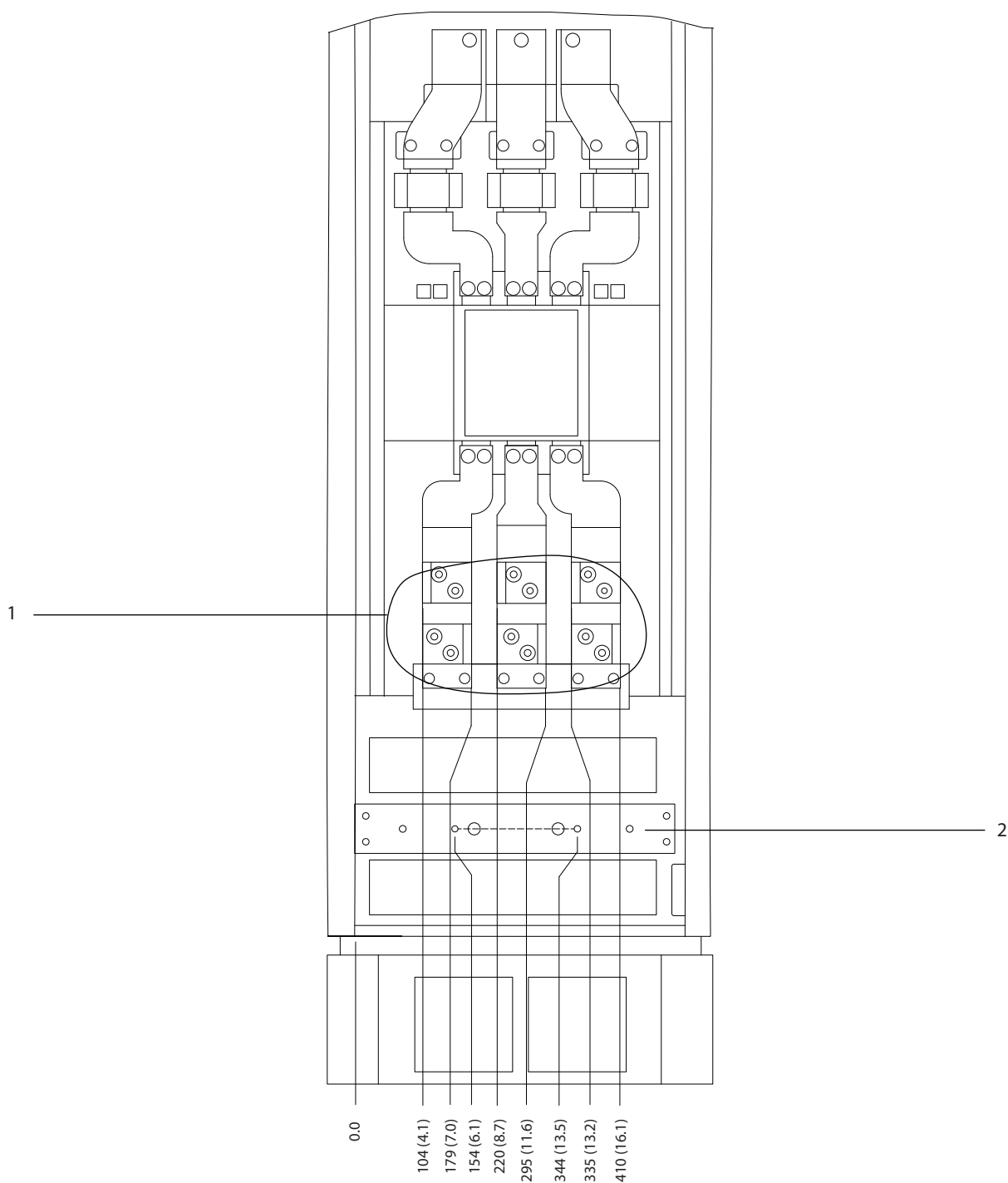
Bild 8.35 Plintmått för tillvalsskåp F3–F4, framifrån



1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

Bild 8.36 Plintmått för tillvalsskåp F3-F4, från sidan

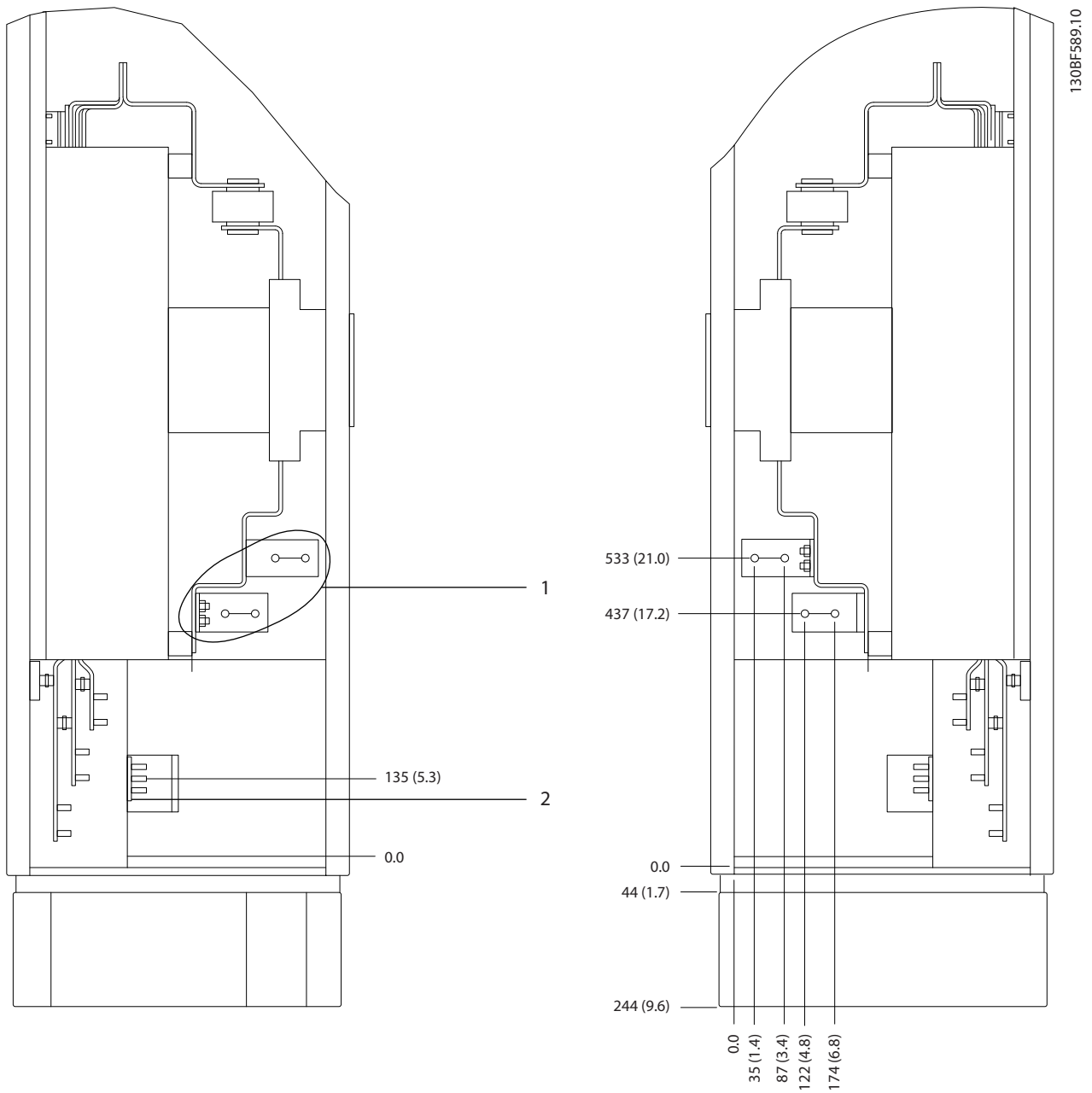
8



1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

Bild 8.37 Plintmått för tillvalsskåp F3–F4 med maximalbrytare/kapslad brytare, framifrån

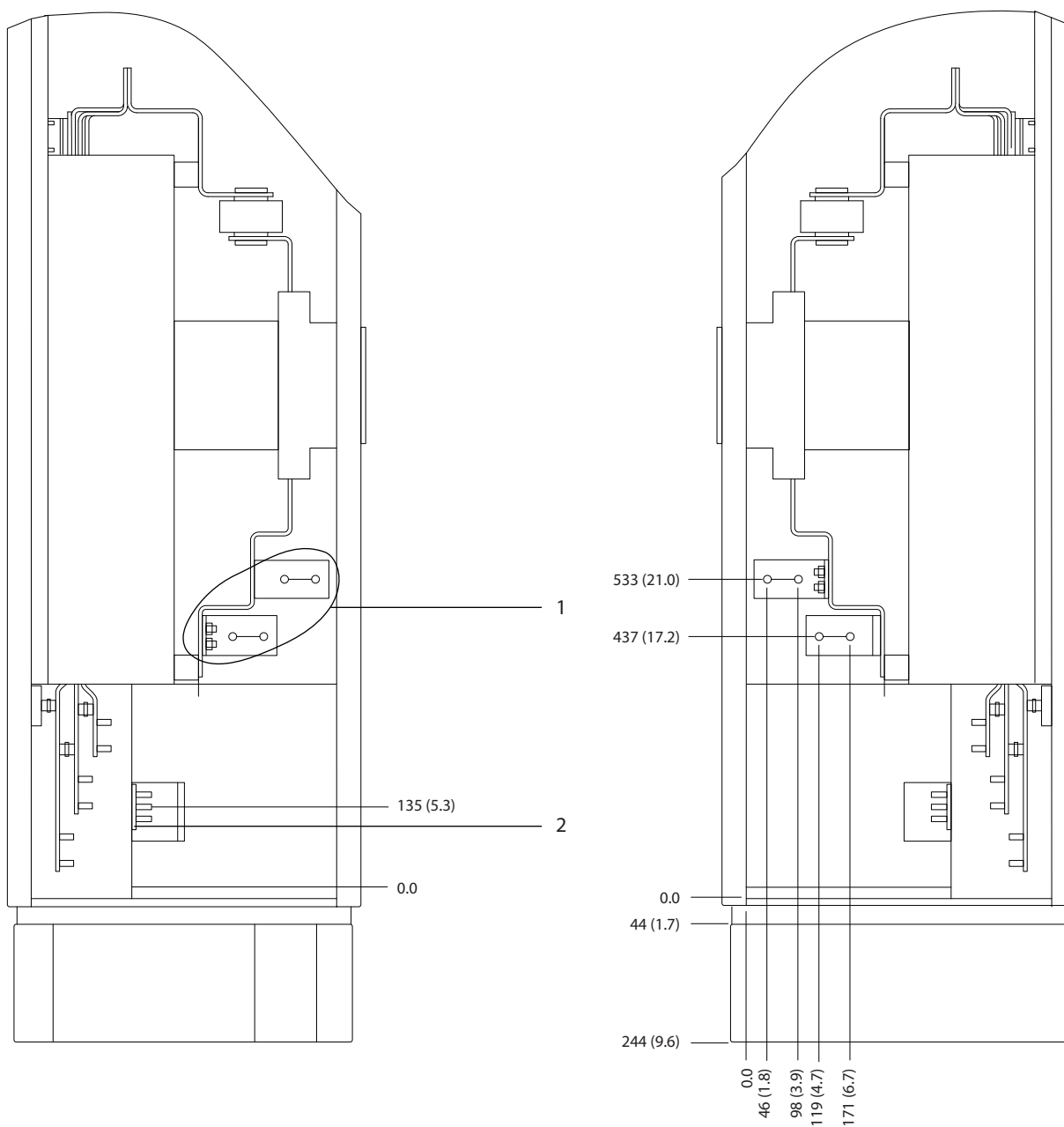




8

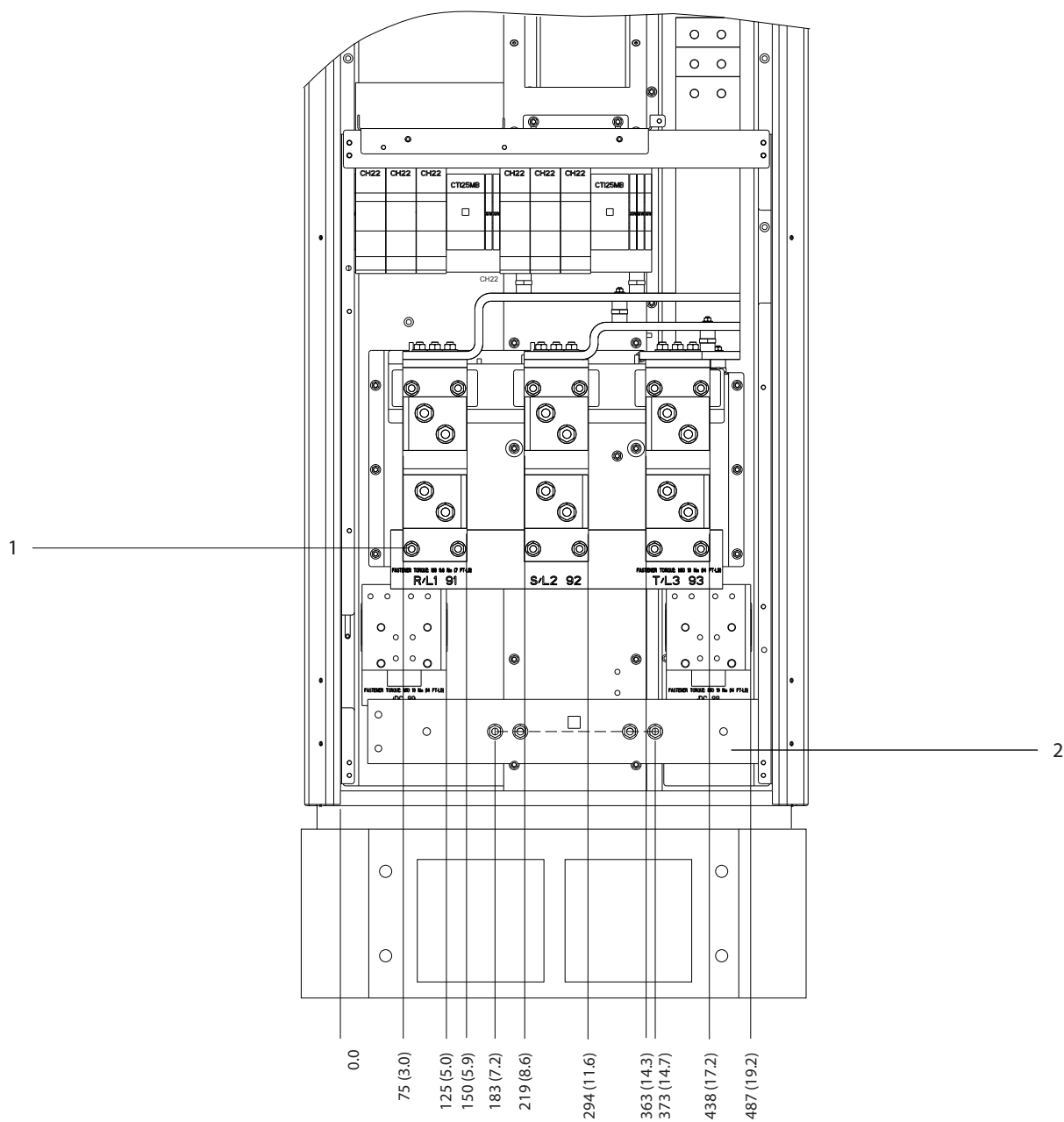
1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

Bild 8.38 Plintmått för tillvalsskåp F3–F4 med maximalbrytare/kapslad brytare (380–480/500 V modell: P450; 525–690 V modell: P630–P710), från sidan



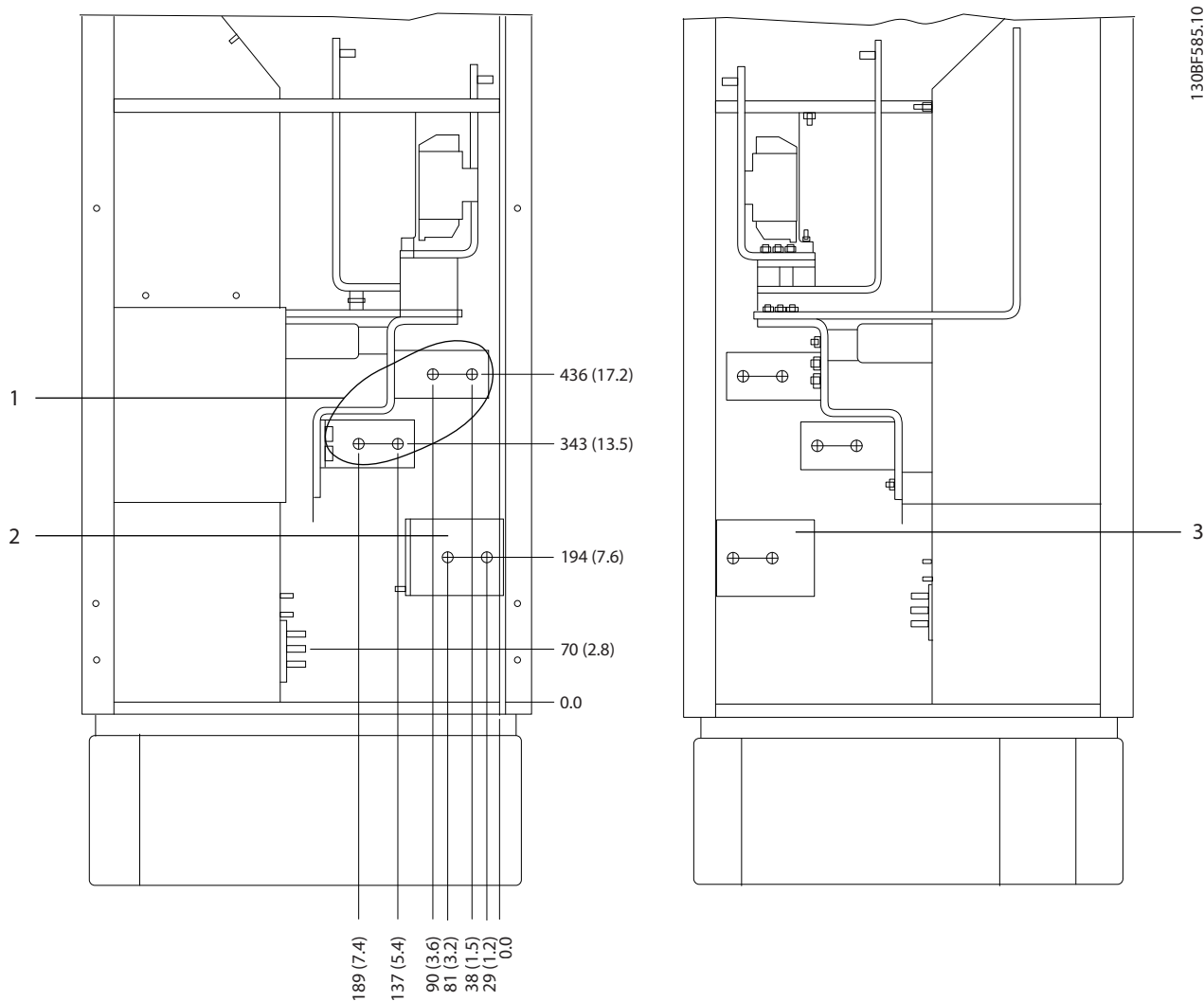
1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

Bild 8.39 Plintmått för tillvalsskåp F3-F4 med maximalbrytare/kapslad brytare (380-480/500 V modell: P500-P630; 525-690 V modell: P800), från sidan



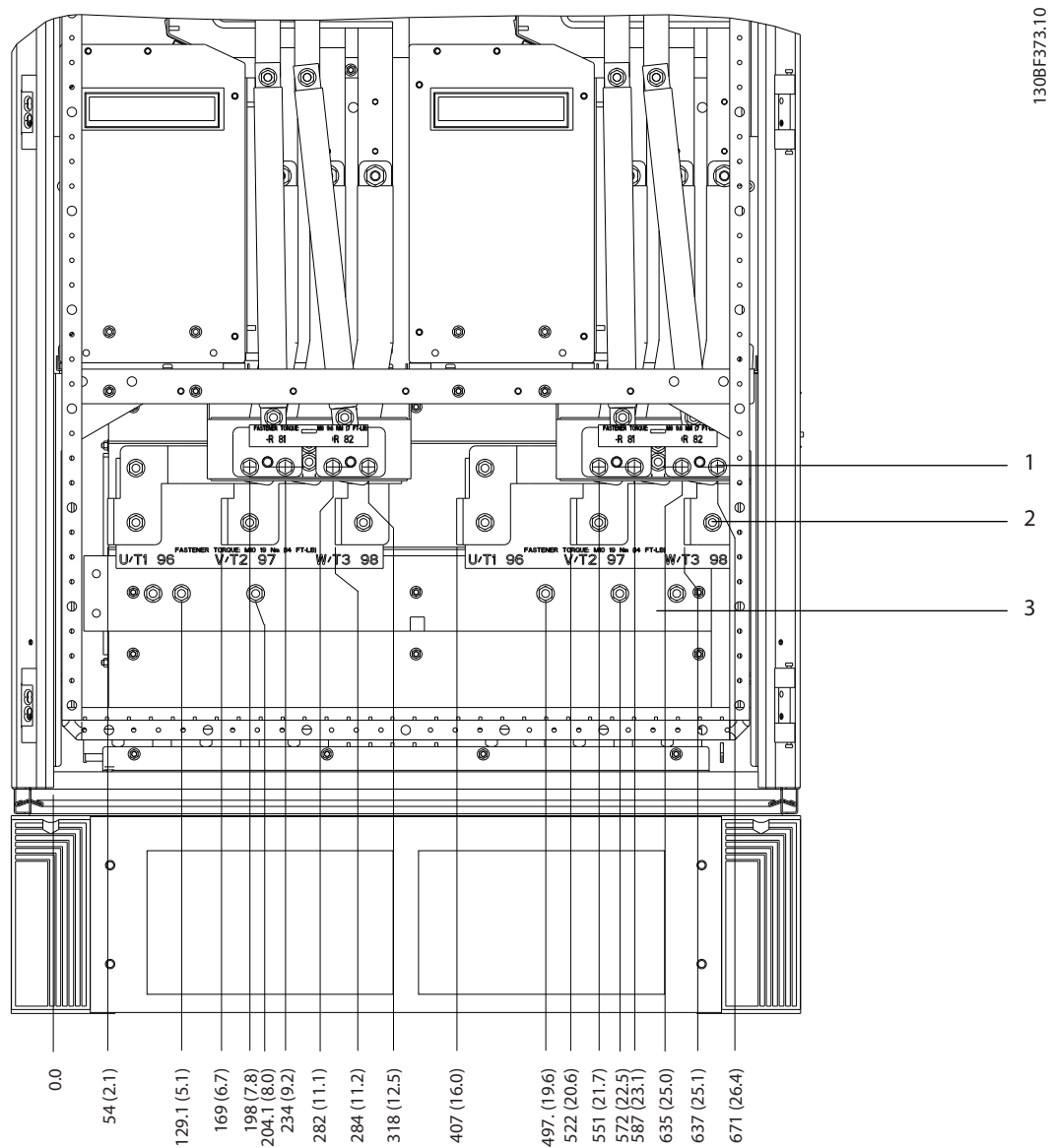
1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

Bild 8.40 Plintmått för likriktarskåp F1-F4, framifrån



1	Nätplintar	3	Lastdelningsplintar (-)
2	Lastdelningsplintar (+)	-	-

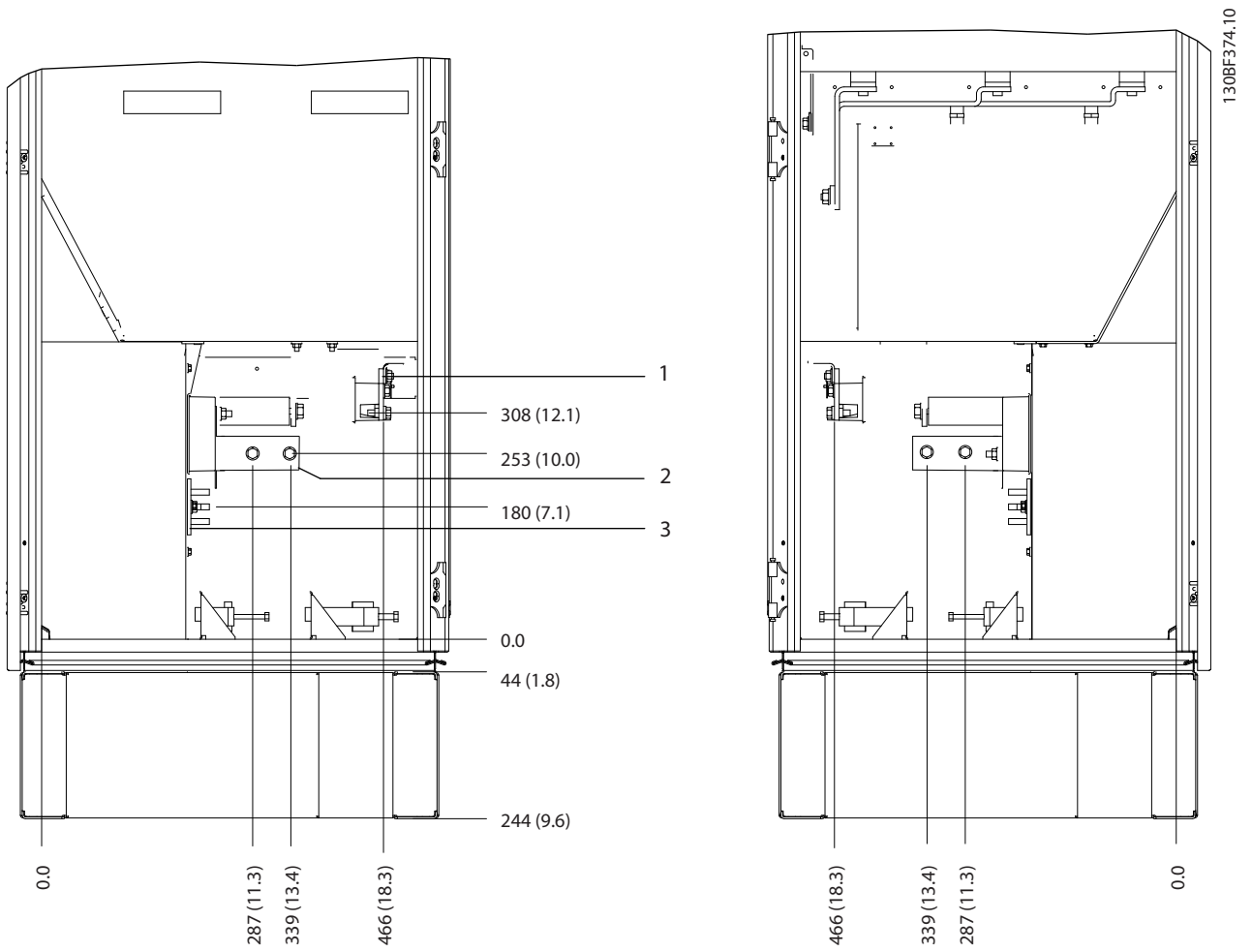
Bild 8.41 Plintmått för likriktarskåp F3-F4, från sidan



8

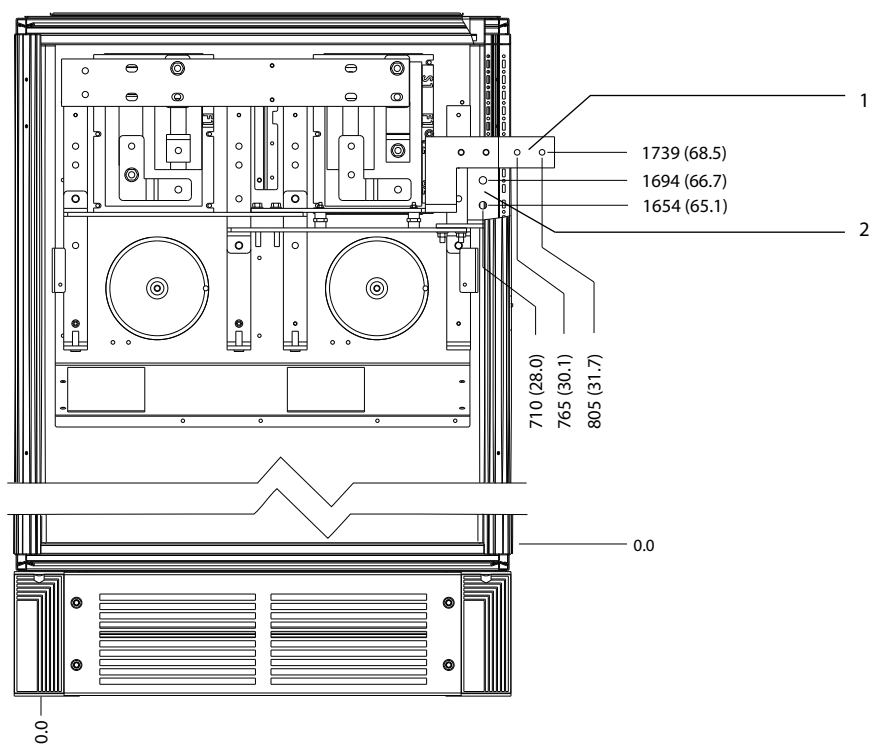
1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	-	-

Bild 8.42 Plintmått för växelriktarskåp F1/F3, framifrån



1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	-	-

Bild 8.43 Plintmått för växelriktarskåp F1/F3, från sidan



1	DC -	2	DC +
---	------	---	------

Bild 8.44 Plintmått för regenereringsplintar F1/F3, framifrån

8.6 Yttre mått och plintmått för F4

8.6.1 Yttre mått för F4

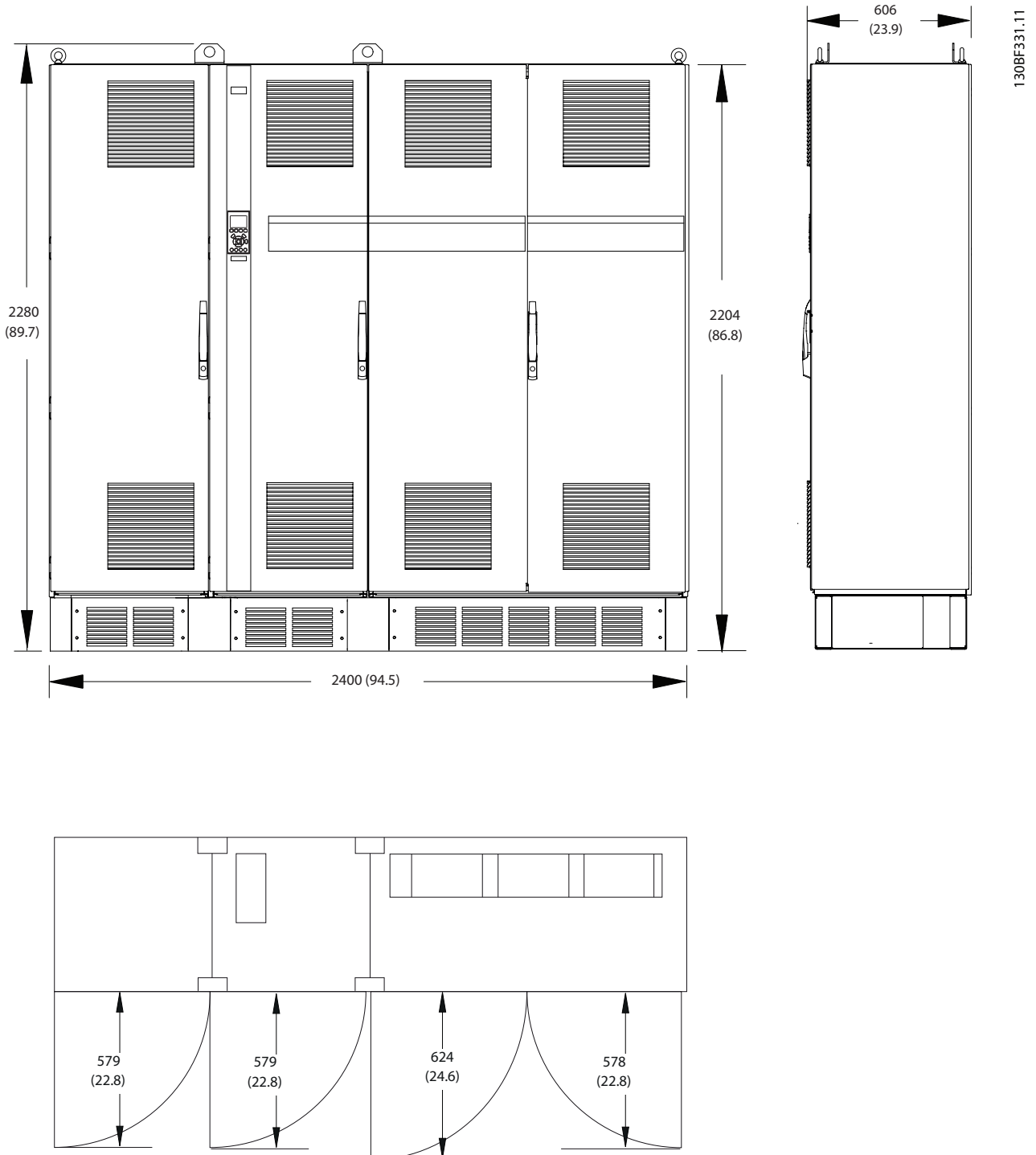
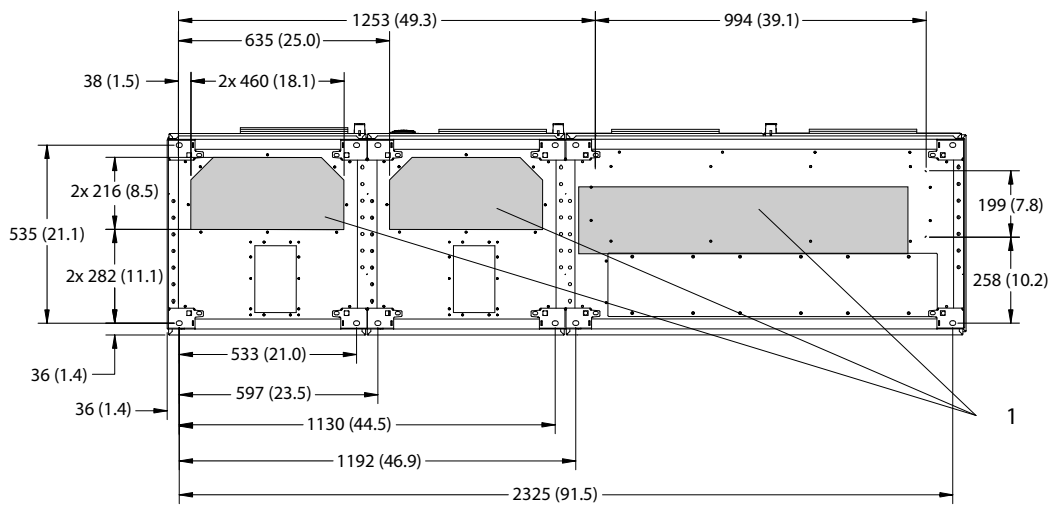


Bild 8.45 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för F4





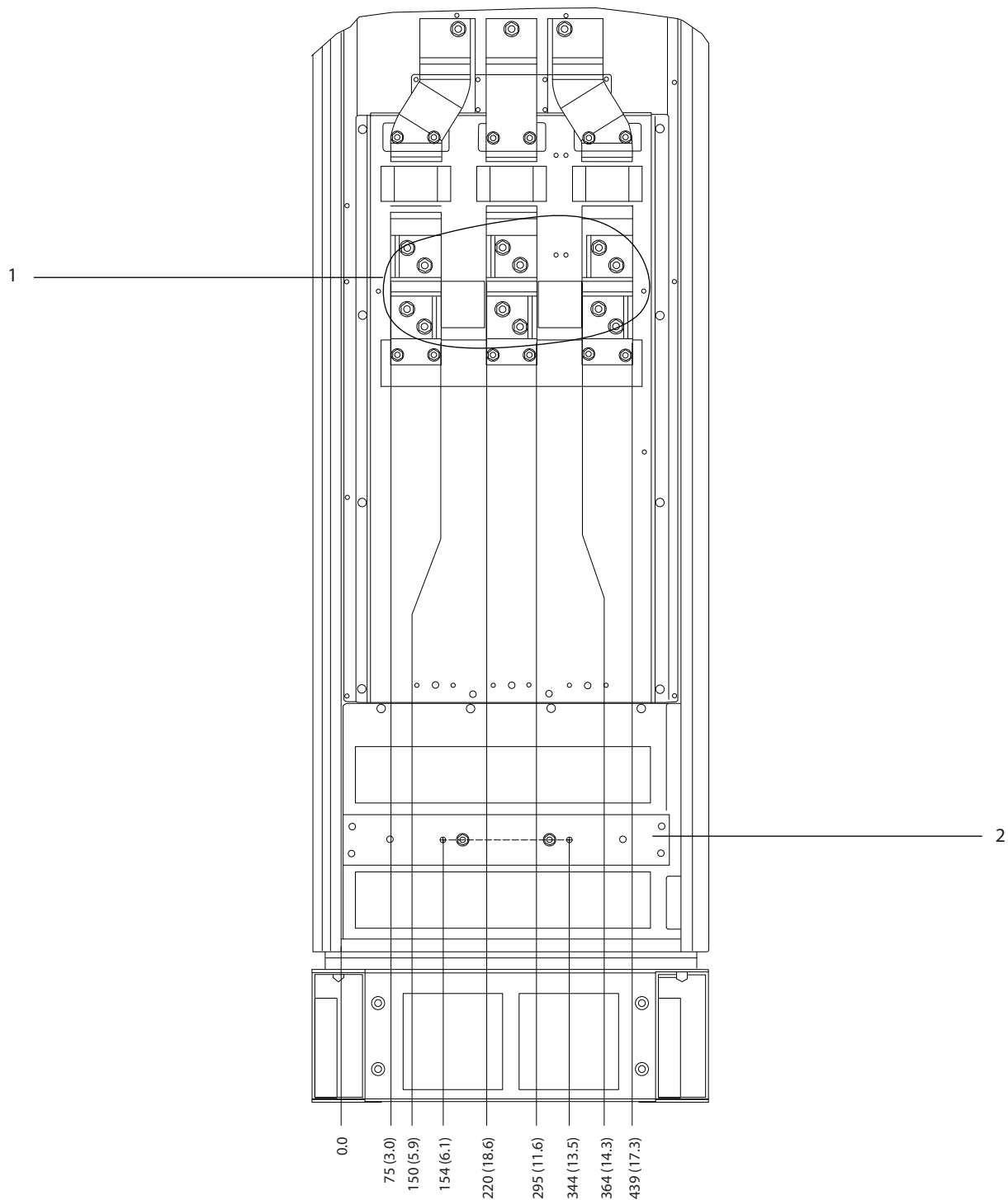
1.30BF615.10

1	Nätsida	2	Motorsida
---	---------	---	-----------

Bild 8.46 Kabelförskruvningsplätens mått för F4

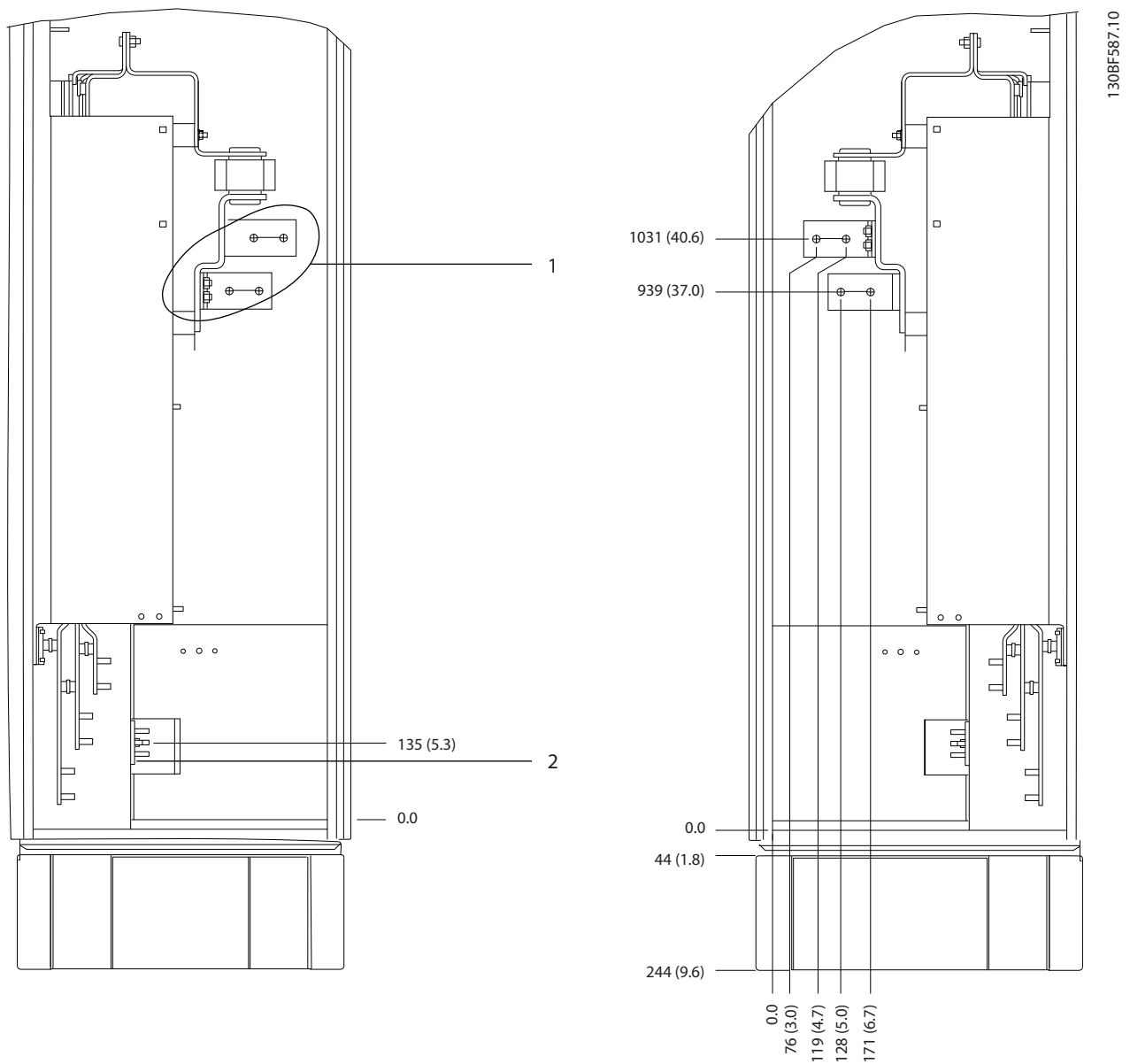
### 8.6.2 Plintmått för F4

Kraftkablarna är tunga och svåra att böja. Beakta optimal placering av frekvensomriktaren för att göra det enkelt att ansluta kablarna. Varje plint kan använda upp till fyra kablar med kabelskor eller en standardkabelfläns. Jorden ansluts till en relevant termineringspunkt på frekvensomriktaren.



1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

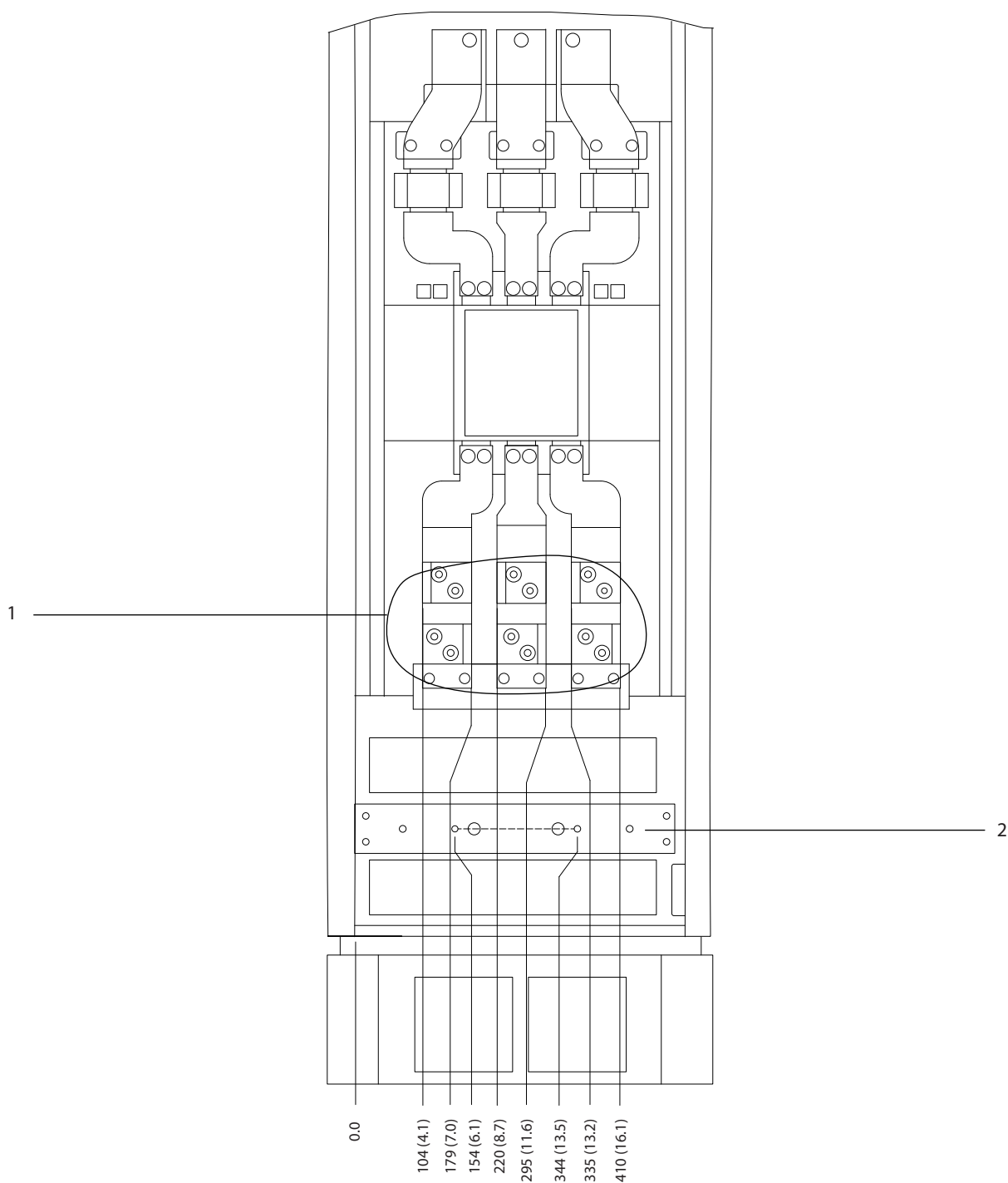
Bild 8.47 Plintmått för tillvalsskåp F3–F4, framifrån



1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

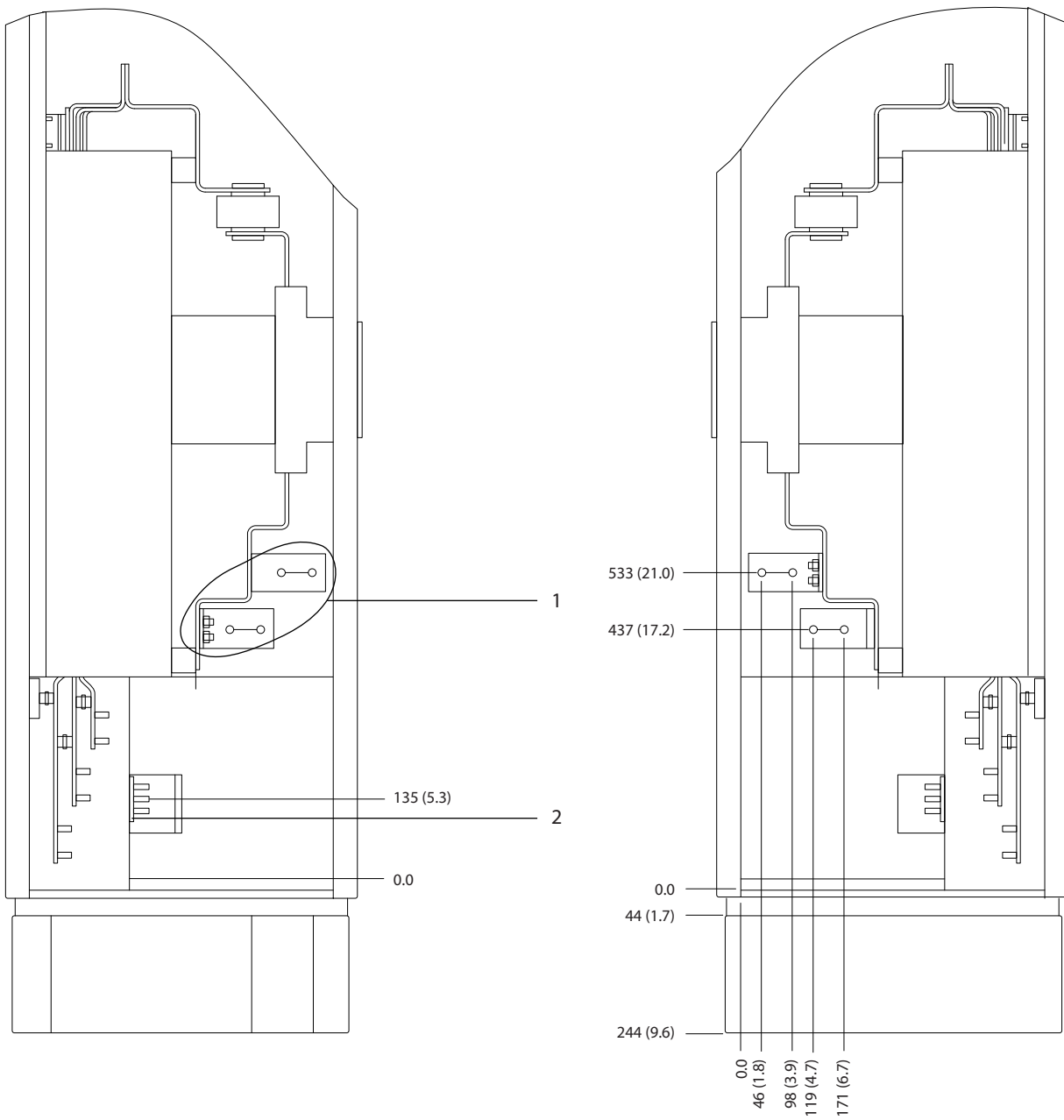
Bild 8.48 Plintmått för tillvalsskåp F3-F4, från sidan

8



1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

Bild 8.49 Plintmått för tillvalsskåp F3–F4 med maximalbrytare/kapslad brytare, framifrån

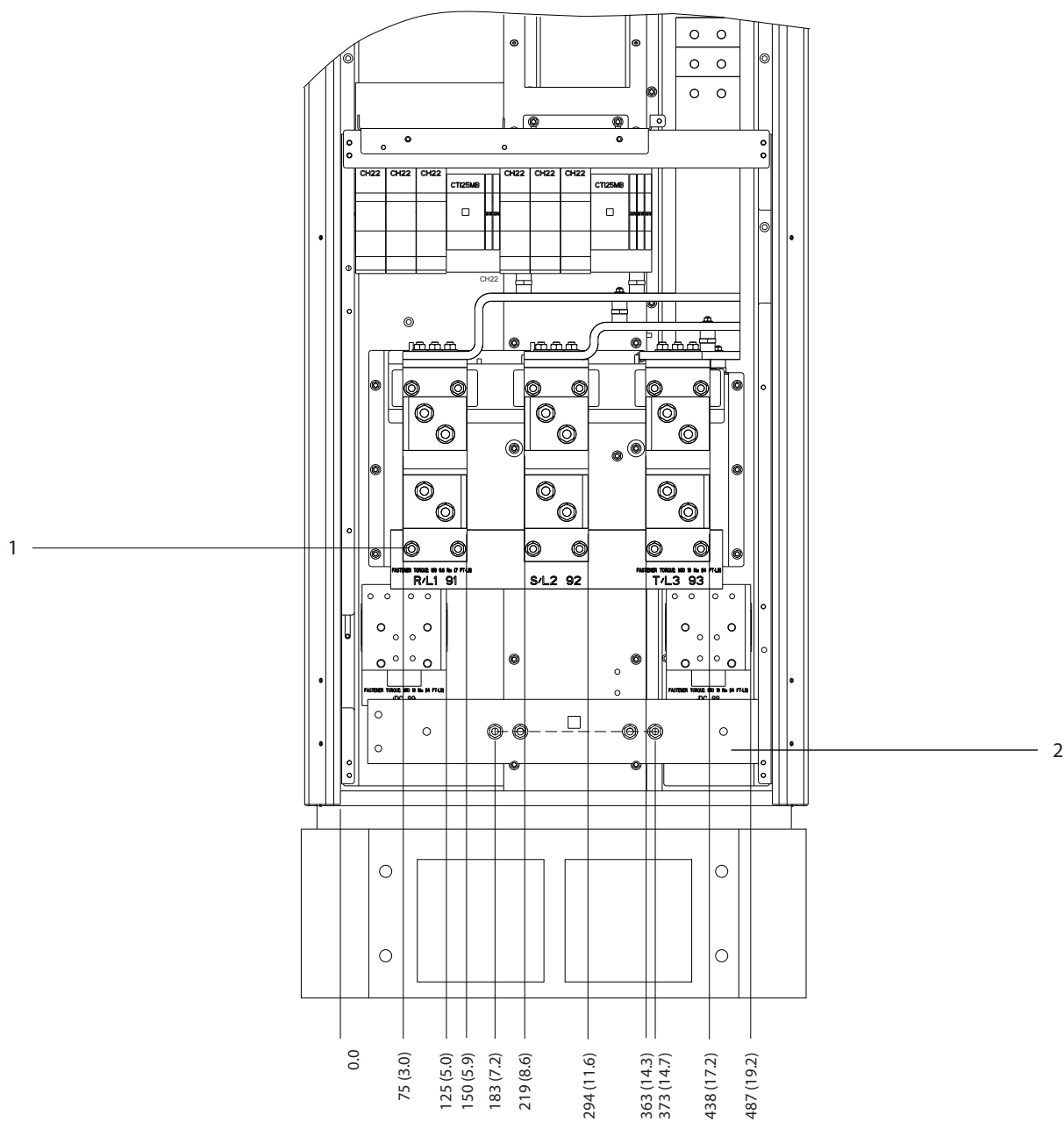


8

1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

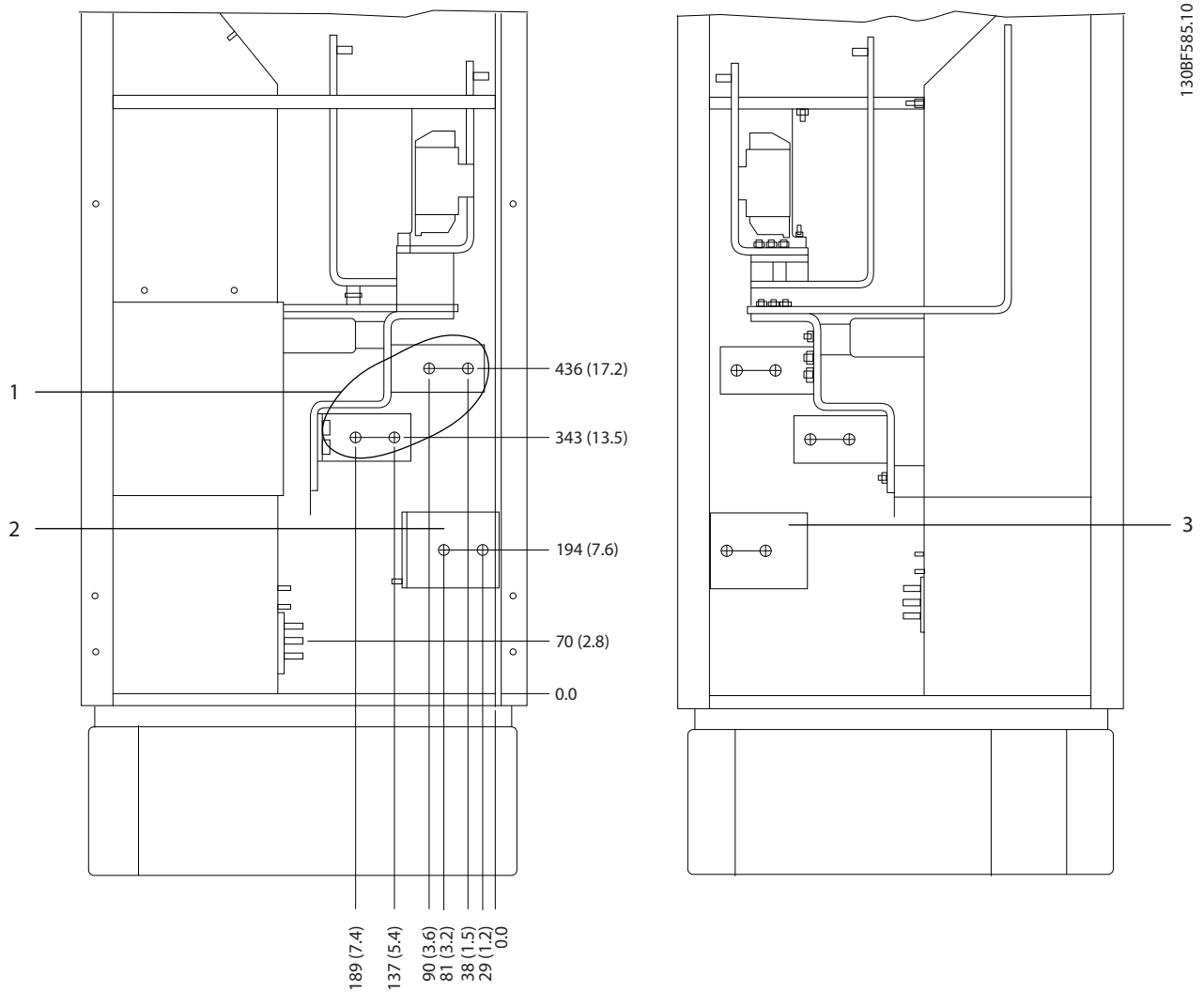
Bild 8.50 Plintmått för tillvalsskåp F3-F4 med maximalbrytare/kapslad brytare, från sidan

8



1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

Bild 8.51 Plintmått för likriktarskåp F1-F4, framifrån



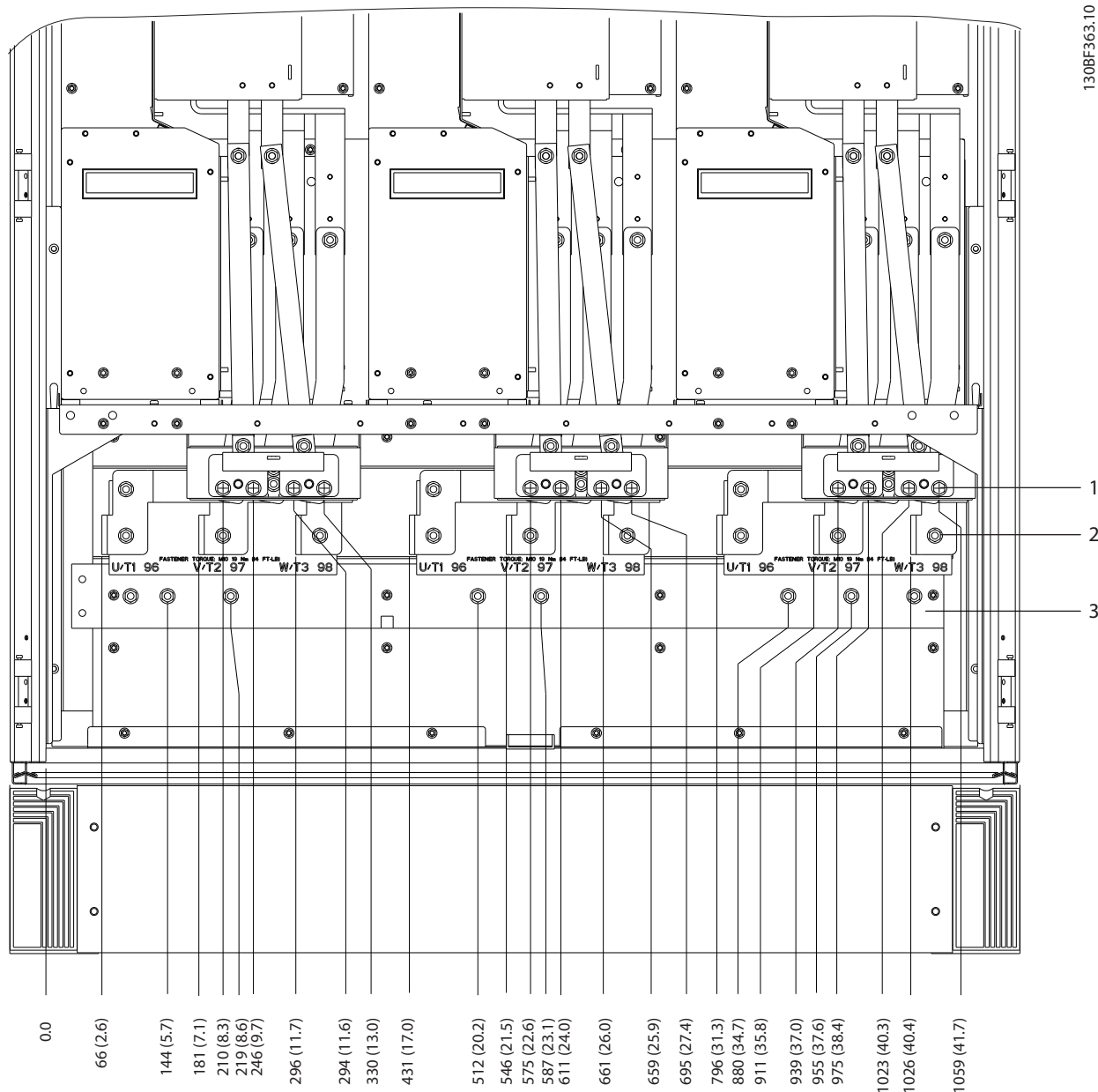
8

1	Nätplintar	3	Lastdelningsplintar (-)
2	Lastdelningsplintar (+)	-	-

Bild 8.52 Plintmått för likriktarskåp F3-F4, från sidan

1308F363.10

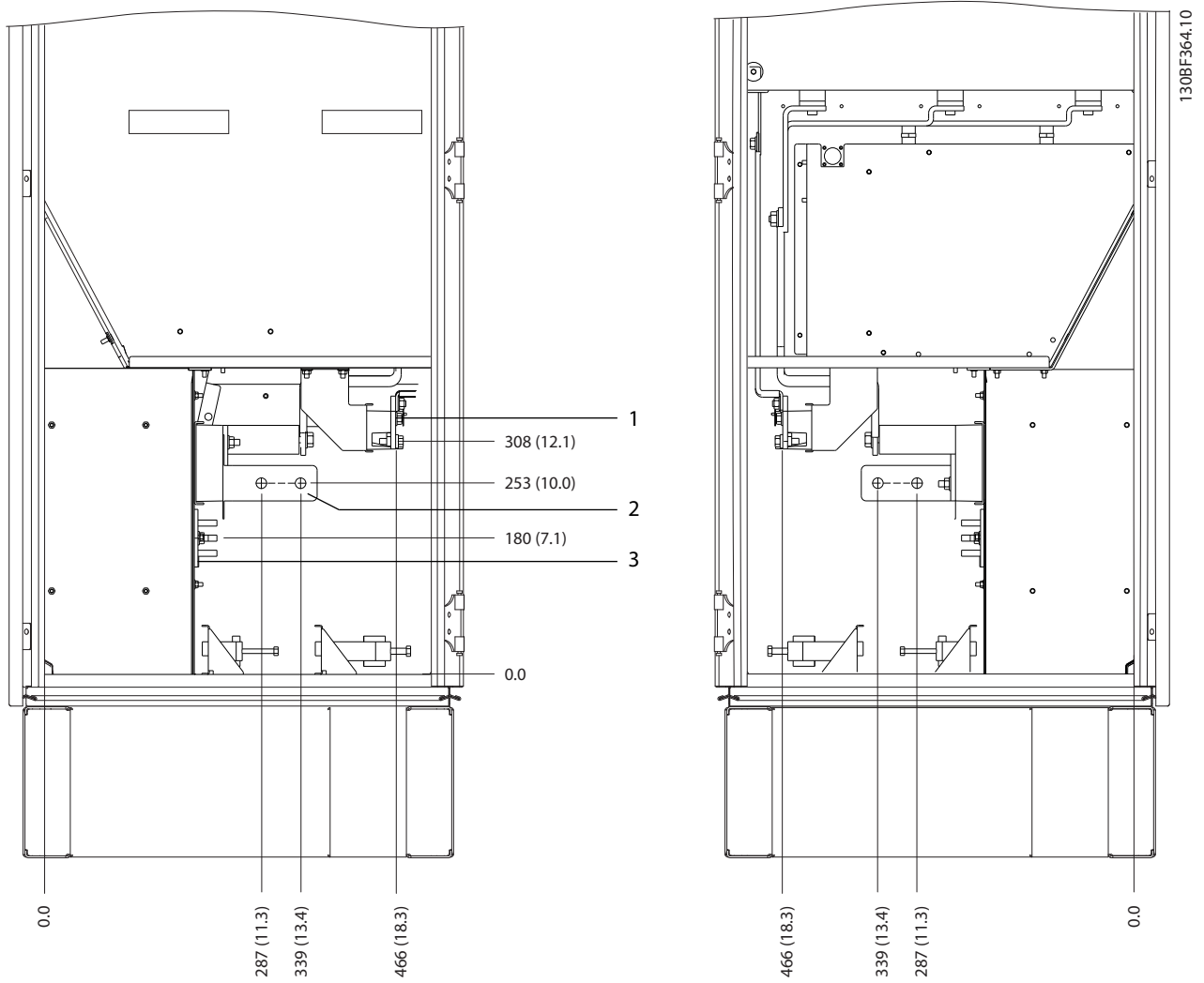
8



1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	-	-

Bild 8.53 Plintmått för växelriktarskåp F2/F4, framifrån





8

1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	-	-

Bild 8.54 Plintmått för växelriktarskåp F2/F4, från sidan

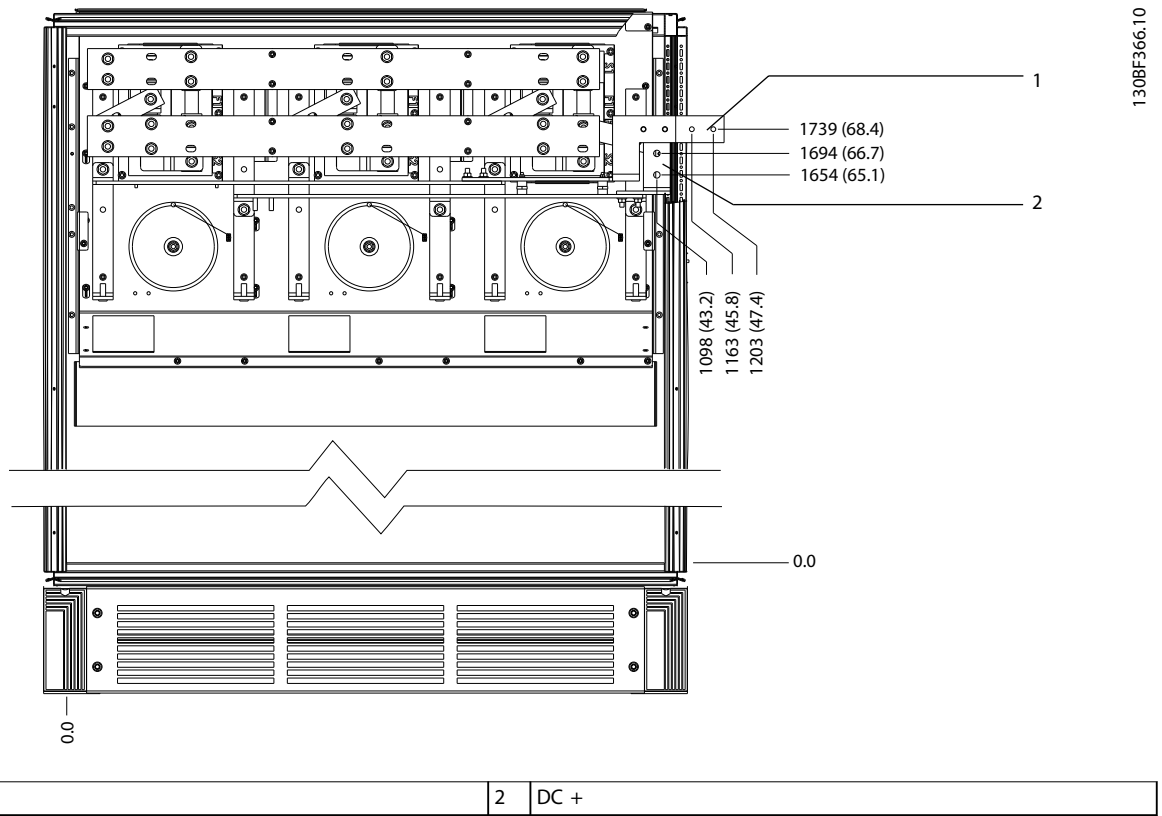


Bild 8.55 Plintmått för regenereringsplintar F2/F4, framifrån

8.7 Yttre mått och plintmått för F8

8.7.1 Yttre mått för F8

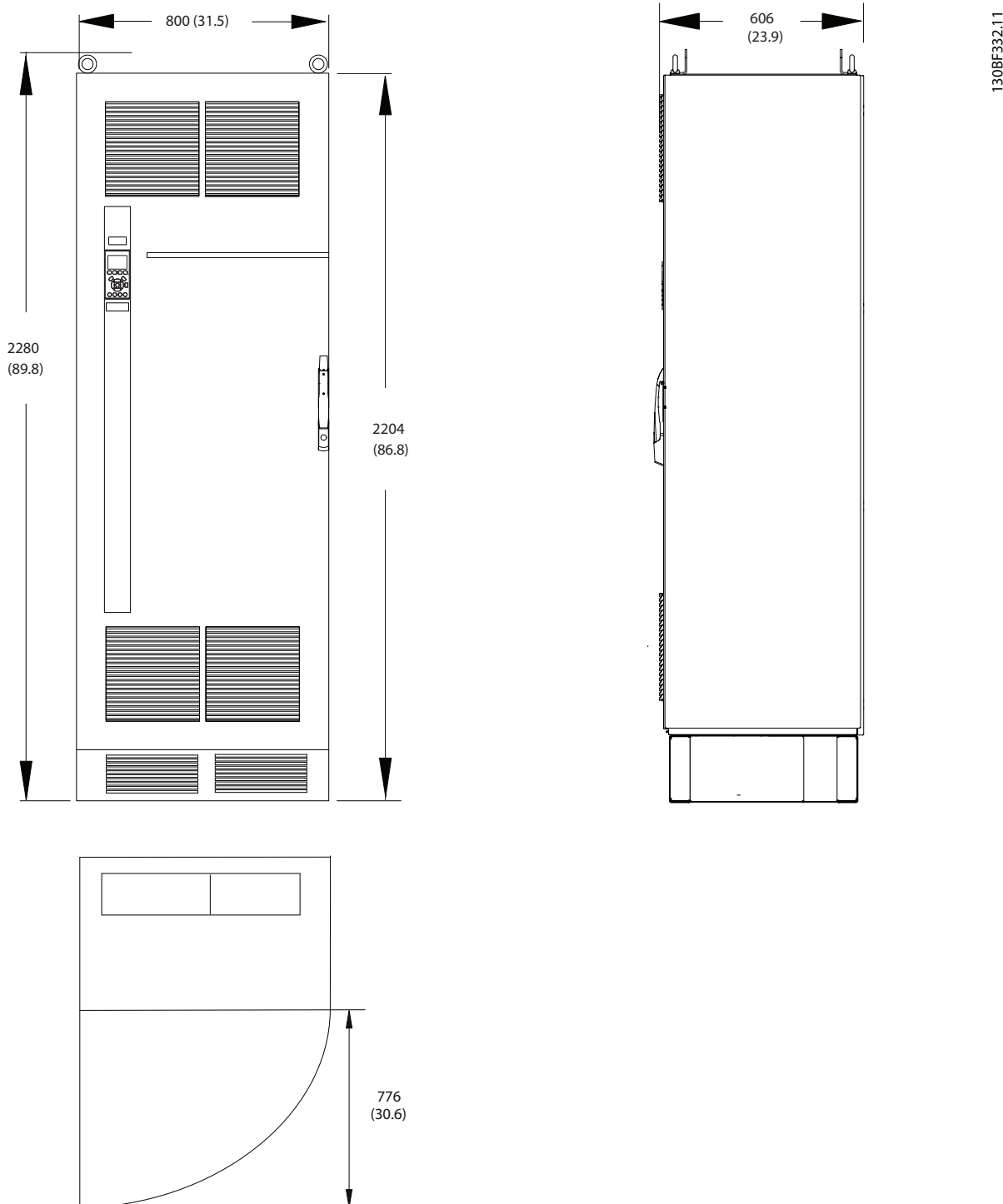
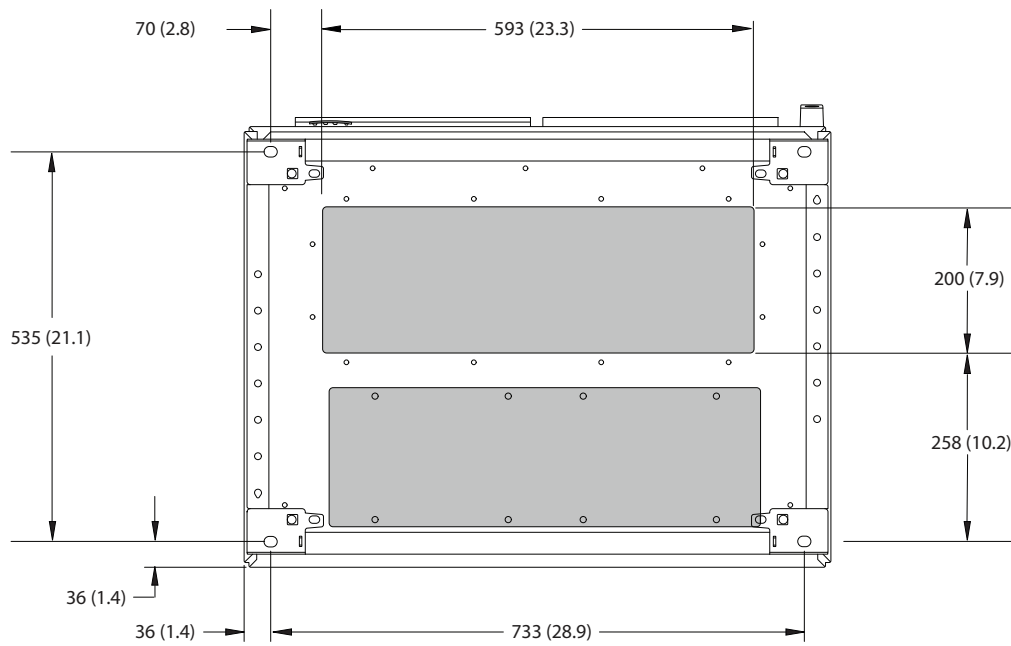


Bild 8.56 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för F8



130BF616.10

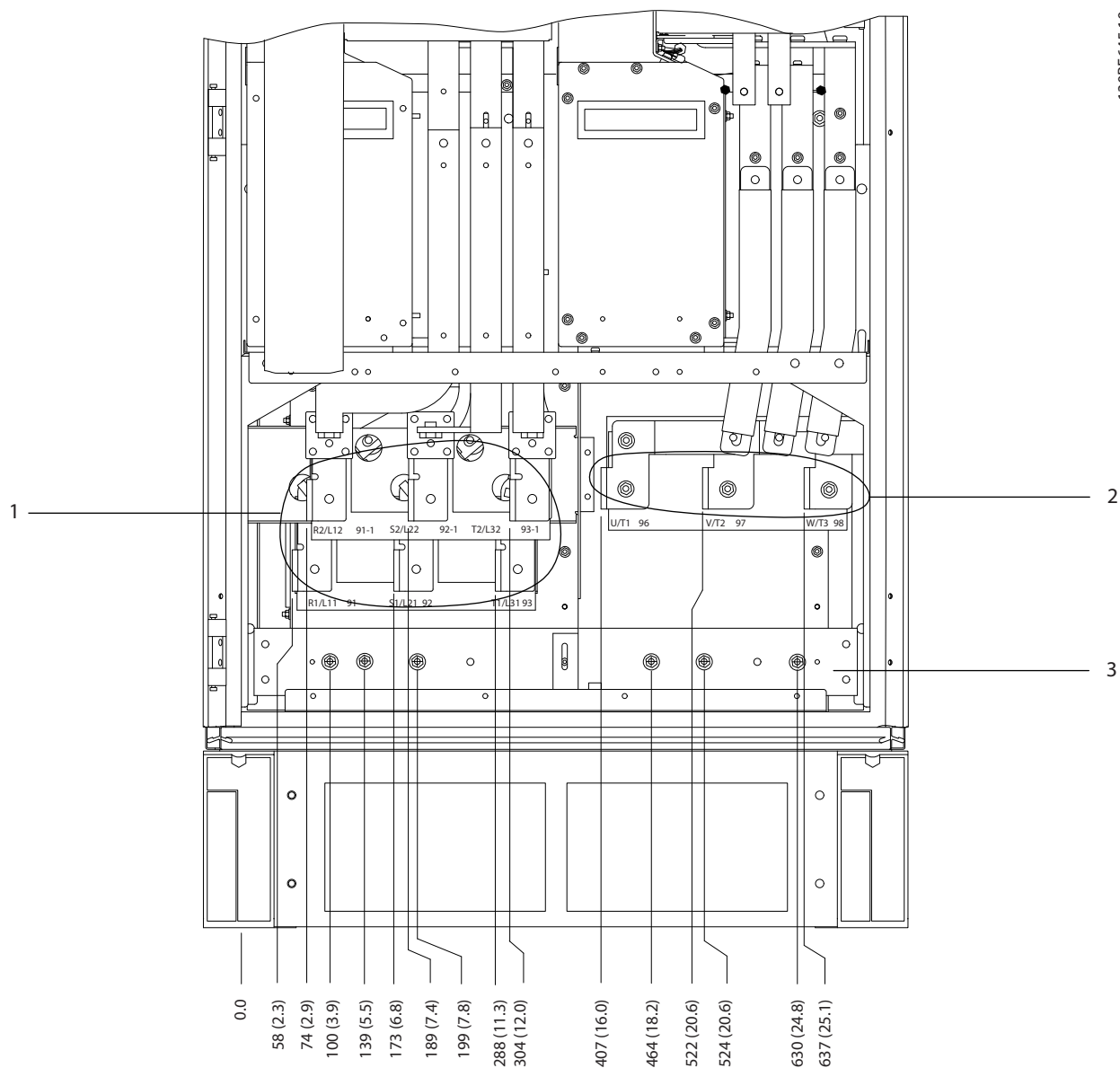
8

1	Nätsida	2	Motorsida
---	---------	---	-----------

Bild 8.57 Kabelförskruvningsplätens mått för F8

### 8.7.2 Plintmått för F8

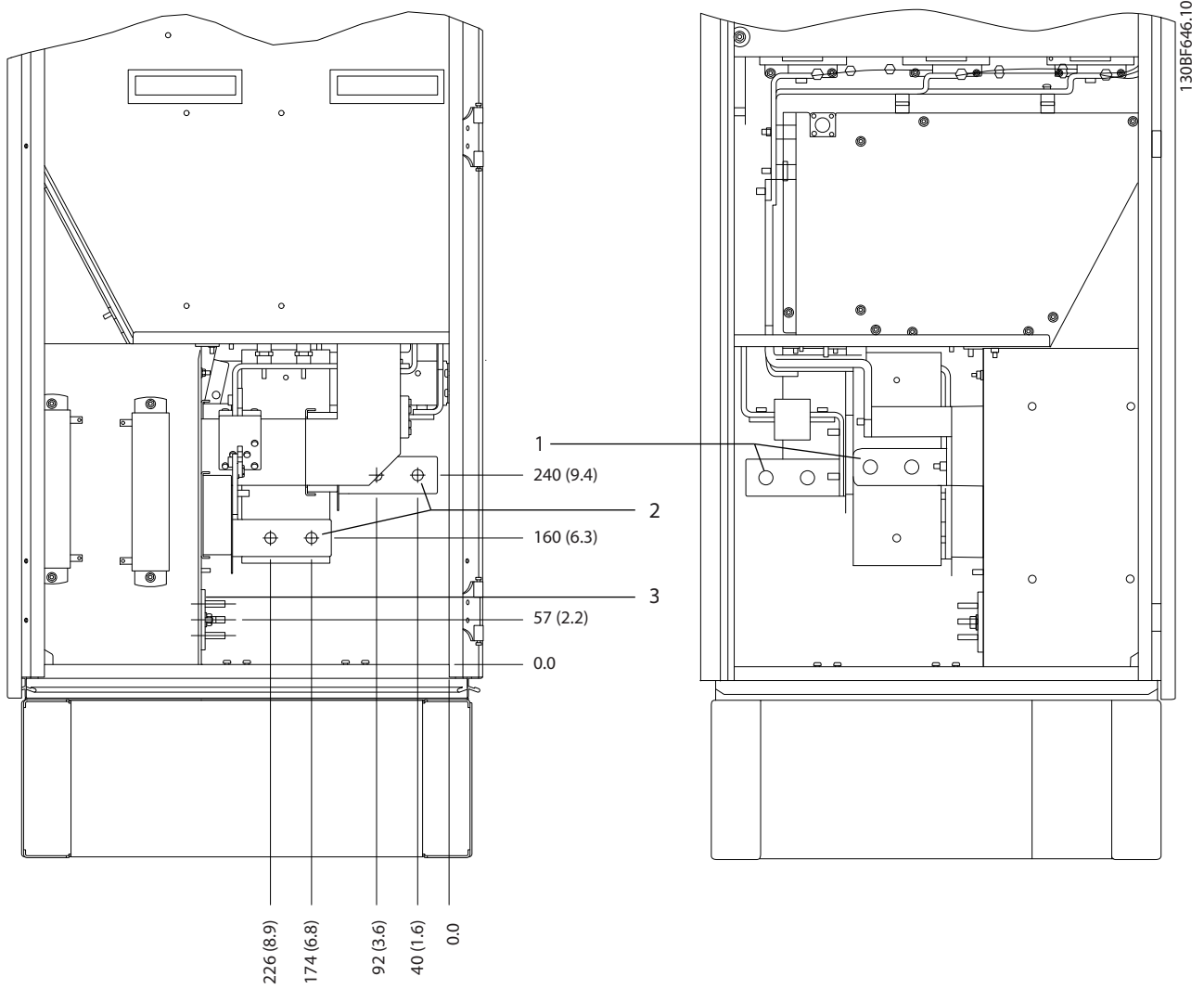
Kraftkablarna är tunga och svåra att böja. Beakta optimal placering av frekvensomriktaren för att göra det enkelt att ansluta kablarna. Varje plint kan använda upp till fyra kablar med kabelskor eller en standardkabelfläns. Jorden ansluts till en relevant termineringspunkt på frekvensomriktaren.



8

1	Nätplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	-	-

Bild 8.58 Plintmått för likriktar-/växelriktarskåp F8-F9, framifrån

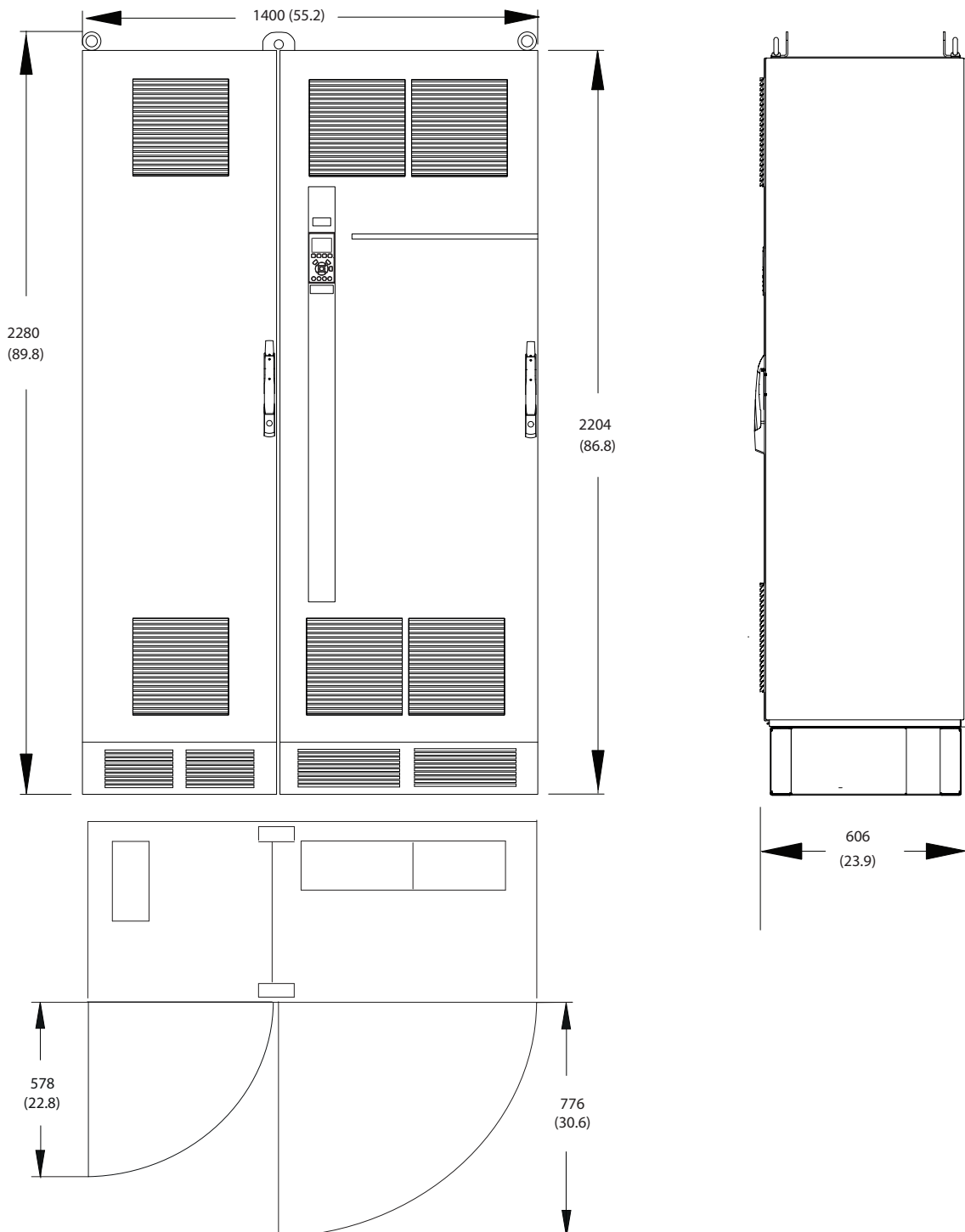


1	Nätplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	-	-

Bild 8.59 Plintmått för likriktar-/växelriktarskåp F8-F9, från sidan

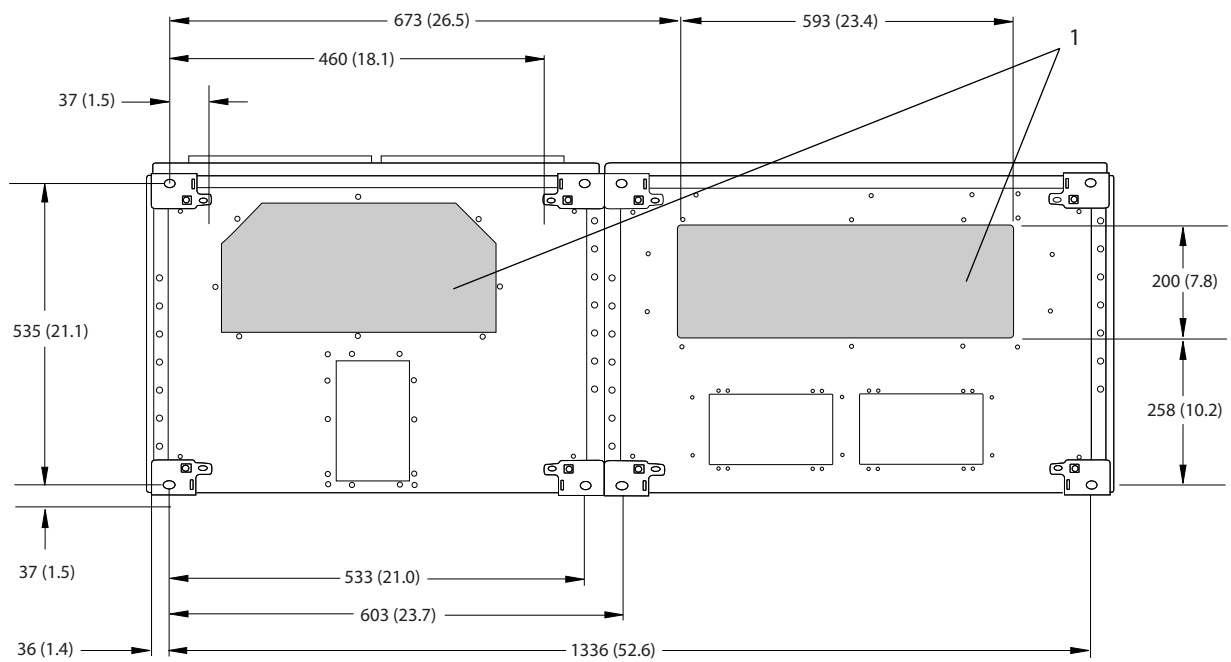
8.8 Yttre mått och plintmått för F9

8.8.1 Yttre mått för F9



8

Bild 8.60 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för F9



130BF617.10

8

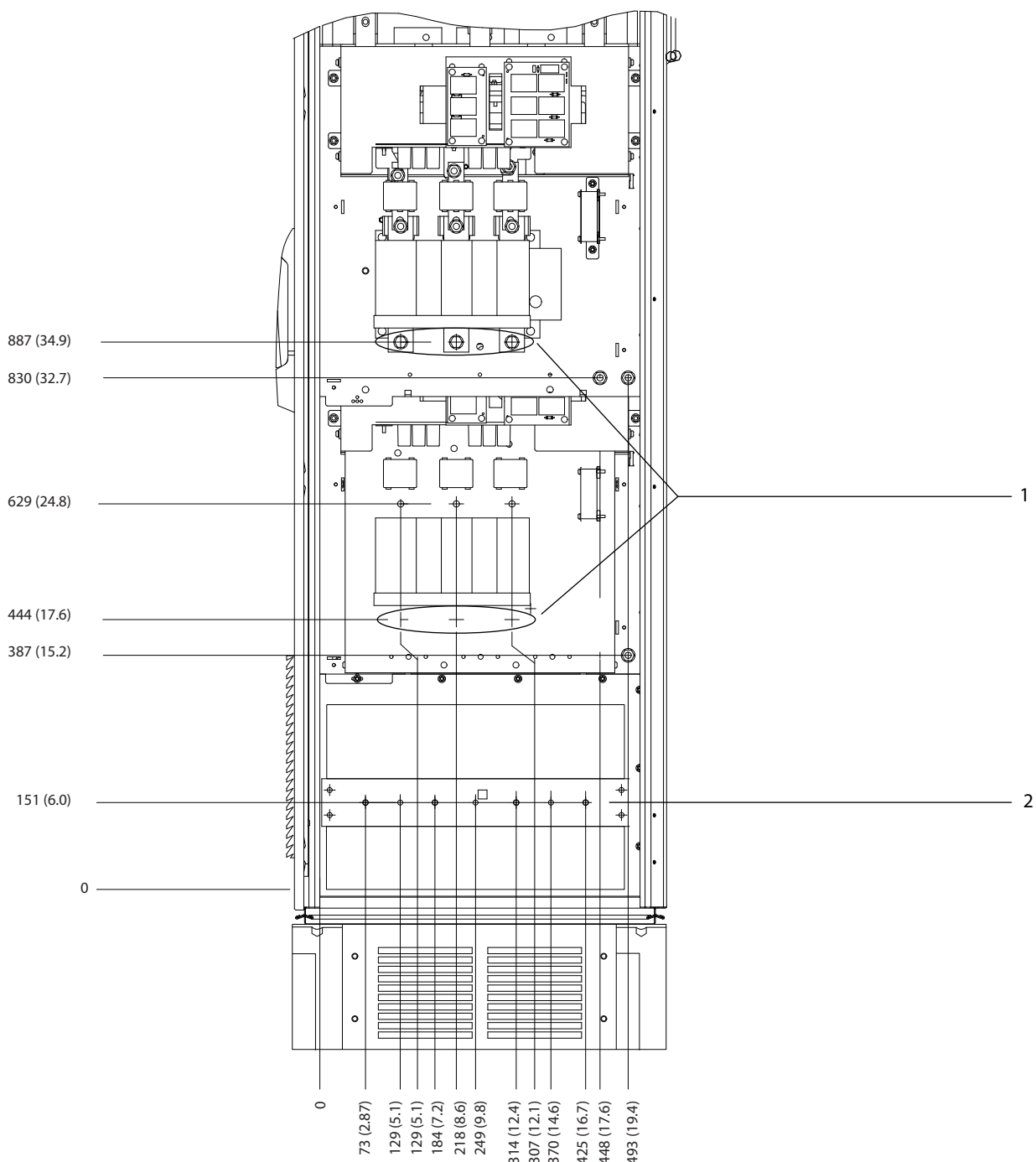
1	Nätsida	2	Motorsida
---	---------	---	-----------

Bild 8.61 Kabelförskruvningsplätens mått för F9



### 8.8.2 Plintmått för F9

Kraftkablarna är tunga och svåra att böja. Beakta optimal placering av frekvensomriktaren för att göra det enkelt att ansluta kablarna. Varje plint kan använda upp till fyra kablar med kabelskor eller en standardkabelfläns. Jorden ansluts till en relevant termineringspunkt på frekvensomriktaren.

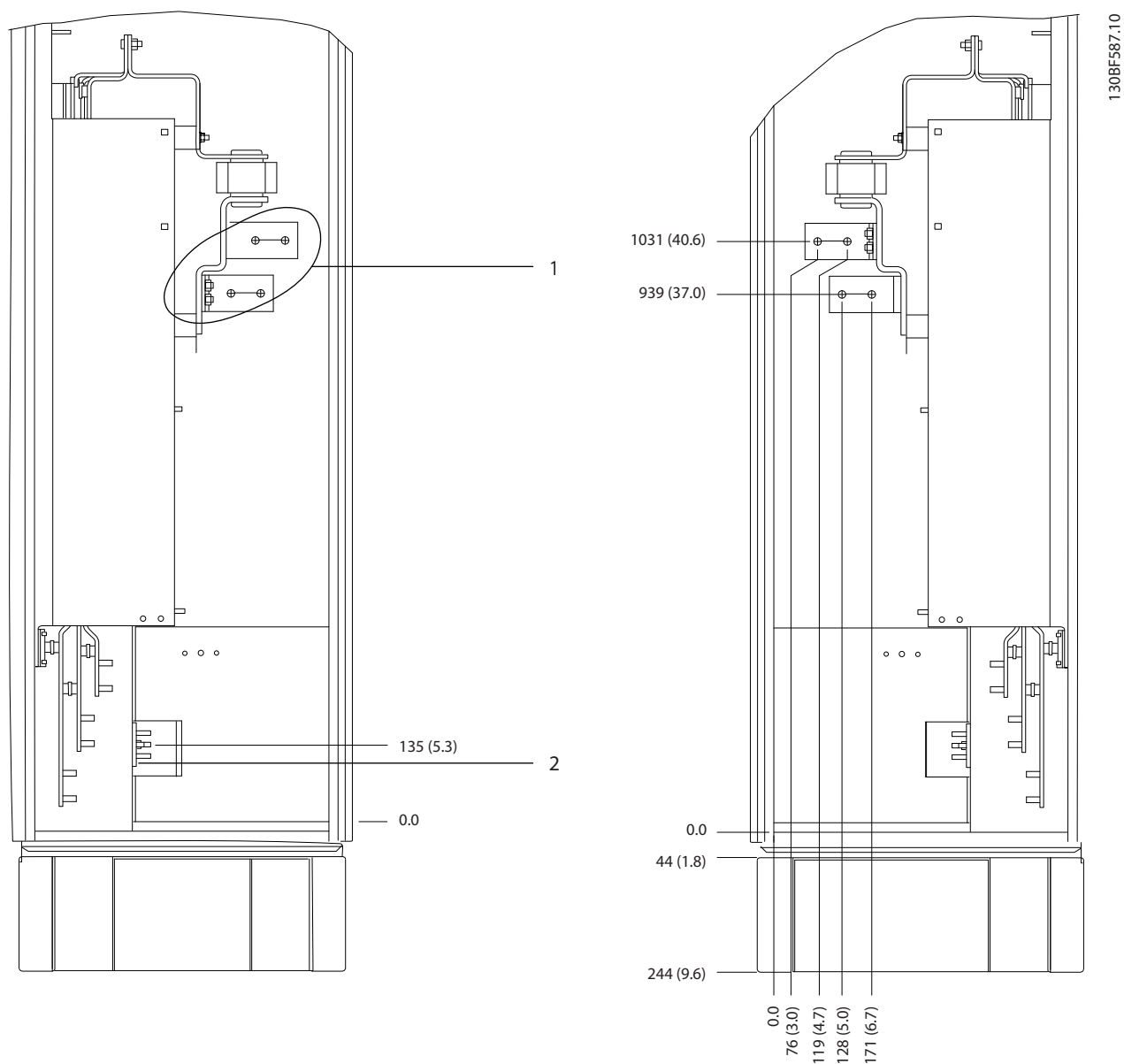


1 30BF579.10

1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

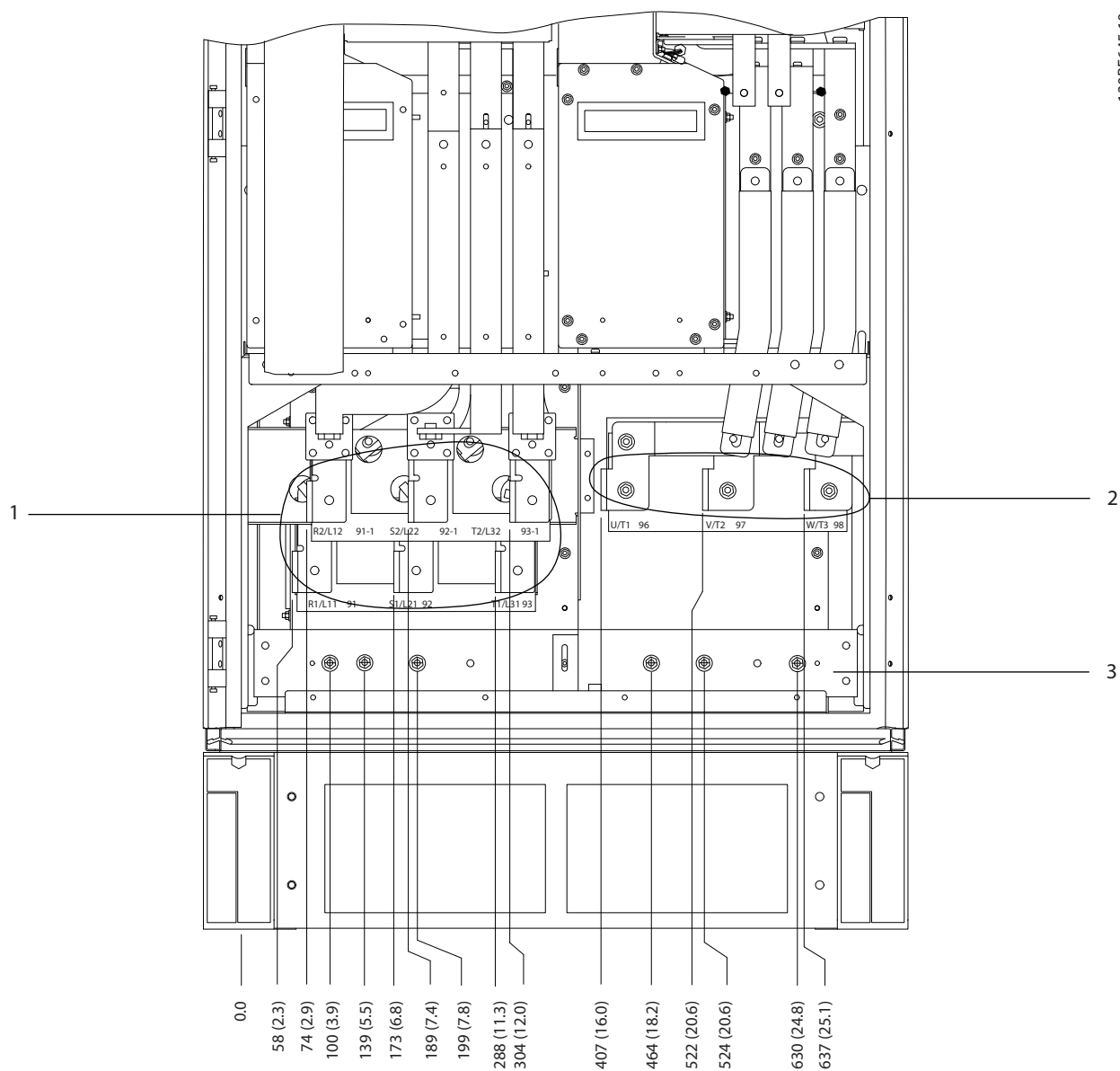
Bild 8.62 Plintmått för tillvalsskåp F9, framifrån

8



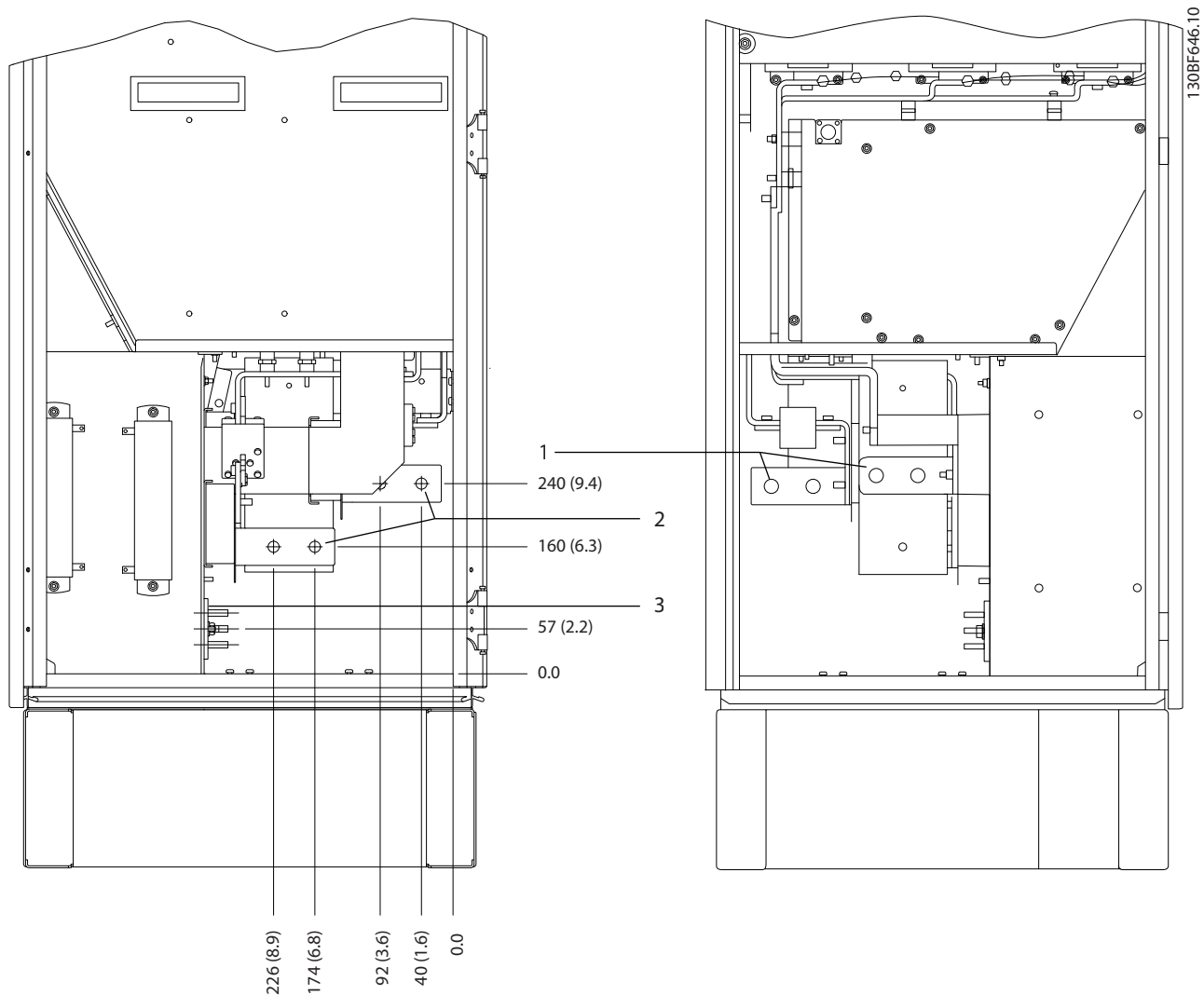
1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

Bild 8.63 Plintmått för tillvalsskåp F9, från sidan



1	Nätplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	-	-

Bild 8.64 Plintmått för likriktar-/växelriktarskåp F8-F9, framifrån



1	Nätplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	-	-

Bild 8.65 Plintmått för likriktar-/växelriktarskåp F8-F9, från sidan

## 8.9 Yttre mått och plintmått för F10

### 8.9.1 Yttre mått för F10

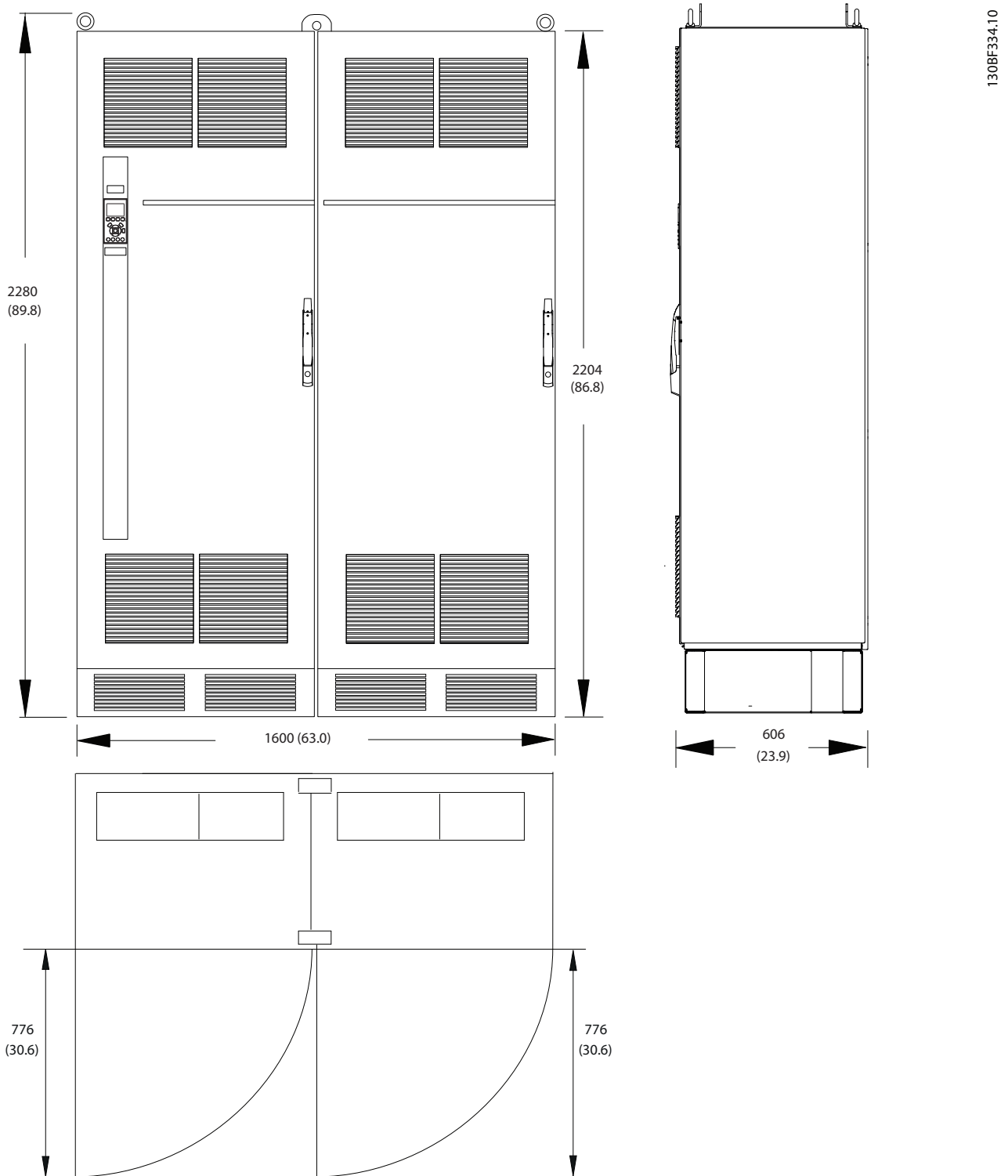
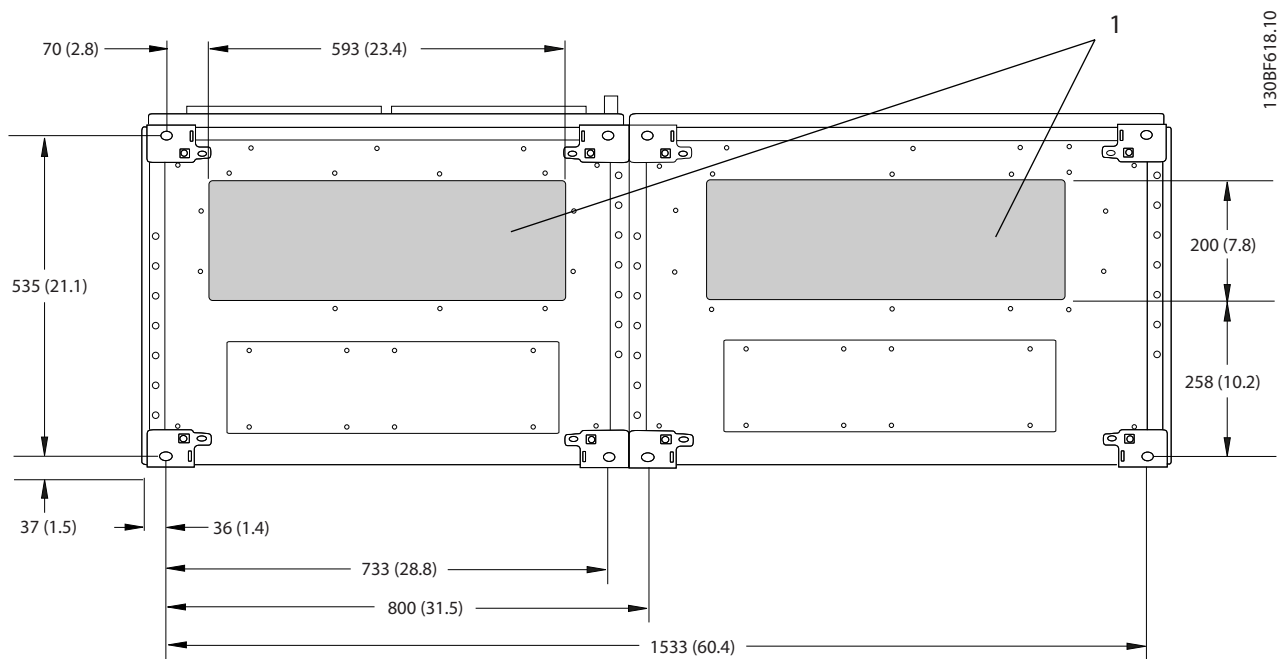


Bild 8.66 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för F10



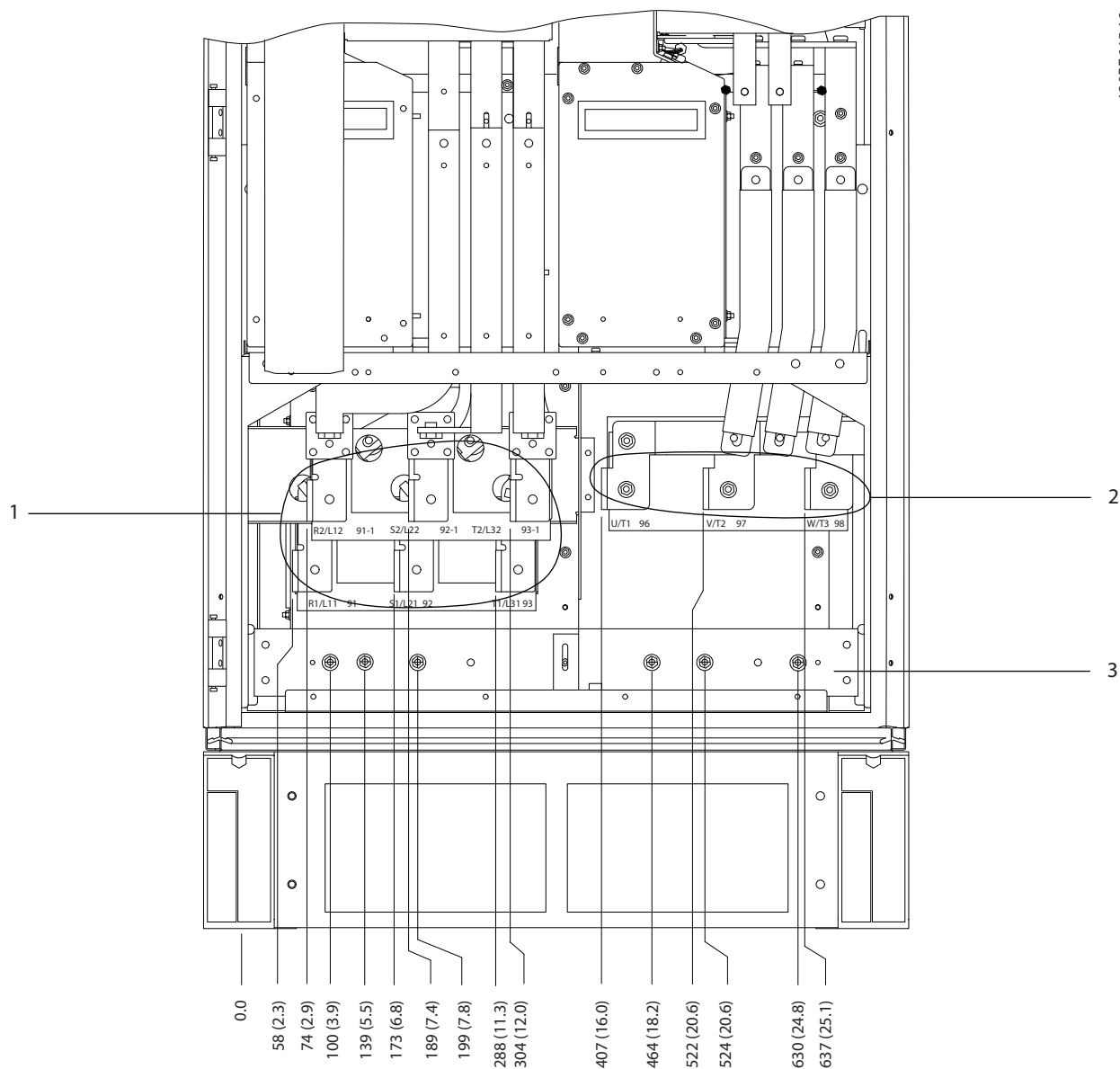
8

1	Nätsida	2	Motorsida
---	---------	---	-----------

Bild 8.67 Kabelförskruvningsplätens mått för F10

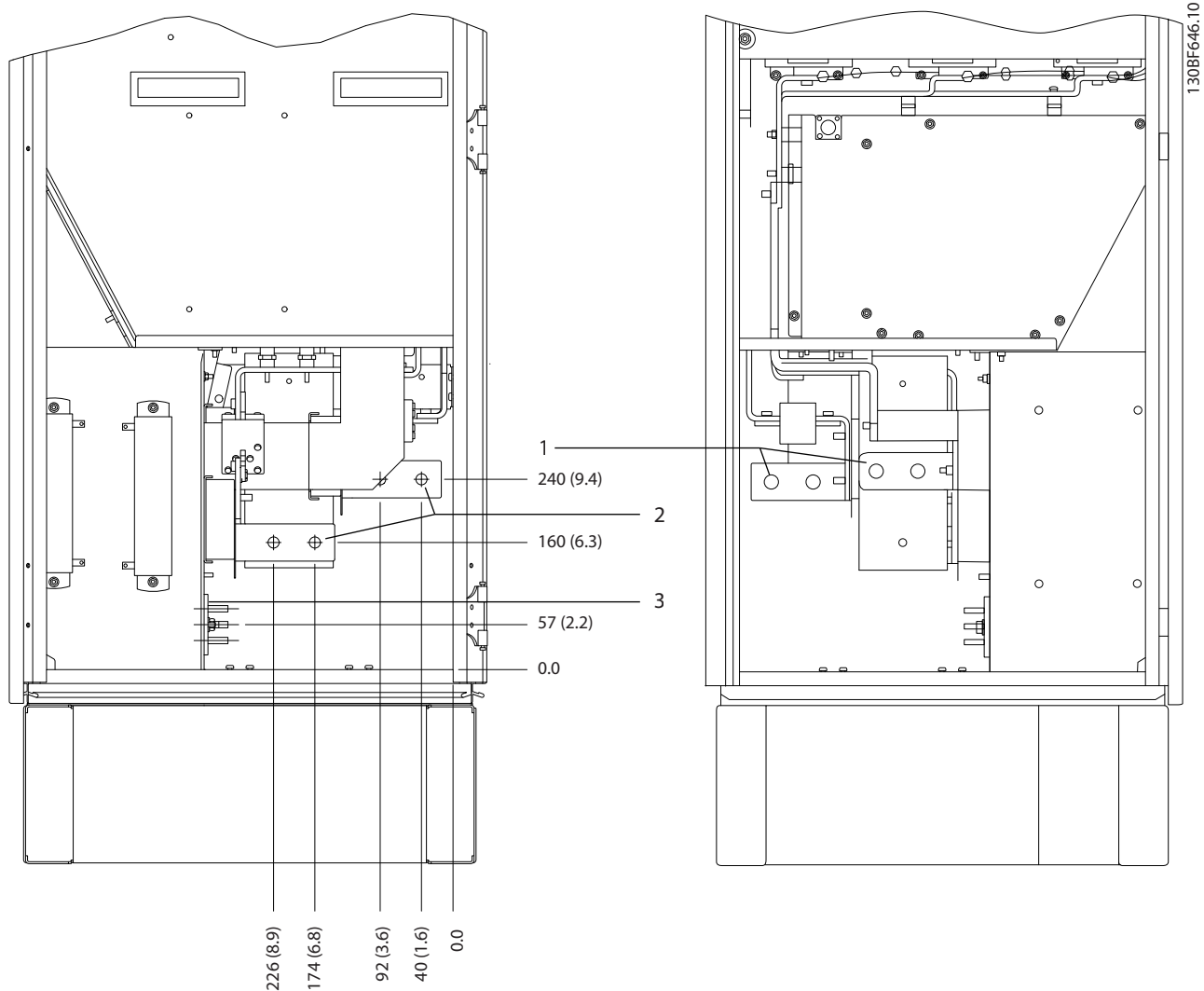
### 8.9.2 Plintmått för F10

Kraftkablarna är tunga och svåra att böja. Beakta optimal placering av frekvensomriktaren för att göra det enkelt att ansluta kablarna. Varje plint kan använda upp till fyra kablar med kabelskor eller en standardkabelfläns. Jorden ansluts till en relevant termineringspunkt på frekvensomriktaren.



1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

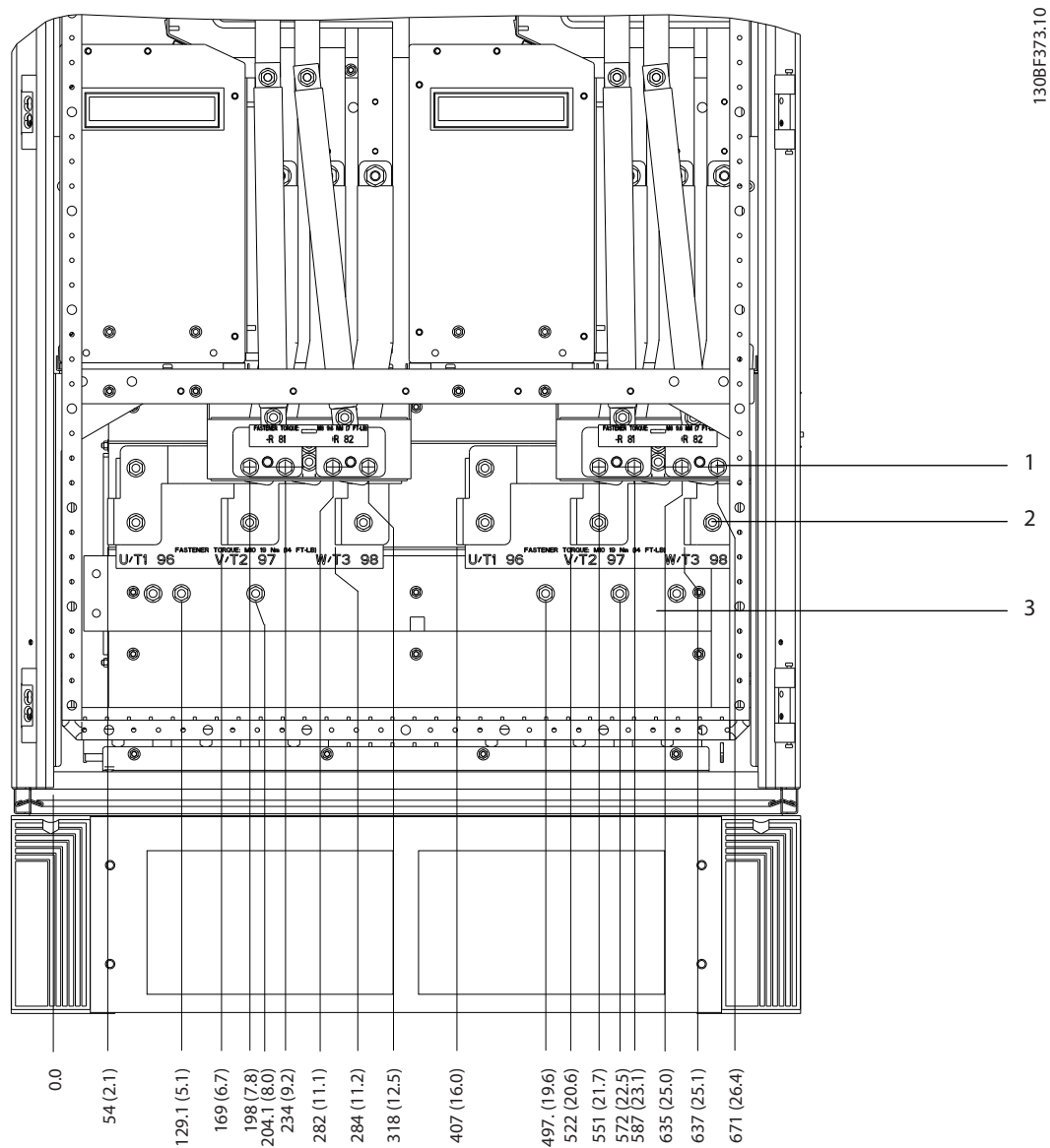
Bild 8.68 Plintmått för likriktarskåp F10–F13, framifrån



1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

Bild 8.69 Plintmått för likriktarskåp F10–F13, från sidan

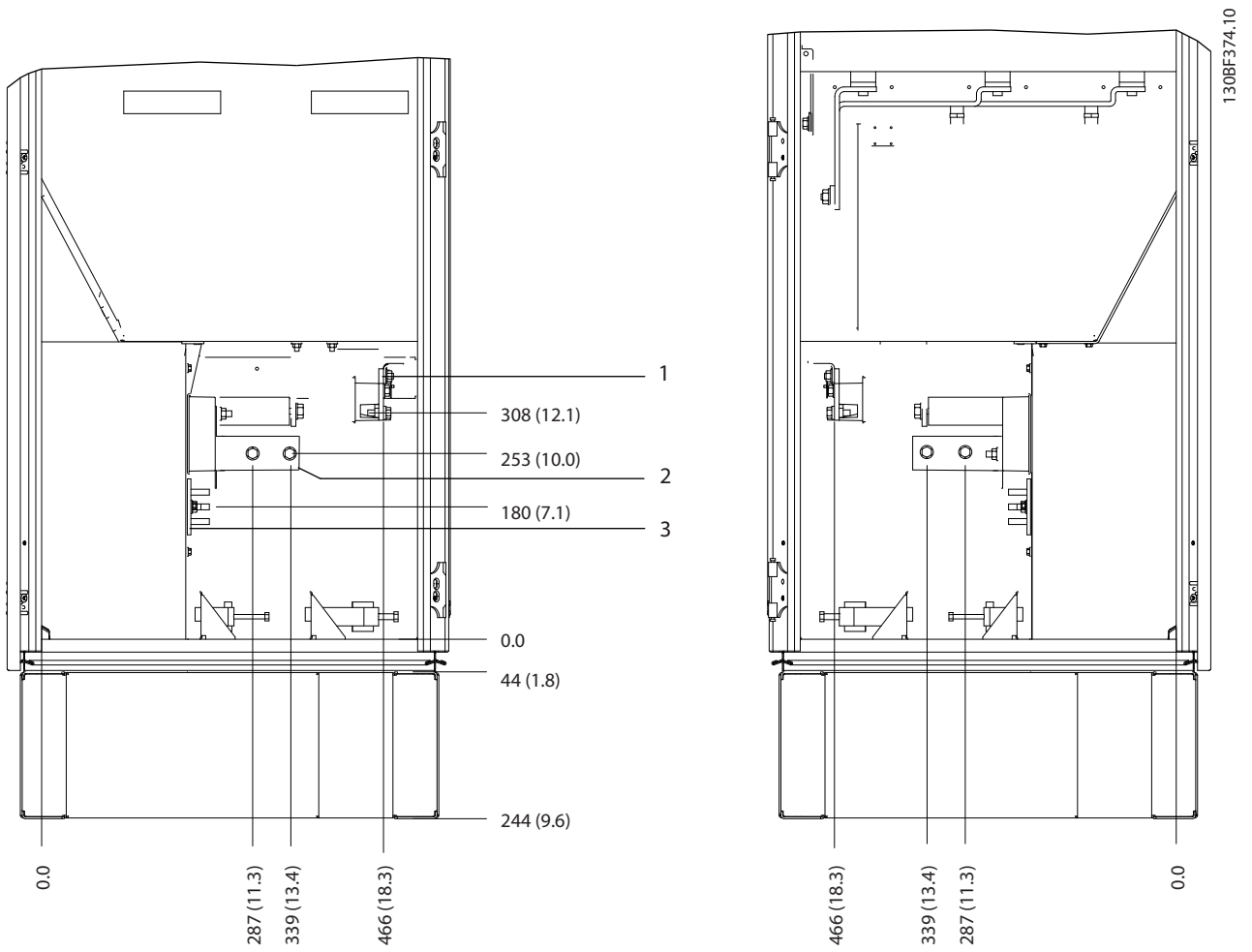




8

1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	-	-

Bild 8.70 Plintmått för växelriktarskåp F10-F11, framifrån

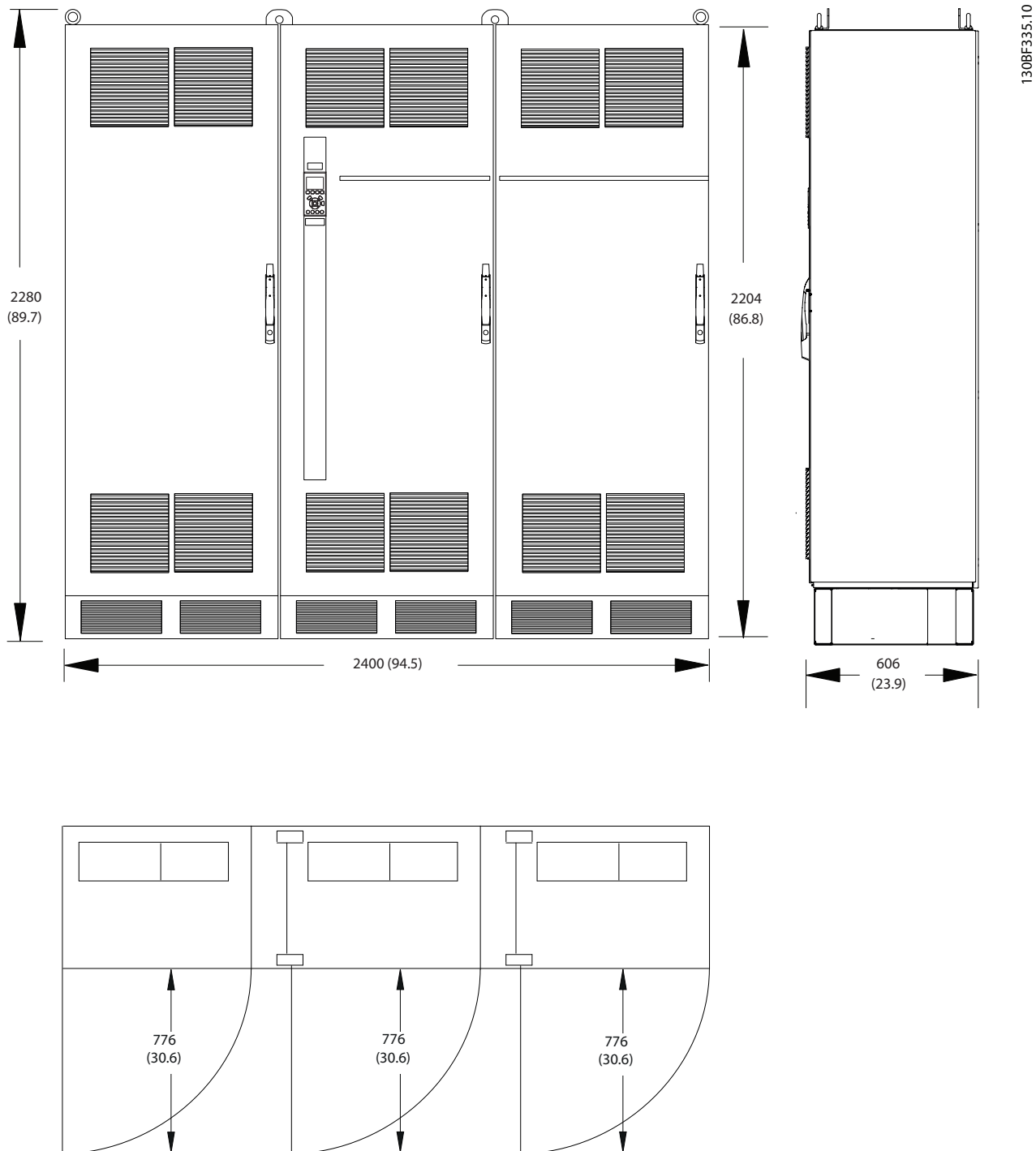


1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	-	-

Bild 8.71 Plintmått för växelriktarskåp F10–F11, från sidan

8.10 Yttre mått och plintmått för F11

8.10.1 Yttre mått för F11



8

Bild 8.72 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för F11

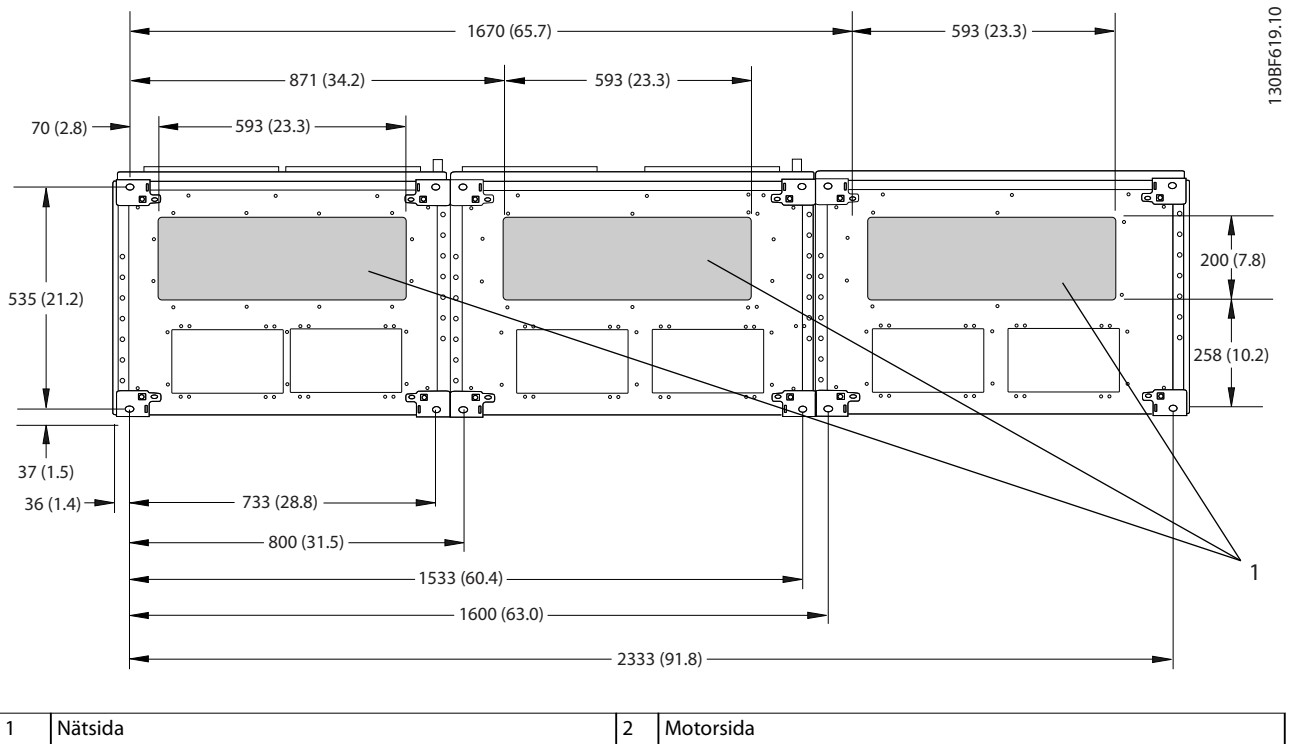
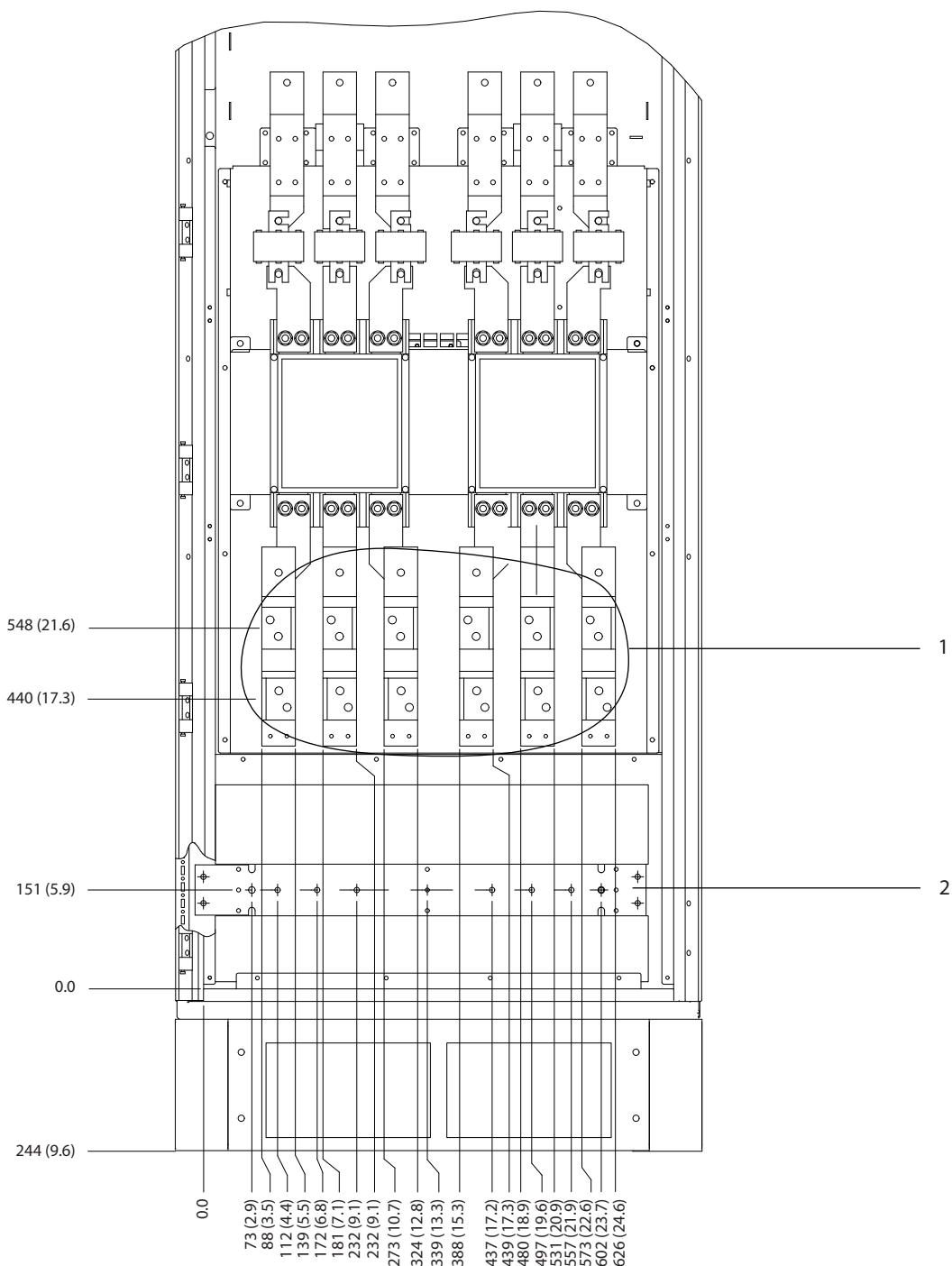


Bild 8.73 Kabelförskruvningsplätens mått för F11

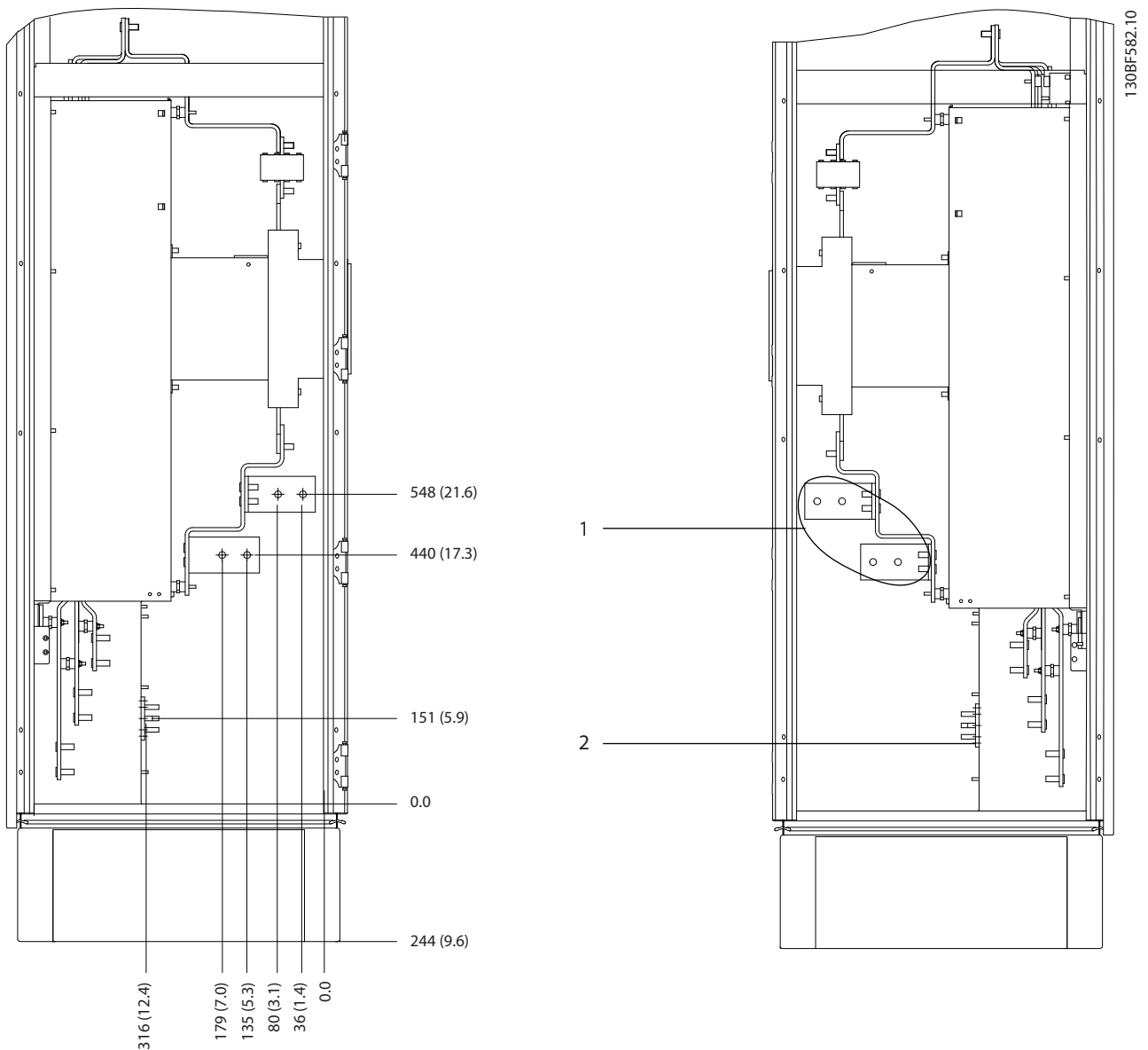
### 8.10.2 Plintmått för F11

Kraftkablarna är tunga och svåra att böja. Beakta optimal placering av frekvensomriktaren för att göra det enkelt att ansluta kablarna. Varje plint kan använda upp till fyra kablar med kabelskor eller en standardkabelfläns. Jorden ansluts till en relevant termineringspunkt på frekvensomriktaren.



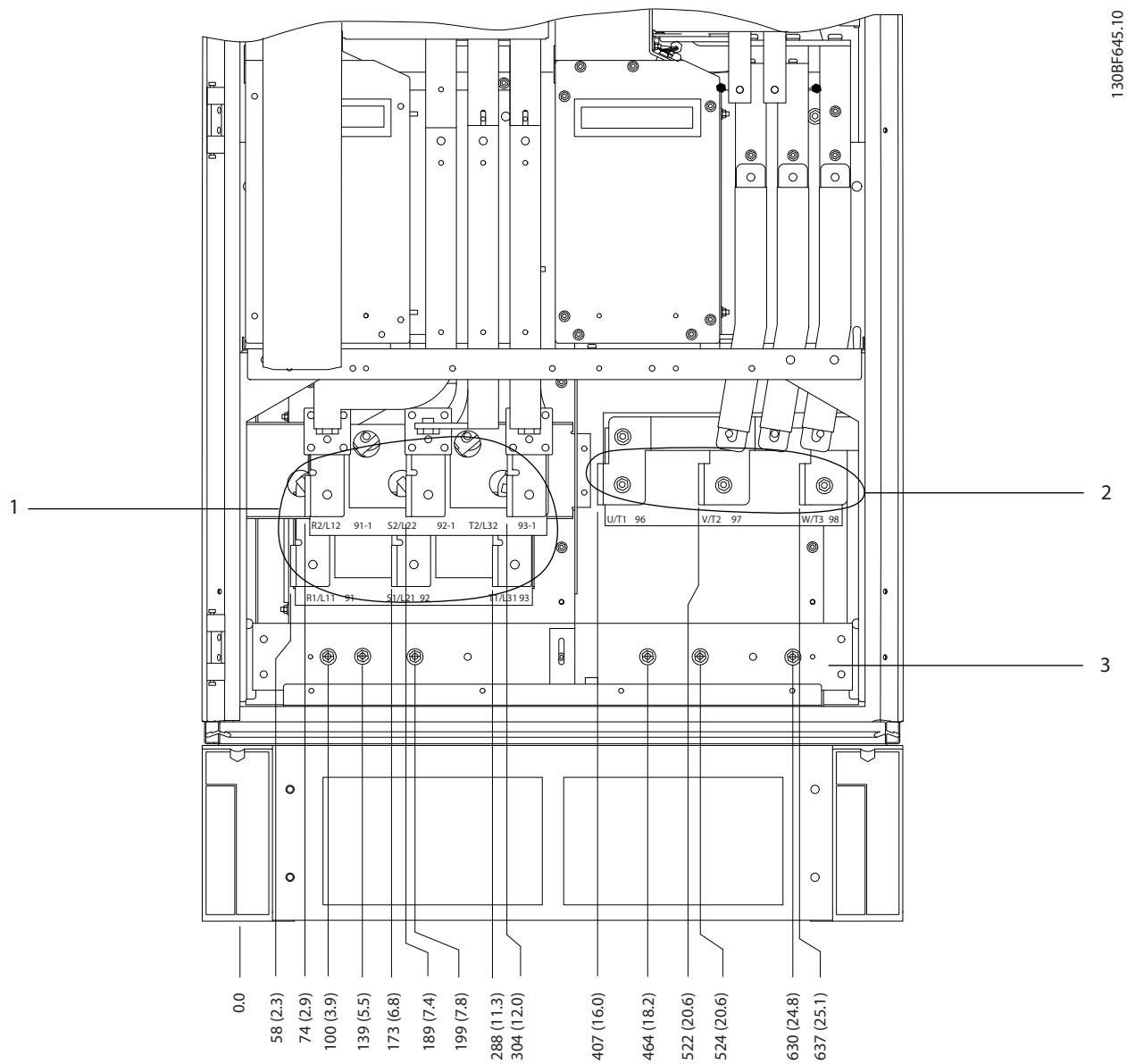
1	Netplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

Bild 8.74 Plintmått för tillvalsskåp F11/F13, framifrån



1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

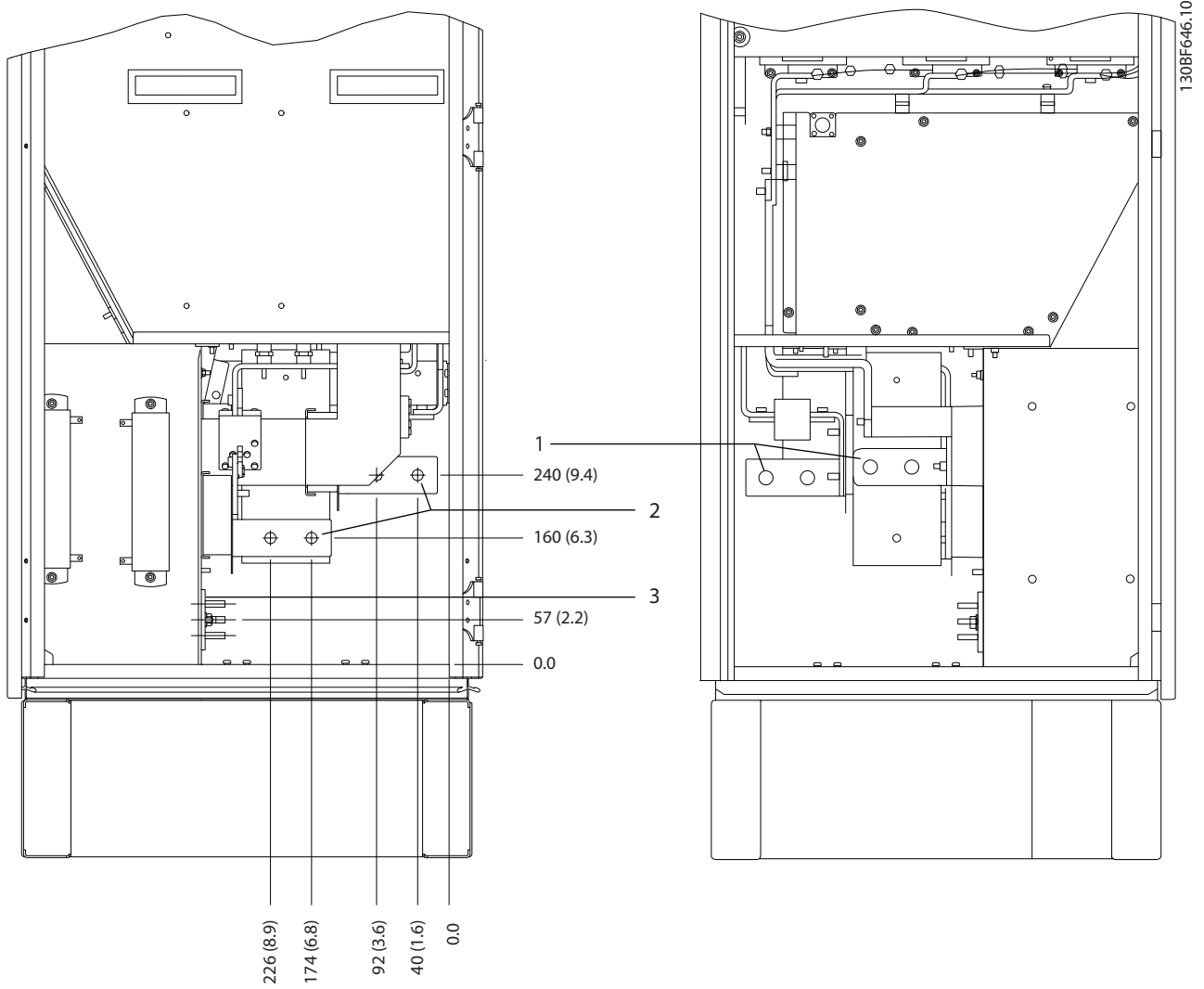
Bild 8.75 Plintmått för tillvalsskåp F11/F13, från sidan



8

1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

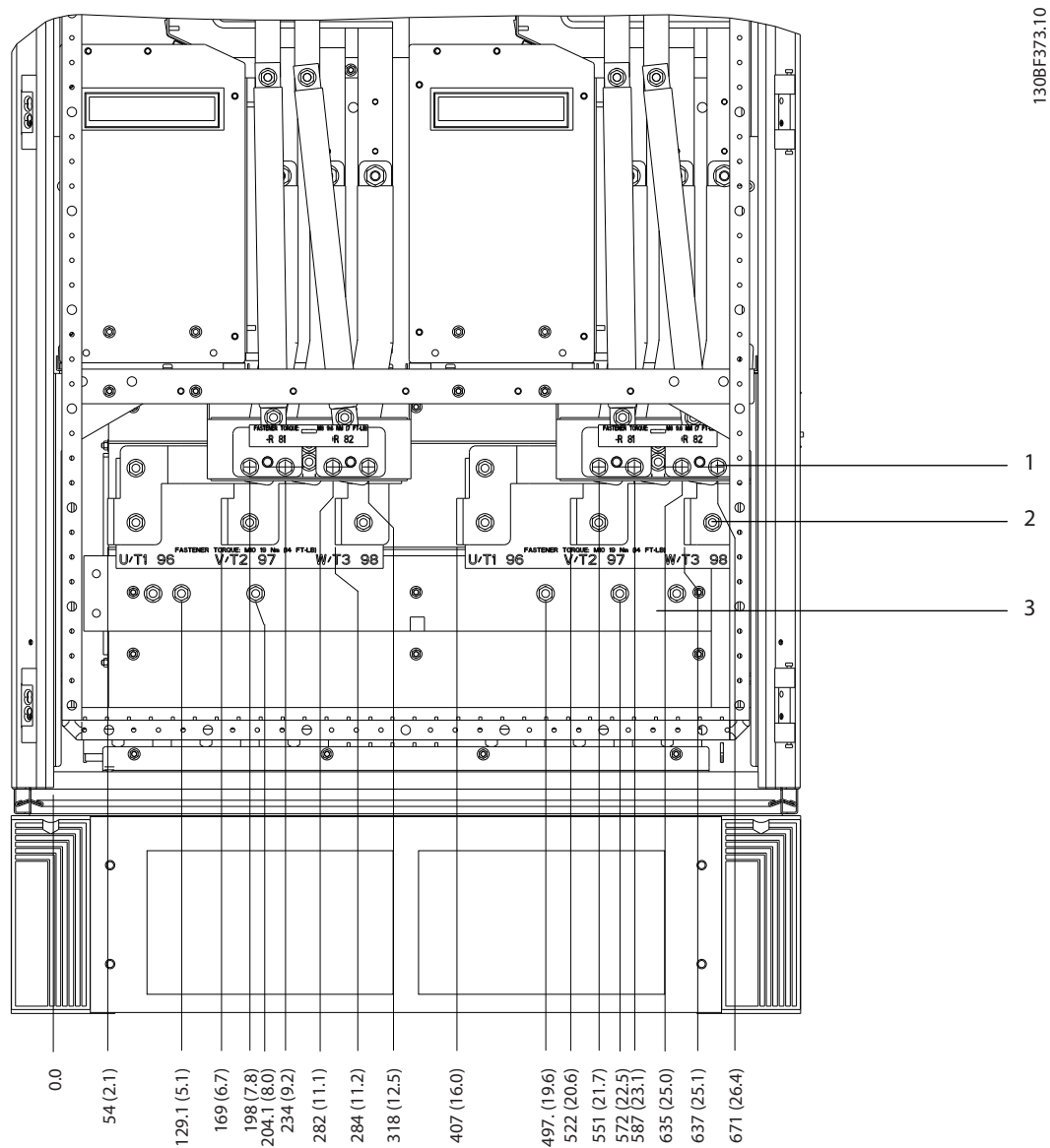
Bild 8.76 Plintmått för likriktarskåp F10-F13, framifrån



1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

Bild 8.77 Plintmått för likriktarskåp F10–F13, från sidan

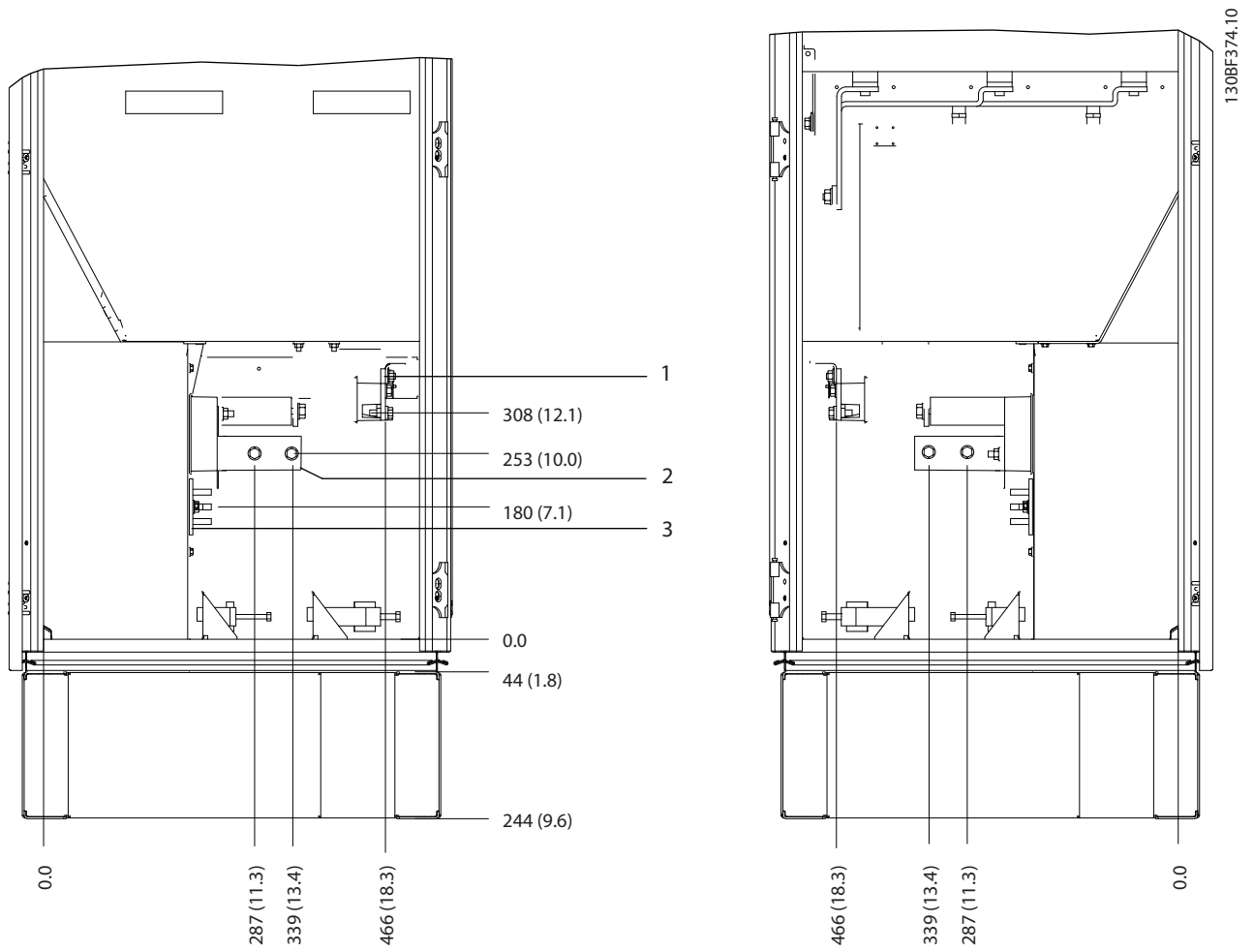




8

1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	-	-

Bild 8.78 Plintmått för växelriktarskåp F10-F11, framifrån

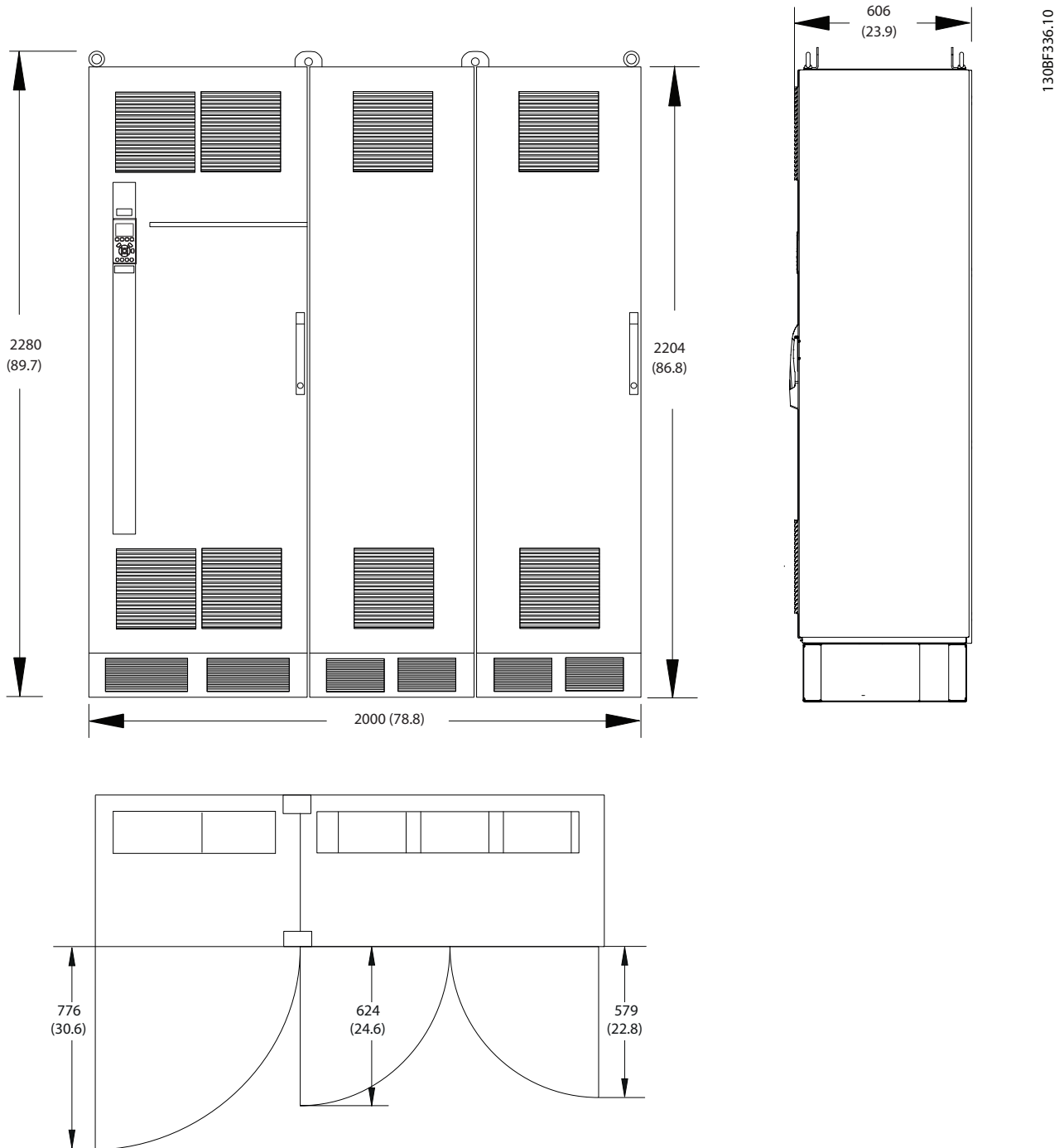


1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	-	-

Bild 8.79 Plintmått för växelriktarskåp F10–F11, från sidan

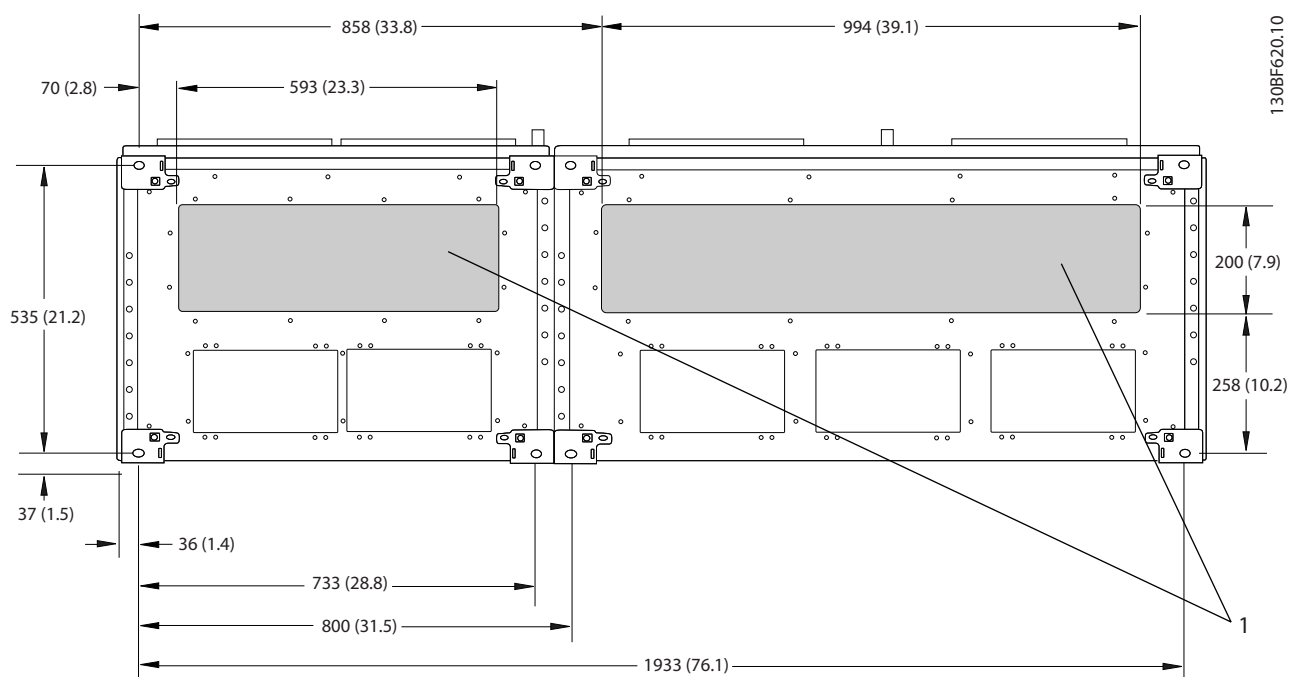
8.11 Yttre mått och plintmått för F12

8.11.1 Yttre mått för F12



8

Bild 8.80 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för F12



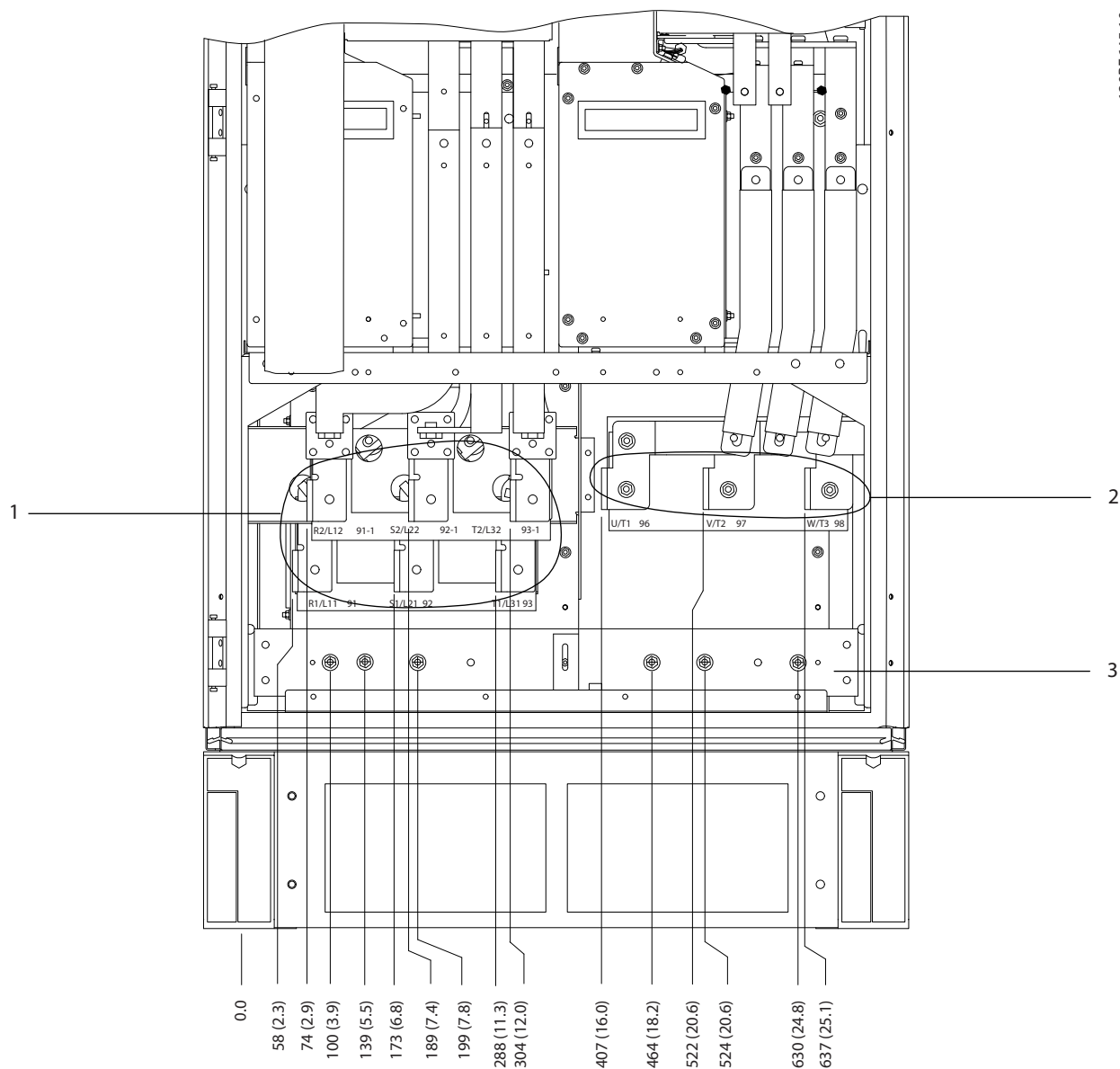
8

1	Nätsida	2	Motorsida
---	---------	---	-----------

Bild 8.81 Kabelförskruvningsplätens mått för F12

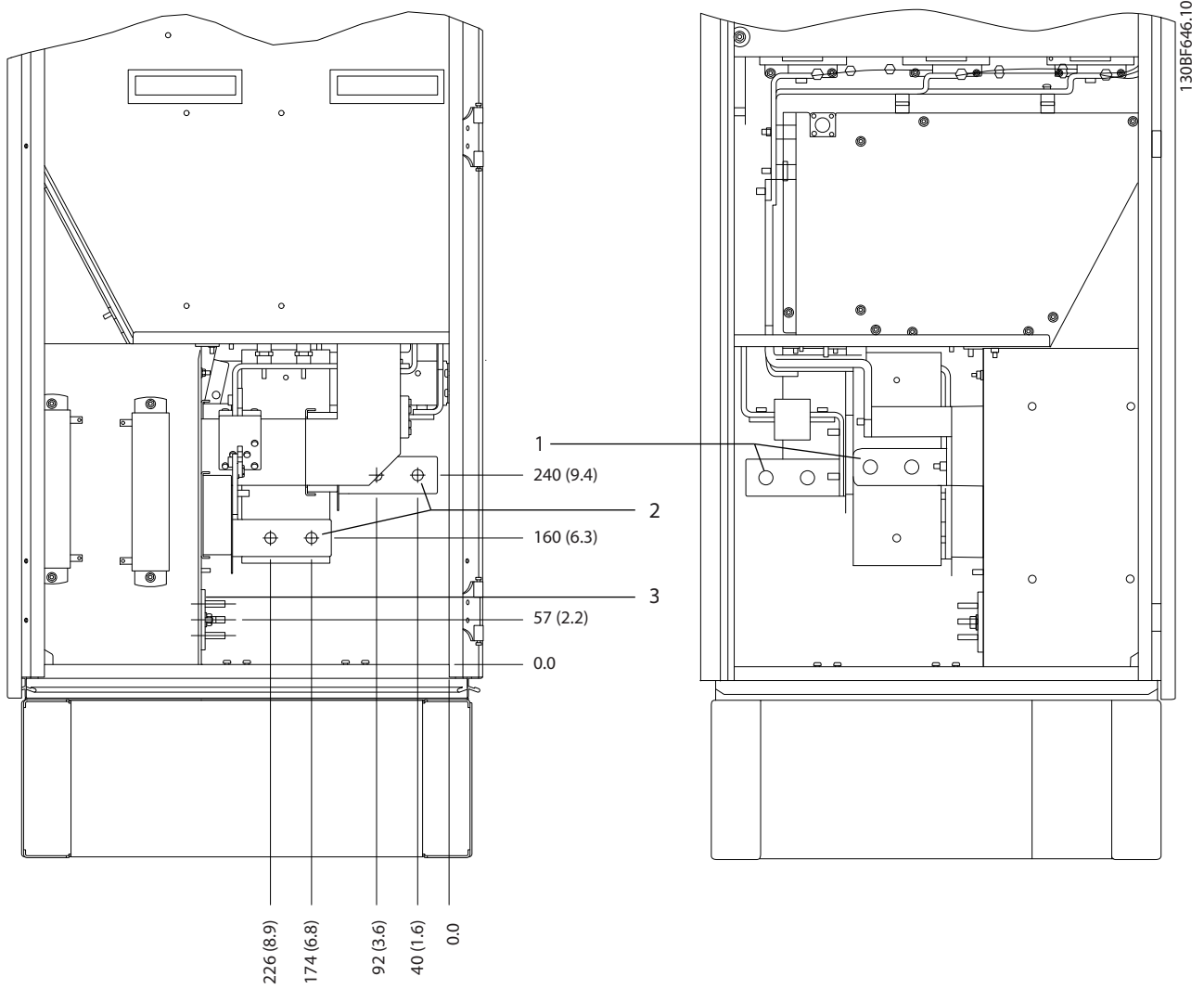
### 8.11.2 Plintmått för F12

Kraftkablarna är tunga och svåra att böja. Beakta optimal placering av frekvensomriktaren för att göra det enkelt att ansluta kablarna. Varje plint kan använda upp till fyra kablar med kabelskor eller en standardkabelfläns. Jorden ansluts till en relevant termineringspunkt på frekvensomriktaren.



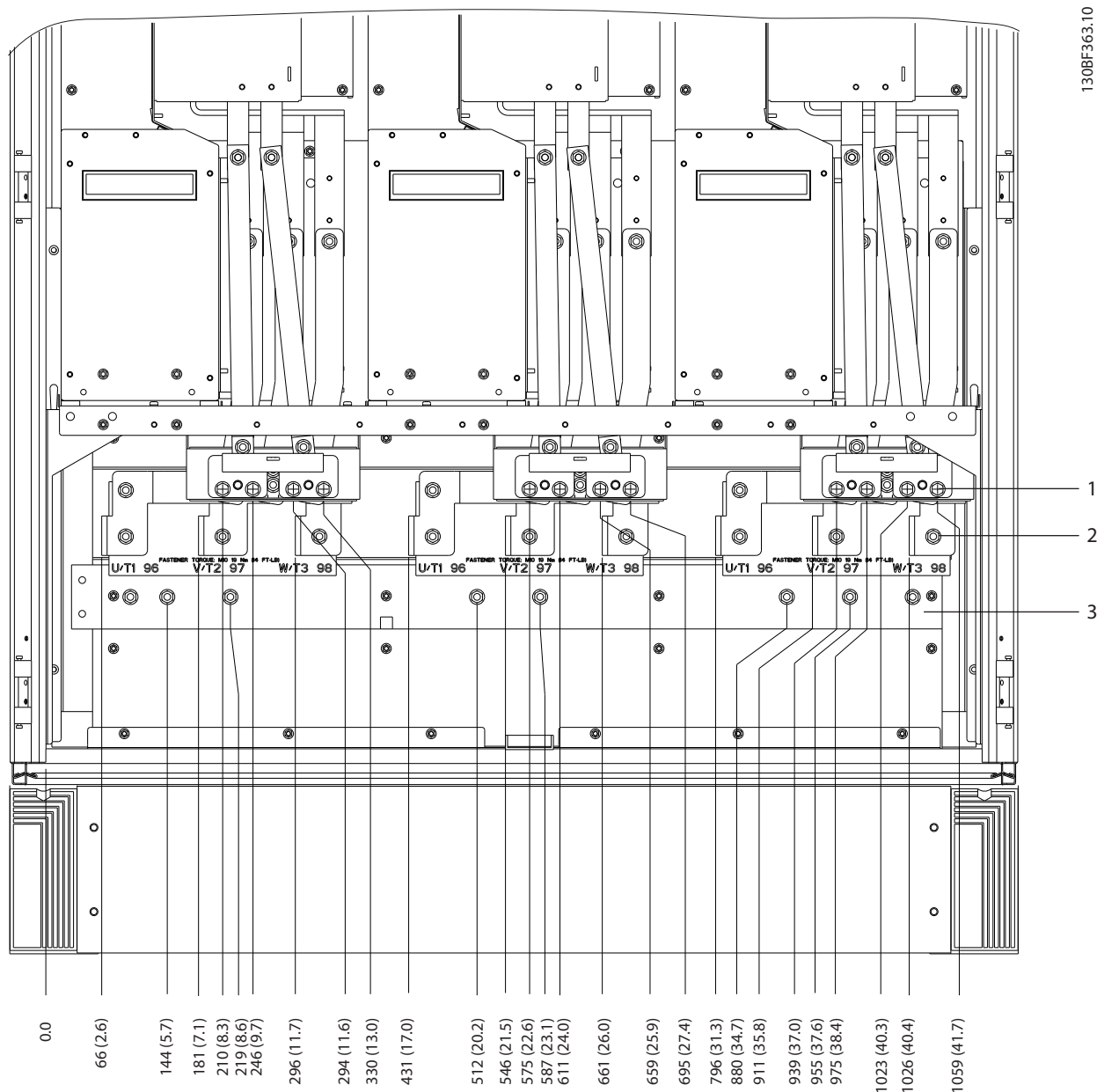
1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

Bild 8.82 Plintmått för likriktarskåp F10–F13, framifrån



1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

Bild 8.83 Plintmått för likriktarskåp F10–F13, från sidan

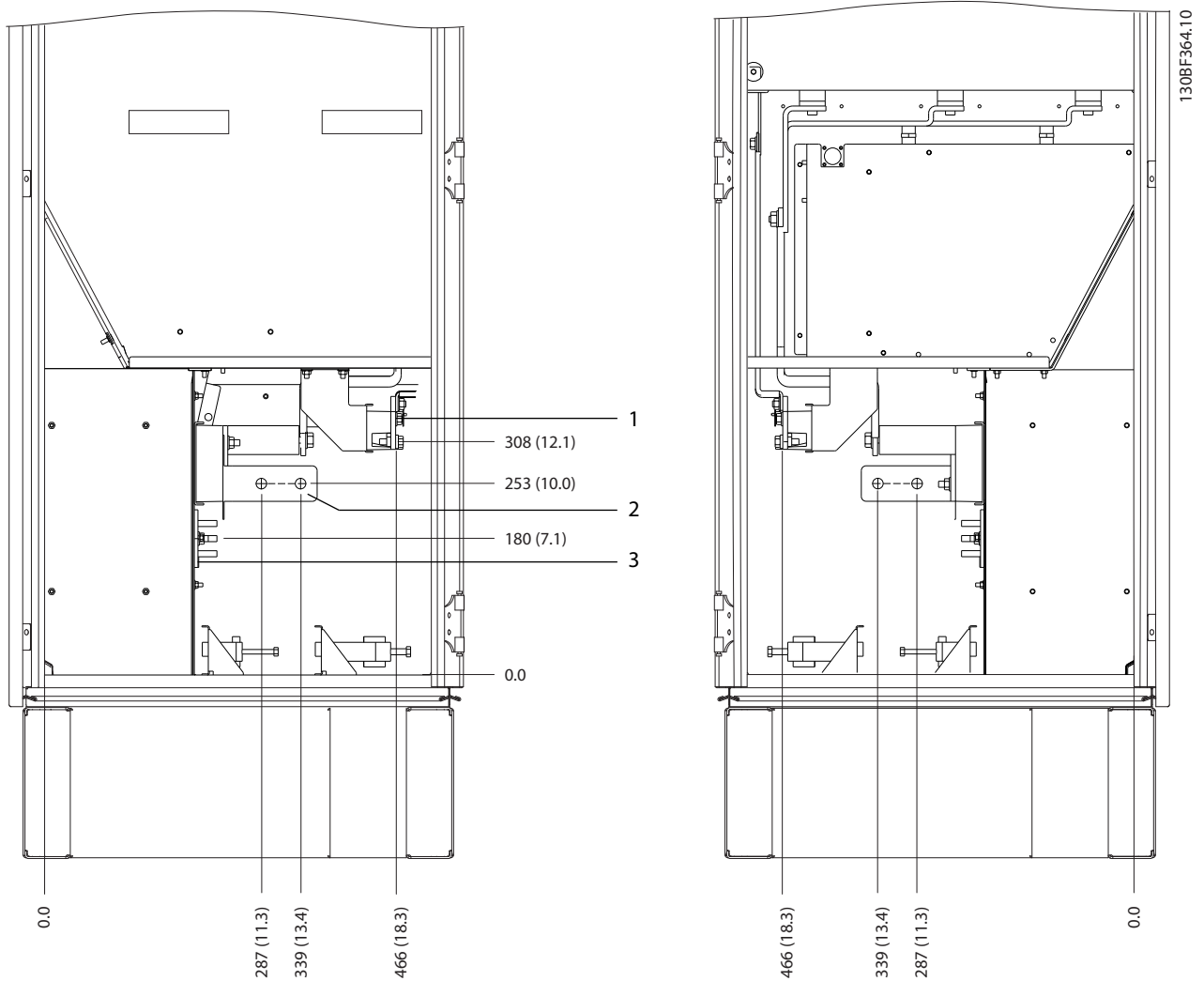


8

1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	-	-

Bild 8.84 Plintmått för växelriktarskåp F12-F13, framifrån

8



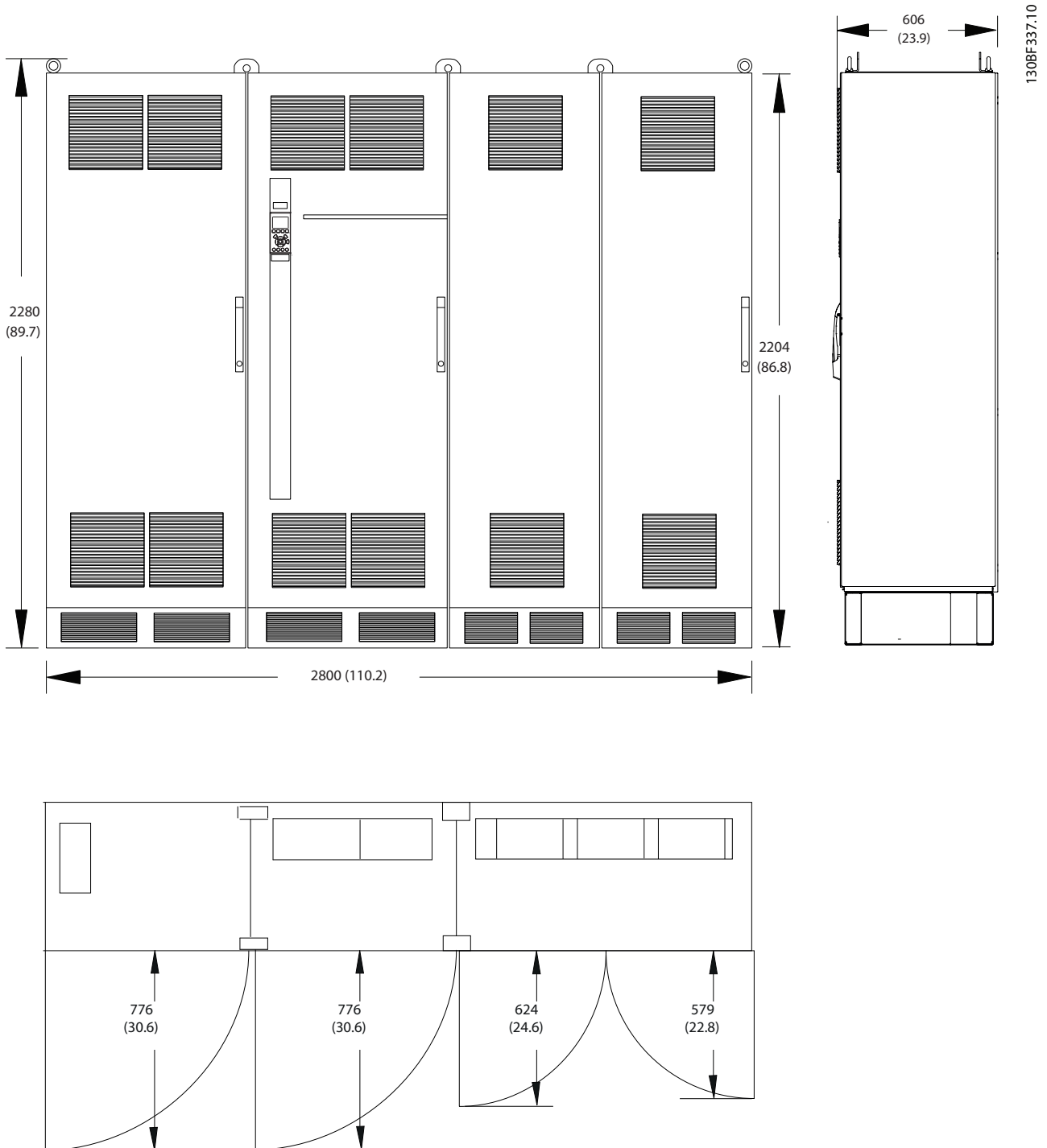
1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	-	-

Bild 8.85 Plintmått för växelriktarskåp F12-F13, från sidan



8.12 Yttre mått och plintmått för F13

8.12.1 Yttre mått för F13



8

Bild 8.86 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för F13

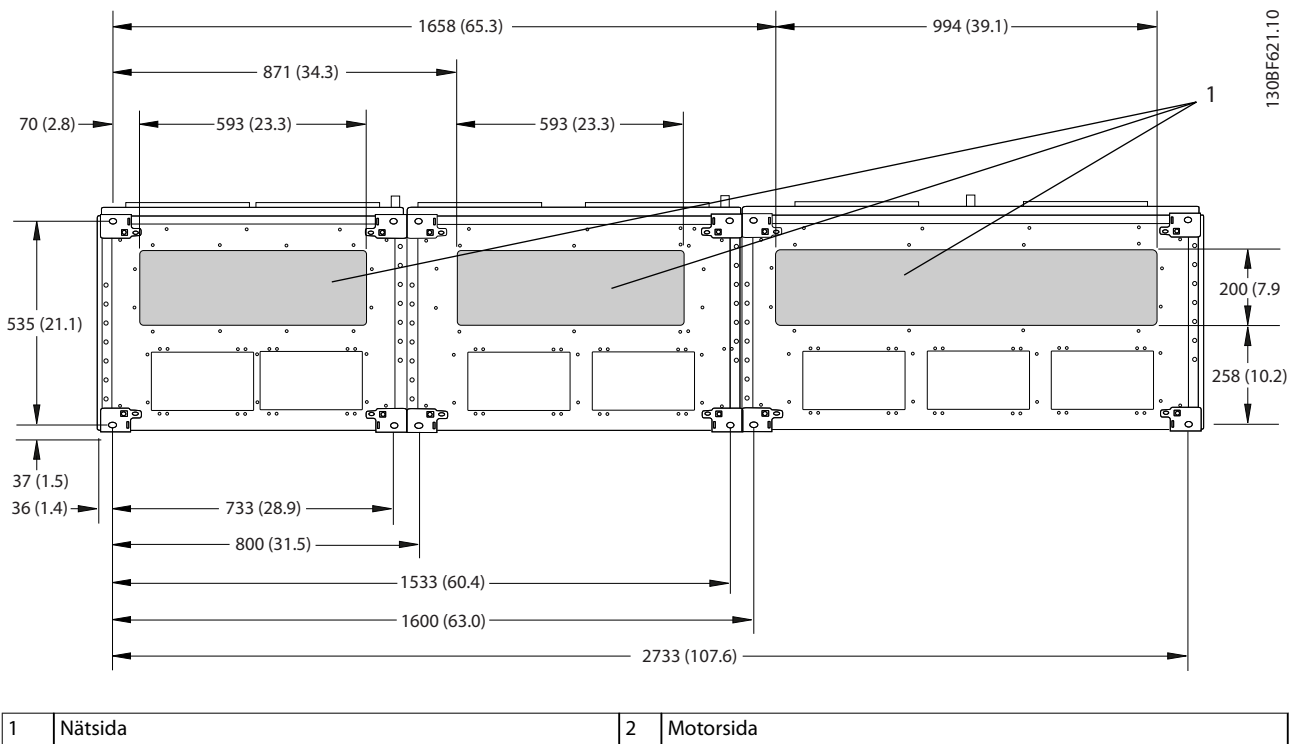
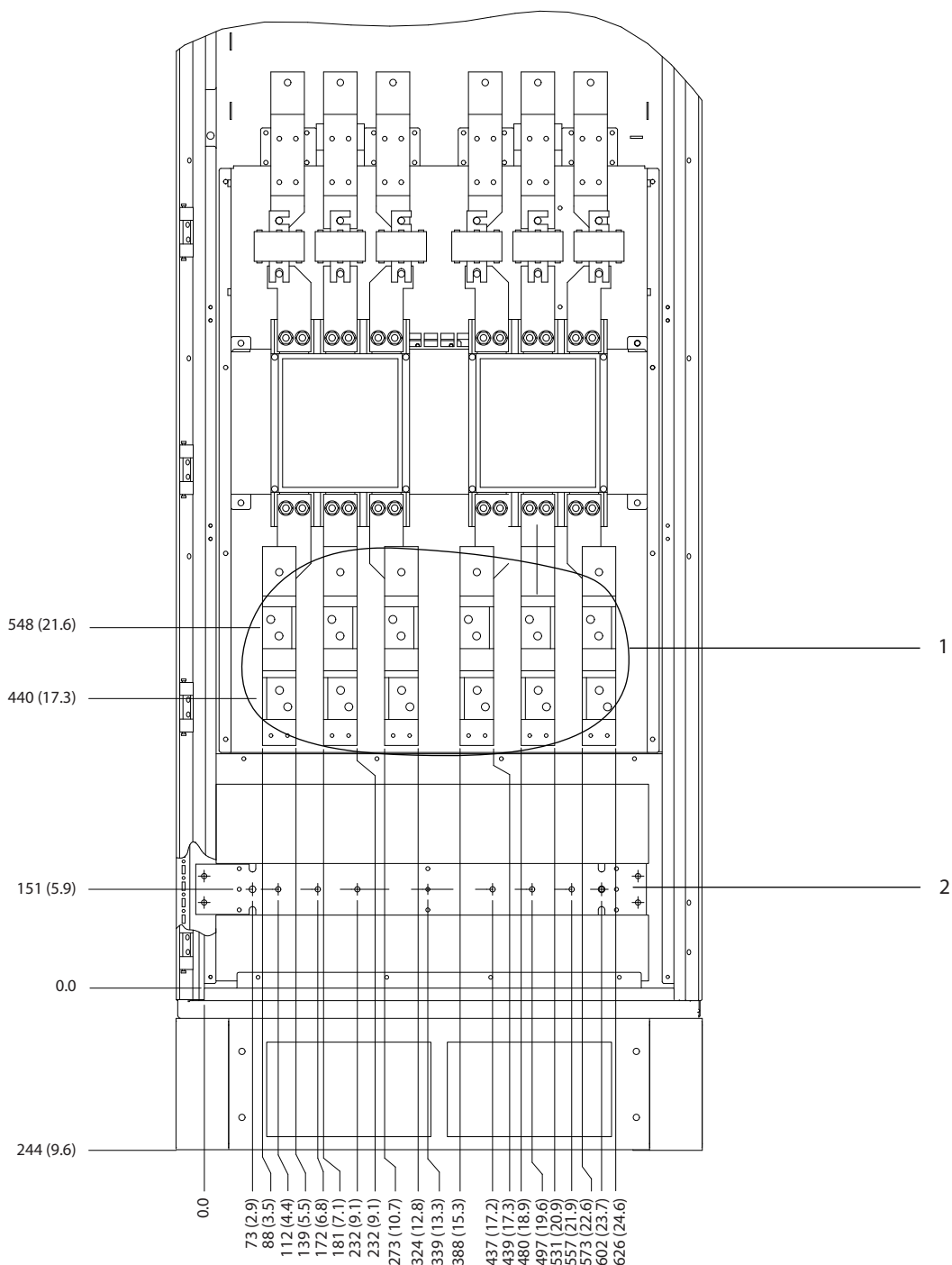


Bild 8.87 Kabelförskruvningsplätens mått för F13

### 8.12.2 Plintmått för F13

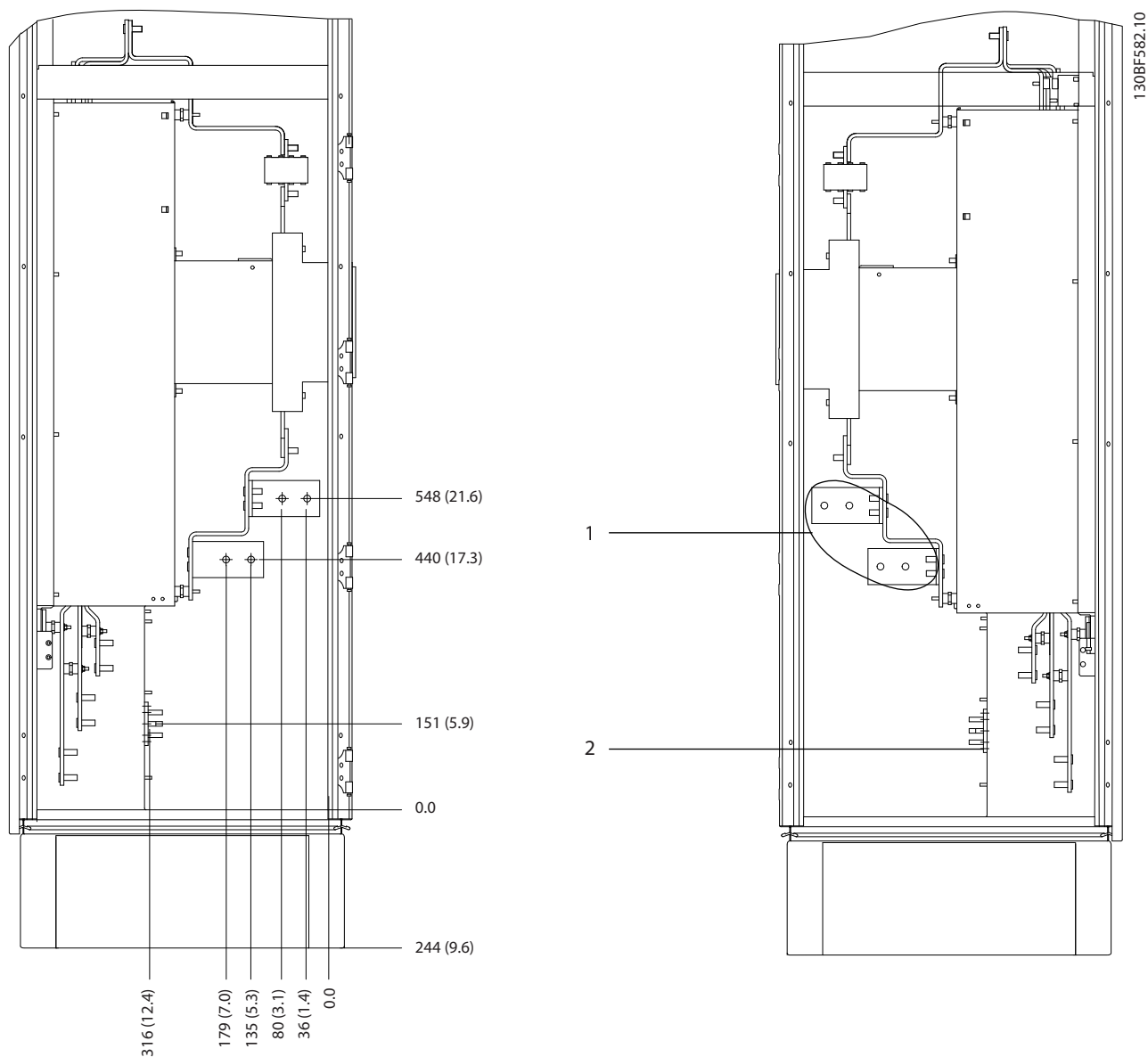
Kraftkablarna är tunga och svåra att böja. Beakta optimal placering av frekvensomriktaren för att göra det enkelt att ansluta kablarna. Varje plint kan använda upp till fyra kablar med kabelskor eller en standardkabelfläns. Jorden ansluts till en relevant termineringspunkt på frekvensomriktaren.



1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

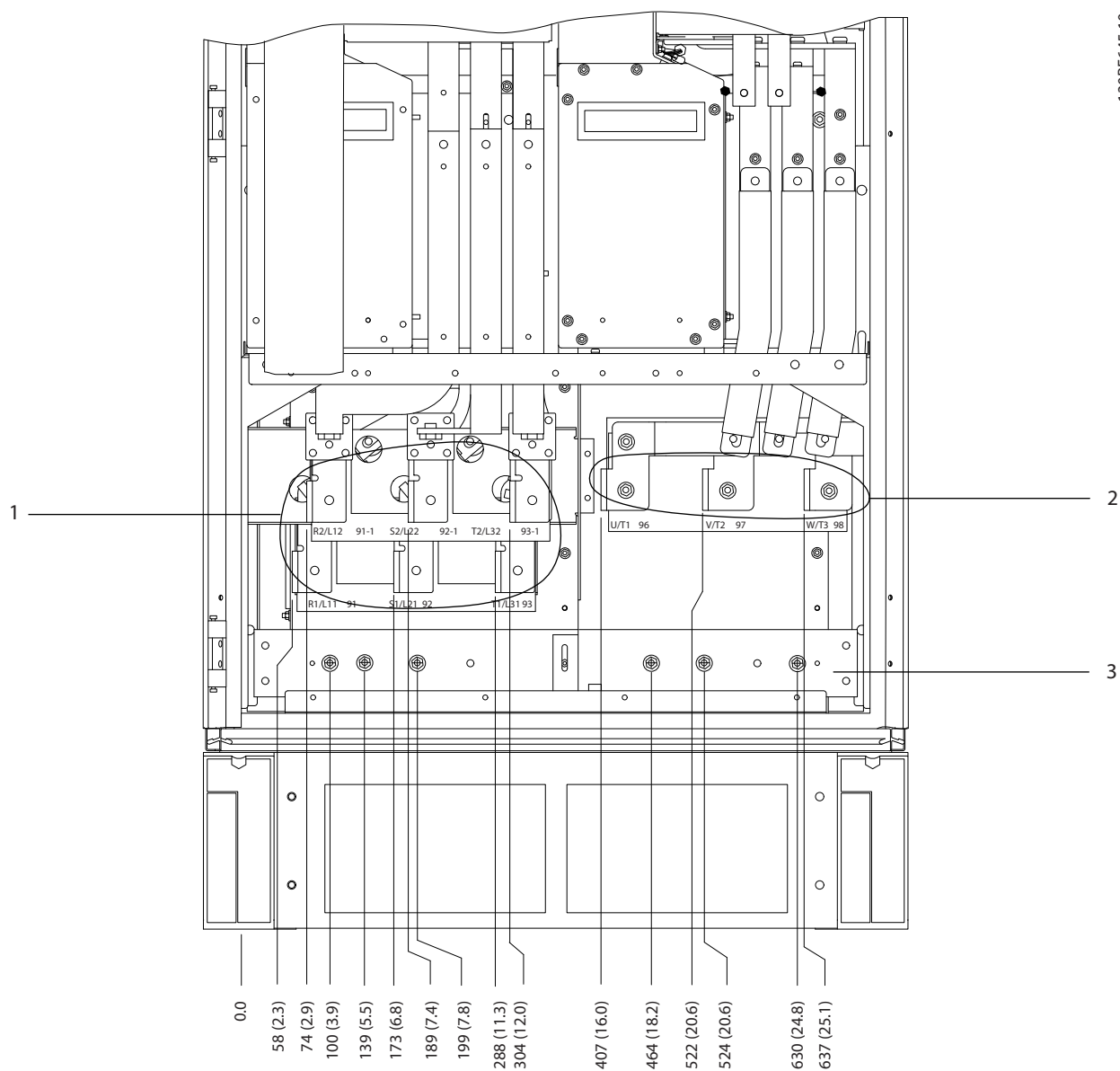
Bild 8.88 Plintmått för tillvalsskåp F11/F13, framifrån

8



1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

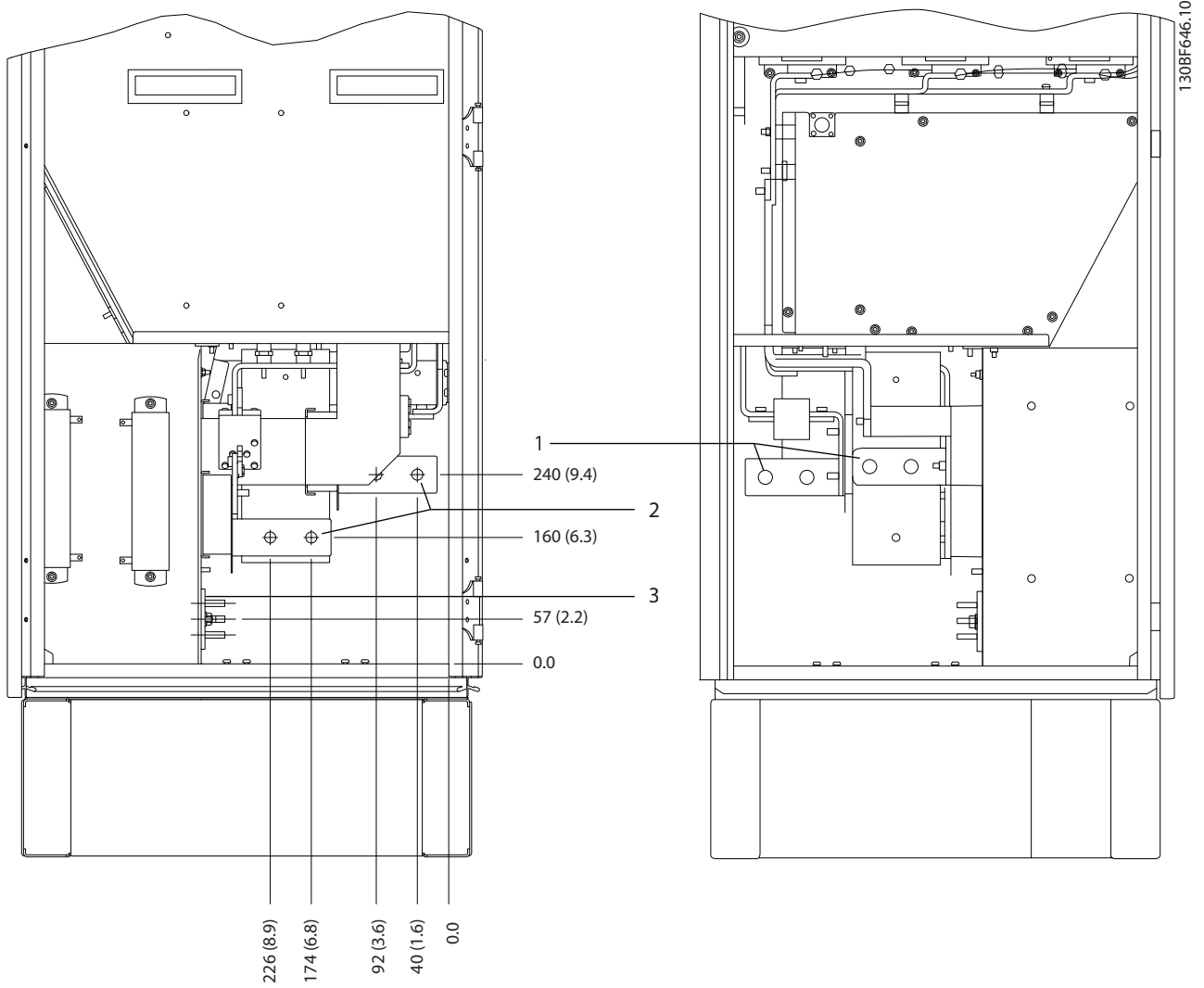
Bild 8.89 Plintmått för tillvalsskåp F11/F13, från sidan



8

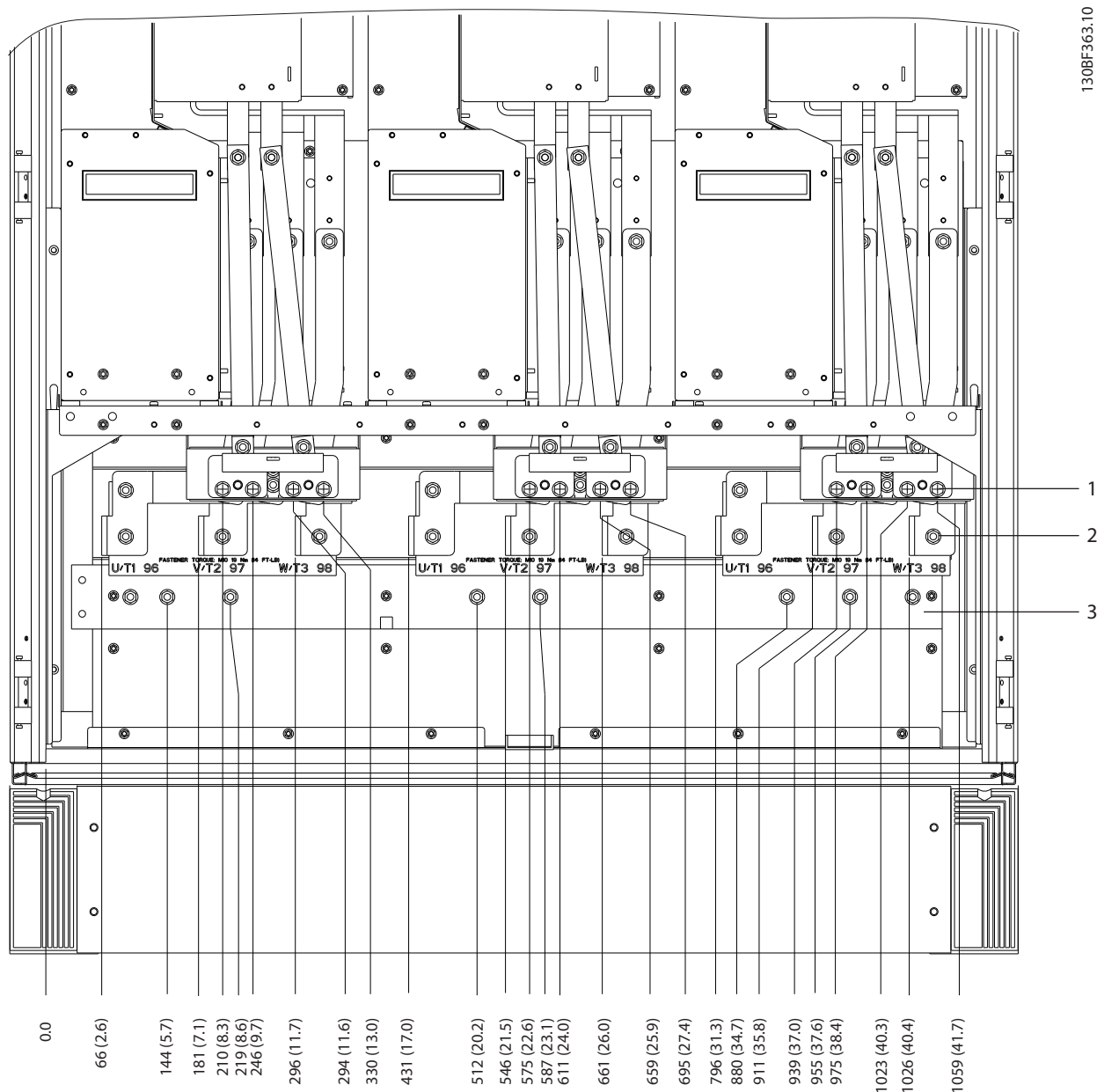
1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

Bild 8.90 Plintmått för likriktarskåp F10-F13, framifrån



1	Nätplintar	2	Jordskena
---	------------	---	-----------

Bild 8.91 Plintmått för likriktarskåp F10–F13, från sidan

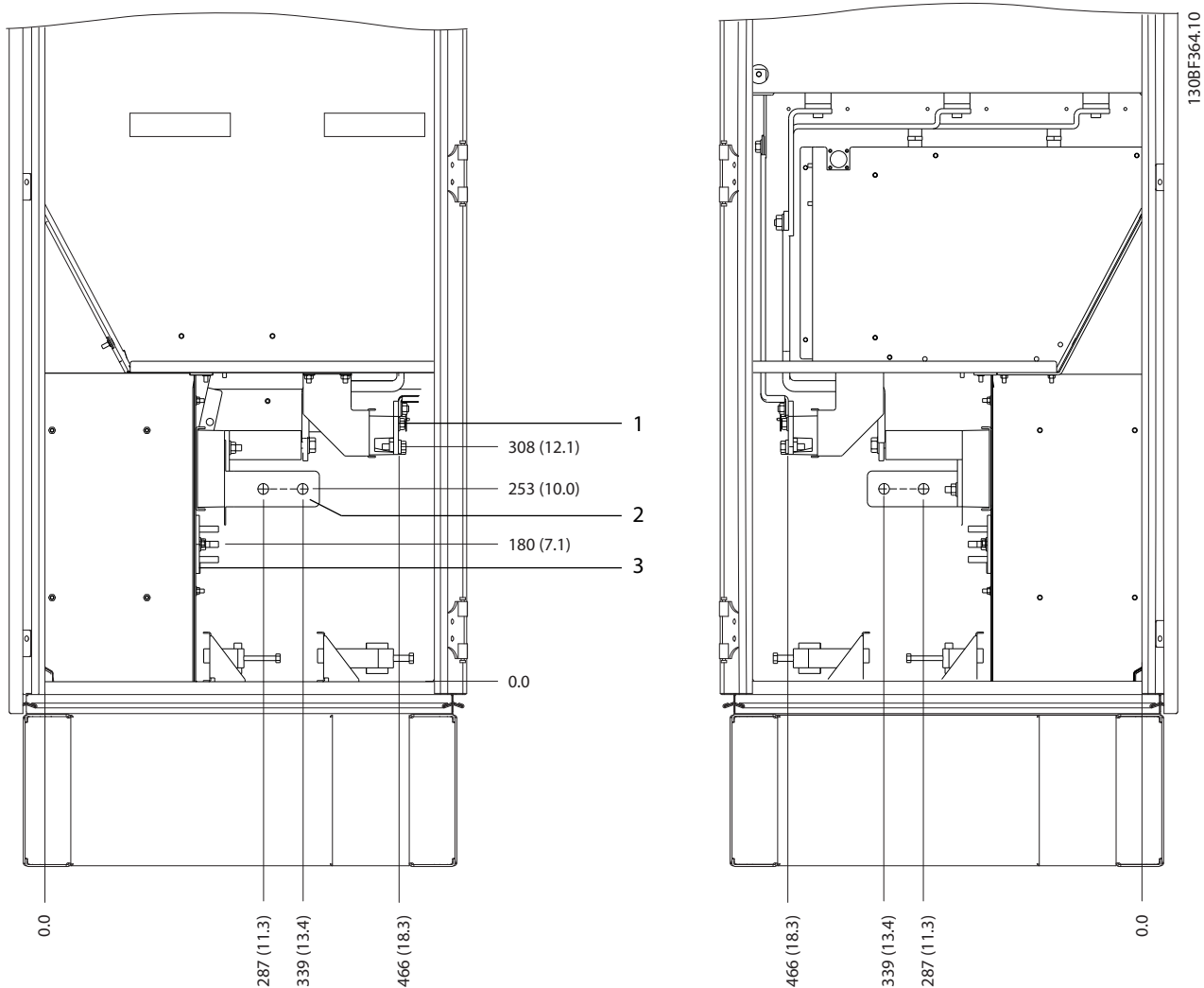


8

1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	-	-

Bild 8.92 Plintmått för växelriktarskåp F12-F13, framifrån

8



1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	-	-

Bild 8.93 Plintmått för växelriktarskåp F12-F13, från sidan



## 9 Överväganden vid mekanisk installation

### 9.1 Lagring

Förvara frekvensomriktaren på en torr plats. Låt utrustningen förvaras i sin obrutna förpackning fram till installationen. Mer information om rekommenderad omgivningstemperatur finns i *kapitel 7.5.1 Omgivande miljöförhållanden*.

Periodisk formering (kondensatorladdning) är inte nödvändigt under förvaring, såvida förvaringen inte överskrider 12 månader.

### 9.2 Lyfta enheten

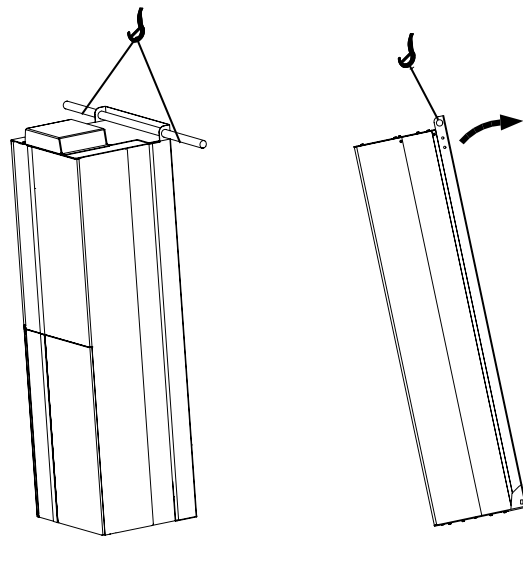
Lyft alltid frekvensomriktaren i de avsedda lyftöglorna. Använd en stång så att lyftöglorna inte böjs.

#### **⚠ VARNING**

#### **RISK FÖR SKADOR ELLER DÖDSFALL**

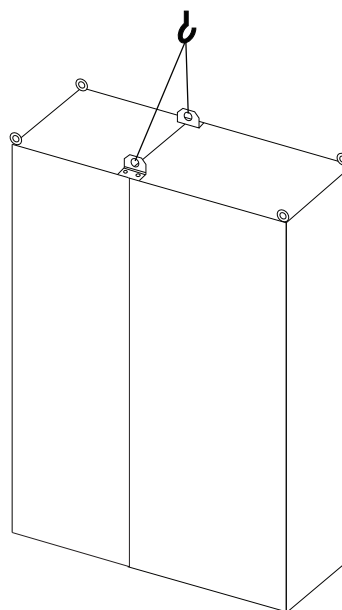
Följ alla lokala säkerhetsföreskrifter vid lyft av tunga vikter. Om rekommendationerna och de lokala säkerhetsföreskrifterna inte efterföljs kan det leda till dödsfall eller allvarliga skador.

- Kontrollera att lyftutrustningen är i gott skick.
- Information om hur mycket de olika kapslingsstorlekarna väger finns i *kapitel 4 Produktöversikt*.
- Maximal diameter för stången: 20 mm (0,8 in).
- Vinkeln från frekvensomriktarens ovansidan till lyftkabeln: Minst 60°.



130BF990.10

Bild 9.1 Rekommenderad lyftmetod för kapsling E1-E2



130BF991.10

Bild 9.2 Rekommenderad lyftmetod för kapsling F1/F2/F9/F10

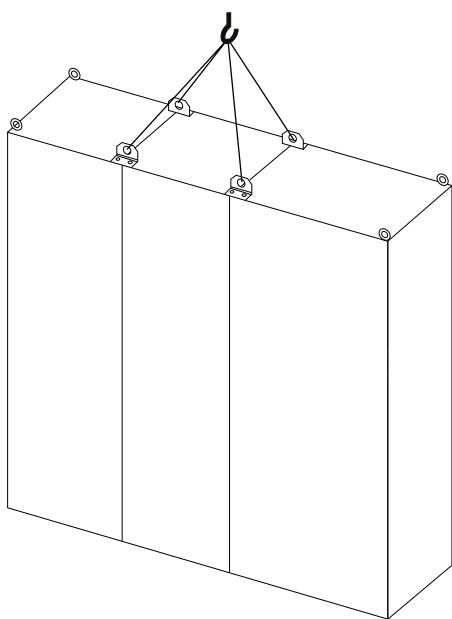


Bild 9.3 Rekommenderad lyftmetod för kapsling F3/F4/F11/F12/F13

9

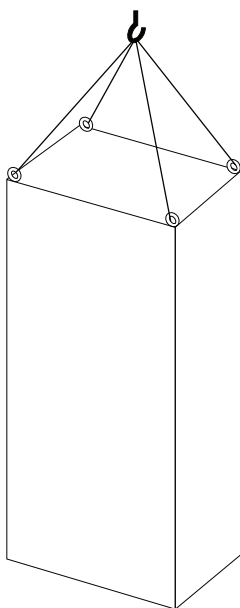


Bild 9.4 Rekommenderad lyftmetod för kapsling F8

130BF992.10

### 9.3 Driftmiljö

I miljöer med fukt, luftburna partiklar eller korrosiva gaser måste du kontrollera att utrustningens IP-klass/märkdata överensstämmer med installationsmiljön. Specifikationer för omgivande miljöförhållanden finns i *kapitel 7.5 Omgivande miljöförhållanden*.

#### **OBS!**

#### KONDENSATION

Fukten kan kondensera på de elektroniska komponenterna och orsaka kortslutningar. Undvik installation på platser där det förekommer frost. Installera en rumsvärmare (tillval) när frekvensomriktaren är kallare än den omgivande luften. Drift i standby-läge minskar risken för kondensation så länge som effektavgivningen håller kretssystemet fritt från frukt.

#### **OBS!**

#### EXTREMA OMGIVANDE MILJÖFÖRHÅLLANDEN

Värme eller kyla påverkar enhetens prestanda och livslängd.

- Använd inte i miljöer där omgivningstemperaturen överstiger 55 °C (131 °F).
- Frekvensomriktaren kan användas i temperaturer ned till -10 °C (14 °F). Korrekt drift vid nominell belastning garanteras dock endast vid 0 °C (32 °F) eller högre.
- Extra luftkonditionering av apparatskåpet eller installationsplatsen krävs om gränsen för omgivningstemperatur överskrids.

130BF993.10

#### 9.3.1 Gaser

Aggressiva gaser, som svavelväte, klorin eller ammoniak, kan skada de elektriska och mekaniska komponenterna. Enheten använder kretskort med godkänd ytbeläggning för att minska de aggressiva gasernas inverkan. Klassificerings-specifikationer för godkända ytbeläggningar finns i *kapitel 7.5 Omgivande miljöförhållanden*.

#### 9.3.2 Damm

lakta följande om frekvensomriktaren installeras i dammiga miljöer:

##### Periodiskt underhåll

När damm samlas på elektroniska komponenter fungerar det som ett isolerande lager. Lagret minskar komponenternas kylningsförmåga, och komponenterna blir varmare. Den förhöjda temperaturen förkortar de elektroniska komponenternas livslängd.

Håll kylplattan och fläktarna fria från damm. Mer information om service och underhåll finns i *handboken*.

### Kylfläktar

Fläktarna skapar ett luftflöde för att kyla ned frekvensomriktaren. När fläktarna utsätts för dammiga miljöer kan dammet skada fläktlagren och orsaka förtida fläkthaveri. Damm kan även samlas på fläktbladen och orsaka obalans, vilket hindrar fläktarna från att kyla enheten ordentligt.

### 9.3.3 Potentiellt explosiva atmosfärer

## ⚠ VARNING

### EXPLOSIV ATMOSFÄR

Installera inte frekvensomriktaren i en potentiellt explosiv atmosfär. Installera enhet i ett apparatskåp utanför området. Om denna rekommendation inte följs ökar risken för dödsfall eller allvarliga personskador.

System som används i potentiellt explosiva atmosfärer måste uppfylla särskilda krav. EU-direktivet 94/9/EG (ATEX 95) klassificerar driften av elektroniska enheter i potentiellt explosiva atmosfärer.

- Klass d innebär att om en gnista uppstår innesluts den i ett skyddat område.
- Klass e förhindrar att en gnista uppstår.

#### Motorer med skydd i klass d

Kräver inget godkännande. Särskilda ledningar och särskild inneslutning krävs.

#### Motorer med skydd i klass e

I kombination med en ATEX-godkänd PTC-övervakningsenhet som VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 behöver installationen inte något separat godkännande från en auktoriserad organisation.

#### Motorer med skydd i klass d/e

Själva motorn har antändningsskyddsklass e, medan motorns kabeldragning och anslutningsområdet uppfyller d-klassificeringen. Dämpa den höga toppspänningen genom att använda ett sinusvågfilter vid frekvensomriktarens utgång.

#### Använd följande när en frekvensomriktare används i en potentiellt explosiv atmosfär:

- motorer med antändningsskyddsklass d eller e
- PTC-temperaturgivare för att övervaka motortemperaturen
- korta motorkablar
- utgångsfilter för sinusvåg när skärmade motorkablar inte används.

## OBS!

### ÖVERVAKNING AV MOTORNS TERMISTORGIVARE

Frekvensomriktare med tillvalet VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 är PTB-certifierade för potentiellt explosiva atmosfärer.

### 9.4 Monteringskonfigurationer

I *Tabell 9.1* anges tillgängliga monteringskonfigurationer för respektive kapsling. Installationsanvisningar för specifik panel-/väggmontering eller piedestalconfiguration finns i *handboken*. Se även *kapitel 8 Yttre mått och plintmått*.

## OBS!

Felaktig montering kan orsaka överhettning och reducerade prestanda.

Kapsling	Panel-/väggmontering	Piedestalconfiguration (fristående)
E1	–	X
E2	X	–
F1	–	X
F2	–	X
F3	–	X
F4	–	X
F8	–	X
F9	–	X
F10	–	X
F11	–	X
F12	–	X
F13	–	X

Tabell 9.1 Monteringskonfigurationer

#### Monteringsöverväganden:<sup>1)</sup>

- Placera enheten så nära motorn som möjligt. Maximal motorkabellängd anges i *kapitel 7.6 Kabelspecifikationer*.
- Montera enheten på plant underlag för att säkerställa att den står stabilt.
- Kontrollera att monteringsplatsen kan bära enhetens vikt.
- Kontrollera att det finns tillräckligt med utrymme runt enheten för korrekt kylning. Mer information finns i *kapitel 9.5 Kylning*.
- Säkerställ att luckan kan öppnas.
- Säkerställ att kabeln kan föras in nedifrån.

1) Kontakta fabriken vid icke-klassisk installation.

## 9.5 Kylning

### **OBS!**

Felaktig montering kan orsaka överhettning och reducerade prestanda. Korrekt montering anges i *kapitel 8 Yttre mått och plintmått*.

- Se till att kylningsavståndet är tillräckligt stort både ovanför och under enheten. Avståndskrav: 225 mm (9 in).
- Skapa ett tillräckligt stort luftflöde. Se *Tabell 9.2*.
- Överväg nedstämpling för temperaturer mellan 45 °C (113 °F) och 50 °C (122 °F) och höjder på 1 000 m (3 300 ft) över havsytan. Mer information om nedstämpling finns i *kapitel 9.6 Nedstämpling*.

Frekvensomriktaren använder ett kylningskoncept med bakkanaler som tar bort kylplattans kylflukt. Kylplattans kylflukt leder bort ungefär 90 % av värmen via frekvensomriktarens bakkanaler. Led bort bakkanalens luft från panelen eller rummet med hjälp av:

- **Kanalkylning**  
Det finns satser för kylning med bakkanaler som kan leda bort kylplattans kylflukt från panelen när IP20-/chassifrekvensomriktare är installerade i Rittal-kapslingar. Om satserna används minskas värmen i apparatskåpet och mindre dörrfläktar kan specificeras.
- **Bakre kylning**  
Genom att installera kåpor över och under enheten kan bakkanalens kylflukt ledas ut ur rummet.

### **OBS!**

Det måste finnas en dörrfläkt på kapslingen för att ventileras bort värmeförluster som inte tas om hand i frekvensomriktarens bakplan och de förluster som skapas från andra komponenter som är installerade inuti kapslingen. Det totala luftflödet måste beräknas så att lämplig fläkt kan väljas. En del kapslingstillverkare erbjuder programvara för att göra luftflödesberäkningen.

Säkerställ tillräckligt luftflöde över kylplattan.

Kapsling	Modeller		Dörrfläkt/övre fläkt [m <sup>3</sup> /h (cfm)]	Kylplattefläkt [m <sup>3</sup> /h (cfm)]
	380–480 V	525–690 V		
E1	–	P450–P500	340 (200)	1105 (650)
E2			255 (150)	1105 (650)
E1	P355–P450	P560–P630	340 (200)	1445 (850)
E2			255 (150)	1445 (850)

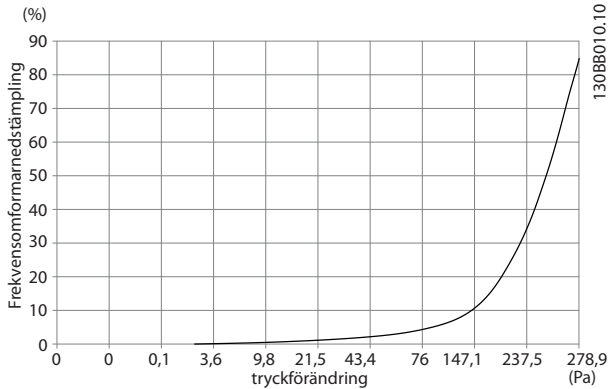
Tabell 9.2 Luftflöde för E1–E2

Kapsling	Skyddstyp	Dörrfläkt/övre fläkt [m <sup>3</sup> /h (cfm)]	Kylplattefläkt [m <sup>3</sup> /h (cfm)]
F1–F4	IP21/typ 1	700 (412)	985 (580)
	IP54/typ 12	525 (309)	985 (580)
F8–F13	IP21/typ 1	700 (412)	985 (580)
	IP54/typ 12	525 (309)	985 (580)

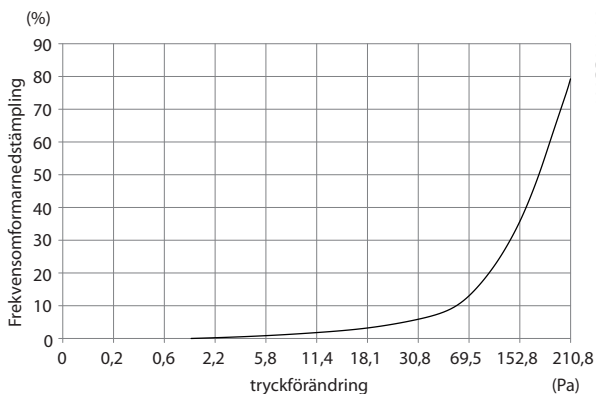
Tabell 9.3 Luftflöden för F1–F4 och F8–F13

### 9.5.1 Externa kanaler och extern nedstämpling

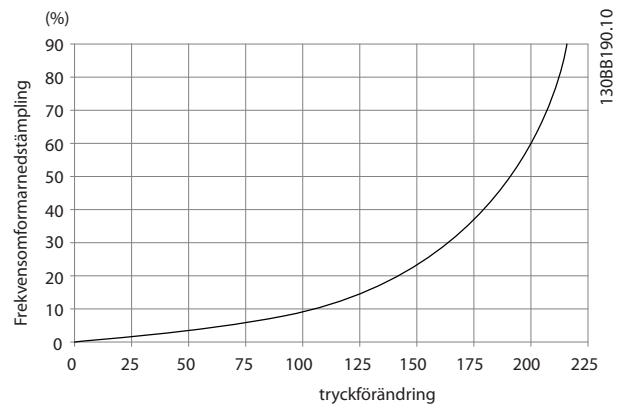
Om ytterligare luftkanaler ansluts till Rittal-apparatskåpet måste tryckfallet i kanalsystemet beräknas med hjälp av Bild 9.5–Bild 9.7.



**Bild 9.5 Nedstämpling kontra tryckförändringar för kapsling E1-E2, 380-480 V modell: P315 och 525-690 V modell: P450-P500. Luftflöde: 650 cfm (1 105 m<sup>3</sup>/h)**



**Bild 9.6 Nedstämpling kontra tryckförändringar för kapsling E1-E2, 380-480 V modell: P355-P450 och 525-690 V, modell: P560-P630. Luftflöde: 850 cfm (1 445 m<sup>3</sup>/h)**



**Bild 9.7 Nedstämpling kontra tryckförändringar för kapsling F1-F4. Luftflöde: 580 cfm (985 m<sup>3</sup>/h)**

### 9.6 Nedstämpling

Nedstämpling är en metod som används för att reducera utströmmen för att undvika att frekvensomriktaren trippar vid höga temperaturer i kapslingen. Om vissa extrema driftförhållanden är att vänta, kan en frekvensomriktare med högre effekt väljas för att eliminera behovet av nedstämpling. Detta kallas för manuell nedstämpling. Annars stämplar frekvensomriktaren automatiskt ned utströmmen för att eliminera överskottsvärmen som genereras av extrema förhållanden.

#### Manuell nedstämpling

Danfoss rekommenderar att du väljer en frekvensomriktare som är en effektstorlek större (till exempel P710 istället för P630) när följande förhållanden föreligger:

- låg hastighet – kontinuerlig drift vid låga varvtal i tillämpningar med konstant moment
- lågt lufttryck – drift på högre höjder än 1 000 m (3 281 ft) över havet
- hög omgivningstemperatur – drift vid omgivningstemperaturer på 10 °C (50 °F)
- hög switchfrekvens
- långa motorkablar
- kablar med stor ledarearea.

#### Automatisk nedstämpling

Frekvensomriktaren ändrar automatisk switchfrekvens eller switchmönster (PWM till SFAVM) för att minska överskottsvärmen i kapslingen om följande driftförhållanden råder:

- hög temperatur på styrkortet eller kylplattan
- hög motorbelastning eller lågt motorvarvtal
- hög DC-busspänning.

#### **OBS!**

Automatisk nedstämpling ser annorlunda ut när parameter 14-55 Output Filter är inställd på [2] Sinusvåg-filter fast.

### 9.6.1 Nedstämpling för drift vid lågt varvtal

När en motor är ansluten till en frekvensomriktare måste du kontrollera att motorkylningen är tillräcklig. Vilken nivå av kylning som krävs beror på följande:

- motorns belastning
- driftvarvtal
- driftens varaktighet

#### Tillämpningar med konstant moment

Problem kan uppstå vid låga varvtalsvärden i tillämpningar med konstant moment. I en tillämpning med konstant moment kan en motor överhettas vid låga varvtal eftersom fläkten inuti motorn genererar mindre kylflöde.

Om motorn körs kontinuerligt vid ett varvtal som är lägre än halva det nominella värdet, måste motorn förses med extra luftkylning. Om extra luftkylning inte kan tillhandahållas kan en motor konstruerad för tillämpningar med lågt varvtal/konstant moment användas istället.

#### Tillämpningar med variabelt (kvadratisk) moment

I tillämpningar med variabelt moment där momentet är proportionellt mot kvadraten på varvtalet och effekten är proportionell mot kvadraten på varvtalet behövs ingen extra kylning eller nedstämpling av motorn. Centrifugalpumpar och fläktar är typiska tillämpningar med variabelt moment.

### 9.6.2 Nedstämpling för höga höjder

Om lufttrycket minskar avtar också luftens kylningskapacitet. Nedstämpling behövs inte på höjder på max. 1 000 m (3 281 ft). På höjder över 1 000 m (3 281 ft) ska omgivningstemperaturen ( $T_{AMB}$ ) eller den maximala utströmmen ( $I_{MAX}$ ) stämplas ned. Mer information finns i Bild 9.8.

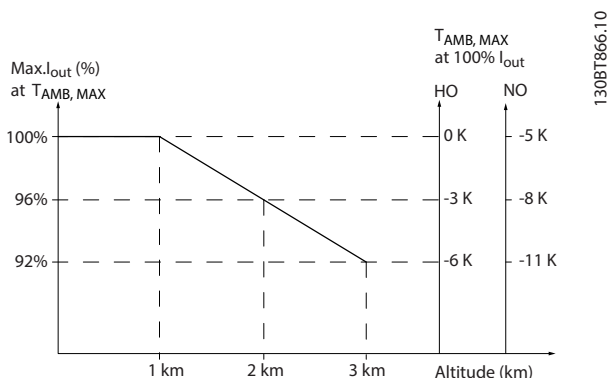


Bild 9.8 Nedstämpling av utström i förhållande till höjd vid  $T_{AMB, MAX}$

Bild 9.8 visar att vid 41,7 °C (107 °F) är 100 % av den nominella utströmmen tillgänglig. Vid 45 °C (113 °F) ( $T_{AMB, MAX}-3$  K) är 91 % av den nominella utströmmen tillgänglig.

### 9.6.3 Nedstämpling för omgivningstemperaturer

Diagrammen visas individuellt för 60° AVM och SFAVM. 60° AVM växlar endast 2/3 av tiden, medan SFAVM växlar under hela perioden. Den maximala switchfrekvensen är 16 kHz för 60° AVM och 10 kHz för SFAVM. Diskreta switchfrekvenser visas i *Tabell 9.4* och *Tabell 9.5*.

Modell	Switch-mönster	Hög överbelastning HO, 150 %	Normal överbelastning NO, 110 %
P355 till P1M0 380–480 V	60 AVM	<p>130BX477.11</p>	<p>130BX478.12</p>
	SFAVM	<p>130BX479.11</p>	<p>130BX480.11</p>



Tabell 9.4 Tabeller för nedstämpling för omgivningstemperaturer för kapsling E1–E2, F1–F4 och F8–F13, 380–480 V

Modell	Switch-mönster	Hög överbelastning HO, 150 %	Normal överbelastning NO, 110 %
P450 till P1M4 525–690 V	60 AVM	<p>130BX489.11</p>	<p>130BX490.11</p>
	SFAVM	<p>130BX491.11</p>	<p>130BX492.11</p>

Tabell 9.5 Tabeller för nedstämpling för omgivningstemperaturer för kapsling E1–E2, F1–F4 och F8–F13, 525–690 V

## 10 Överväganden vid elektrisk installation

### 10.1 Säkerhetsinstruktioner

Allmänna säkerhetsinstruktioner finns i *kapitel 2 Säkerhet*.

#### **⚠ VARNING**

##### INDUCERAD SPÄNNING

Inducerad spänning från olika frekvensomriktares utgående motorkablar som är dragna tillsammans kan ladda upp utrustningens kondensatorer, även om utrustningen är avstängd eller låst. Om du inte använder skärmade kablar eller drar motorkablarna separat, kan det leda till dödsfall eller allvarliga personskador.

- Dra utgående motorkablar separat, eller använd skärmade kablar.
- Lås alla frekvensomriktare samtidigt.

#### **⚠ VARNING**

##### RISK FÖR STÖT

Frekvensomriktaren kan ge upphov till likström i jordledaren, vilket kan leda till dödsfall eller allvarliga personskador.

- Om en jordfelsbrytare (RCD) används för skydd mot elstötar måste den vara av typ B på försörjningssidan.

Underlåtenhet att följa rekommendationen innebär att jordfelsbrytaren inte ger avsett skydd.

##### Överströmsskydd

- Ytterligare skyddsutrustning, såsom kortslutningskydd eller termiskt motorskydd mellan frekvensomriktaren och motorn, krävs för tillämpningar med flera motorer.
- Ingångssäkringar krävs för att få kortslutnings- och överströmsskydd. Om säkringarna inte fabriksmonteras måste de tillhandahållas av installatören. Information om maximala säkringsklassificeringar finns i *kapitel 10.5 Säkringar och maximalbrytare*.

##### Ledningstyper och klassificeringar

- Alla kablar måste uppfylla nationella och lokala krav på ledareor och omgivningstemperaturer.
- Rekommenderad ledning för nätanslutning: Kopparledning märkt för minst 75 °C (167 °F).

Rekommendationer gällande ledningsstorlekar och -typer finns i *kapitel 7.6 Kabelspecifikationer*.

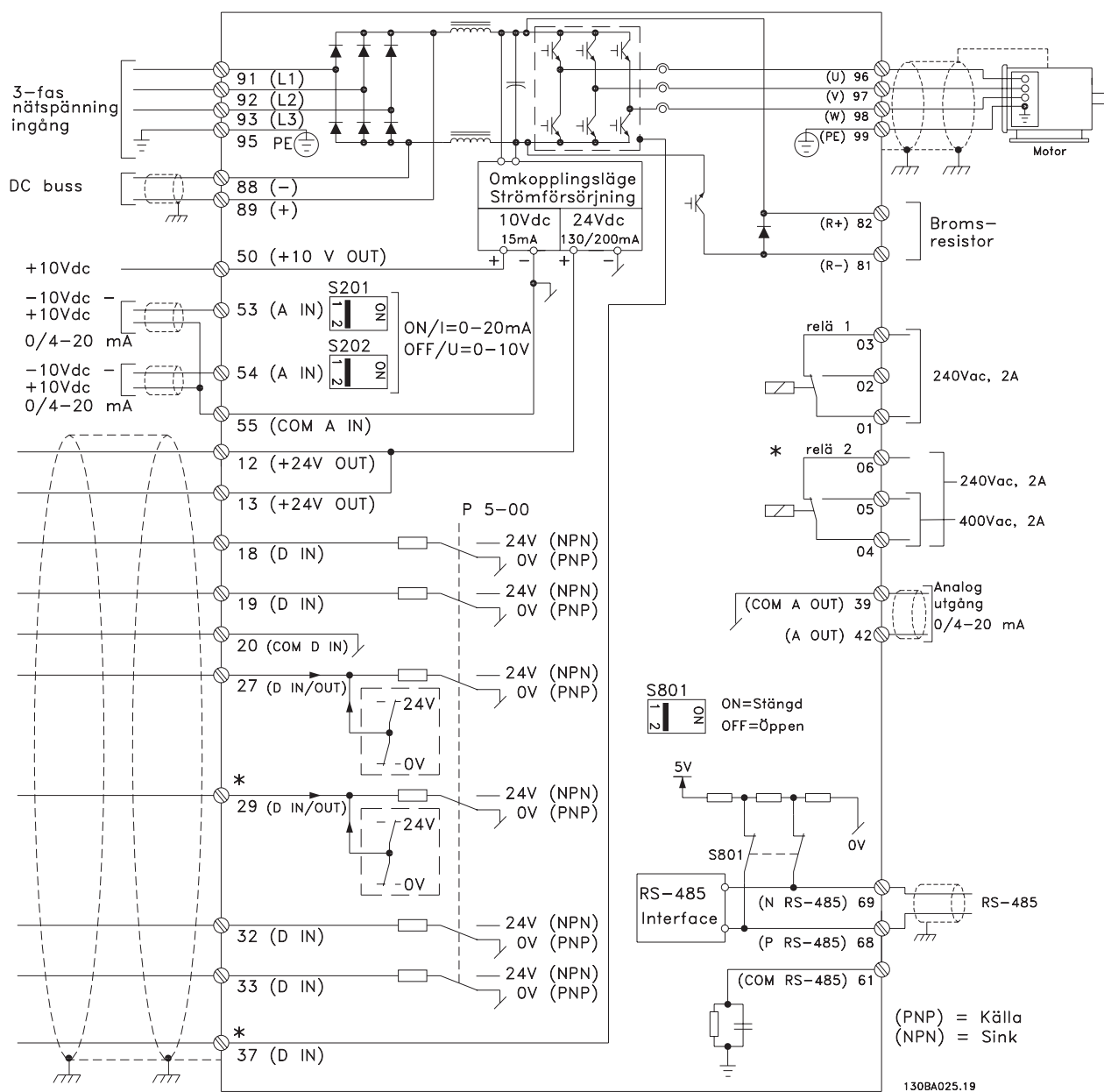
#### **⚠ FÖRSIKTIGT**

##### MATERIALSKADA

Överbelastningsskydd för motor ingår inte i fabriksinställningen. Om du vill lägga till den här funktionen ställer du in *parameter 1-90 Motor Thermal Protection* på [ETR-tripp] eller [ETR-varning]. För den nordamerikanska marknaden: ETR-funktionen ger överbelastningsskydd i klass 20 för motorn i enlighet med NEC. Om *parameter 1-90 Motor Thermal Protection* inte ställs in på [ETR-tripp] eller [ETR-varning] finns inget överbelastningsskydd för motorn, vilket kan leda till materiella skador om motorn blir överhettad.



## 10.2 Kopplingschema



10

Bild 10.1 Grundläggande kopplingschema

A = analog, D = digital

1) Plint 37 (tillval) används för Safe Torque Off. Installationsanvisningar för Safe Torque Off finns i handboken för Safe Torque Off.

### 10.3 Anslutningar

#### 10.3.1 Nätanslutningar

**OBS!**

All kabeldragning måste uppfylla nationella och lokala föreskrifter gällande ledarareor och omgivningstemperaturer. UL-tillämpningar kräver kopparledare för 75 °C (167 °F). Andra tillämpningar än UL-tillämpningar kan använda kopparledare för 75 °C (167 °F) och 90 °C (194 °F).

Kraftkabelns anslutningar är placerade så som visas i Bild 10.2. Se kapitel 7.6 Kabelspecifikationer för korrekt dimensionering av motorkabelns ledararea och längd.

Frekvensomriktare ska skyddas med rekommenderade säkringar, såvida den inte har inbyggda säkringar. En lista med rekommenderade säkringar finns i kapitel 10.5 Säkringar och maximalbrytare. Säkerställ att rätt säkringar används i enlighet med lokala regler.

Anslutningen av elnät kopplas till nätbrytaren om den ingår.

10

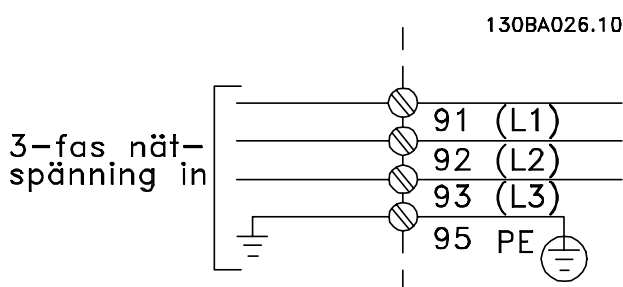


Bild 10.2 Anslutning av elnät, kapsling E1-E2 och F1-F4

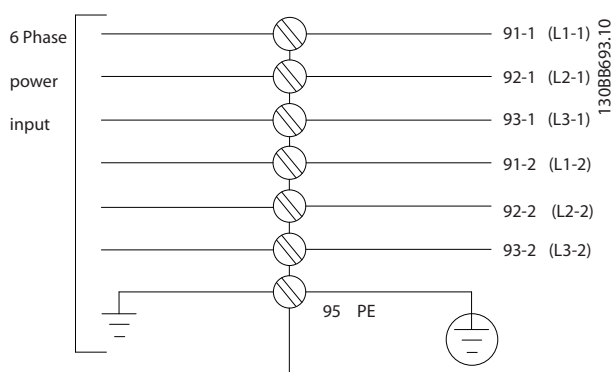
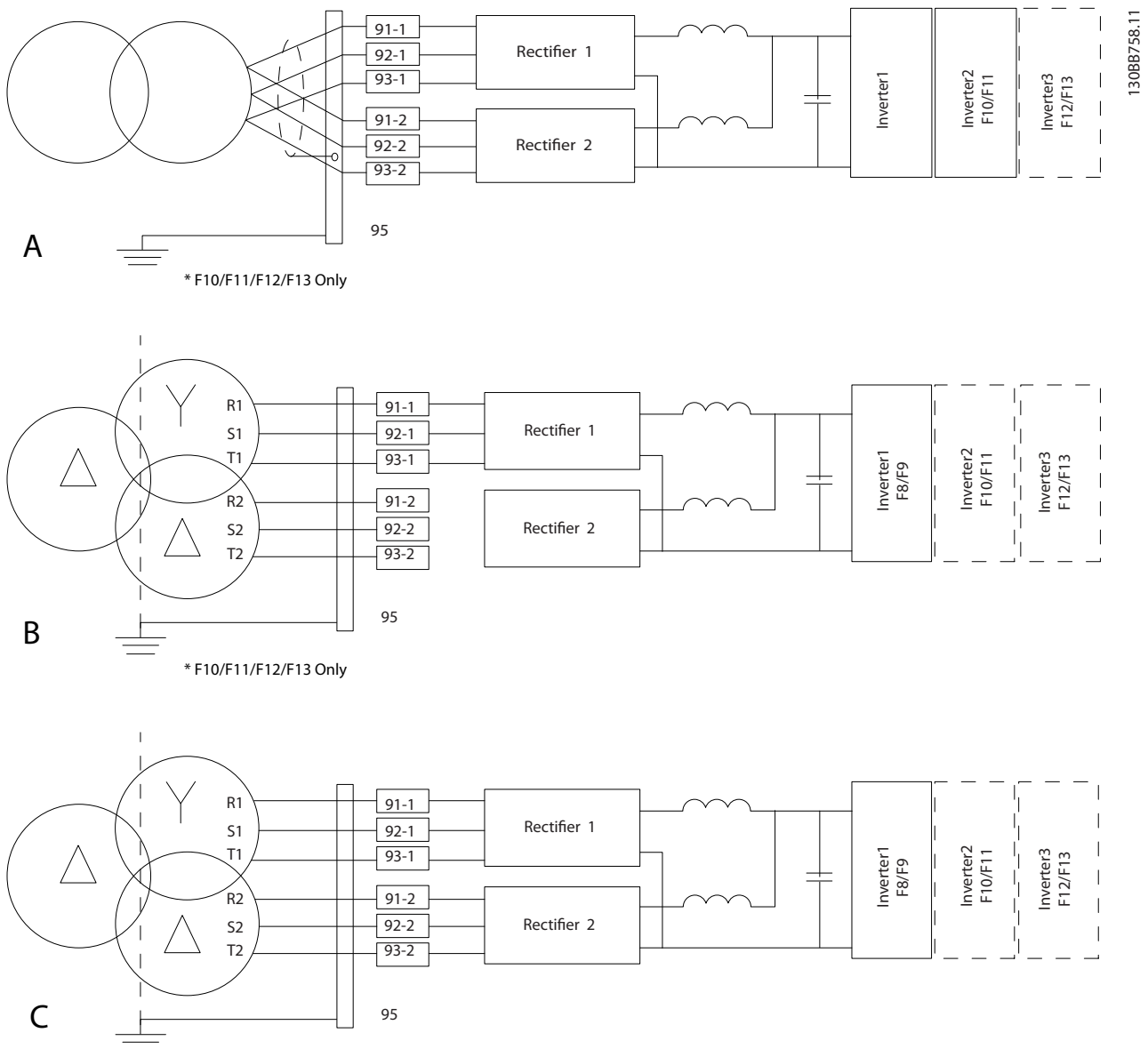


Bild 10.3 Anslutning av elnät, kapsling F8-F13



A	6-pulsanslutning <sup>1), 2), 3)</sup>
B	Modifierad 6-pulsanslutning <sup>2), 3), 4)</sup>
C	12-pulsanslutning <sup>3), 5)</sup>

Bild 10.4 Tillval för anslutning av elnät för frekvensomriktare med 12-puls

- 1) Parallellkoppling visas. En enskild trefaskabel med tillräcklig kapacitet kan användas. Installera samlingsckenor för kortslutning.
- 2) 6-pulsanslutning eliminerar 12-pulslikriktarens övertonsreduktionsfördelar.
- 3) Lämplig för anslutning till IT- och TN-nät.
- 4) Om en av de modulära 6-pulslikriktarna slutar fungera, kan frekvensomriktaren köras med reducerad belastning med en enda 6-pulslikriktare. Kontakta Danfoss om du vill ha information om återanslutning.
- 5) Ingen parallellkopplad nätkabeldragning visas här. En frekvensomriktare med 12-puls som används som 6-puls ska ha lika många och lika långa nätkablar.

**Skärmade kablar**
**OBS!**

Motorkabeln måste vara skärmad. Om en oskärmad kabel används uppfylls inte vissa EMC-krav. Använd en skärmad motorkabeln för att uppfylla kraven för EMC-emission. Mer information finns i *kapitel 10.16 EMC-korrekt installation*.

Undvik tvinnade skärmändar vid anslutningspunkten. De förstör skärmningseffekten vid höga frekvenser. Om skärmen måste brytas ska den fortsätta vid så låg högfrekvensimpedans som möjligt.

Anslut motorkabelskärmen till frekvensomriktarens jordningsplåt och till motorns metallkåpa. Se till att skärmanslutningarna får största möjliga kontaktyta (kabelklämma) med hjälp av installationsenheterna i frekvensomriktaren.

**Kabellängd och ledararea**

Frekvensomriktaren har EMC-testats med en viss kabellängd. Det är viktigt att motorkabeln är så kort som möjligt för att hålla störningar och läckströmmar på låg nivå.

**Switchfrekvens**

När frekvensomriktare används tillsammans med sinusvågfilter för att minska ljudnivån från en motor måste switchfrekvensen ställas in enligt instruktionerna i *parameter 14-01 Switching Frequency*.

Plintar				Anslutningstyp
96	97	98	99	
U	V	W	PE <sup>1)</sup>	Motorspänning 0–100 % av nätspänningen. Tre ledningar från motorn.
U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Deltakopplad.
W2	U2	V2		Sex ledningar från motorn.
U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Stjärnkopplad U2, V2, W2. U2, V2 och W2 ska kopplas ihop separat.

Tabell 10.1 Motorkabelanslutningar, kapsling E1–E2 och F1–F4

1) Skyddad jordanslutning

Plintar				Anslutningstyp
96	97	98	99	
U	V	W	PE <sup>1)</sup>	Motorspänning 0–100 % av nätspänningen. Tre ledningar från motorn.
U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Deltakopplad.
W2	U2	V2		Sex ledningar från motorn.
U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Stjärnkopplad U2, V2, W2. U2, V2 och W2 ska kopplas ihop separat.

Tabell 10.2 Motorkabelanslutningar, kapsling F8–F13

1) Skyddsjordanslutning

**OBS!**

I motorer som saknar fasåtskillnadspapp eller annan isoleringsförstärkning som är lämplig för drift med nätspänning ska ett sinusvågfilter användas på frekvensomriktarens utgång.

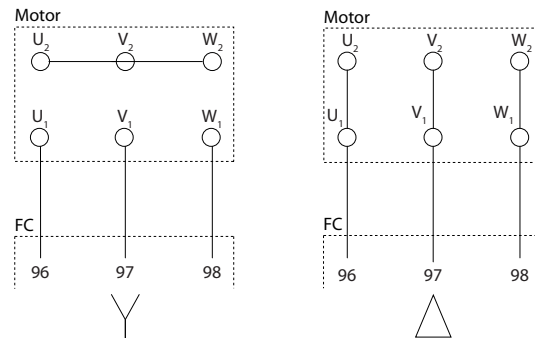


Bild 10.5 Motorkabelanslutning

### 10.3.2 DC-bussanslutning

DC-bussanslutningen används som en extra likspänningskälla, där DC-bussen strömförsörjs av en extern källa.

Plint	Funktion
88, 89	DC-buss

Tabell 10.3 DC-bussanslutningar

### 10.3.3 Lastdelningsanslutning

Vid lastdelning sammankopplas DC-mellankretsarna från flera frekvensomriktare. En översikt ges i *kapitel 5.6 Lastdelning – översikt*.

Lastdelningsfunktionen kräver extra utrustning och säkerhetsbeaktanden. Kontakta Danfoss för att få råd kring beställning och installation.

Plint	Funktion
88, 89	Lastdelning

Tabell 10.4 Lastdelningsplintar

Anslutningskabeln måste vara skärmad och maxlängden från frekvensomriktaren till DC-skenan är 25 m (82 ft).

### 10.3.4 Bromskabelanslutning

Anslutningskabeln till bromsmotståndet måste vara skärmad och maxlängden från frekvensomriktaren till DC-skenan är 25 m (82 ft).

- Anslut skärmen till den ledande bakre plåten på frekvensomriktaren och till bromsmotståndets apparatskåp i metall med hjälp av kabelklämmor.
- Bromskabelns ledararea dimensioneras efter bromsmomentet.

Plint	Funktion
81, 82	Bromsmotståndsplintar

Tabell 10.5 Bromsmotståndsplintar

Mer information finns i *VLT® Brake Resistor MCE 101 Design Guide*.

#### **OBS!**

Om kortslutning inträffar i bromsmodulen använder du en huvudströmbrytare eller kontaktor för att koppla ifrån frekvensomriktare från nätet så att effektagivning i bromsmotståndet förhindras.

### 10.3.5 Transformatoranslutning

Transformatorer som används tillsammans med frekvensomriktare med 12-puls (F8–F13) måste uppfylla följande specifikationer.

Belastningen baseras på en 12-puls, K-4-märkt transformator med 0,5 % spännings- och impedansbalans mellan de sekundära lindningarna. Ledningarna från transformatorn till ingångsplintarna på frekvensomriktaren måste vara lika långa (inom 10 %).

Anslutning	Dy11 d0 eller Dyn 11d0
Fasförskjutning mellan sekundära	30°
Spänningskillnad mellan sekundära	< 0,5 %
Kortslutningsimpedans i sekundära	>5%
Skillnad i kortslutningsimpedans mellan sekundära	< 5 % av kortslutningsimpedansen
Övrigt	Ingen jordning av sekundära är tillåten. Statisk skärm rekommenderas.

### 10.3.6 Extern fläktanslutning

Om frekvensomriktaren försörjs med likström eller om fläkten måste köras oberoende av nätförsörjningen, kan extern försörjning anslutas via effektkortet.

Kabelförskruvningen, som sitter på effektkortet, ansluter nätspänningen till kylfläktarna. Fläktarna konfigureras på fabriken till att anslutas till en gemensam växelströmsledning. Använd byglar mellan plintarna 100–102 och 101–103. Om extern försörjning behövs tas byglarna bort och försörjningen ansluts till plintarna 100 och 101. Använd en 5 A säkring som skydd. I UL-tillämpningar används en Littelfuse KLK-5 eller motsvarande.

Plint	Funktion
100, 101	Extern försörjning S, T
102, 103	Intern försörjning S, T

Tabell 10.6 Extern försörjning

### 10.3.7 Datoranslutning

Om du vill styra frekvensomriktaren från en dator installerar du MCT 10 Set-up Software. Datorn ansluts via en vanlig USB-kabel (värd/enhet) eller via RS485-gränssnittet enligt beskrivningen i avsnittet *Bussanslutning i programmeringshandboken*.

USB är en universal seriell buss som använder fyra skärmade kablar med jordstift 4 anslutet till skärmen i datorns USB-port. Alla standarddatorer tillverkas utan galvanisk isolation i USB-porten.

Förhindra att USB-värdregulatorn skadas via USB-kabelns skärm genom att följa rekommendationerna för jordning i *handboken*.

När datorn ansluts till frekvensomriktaren med en USB-kabel, rekommenderar Danfoss att en USB-isolator med galvanisk isolation används för att skydda datorns USB-kort mot skillnader i jordpotential. Vår rekommendation är även att inte använda en datornätkabel med jordkontakt när datorn ansluts till frekvensomriktaren med en USB-kabel. Rekommendationerna minskar jordpotentialskillnaden men tar inte bort alla potentialskillnader orsakade av jord- och skärmanlutningen till datorns USB-port.

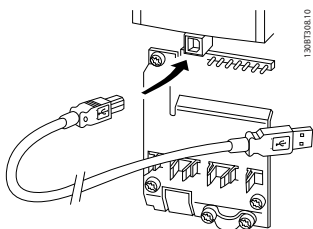
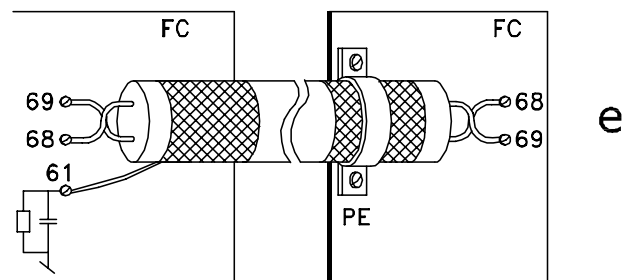
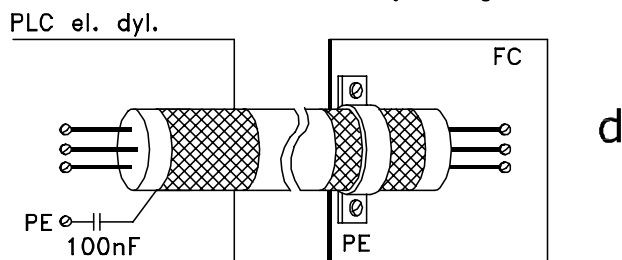
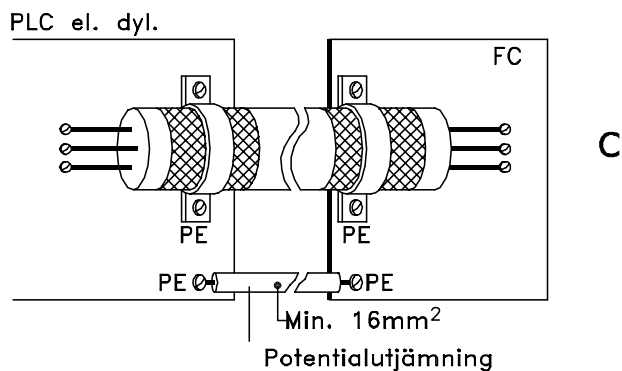
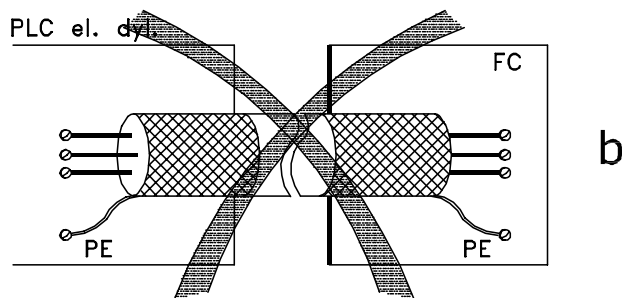
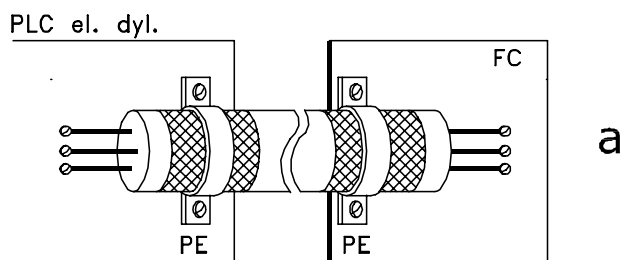


Bild 10.6 USB-anslutning

### 10.4 Styrkablar och plintar

Styrkablar måste vara skärmade och skärmen måste anslutas till enhetens apparatskåp i metall med en kabelklämma i båda ändarna.

Korrekt jordning av styrkablar visas i *Bild 10.7*.



130BA051.11

a	Styrkablar och kablar för seriell kommunikation måste monteras med kabelklämmor i båda ändarna för att säkerställa bästa möjliga kontakt.
b	Använd inte tvinnade skärmändar. De ökar skärmimpedansen vid höga frekvenser.
c	Om jordpotentialen mellan frekvensomriktaren och PLC:n är olika, kan det ge upphov till elektriska störningar som stör hela systemet. Sätt en utjämningskabel invid styrkabeln. Minsta ledararea: 16 mm <sup>2</sup> (6 AWG).
d	Om långa styrkablar används kan 50/60 Hz jordslingor uppstå. Anslut ena änden av skärmen till jord via en 100 nF-kondensator (med kort ledning).
e	Om du använder kablar för seriell kommunikation kan du eliminera lågfrekventa störningsströmmar mellan två frekvensomriktare genom att ansluta skärmens ena ände till plint 61. Denna plint är ansluten till jord via en intern RC-länk. Använd tvinnade parkablar för att reducera differential mode-störningen mellan ledarna.

Bild 10.7 Exempel på jordning

### 10.4.1 Styrkabeldragning

Dra fast och led fram alla styrkablar som visas i *Bild 10.8* och *Bild 10.9*. Kom ihåg att ansluta skärmarna på rätt sätt för att säkerställa optimal elektrisk immunitet.

- Isolera styrkablar från starkströmskablar.
- Om frekvensomriktaren är ansluten till en termistor måste termistorns styrkablar vara skärmade och förstärkta/dubbelisolerade. En 24 V DC-nätspänning rekommenderas.

### Fältbussanslutning

Anslutningarna görs till de relevanta tillvalen på styrkortet. Se relevant fältbussinstruktion. Kabeln måste bindas och ledas fram tillsammans med andra styrkablar inuti enheten. Se *Bild 10.8* och *Bild 10.9*.

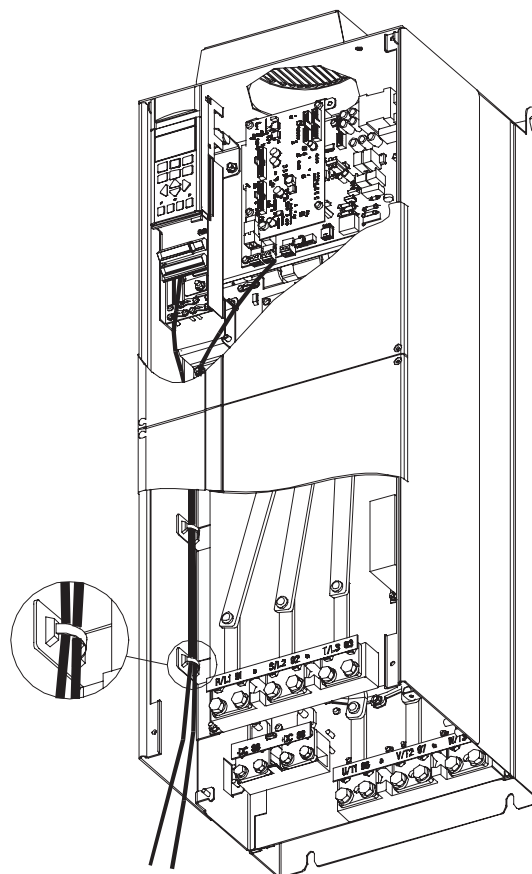
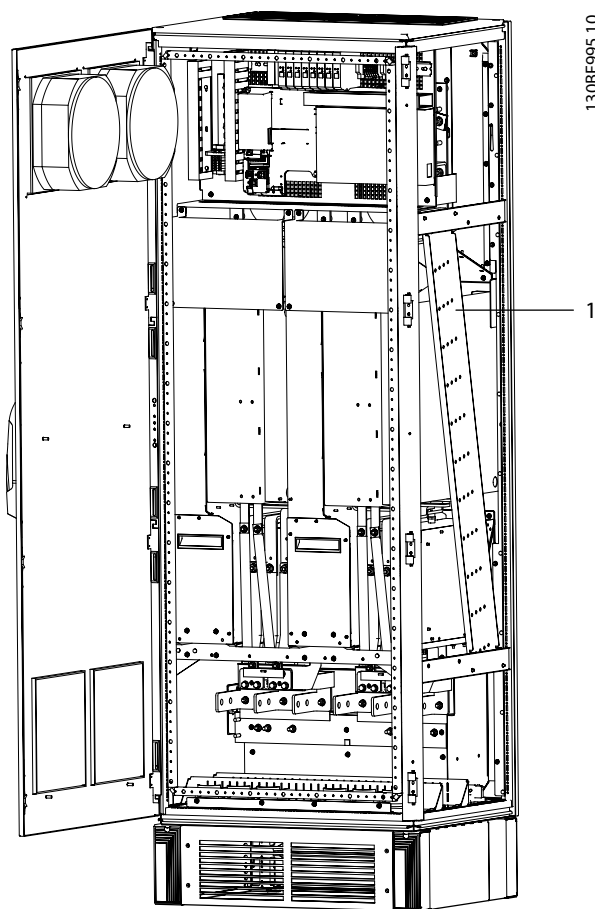
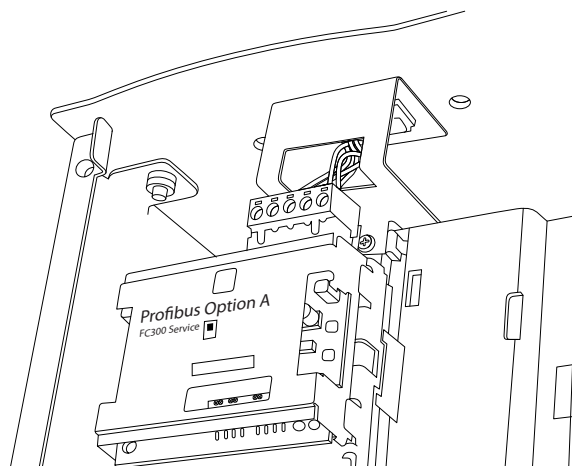


Bild 10.8 Kabeldragning för styrkort för kapsling E1 och E2



130BF995.10

1

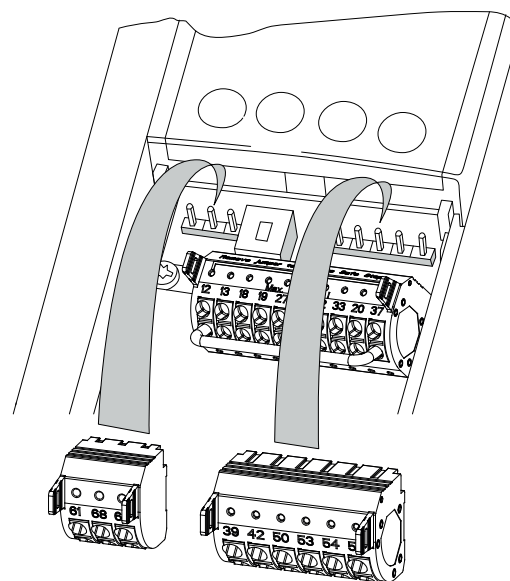


130BA867.10

Bild 10.10 Toppanslutning för fältbuss

### 10.4.2 Styrplintar

Frekvensomriktarens borttagningsbara kabelförskruvningar visas i Bild 10.11. Plintfunktionerna och fabriksinställningarna sammanfattas i Tabell 10.7–Tabell 10.9.



130BF144.10

Bild 10.11 Placering av styrplint

10

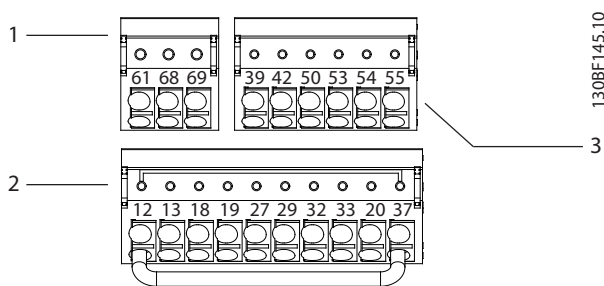
1 Kabelfack för dragning av styrkablar i kapsling F1–F13

Bild 10.9 Kabeldragning för styrkort för F1/F3. Kabeldragning för styrkort för F2/F4 och F8–F13 använder samma dragning

I frekvensomriktare med E-kapsling är det möjligt att ansluta fältbussen från enhetens ovansida, så som visas i följande bilder. På IP21/54 (NEMA-1/NEMA-12) måste täckplåten tas bort.

Satsnummer för fältbusstoppanslutning är 176F1742.





1	Plintar för seriell kommunikation
2	Digitala in-/utgångsplintar
3	Analoga in-/utgångsplintar

Bild 10.12 Plintnummer placerade på kabelförskruvningarna

Plint	Parameter	Fabriksinställning	Beskrivning
61	-	-	Integrerat RC-filter för kabelskärm. ENDAST för att ansluta skärmen vid EMC-problem.
68 (+)	Parametergrupp 8-3*, FC-portinställningar	-	RS485-gränssnitt. En brytare (BUS TER.) finns på styrkortet för bussavslutningsmotstånd.
69 (-)	Parametergrupp 8-3*, FC-portinställningar	-	
<b>Reläer</b>			
01, 02, 03	Parameter 5-40 Function Relay [0]	[0] Ingen funktion	Reläutgång typ C. För växelström eller likspänning samt resistiva eller induktiva belastningar.
04, 05, 06	Parameter 5-40 Function Relay [1]	[0] Ingen funktion	

Tabell 10.7 Beskrivningar av plintar för seriell kommunikation

Plint	Parameter	Fabriksinställning	Beskrivning
12, 13	-	+24 V DC	24 V DC-försörjning för digitala ingångar och externa omvandlare. Maximal utström är 200 mA för alla 24 V belastningar.

Plint	Parameter	Fabriksinställning	Beskrivning
18	Parameter 5-10 Terminal 18 Digital Input	[8] Start	Digitala ingångar.
19	Parameter 5-11 Terminal 19 Digital Input	[10] Reversering	
32	Parameter 5-14 Terminal 32 Digital Input	[0] Ingen funktion	För digital ingång eller utgång. Fabriksinställningen är ingång.
33	Parameter 5-15 Terminal 33 Digital Input	[0] Ingen funktion	
27	Parameter 5-12 Terminal 27 Digital Input	[2] Utrullning, invert.	
29	Parameter 5-13 Terminal 29 Digital Input	[14] JOGG	Gemensam för digitala ingångar och 0 V-potential för 24 V-försörjning.
20	-	-	
37	-	STO	Om tillvalsfunktionen STO används behövs en bygelledning mellan plint 12 (eller 13) och plint 37. Med den här konfigurationen kan frekvensomriktaren köras med fabriksinställda programmeringsvärden.

Tabell 10.8 Beskrivningar av digitala in-/utgångsplintar

Plint	Parameter	Fabriksinställning	Beskrivning
39	-	-	Gemensam för analog utgång.
42	Parameter 6-50 Terminal 42 Output	[0] Ingen funktion	Programmerbar analog utgång. 0-20 mA eller 4-20 mA vid max. 500 Ω.
50	-	+10 V DC	10 V DC, analog nätspänning för potentiometer eller termistor. Maximalt 15 mA.

Plint	Parameter	Fabriksinställning	Beskrivning
53	Parametergrupp 6-1* Analog Input 1 (Analog ingång 1)	Referens	Analog ingång. För spänning eller ström. Med brytarna A53 och A54 väljs mA eller V.
54	Parametergrupp 6-2* Analog Input 2 (Analog ingång 2)	Återkoppling	
55	-	-	Gemensam för analog ingång.

Tabell 10.9 Beskrivningar av analoga in-/utgångsplintar

Reläplintar

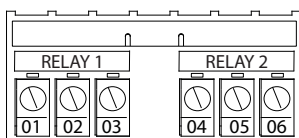


Bild 10.13 Plintar för relä 1 och relä 2

- Relä 1 och relä 2. Utgångarnas placering beror på frekvensomriktarens konfiguration. Mer information finns i *handboken*.
- Plintar på inbyggd tillvalsutrustning. Se instruktionerna som medföljer respektive utrustningstillval.

10.4.3 Styrkablarnas ingångspolaritet

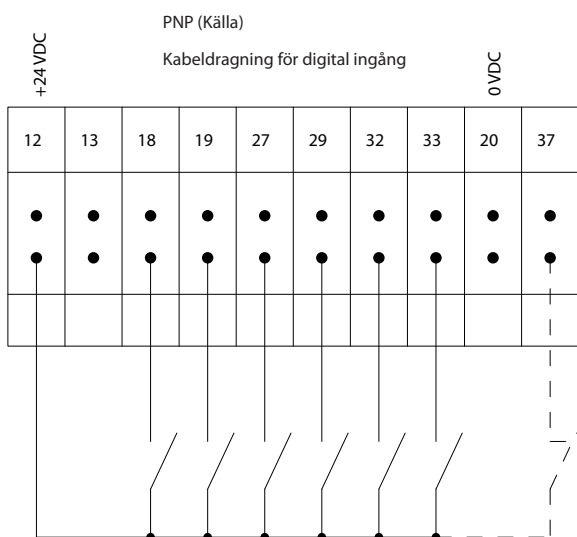


Bild 10.14 Styrplintarnas ingångspolaritet (PNP-källa)

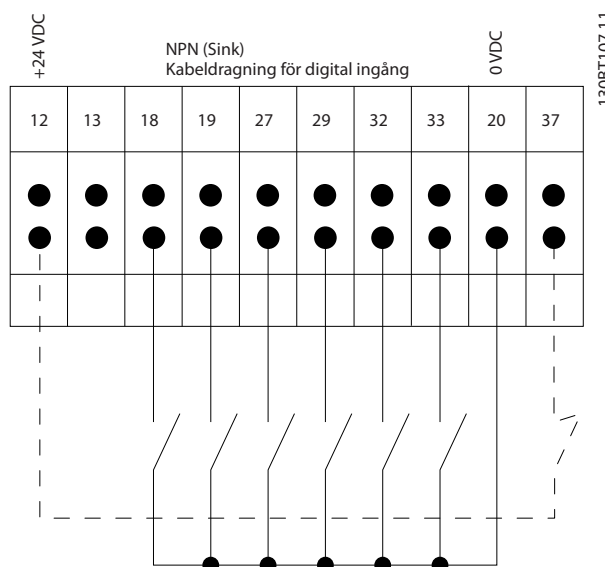


Bild 10.15 Styrplintarnas ingångspolaritet (NPN-kylplatta)

**OBS!**

Använd skärmade kablar för att uppfylla kraven för EMC-emission. Mer information finns i *kapitel 10.16 EMC-korrekt installation*.

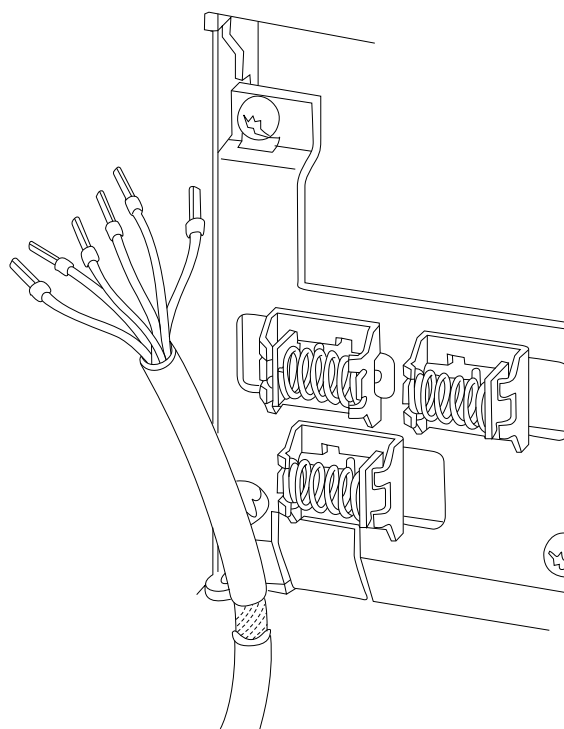
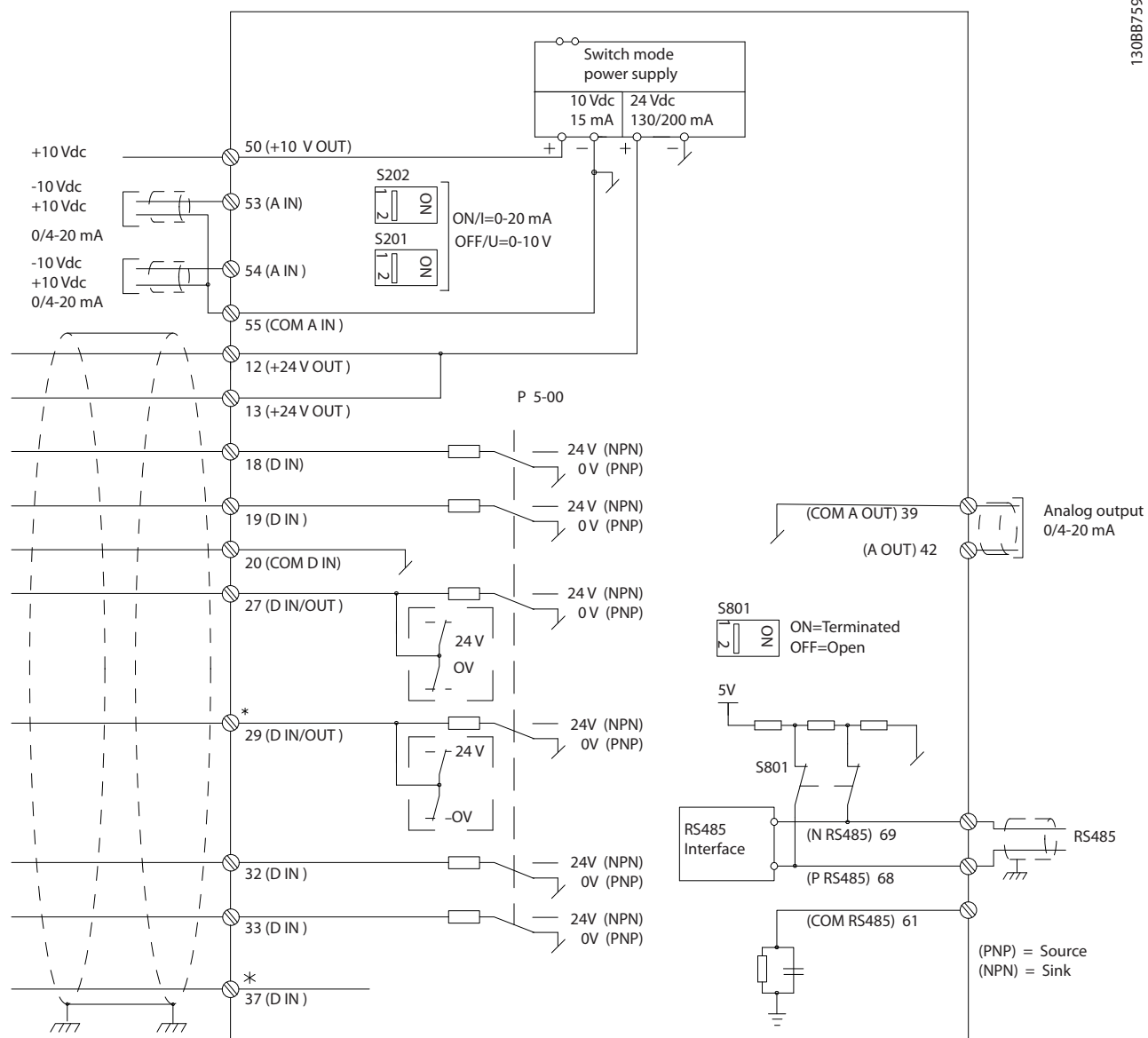


Bild 10.16 Skärmad avslutning och avlastning på styrkabel

10.4.4 Styrplintar med 12-puls

13088759.11



10

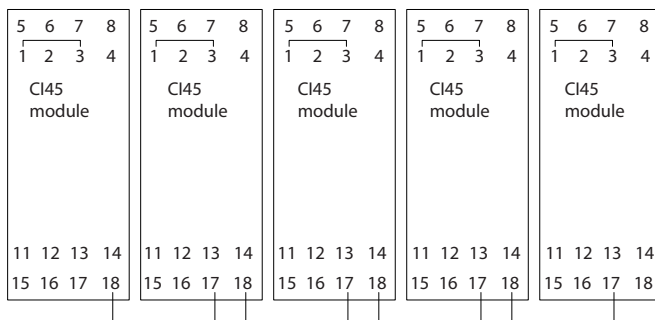


Bild 10.17 Styrplintar med 12-puls

## 10.5 Säkringar och maximalbrytare

Säkringar säkerställer att eventuella skador på frekvensomriktaren begränsas till skador inuti frekvensomriktaren. Använd rekommenderade säkringar vid byte för att säkerställa att kraven i SS-EN 50178 uppfylls. Användandet av säkringar på försörjningssidan är obligatorisk för installationer enligt IEC 60364 (CE) och NEC 2009 (UL).

### Skydd för förgreningseenhet

För att skydda installationen mot el- och brandfara måste alla strömförgreningar i en installation, till exempel ställverk och maskiner, skyddas mot kortslutning och överström i enlighet med nationella/internationella bestämmelser.

Säkringar och maximalbrytare är obligatoriska för att uppfylla kraven i IEC 60364.

Kapsling	Modell	Rekommenderad säkringsstorlek	Rekommenderad maximalbrytare
E	P315	aR-900	aR-900
	P355	aR-900	aR-900
	P400	aR-900	aR-900
	P450	aR-900	aR-900
F	P500	aR-1600	aR-1600
	P500	aR-2000	aR-2000
	P560	aR-2500	aR-2500
	P630	aR-2500	aR-2500
	P710	aR-2500	aR-2500
	P1000	aR-2500	aR-2500

Tabell 10.10 Rekommenderade säkringar för CE-överensstämmelse, 380-480 V

Kapsling	Modell	Rekommenderad säkringsstorlek	Rekommenderad maximalbrytare
E	P450	aR-700	aR-700
	P500	aR-900	aR-900
	P560		
	P630		
F	P710	aR-1600	aR-1600
	P800	aR-2000	aR-2000
	P900	aR-2500	aR-2500
	P1M0		
	P1M2		
	P1M4		

Tabell 10.11 Rekommenderade säkringar för CE-överensstämmelse, 525-690 V

### 10.5.1 Effekt/halvledare säkringsalternativ

Modell	Rekommenderad extern enhetssäkring Bussmann PN	Klassificering	Frekvensomriktar- internt tillval Bussmann PN	Alternativ extern Siba PN	Alternativ extern Ferraz Shawmut PN
P315	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
P355	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
P400	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900

Tabell 10.12 380-480 V, kapsling E, tillval för nätsäkringar för att uppfylla UL

Modell	Rekommenderad extern säkring f. frekvensomriktare Bussmann PN	Klassificering	Internt frekvensomriktar- tillval Bussmann PN	Alternativ Siba PN
P450	170M7081	1 600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P500	170M7081	1 600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P560	170M7082	2 000 A, 700 V	170M7082	20 695 32.2000
P630	170M7082	2 000 A, 700 V	170M7082	20 695 32.2000
P710	170M7083	2 500 A, 700 V	170M7083	20 695 32.2500
P800	170M7083	2 500 A, 700 V	170M7083	20 695 32.2500

Tabell 10.13 380-480 V, kapsling E, tillval för nätsäkringar för att uppfylla UL

Modell	Frekvensomriktare, intern Bussmann PN	Klassificering	Alternativ Siba PN
P450	170M8611	1 100 A, 1 000 V	20 781 32.1000
P500	170M8611	1 100 A, 1 000 V	20 781 32.1000
P560	170M6467	1 400 A, 700 V	20 681 32.1400
P630	170M6467	1 400 A, 700 V	20 681 32.1400
P710	170M8611	1 100 A, 1 000 V	20 781 32.1000
P800	170M6467	1 400 A, 700 V	20 681 32.1400

Tabell 10.14 380-480 V, kapsling F, växelriktarmodul DC-bussäkringar

**OBS!**

För att uppfylla UL måste Bussmann 170M-säkringar användas på enheter som levereras utan tillvalet Endast kontaktor. För enheter som levereras med tillvalet Endast kontaktor finns mer information om SCCR-värden och UL-säkringskriterier i *Tabell 10.31*.

10

Modell	Rekommenderad extern enhetssäkring Bussmann PN	Klassificering	Frekvensomriktar- internt tillval Bussmann PN	Alternativ extern Siba PN	Alternativ extern Ferraz Shawmut PN
P355	170M4017	700 A, 700 V	170M4017	20 610 32.700	6.9URD31D08A0700
P400	170M4017	700 A, 700 V	170M4017	20 610 32.700	6.9URD31D08A0700
P500	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
P560	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900

Tabell 10.15 525–690 V, kapsling E, tillval för nätsäkringar för att uppfylla UL

Modell	Rekommenderad extern säkring f. frekvensomriktare Bussmann PN	Klassificering	Internt frekvensomriktar- tillval Bussmann PN	Alternativ Siba PN
P630	170M7081	1 600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P710	170M7081	1 600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P800	170M7081	1 600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P900	170M7081	1 600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P1000	170M7082	2 000 A, 700 V	170M7082	20 695 32.2000
P1200	170M7083	2 500 A, 700 V	170M7083	20 695 32.2500

Tabell 10.16 525–690 V, kapsling F, tillval för nätsäkringar för att uppfylla UL

Modell	Frekvensomriktare, intern Bussmann PN	Klassificering	Alternativ Siba PN
P630	170M8611	1 100 A, 1 000 V	20 781 32.1000
P710	170M8611	1 100 A, 1 000 V	20 781 32.1000
P800	170M8611	1 100 A, 1 000 V	20 781 32.1000
P900	170M8611	1 100 A, 1 000 V	20 781 32.1000
P1000	170M8611	1 100 A, 1 000 V	20 781 32.1000
P1200	170M8611	1 100 A, 1 000 V	20 781 32.1000

Tabell 10.17 525–690 V, kapsling F, växelriktarmodul DC-bussäkringar

\*170M-säkringar från Bussmann använder den visuella indikatorn -/80. Säkringar med indikator -TN/80 typ T, -/110 eller TN/110 typ T av samma storlek och ampere kan användas för externt bruk. Alla UL-listade säkringar med minst 500 V och motsvarande strömmärkdata kan användas för att uppfylla UL-kraven.

### 10.5.2 Kompletterande säkringar

Kapsling	Bussmann PN	Klassificering
E och F	KTK-4	4 A, 600 V

Tabell 10.18 SMPS-säkring

Storlek/typ	Bussmann PN	Littelfuse	Klassificering
P355–P400, 525–690 V	KTK-4	–	4 A, 600 V
P315–P800, 380–480 V	–	KLK-15	15 A, 600 V
P500–P1M2, 525–690 V	–	KLK-15	15 A, 600 V

Tabell 10.19 Fläktsäkringar

Säkring	Storlek/typ	Bussmann PN	Klassificering	Alternativa säkringar
2,5–4,0 A	P450–P800, 380–480 V	LPJ-6 SP eller SPI	6 A, 600 V	Alla listade av klass J Dual Element, tidsfördröjning, 6 A
	P630–P1M2, 525–690 V	LPJ-10 SP eller SPI	10 A, 600 V	Alla listade av klass J Dual Element, tidsfördröjning, 10 A
4,0–6,3 A	P450–P800, 380–480 V	LPJ-10 SP eller SPI	10 A, 600 V	Alla listade av klass J Dual Element, tidsfördröjning, 10 A
	P630–P1M2, 525–690 V	LPJ-15 SP eller SPI	15 A, 600 V	Alla listade av klass J Dual Element, tidsfördröjning, 15 A
6,3–10 A	P450–P800, 380–480 V	LPJ-15 SP eller SPI	15 A, 600 V	Alla listade av klass J Dual Element, tidsfördröjning, 15 A
	P630–P1M2, 525–690 V	LPJ-20 SP eller SPI	20 A, 600 V	Alla klass J Dual Element, tidsfördröjning, 20 A
10–16 A	P450–P800, 380–480 V	LPJ-25 SP eller SPI	25 A, 600 V	Alla listade av klass J Dual Element, tidsfördröjning, 25 A
	P630–P1M2, 525–690 V	LPJ-20 SP eller SPI	20 A, 600 V	Alla klass J Dual Element, tidsfördröjning, 20 A

Tabell 10.20 Manuell motorregulator, säkringar

Kapsling	Bussmann PN	Klassificering	Alternativa säkringar
F	LPJ-30 SP eller SPI	30 A, 600 V	Alla listade av klass J Dual Element, tidsfördröjning, 30 A

Tabell 10.21 30 A skyddad plintsäkring

Kapsling	Bussmann PN	Klassificering	Alternativa säkringar
F	LPJ-6 SP eller SPI	6 A, 600 V	Alla listade av klass J Dual Element, tidsfördröjning, 6 A

Tabell 10.22 Säkring för styrtransformator

Kapsling	Bussmann PN	Klassificering	Alternativa säkringar
F	LP-CC-6	6 A, 600 V	Alla listade klass CC, 6 A

Tabell 10.23 Säkring för säkerhetsreläspole med Pilz-relä

### 10.5.3 Nätsäkringar, F8–F13

Följande säkringar är lämpliga att använda på en krets som har kapacitet att leverera högst 100 000  $A_{rms}$  (symmetriska), 240 V, 480 V eller 600 V beroende på frekvensomriktarens spänningsmärkning. Med korrekt säkring är frekvensomriktarens kortslutningsvärde (SCCR) 100 000  $A_{rms}$ .

Modell	Kapslingsstorlek	Klassificering		Bussmann P/N	Reserv Bussmann P/N	Säkring, uppskattad effektförlust [W]	
		[V] (UL)	[A]			400 V	460 V
P250	F8–F9	700	700	170M4017	176F8591	25	19
P315	F8–F9	700	700	170M4017	176F8591	30	22
P355	F8–F9	700	700	170M4017	176F8591	38	29
P400	F8–F9	700	700	170M4017	176F8591	3500	2800
P450	F10–F11	700	900	170M6013	176F8592	3940	4925
P500	F10–F11	700	900	170M6013	176F8592	2625	2100
P560	F10–F11	700	900	170M6013	176F8592	3940	4925
P630	F10–F11	700	1500	170M6018	176F8592	45	34
P710	F12–F13	700	1500	170M6018	176F9181	60	45
P800	F12–F13	700	1500	170M6018	176F9181	83	63

Tabell 10.24 Nätsäkringar, 380–480 V

Modell	Kapslingsstorlek	Klassificering		Bussmann P/N	Reserv Bussmann P/N	Säkring, uppskattad effektförlust [W]	
		[V] (UL)	[A]			600 V	690 V
P355	F8–F9	700	630	170M4016	176F8335	13	10
P400	F8–F9	700	630	170M4016	176F8335	17	13
P500	F8–F9	700	630	170M4016	176F8335	22	16
P560	F8–F9	700	630	170M4016	176F8335	24	18
P630	F10–F11	700	900	170M6013	176F8592	26	20
P710	F10–F11	700	900	170M6013	176F8592	35	27
P800	F10–F11	700	900	170M6013	176F8592	44	33
P900	F12–F13	700	1500	170M6018	176F9181	26	20
P1M0	F12–F13	700	1500	170M6018	176F9181	37	28
P1M2	F12–F13	700	1500	170M6018	176F9181	47	36

Tabell 10.25 Nätsäkringar, 525–690 V

Modell	Bussmann PN	Klassificering	Siba
P450	170M8611	1 100 A, 1 000 V	20 781 32.1000
P500	170M8611	1 100 A, 1 000 V	20 781 32.1000
P560	170M6467	1 400 A, 700 V	20 681 32.1400
P630	170M6467	1 400 A, 700 V	20 681 32.1400
P710	170M8611	1 100 A, 1 000 V	20 781 32.1000
P800	170M6467	1 400 A, 700 V	20 681 32.1400

Tabell 10.26 Växelriktarmodul, DC-bussäkringar, 380-480 V

Modell	Bussmann PN	Klassificering	Siba
P630	170M8611	1 100 A, 1 000 V	20 781 32.1000
P710	170M8611	1 100 A, 1 000 V	20 781 32.1000
P800	170M8611	1 100 A, 1 000 V	20 781 32.1000
P900	170M8611	1 100 A, 1 000 V	20 781 32.1000
P1M0	170M8611	1 100 A, 1 000 V	20 781 32.1000
P1M2	170M8611	1 100 A, 1 000 V	20 781 32.1000

Tabell 10.27 Växelriktarmodul, DC-busskringar, 525-690 V

\*170M-säkringar från Bussmann använder den visuella indikatorn -/80. Säkringar med indikator -TN/80 typ T, -/110 eller TN/110 typ T av samma storlek och ampere kan användas för externt bruk. Alla UL-listade säkringar med minst 480 V och motsvarande strömmärkdata kan användas för att uppfylla UL-kraven.

Kapsling	Modeller	Typ	Standardinställningar, brytare	
			Trippnivå [A]	Tid [s]
F3	380-480 V, modell: P450 525-690 V, modell: P630-P710	Merlin Gerin NPJF36120U31AABSCYP	1200	0,5
F3	380-480 V, modell: P500-P630 525-690 V, modell: P800	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	380-480 V, modell: P710 525-690 V, modell: P900-P1M2	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	380-480 V, modell: P800	Merlin Gerin NRJF36250U31AABSCYP	2500	0,5

Tabell 10.28 Maximalbrytare, F3-F4

## 10

## 10.6 Strömbrytare och kontaktorer

## 10.6.1 Nätströmbrytare, E1-E2 och F3-F4

Kapslingsstorlek	Modell	Typ
<b>380-480 V</b>		
E1-E2	P315-P400	ABB OETL-NF800A
F3	P450	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P500-P630	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P710-P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
<b>525-690 V</b>		
E1-E2	P355-P560	ABB OETL-NF600A
F3	P630-P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P900-P1M2	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP

Tabell 10.29 Nätströmbrytare, kapsling E1-E2 och F3-F4



## 10.6.2 Nätströmbrytare, F9/F11/F13

Kapslingsstorlek	Modell	Typ
<b>380–480 V</b>		
F9	P250	ABB OETL-NF600A
F9	P315	ABB OETL-NF600A
F9	P355	ABB OETL-NF600A
F9	P400	ABB OETL-NF600A
F11	P450	ABB OETL-NF800A
F11	P500	ABB OETL-NF800A
F11	P560	ABB OETL-NF800A
F11	P630	ABB OT800U21
F13	P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P800	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
<b>525–690 V</b>		
F9	P355	ABB OT400U12-121
F9	P400	ABB OT400U12-121
F9	P500	ABB OT400U12-121
F9	P560	ABB OT400U12-121
F11	P630	ABB OETL-NF600A
F11	P710	ABB OETL-NF600A
F11	P800	ABB OT800U21
F13	P900	ABB OT800U21
F13	P1M0	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P1M2	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP

Tabell 10.30 Nätströmbrytare, kapsling F9/F11/F13

10

## 10.6.3 Nätkontakter, F3–F4

Kapslingsstorlek	Modell och spänning	Kontaktor
F3	P450–P500, 380–480 V P630–P800, 525–690 V	Eaton XTCE650N22A
F3	P560, 380–480 V	Eaton XTCE820N22A
F3	P630, 380–480 V	Eaton XTCEC14P22B
F4	P900, 525–690 V	Eaton XTCE820N22A
F4	P710–P800, 380–480 V P1M2, 525–690 V	Eaton XTCEC14P22B

Tabell 10.31 Nätkontakter, kapsling F3–F4

**OBS!**

Kundinstallerad 230 V-försörjning krävs för nätkontakterna.

## 10.7 Motor

Valfri standardmässig, asynkron trefasmotor kan användas med en frekvensomriktare.

Plint	Funktion
96	U/T1
97	V/T2
98	W/T3
99	Jord

Tabell 10.32 Motorkabelplintar med medurs rotation (fabriksinställning)

Du kan ändra rotationsriktningen genom att skifta två av faserna i motorkabeln, eller genom att ändra inställningen för *parameter 4-10 Motor Speed Direction*.

Motorrotationskontroll kan utföras med *parameter 1-28 Motor Rotation Check* och genom att följa stegen som visas i *Bild 10.18*.

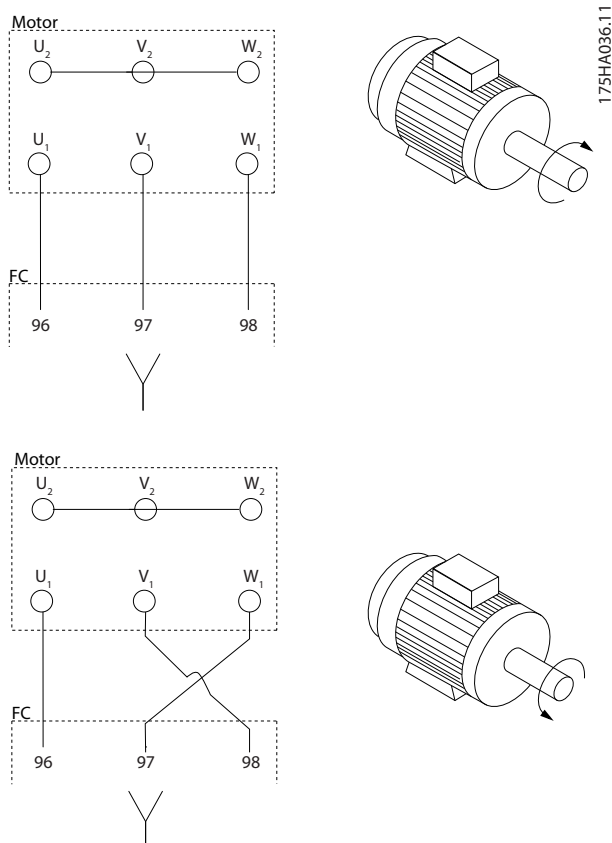


Bild 10.18 Ändra motorns rotation

#### Krav för kapsling F1/F3

Varje växelriktarmodul måste ha samma antal motorfas-kablar och de måste installeras i par (till exempel 2, 4, 6 eller 8). En kabel är inte tillåten. Kablarna mellan växelriktarmodulens plintar och den första gemensamma punkten i en fas måste vara lika långa (inom 10 %). Den rekommenderade gemensamma punkten är motorplintarna. Om till exempel växelriktarmodul A använder en kabel på 100 m (328 ft), måste påföljande växelriktarmoduler använda en kabel på 90–110 m (295–360 ft).

#### Krav för kapsling F2/F4

Varje växelriktarmodul måste ha samma antal motorfas-kablar och antalet måste vara en multipel av 3 (till exempel 3, 6, 9 eller 12). 1 eller 2 kablar är inte tillåtet. Kablarna mellan växelriktarmodulens plintar och den första gemensamma punkten i en fas måste vara lika långa (inom 10 %). Den rekommenderade gemensamma punkten är

motorplintarna. Om till exempel växelriktarmodul A använder en kabel på 100 m (328 ft), måste påföljande växelriktarmoduler använda en kabel på 90–110 m (295–360 ft).

### 10.7.1 Termiskt motorskydd

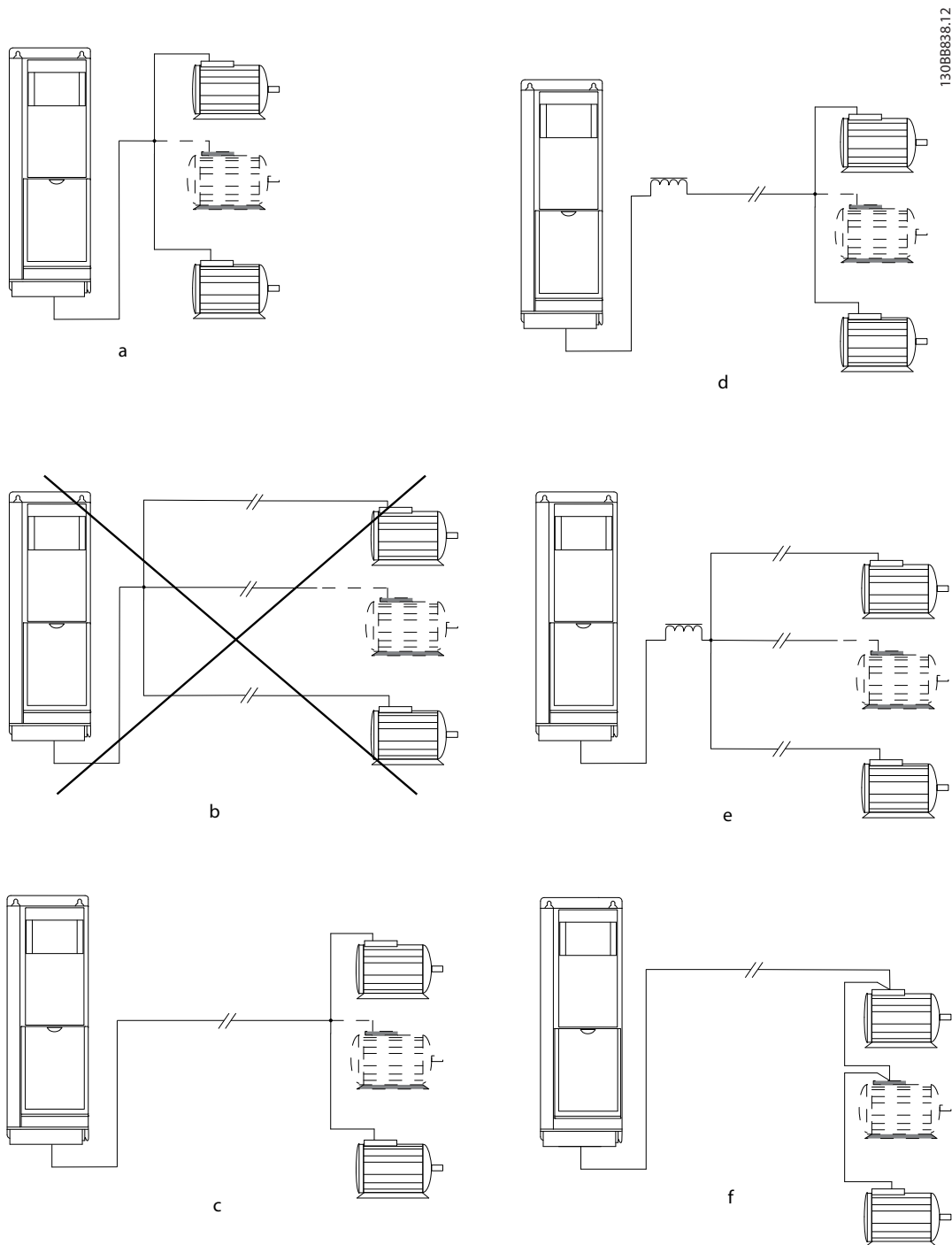
Det elektronisk-termiska reläet i frekvensomriktaren har erhållit UL-godkännande som överbelastningsskydd för enskilda motorer när *parameter 1-90 Motor Thermal Protection* har ställts in på *ETR-tripp* och *parameter 1-24 Motor Current* har ställts in efter den nominella motorströmmen (se motorns märkskylt). För termiskt motorskydd kan även tillvalet VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 användas. Detta kort ger ATEX-certifiering för att skydda motorer i omgivningar med explosionsrisk, zon 1/21 och 2/22. När *parameter 1-90 Motor Thermal Protection*, som ställts in på [20] ATEX ETR, kombineras med MCB 112 är det möjligt att styra en Ex-e-motor i områden med explosionsrisk. Mer information om hur du ställer in enheten för säker Ex-e-motordrift finns i *programmeringshandboken*.

### 10.7.2 Parallellkoppling av motorer

Frekvensomriktaren kan styra flera parallellkopplade motorer. Olika konfigurationer av parallellkopplade motorer finns i *Bild 10.19*.

Följande måste beaktas när parallell motorkoppling används:

- Kör tillämpningar med parallellkopplade motorer i U/F-läge (Volt per Hertz)
- Läget VCC<sup>+</sup> kan användas i vissa tillämpningar.
- Motorernas totala strömförbrukning får inte överstiga den nominella utströmmen  $I_{INV}$  för frekvensomriktaren.
- Problem kan uppstå vid start och vid låga varvtal om motorstorlekarna skiljer sig mycket åt. Detta eftersom små motorers relativt höga ohmska motstånd i statorn kräver högre spänning vid start och vid låga varvtal.
- Frekvensomriktarens elektronisk-termiska relä (ETR) kan inte användas som överbelastningsskydd för motor. Installera ytterligare överbelastningsskydd för motor genom att inkludera termistorer i varje motors lindningar eller individuella bimetalreläer.
- När motorerna är parallellkopplade kan *parameter 1-02 Flux Motor Feedback Source* inte användas och *parameter 1-01 Motor Control Principle* måste ställas in till [0] U/f.



A	Installationer med kablar anslutna i en gemensam koppling som visas i A och B rekommenderas endast för korta kabellängder.
B	Var uppmärksam på den maximala motorkabellängden som anges i <i>kapitel 7.6 Kabelspecifikationer</i> .
C	Den totala motorkabellängd som anges i <i>kapitel 7.6 Kabelspecifikationer</i> är godkänd så länge som varje parallellkabel hålls kortare än 10 m (32 ft).
D	Var uppmärksam på spänningsfall längs motorkablarna.
E	Var uppmärksam på spänningsfall längs motorkablarna.
F	Den totala motorkabellängd som anges i <i>kapitel 7.6 Kabelspecifikationer</i> är godkänd så länge som varje parallellkabel hålls kortare än 10 m (32 ft).

Bild 10.19 Olika parallellkopplingar för motorer

### 10.7.3 Motorisolering

För motorkabellängder som är kortare eller lika med den maximala kabellängden som anges i *kapitel 7.6 Kabelspecifikationer* ska motorisoleringsklassificeringen i *Tabell 10.33* användas. Om en motor har lägre isoleringsmärkdataba rekommenderar Danfoss att ett dU/dt- eller sinusvågfilter används.

Nominell nätspänning	Motorisolering
$U_N \leq 420$ V	Standard $U_{LL} = 1\ 300$ V
$420$ V < $U_N \leq 500$ V	Förstärkt $U_{LL} = 1\ 600$ V
$500$ V < $U_N \leq 600$ V	Förstärkt $U_{LL} = 1\ 800$ V
$600$ V < $U_N \leq 690$ V	Förstärkt $U_{LL} = 2\ 000$ V

Tabell 10.33 Motorisoleringsklassificering

### 10.7.4 Lagerströmmar i motorn

Eliminera cirkulerande lagerströmmar i alla motorer som är kopplade till frekvensomriktaren genom att installera NDE-isolerade lager (Non-Drive End). För att minimera lager- och axelströmmar på DE (Drive End) krävs korrekt jordning av frekvensomriktaren, motorn, drivmaskinen och motorn till drivmaskinen.

Standardstrategier för störningsminskning:

- Använd isolerade lager.
- Följ korrekta installationsprocedurer.
  - Kontrollera att motorn och belastningsmotorn är rätt inriktade.
  - Följ EMC-installationsråden.
  - Förstärk PE:n så att den höga frekvensimpedansen är lägre i PE:n än i ingångsströmledningarna.
  - Se till att det finns en god högfrequensanslutning mellan motorn och frekvensomriktaren. Använd en skärmad kabel med en 360° anslutning i motorn och frekvensomriktaren.
  - Se till att impedansen från frekvensomriktaren till byggnadens jord är lägre än maskinens jordningsimpedans. Det kan vara svårt för pumpar.
  - Skapa en direkt jordanslutning mellan motorn och belastningsmotorn.
- Sänk IGBT-switchfrekvensen.
- Ändra växelriktarens vågform, 60° AVM kontra SFVM.
- Installera ett axeljordningssystem eller använd en isolerande koppling.
- Använd ledande smörjmedel.

- Använd minsta varvtalsinställningar om möjligt.
- Försök att säkerställa att nätspänningen är balanserad till jord. Det kan vara svårt för IT-, TT- och TN-CS-system eller jordade system.
- Använd ett dU/dt-filter eller ett sinusvågfilter.

## 10.8 Bromsning

### 10.8.1 Val av bromsmotstånd

För att hantera högre krav på motståndsbromsning krävs ett bromsmotstånd. Då absorberar bromsmotståndet energin istället för frekvensomriktare. Mer information finns i *VLT® Brake Resistor MCE 101 Design Guide*.

Om mängden kinetisk energi som överförs till motståndet i bromsperioden inte är känd, kan medeleffekten räknas ut baserat på hur stor del av cykeltiden som används för bromsning (intermittent driftcykel). Motståndets intermittenta driftcykel anger under hur stor del av driftcykeln som motståndet belastas. *Bild 10.20* visar en typisk broms cykel.

Motorleverantörer använder ofta S5 när de anger den tillåtna belastningen, vilket är ett uttryck för intermittent driftcykel. Motståndets intermittenta driftcykel beräknas på följande sätt:

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

T = cykeltiden i s

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

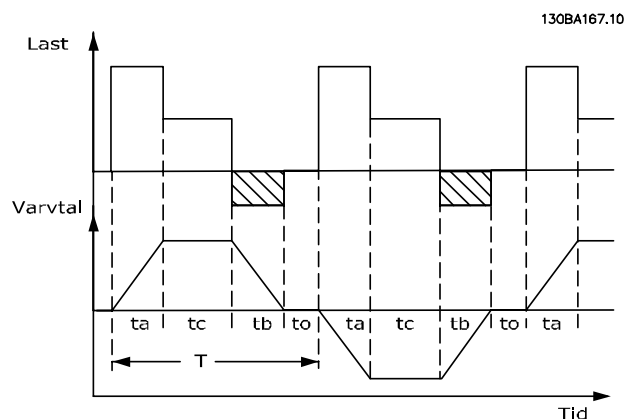


Bild 10.20 Typisk broms cykel

380–480 V Modell	Cykeltid (s)	Bromsdriftcykel vid 100 % moment	Bromsdriftcykel vid överbelast- ningsmoment (150/160 %)
P355–P1000	600	40%	10%
525–690 Modell	Cykeltid (s)	Bromsdriftcykel vid 100 % moment	Bromsdriftcykel vid överbelast- ningsmoment (150/160 %)
P560–P630	600	40%	10%
P710–P1M4	600	40%	10%

Tabell 10.34 Bromsning vid högt överbelastningsmoment

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

### OBS!

Kontrollera att motståndet är konstruerat för att klara den erforderliga bromstiden.

Maximalt tillåten belastning på bromsmotståndet anges som en topp effekt vid en viss intermittert driftcykel. Bromsmotståndet beräknas enligt följande:

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

där

$$P_{peak} = P_{motor} \times M_{br} [\%] \times \eta_{motor} \times \eta_{VLT} [W]$$

Bromsmotståndet beror, som visas, på DC-busspänningen ( $U_{dc}$ ).

Storlek	Broms aktiv	Varning före urkoppling	Urkopplin g (tripp)
380–480 V <sup>1)</sup>	810 V	828 V	855 V
525–690 V	1 084 V	1 109 V	1 130 V

Tabell 10.35 Bromsgränser för FC 102/FC 202

1) Beroende på effektstorlek

### OBS!

Kontrollera om bromsmotståndet klarar en spänning på 410 V, 820 V, 850 V, 975 V eller 1 130 V. Danfoss bromsmotstånd är klassificerade för att kunna användas på alla Danfoss frekvensomriktare.

Danfoss rekommenderar bromsmotståndet  $R_{rec}$ . Beräkningen garanterar att frekvensomriktaren kan bromsa vid den högsta bromseffekten ( $M_{br(\%)}$ ) på 150 %. Formeln kan skrivas så här:

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

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

$\eta_{VLT}$  har normalt värdet 0,98

För 200 V-, 480 V-, 500 V- och 600 V-frekvensomriktare skrivs  $R_{rec}$  vid 160 % bromseffekt som:

$$200V : R_{rec} = \frac{107780}{P_{motor}} [\Omega]$$

$$500V : R_{rec} = \frac{464923}{P_{motor}} [\Omega]$$

$$600V : R_{rec} = \frac{630137}{P_{motor}} [\Omega]$$

$$690V : R_{rec} = \frac{832664}{P_{motor}} [\Omega]$$

### OBS!

Det valda bromsmotståndets kretsmotstånd får inte vara större än vad Danfoss rekommenderar.

### OBS!

Om kortslutning inträffar i bromstransistorn kan effektavgivningen i bromsmotståndet endast förhindras genom att bryta frekvensomriktarens strömförsörjning med en nätbrytare eller kontaktor, eller en kontakt i bromskretsen. Om effektavgivningen i bromsmotståndet inte avbryts kan den leda till överhettning, skada eller brand.

## ⚠ VARNING

### BRANDFARA

Bromsmotstånd blir varma under och efter bromsning. Om bromsmotstånden inte placeras på en säker plats kan det leda till materialskador och/eller allvarliga personskador.

- Säkerställ att bromsmotståndet är placerat i en säker miljö för att undvika brandrisk.
- Undvik allvarliga brännskador genom att inte vidröra bromsmotståndet under eller efter bromsning.

## 10.8.2 Styrning med bromsfunktion

En reläutgång/digital utgång kan användas för att skydda bromsmotståndet mot överbelastning eller överhettning i samband med ett fel i frekvensomriktaren. Om broms-IGBT är överbelastad eller överhettad stängs den av via reläsignalen/den digitala signalen från bromsen till frekvensomriktaren. Reläsignalen/den digitala signalen skyddar inte mot kortslutning i broms-IGBT eller mot jordfel i bromsmodulen eller kablaget. Vid kortslutning i broms-IGBT rekommenderar Danfoss att bromsen kopplas ifrån.

Bromsfunktionen ger även möjlighet till avläsning av den momentana och genomsnittliga effekten för de senaste 120 s. Bromsen kan också övervaka effektutvecklingen och säkerställa att den inte överskrider ett gränsvärde som anges i *parameter 2-12 Brake Power Limit (kW)*. I *Parameter 2-13 Brake Power Monitoring* väljer du vilken funktion som ska utföras när effekten som överförs till bromsmotståndet överstiger den inställda gränsen i *parameter 2-12 Brake Power Limit (kW)*.

### **OBS!**

Övervakningen av bromseffekten är inte en säkerhetsfunktion. För det ändamålet krävs en termobrytare ansluten till en extern kontaktor. Bromsmotståndets krets är inte skyddad för läckström till jord.

Överspanningsstyrning (OVC) kan väljas som alternativ bromsfunktion i *parameter 2-17 Over-voltage Control*. Den här funktionen är aktiv för alla enheter och säkerställer att om mellankretsspänningen stiger, stiger också utfrekvensen för att begränsa spänningen från DC-bussen. Därmed undviks en tripp.

### **OBS!**

OVC kan inte aktiveras när en PM-motor körs och *parameter 1-10 Motor Construction* är inställd på [1] PM, ej utpräg. SPM.

## 10.9 Jordfelsbrytare (RCD) och isolationsmotståndsovervakning (IRM)

Använd jordfelsbrytare, förstärkt jordning eller jordning som ett extra skydd för att uppfylla de lokala säkerhetsföreskrifterna.

Om jordfel uppstår kan en likström uppstå i felströmmen. Om jordfelsbrytare används måste de lokala bestämmelserna följas. Reläer måste vara avsedda för trefasutrustning med brygglikriktare och kortvarig urladdning vid start. Mer information finns i *kapitel 10.10 Läckström*.

## 10.10 Läckström

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

Frekvensomriktarens teknik innefattar högfrekvent switchning vid hög effekt. Den högfrekventa switchningen ger upphov till en läckström i jordanslutningen.

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

- RFI-filtrering
- motorkabelns längd
- motorkabelns skärm
- frekvensomriktarens effekt

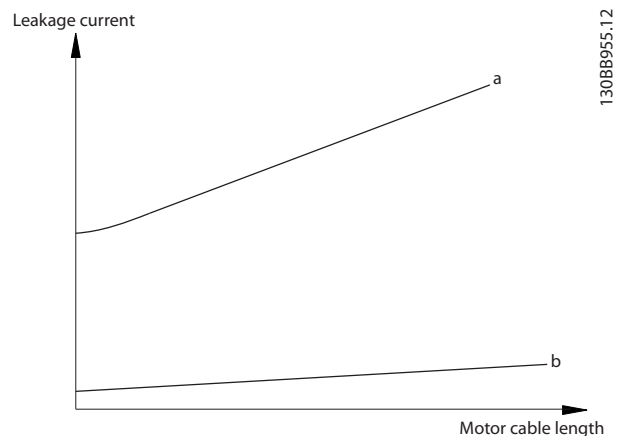


Bild 10.21 Motorkabelns längd och effektstorleken påverkar läckströmmen. Effektstorlek a > effektstorlek b.

Läckströmmen beror också på ledningsdistortionen.

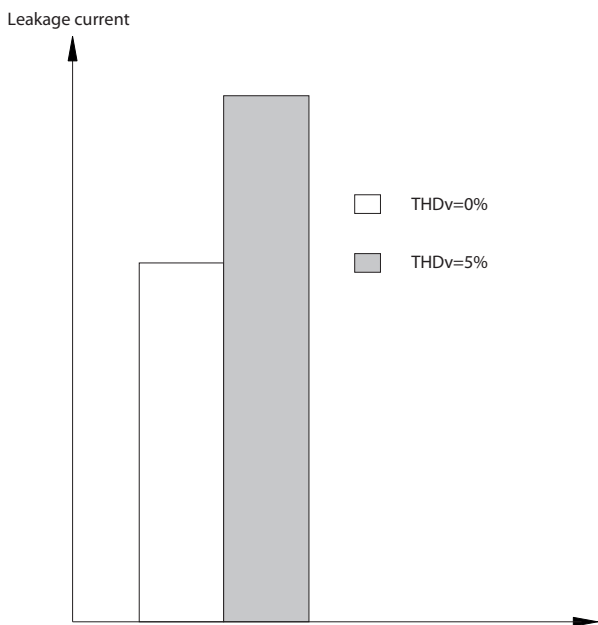


Bild 10.22 Ledningsdistorsion påverkar läckströmmen

Om läckströmmen överstiger 3,5 mA krävs särskild försiktighet för att uppfylla kraven i SS-EN/IEC 61800-5-1 (produktstandard för drivsystem).

Förstärk jordning med följande krav på skyddsjordanslutning:

- Jordledning (plint 95) med en ledararea på minst 10 mm<sup>2</sup> (8 AWG).
- Två separata jordledningar som båda uppfyller dimensioneringskraven.

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

#### Användning av jordfelsbrytare

Om jordfelsbrytare (RCD) används måste följande krav uppfyllas:

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

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

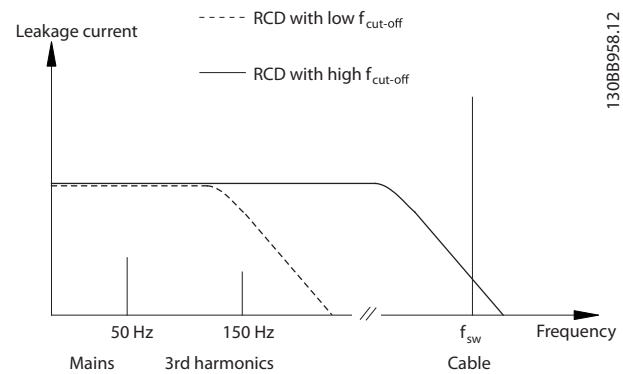


Bild 10.23 Huvudsakliga bidragande faktorer till läckström

Mängden läckström som detekteras av jordfelsbrytaren beror på jordfelsbrytarens gränshänsyn.

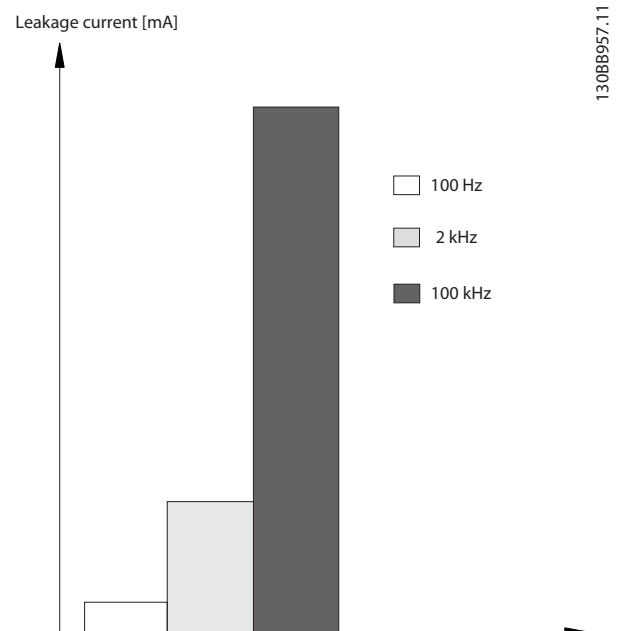


Bild 10.24 Påverkan av jordfelsbrytarens gränshänsyn på läckström

## 10.11 IT-nät

### Nätförsörjning isolerad från jord

Om frekvensomriktaren matas med nätspänning från ett isolerat nät (IT-nät, flytande delta eller jordat delta) eller TT/TN-S-nät med jordad gren, bör RFI-switchen ställas i läget OFF via *parameter 14-50 RFI Filter* på frekvensomriktaren och *parameter 14-50 RFI Filter* på filtret. Mer information finns i IEC 364-3. I avstängt läge är filterkondensatorerna mellan chassit och DC-bussen avstängda för att förhindra skador på DC-bussen och för att reducera jordströmmarna, i enlighet med IEC 61800-3.

Om optimala EMC-prestanda behövs, om parallellkopplade motorer ansluts eller om motorkabellängden överskrider 25 m (82 ft), rekommenderar Danfoss att ange

parameter 14-50 RFI Filter till [ON] (PÅ). Se även tillämpningsnoteringen VLT på IT-nät. Det är viktigt att använda isolationsvakter som är klassificerade för att användas tillsammans med nätströmselektronik (IEC 61557-8).

Danfoss rekommenderar inte att du använder en utgångskontaktor för frekvensomriktare på 525–690 V som är anslutna till ett IT-nätverk.

## 10.12 Verkningsgrad

### Frekvensomriktarens verkningsgrad ( $\eta_{VLT}$ )

Frekvensomriktarens verkningsgrad påverkas mycket lite av belastningen. I allmänhet är verkningsgraden densamma vid nominell motorfrekvens  $f_{M,N}$ , oavsett om motorn ger 100 % av det nominella axelmomentet eller endast 75 % för delbelastningar.

Frekvensomriktarens verkningsgrad påverkas inte ens om en annan U/f-kurva väljs. U/f-kurvan påverkar däremot motorns verkningsgrad.

Verkningsgraden minskar något när switchfrekvensen har satts till ett värde över 5 kHz. Verkningsgraden minskar också något vid en nätspänning på 480 V eller om motorkabeln är längre än 30 m (98 ft).

### Beräkna frekvensomriktarens verkningsgrad

Beräkna frekvensomriktarens verkningsgrad vid olika varvtal och belastningar med hjälp av Bild 10.25. Faktorn i diagrammet ska multipliceras med den specifika verkningsgradsfaktorn som anges i specifikationstabellerna i kapitel 7.1 Elektriska data, 380-480 V och kapitel 7.2 Elektriska data, 525–690 V.

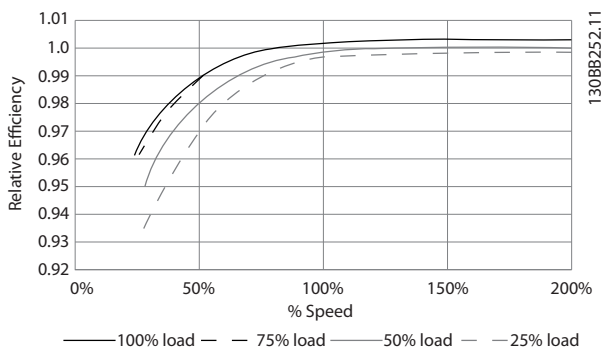


Bild 10.25 Typiska verkningsgradskurvor

Exempel: Anta en frekvensomriktare på 160 kW, 380–480/500 V AC vid 25 % belastning och 50 % varvtal. Bild 10.25 visar 0,97. Verkningsgraden i en frekvensomriktare på 160 kW är 0,98. Den faktiska verkningsgraden är då:  $0,97 \times 0,98 = 0,95$ .

### Motorns verkningsgrad ( $\eta_{MOTOR}$ )

Verkningsgraden för en motor som är ansluten till frekvensomriktaren beror på magnetiseringsnivån. Allmänt kan sägas att verkningsgraden är lika bra som vid drift direkt på nätet. Motorns verkningsgrad är beroende av motortypen.

I området 75–100 % av nominellt moment är motorns verkningsgrad nästan konstant, både när den är ansluten till frekvensomriktaren och direkt till nätet.

För små motorer påverkar U/f-kurvan inte verkningsgraden nämnvärt. För motorer på 11 kW (15 hk) och större kan den dock göra stor skillnad.

Switchfrekvensen påverkar normalt sett inte verkningsgraden för små motorer. Motorer på 11 kW (15 hk) och större får bättre verkningsgrad (1–2 %) eftersom motorströmmens sinusform nästan blir perfekt vid hög switchfrekvens.

### Verkningsgrad för systemet ( $\eta_{SYSTEM}$ )

Systemets verkningsgrad kan beräknas genom att frekvensomriktarens verkningsgrad ( $\eta_{VLT}$ ) multipliceras med motorns verkningsgrad ( $\eta_{MOTOR}$ ):

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

## 10.13 Ljudnivå

Ljudet som avges från frekvensomriktaren kommer från tre källor:

- DC-busspolar
- interna fläktar
- RFI-filterdrossel

Tabell 10.36 visar de typiska ljudnivåer uppmätta 1 m (9 ft) från enheten.

Kapslingsstorlek	dBA vid full fläkthastighet
E1–E2 <sup>1)</sup>	74
E1–E2 <sup>2)</sup>	83
F1–F4 och F8–F13	80

Tabell 10.36 Ljudnivå

1) Endast P450–P500, 525–690 V.

2) Alla andra modeller med kapsling E.

Testresultat utförda enligt ISO 3744 för bullernivå i en kontrollerad miljö. Bullertonen har bestämts för teknisk datarapport av maskinvaruprestanda enligt ISO 1996-2 annex D.



## 10.14 dU/dt-villkor

**OBS!**

För att undvika förtida åldrande av motorer som inte är konstruerade för att användas med frekvensomriktare, till exempel motorer utan fasåtskillnadspapp eller annan isoleringsförstärkning, rekommenderar Danfoss att ett dU/dt-filter eller ett sinusvågfilter monteras på frekvensomriktarens utgång. Ytterligare information om dU/dt- och sinusvågfilter finns i avsnittet *Design Guide för utgångsfilter*.

När en transistor i växelriktaren växlar stiger spänningen till motorn med ett dU/dt-förhållande som bestäms av:

- motorkabeln (typ, ledararea, längd, skärmad/oskärmad)
- Induktans

Egeninduktansen orsakar en toppspänning  $U_{PEAK}$  i motorspänningen innan den stabiliseras på en nivå som bestäms av spänningen i DC-bussen. Både stigtiden och toppspänningen  $U_{PEAK}$  påverkar motorns livslängd. I synnerhet påverkas motorer utan fasisolering i lindningarna om

toppspänningen är för hög. Motorkabellängden påverkar stigtiden och toppspänningen. Om motorkabeln till exempel är kort (några få meter) är stigtiden och toppspänningen låga. Om motorkabeln är lång (100 m (328 ft)) är stigtiden och toppspänningen högre.

Switchning av IGBT:erna ger upphov till toppspänningen på motorplintarna. Frekvensomriktaren uppfyller kraven i IEC 60034-25 beträffande motorer konstruerade för att styras av frekvensomriktare. Frekvensomriktaren uppfyller även kraven i IEC 60034-17 beträffande normala motorer som styrs av frekvensomriktare.

**Högeffektområde**

Effektstorlekarna i *Tabell 10.37* och *Tabell 10.38* vid lämpliga nätspänningar uppfyller kraven i IEC 60034-17 gällande normala motorer som styrs av frekvensomriktare, IEC 60034-25 gällande motorer som är konstruerade för att styras av frekvensomriktare och NEMA MG 1-1998 Part 31.4.4.2 för motorer som drivs av växelriktare. Effektstorlekarna i *Tabell 10.37* och *Tabell 10.38* uppfyller inte kraven i NEMA MG 1-1998 Part 30.2.2.8 för motorer för allmänt bruk.

**380–480 V**

Modell	Kabel-längd [m (ft)]	Nät-spänning [V]	Stig-tid [ $\mu$ s]	Topp-spänning [V]	dU/dt [V/ $\mu$ s]
P315–P1M0 (380–480 V)	30 (98,5)	500	0,71	1165	1389
	30 (98,5)	500 <sup>1)</sup>	0,80	906	904
	30 (98,5)	400	0,61	942	1233
	30 (98,5)	400 <sup>1)</sup>	0,82	760	743

Tabell 10.37 dU/dt-kapsling E1–E2 och F1–F13, 380–480 V

<sup>1)</sup> Med Danfoss dU/dt-filter

**525–690 V**

Modell	Kabel-längd [m (ft)]	Nät-spänning [V]	Stig-tid [ $\mu$ s]	Topp-spänning [V]	dU/dt [V/ $\mu$ s]
P450–P1M4 (525–690 V)	30 (98,5)	690	0,57	1611	2261
	30 (98,5)	575	0,25	–	2510
	30 (98,5)	690 <sup>1)</sup>	1,13	1629	1150

Tabell 10.38 dU/dt kapsling E1–E2 och F1–F13, 525–690 V

<sup>1)</sup> Med dU/dt-filter från Danfoss.

### 10.15 Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) – översikt

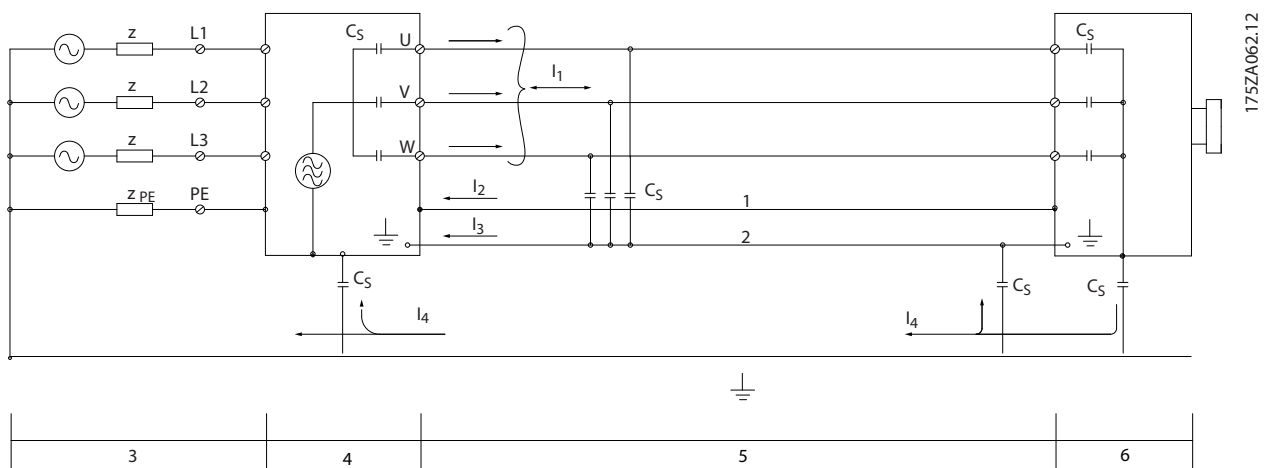
Elektriska enheter både genererar störningar och påverkas av störningar från andra genererande källor. Den elektromagnetiska kompatibiliteten (EMC) av denna påverkan beror på enhetens effekt och övertonegenskaper.

Okontrollerad växelverkan mellan elektriska enheter i ett system kan försämra kompatibilitet och minska driftens pålitlighet. Störningar kan te sig på följande sätt:

- elektrostatiska urladdningar
- snabba spänningsfluktuationer
- högfrekvent störning

Elektriska störningar ligger vanligtvis på frekvenser mellan 150 kHz och 30 MHz. Luftburen störning från drivsystemet på mellan 30 MHz och 1 GHz genereras av växelriktaren, motorkabeln och motorn.

Kapacitiva strömmar i motorkabeln tillsammans med ett högt  $dU/dt$  från motorspänningen genererar läckströmmar. Se Bild 10.26. Skärmade motorkablar har högre kapacitans mellan fasledningarna och skärmen och mellan skärmen och jord. Den ökade kabelkapacitansen, i kombination med annan parasitär kapacitans och motorinduktans, ändrar den elektromagnetiska emissionen från enheten. Ändringen i den elektromagnetiska emissionen sker främst i emissioner som understiger 5 MHz. Större delen av läckströmmen ( $I_1$ ) förs tillbaka till enheten via PE:n ( $I_3$ ), vilket innebär att endast ett litet elektromagnetiskt fält ( $I_4$ ) från den skärmade motorkabeln kvarstår. Skärmen reducerar luftburen störning, men ökar den lågfrekventa störningen i nätet.



1	Jordledning	$C_s$	Möjliga banor för shuntens parasitära kapacitans (varierar mellan olika installationer)
2	Skärm	$I_1$	Läckström vid common mode
3	Växelströmsnätförsörjning	$I_2$	Skärmad motorkabel
4	Frekvensomriktare	$I_3$	Säkerhetsjord (4:e ledaren i motorkablarna)
5	Skärmad motorkabel	$I_4$	Oavsiktlig ström vid common mode
6	Motor	-	-

Bild 10.26 Elektrisk modell som visar möjliga läckströmmar

## 10.15.1 EMC-testresultat

Följande testresultat har erhållits med en frekvensomriktare (med tillval om relevant), en skärmad styrkabel, en manöverlåda med potentiometer, en motor och en skärmad motorkabel.

RFI-filtertyp		Ledningsburen emission			Luftburen emission		
Standarder och krav	SS-EN 55011	Klass B Bostäder, handel och lätt industri	Klass A Grupp 1 Industri- miljö	Klass A Grupp 2 Industri- miljö	Klass B Bostäder, handel och lätt industri	Klass A Grupp 1 Industri- miljö	Klass A Grupp 2 Industri- miljö
	SS-EN/IEC 61800-3	Kategori C1 First environment (publika nät), hem och kontor	Kategori C2 First environme nt (publika nät), hem och kontor	Kategori C3 Second environment (industrinät)	Kategori C1 First environment (publika nät), hem och kontor	Kategori C2 First environment (publika nät), hem och kontor	Kategori C3 First environment (publika nät), hem och kontor
<b>H2</b>							
FC 102	355–1 000 kW 380–480 V	Nej	Nej	150 m (492 ft)	Nej	Nej	Ja
	450–1 400 kW 525–690 V	Nej	Nej	150 m (492 ft)	Nej	Nej	Ja
<b>H4</b>							
FC 102	355–1 000 kW 380–480 V	Nej	150 m (492 ft)	150 m (492 ft)	Nej	Ja	Ja
	450–1 400 kW 525–690 V	–	–	–	–	–	–

Tabell 10.39 EMC-testresultat (emission och immunitet)

## 10.15.2 Emissionskrav

Enligt EMC-produktstandarden SS-EN/IEC 61800-3:2004 för frekvensomriktare med justerbart varvtal beror EMC-kraven på vilken miljö frekvensomriktaren installeras i. Dessa miljöer tillsammans med nätspänningskraven definieras i *Tabell 10.40*.

Frekvensomriktarna uppfyller EMC-kraven som beskrivs i IEC/SS-EN 61800-3 (2004)+AM1 (2011), kategori C3, för utrustning som drar mer än 100 A per fas och som är installerad i second environment (industri nät). Testet avseende överensstämmelse utfördes med en skärmad motorkabel på 150 m (492 ft).

Kategori (SS-EN 61800-3)	Definition	Ledningsburen emission (SS-EN 55011)
C1	First environment (publika nät) (hem och kontor) med en nätspänning som understiger 1 000 V.	Klass B
C2	First environment (publika nät)(hem och kontor) med en nätspänning som understiger 1 000 V, som varken är flyttbara eller utrustade med kontakt och där installation och idrifttagning av systemet ska utföras av en fackman.	Klass A Grupp 1
C3	Second environment (industrinät) med en nätspänning som understiger 1 000 V.	Klass A Grupp 2
C4	Second environment (industrinät) med följande: <ul style="list-style-type: none"> <li>Nätspänning överstiger eller är lika med 1 000 V.</li> <li>Nominell ström överstiger eller är lika med 400 A.</li> <li>Avsedd för användning i komplexa system.</li> </ul>	Ingen begränsning. En EMC-plan måste upprättas.

Tabell 10.40 Emissionskrav

När de generella emissionsstandarderna används måste frekvensomriktare stämma överens med *Tabell 10.41*.

Miljö	Allmän standard	Krav för ledningsburen emission enligt gränsvärden i SS-EN 55011
First environment (publika nät, hem och kontor)	SS-EN/IEC 61000-6-3 Emissionsstandard för bostads- och kontorsmiljöer samt lätt industrimiljö.	Klass B
Second environment (industrinät)	SS-EN/IEC 61000-6-4 Emissionsstandard för industrimiljö.	Klass A Grupp 1

Tabell 10.41 Allmänna standarder för emissionsgränser

### 10.15.3 Immunitetskrav

Immunitetskraven för frekvensomriktare beror på installationsmiljön. Kraven på industrimiljön är högre än kraven för hem- och kontorsmiljöer. Alla Danfoss frekvensomriktare uppfyller kraven för såväl industriella miljöer som för hem- och kontorsmiljöer.

För att dokumentera immuniteten mot pulsskurar har följande immunitetstest utförts på en frekvensomriktare (med tillval om relevant), en skärmd styrkabel, en manöverlåda med potentiometer, motorkabel och motor. Testerna utfördes enligt följande grundstandarder. Mer information finns i *Tabell 10.42*.

- **SS-EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** Elektrostatiska urladdningar (ESD): Simulering av elektrostatiska urladdningar från människor.
- **SS-EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** Instrålade elektromagnetiska fält, amplitudmodulerade simulering av påverkan från radar- och radioutrustning och mobila kommunikationsapparater.
- **SS-EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Pulsskurar: Simulering av störningar som orsakas av till- och frånslag i kontaktorer, reläer eller liknande enheter.
- **SS-EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Stötpulser: Simulering av transienter som orsakas av blixtnedslag nära installationer.
- **SS-EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** RF Common mode: Simulering av effekten från radiolänksutrustning som sammanfogats med anslutningskablar.

10

Grundstandard	Pulsskurar IEC 61000-4-4	Stötpulser IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Utstrålade elektromagnetiska fält IEC 61000-4-3	RF common mode-spänning IEC 61000-4-6
<b>Acceptansvillkor</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>A</b>
Ledning	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	–	–	10 V <sub>RMS</sub>
Motor	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	–	–	10 V <sub>RMS</sub>
Broms	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	–	–	10 V <sub>RMS</sub>
Lastdelning	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	–	–	10 V <sub>RMS</sub>
Styrledningar	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	–	–	10 V <sub>RMS</sub>
Standardbuss	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	–	–	10 V <sub>RMS</sub>
Reläledningar	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	–	–	10 V <sub>RMS</sub>
Tillämpnings-/fältbusstillval	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	–	–	10 V <sub>RMS</sub>
LCP-kabel	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	–	–	10 V <sub>RMS</sub>
Extern 24 V DC	2 V CM	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	–	–	10 V <sub>RMS</sub>
Kapsling	–	–	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	–

Tabell 10.42 EMC-immunitetsschema, spänningsområde: 380–480/500 V, 525–600 V, 525–690 V

1) Insprutning på kabelskärm.

AD: lufturladdning; CD: kontakturladdning; CM: Common Mode; DM: Differential Mode.

### 10.15.4 EMC-kompatibilitet

**OBS!**

**ANVÄNDARENS ANSVAR**

Enligt standarden SS-EN 61800-3 för varvtalsstyrda drivsystem är det användarens ansvar att säkerställa att EMC-kraven uppfylls. Tillverkare kan erbjuda lösningar för att driften ska ske enligt standarden. Användaren ansvarar för att tillämpa dessa lösningar och för att betala för tillkommande kostnader.

Det finns två alternativ för att säkerställa elektromagnetisk kompatibilitet.

- Eliminera eller minimera störningen vid den utstrålade störningens källa.
- Öka immuniteten mot störning i enheter som påverkas av den.

**RFI-filter**

Målet är att skapa system som fungerar stabilt utan radiofrekvensstörningar mellan komponenterna. Använd frekvensomriktare med RFI-filter av hög kvalitet för att uppnå en god immunitet.

**OBS!**

**RADIOSTÖRNINGAR**

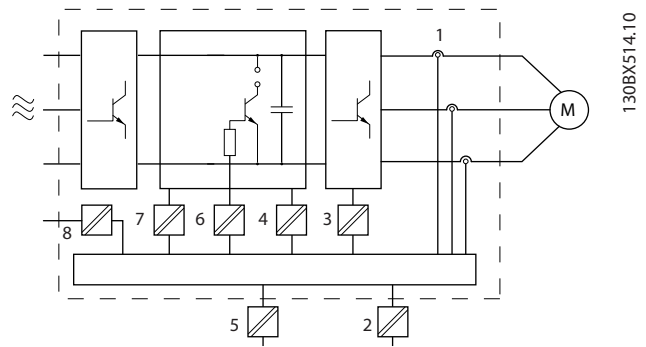
I bostadsmiljöer kan produkten orsaka radiostörningar, och lämpliga åtgärder för att minska störningarna kan behöva vidtas.

**Överensstämmelse för PELV och galvanisk isolation**

Alla E1h-E4h-frekvensomriktare har styr- och reläplintar som uppfyller PELV (förutom jordad Delta över 400 V).

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

Elektrisk isolering ges enligt Bild 10.27. Komponenterna som beskrivs uppfyller kraven för både PELV och galvanisk isolations.



1	Strömvandlare
2	Galvanisk isolation för det standardmässiga bussgränssnittet RS485
3	Växelriktare för IGBT-enheter
4	Försörjning (SMPS) inkluderar signalisolerig av V DC som indikerar mellanliggande strömspanning
5	Galvanisk isolation för 24 V säkerhetskopiering
6	Optokopplare, bromsmodul (tillval)
7	Kretsar för mätning av interna strömmar, RFI och temperatur
8	Kundreläer

Bild 10.27 Galvanisk isolation

### 10.16 EMC-korrekt installation

Du utför EMC-korrekt installation genom att följa instruktionerna i *handboken*. Exempel på EMC-korrekt installation finns i Bild 10.28.

**OBS!**

**TVINNADE SKÄRMÄNDAR**

Tvinnade skärmändar ökar skärmimpedansen vid högre frekvenser, vilket minskar skärmeffekten och ökar läckströmmen. Undvik tvinnade skärmändar och använd istället inbyggda skärmklämmor.

- Vid användning med reläer, styrkablar, ett signalgränssnitt, en fältbuss eller broms ska skärmen anslutas till kapslingen vid båda ändar. Om jorddragningen har hög impedans, låter mycket eller matar ström ska skärmanslutningen brytas i en ände för att undvika jordströmslingor.
- Skicka strömmen tillbaka till enheten med hjälp av en monteringsplatta av metall. Säkerställ god elektrisk kontakt från monteringsplattan via fästskruvarna till frekvensomriktarens chassi.
- Använd skärmade kablar som utgående motorkablar. Alternativt kan oskärmade motorkablar med skyddsror av metall användas.

**OBS!****SKÄRMADE KABLAR**

Om skärmade kablar eller skyddsror av metall inte används, uppfyller enheten och installationen inte de lagstadgade begränsningarna för radiofrekvensstrålning (RF).

- Säkerställ att motor- och bromskablarna är så korta som möjligt för att minska störningsnivån från hela systemet.
- Undvik att lägga kablar med känsliga signalnivåer längs med motor- eller bromskablar.
- För kommunikationsledningarna och kommando-/styrledningarna ska särskilda standarder för kommunikationsprotokoll följas. Till exempel måste USB använda skärmade kablar, men RS485/Ethernet kan använda skärmade eller oskärmade UTP-kablar.
- Säkerställ att alla styrplintanslutningar är PELV.

**OBS!****EMC-STÖRNINGAR**

Använd skärmade kablar som motor- och styrkablar. Säkerställ att nätkablar, motorkablar och styrkablar hålls separerade från varandra. Underlåtenhet att isolera dessa kablar kan leda till oönskad funktion eller försämrade prestanda. Ett avstånd på minst 200 mm (7,9 in) måste finnas mellan nätkablar, motorkablar och styrkablar.

10

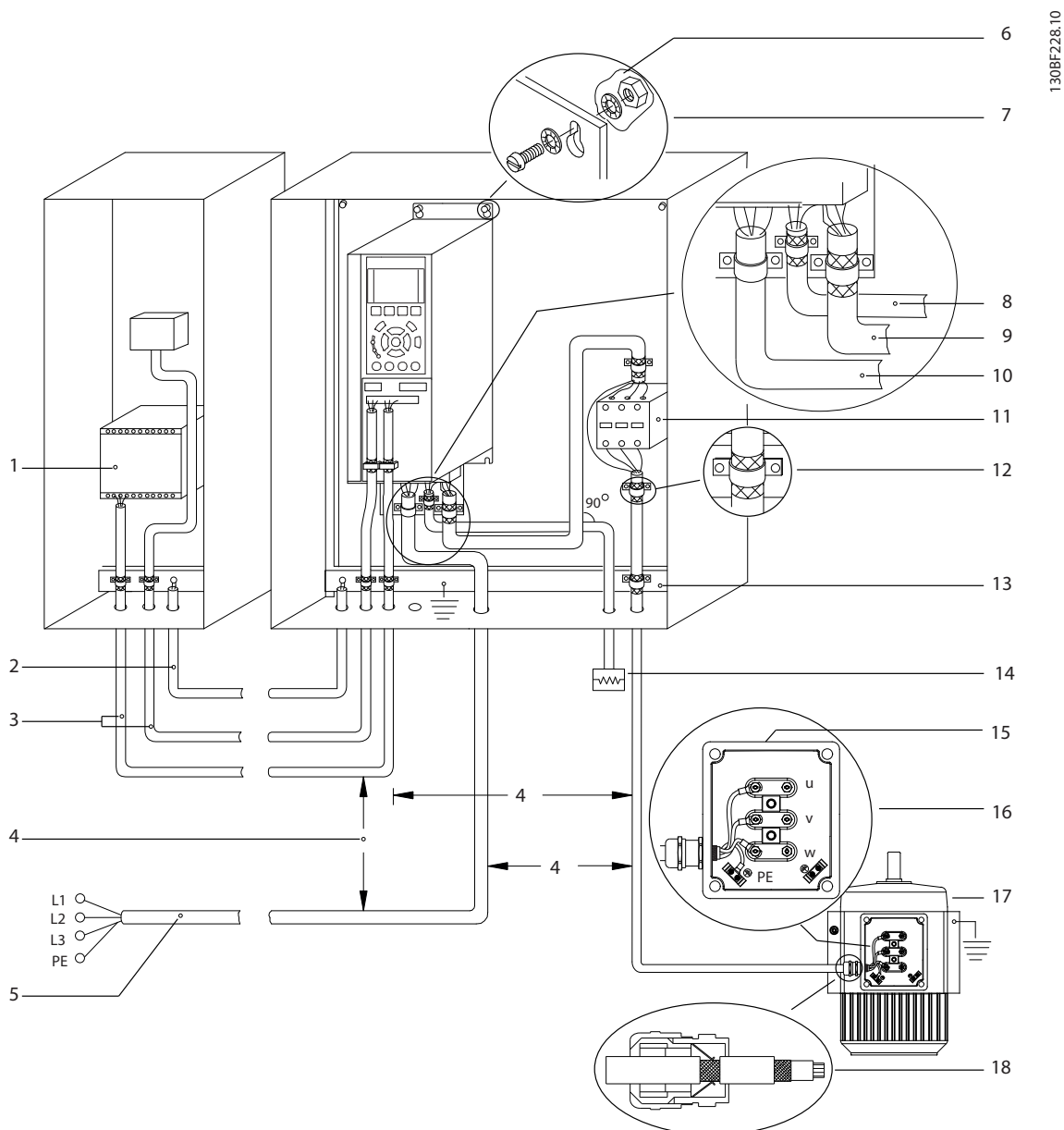
**OBS!****INSTALLATION VID HÖG HÖJD**

Det finns risk för överspänning. Isolering mellan komponenter och kritiska delar kan vara otillräckligt, och uppfyller eventuellt inte kraven för PELV. Minska risken för överspänning genom att använda externa skyddsenheter eller galvanisk isolation.

Vid installationer på över 2 000 m höjd (6 500 ft) ska du kontakta Danfoss angående överensstämmelse med PELV.

**OBS!****ÖVERENSSTÄMMELSE MED PELV**

Undvik elstötar genom att använda elförsörjningen av PELV-typ (Protective Extra Low Voltage) och följa lokala och nationella PELV-föreskrifter.



1	PLC	10	Nätkabel (oskärmad)
2	Minst 16 mm <sup>2</sup> (6 AWG) utjämningskabel	11	Utgångs kontaktor
3	Styrkablar	12	Skalad kabelisolering
4	Minst 200 mm (7,9 in) mellan styrkablar, motorkablar och nätkablar.	13	Gemensam jordsamlingsskena. Följ lokala och nationella krav för apparatskåpets jordning.
5	Nätförsörjning	14	Bromsmotstånd
6	Bar (omålad) yta	15	Metallåda
7	Stjärnbrickor	16	Anslutning till motor
8	Bromskabel (skärmad)	17	Motor
9	Motorkabel (skärmad)	18	EMC-kabelförskruvning

Bild 10.28 Exempel på korrekt EMC-installation

## 10.17 Övertoner – översikt

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

### 10.17.1 Övertonsanalys

Eftersom övertoner ökar värmeförlusten är det viktigt att ta övertoner i beaktning vid systemkonstruktion för att förhindra överbelastning i transformatorn, induktanspolarna och kablagen. En analys av systemets övertoner kan vid behov utföras för att avgöra utrustningens påverkan.

En icke sinusformad ström omvandlas genom en Fourierserieanalys till sinusformade strömmar vid olika frekvenser, det vill säga olika övertonsströmmar ( $I_n$ ) med 50 Hz eller 60 Hz som grundfrekvens.

Förkortning	Beskrivning
$f_1$	Grundfrekvens (50 Hz eller 60 Hz)
$I_1$	Ström vid grundfrekvens
$U_1$	Spänning vid grundfrekvens
$I_n$	Ström vid övertonsfrekvens nr X
$U_n$	Spänning vid övertonsfrekvens nr X
$n$	Övertonsordning

Tabell 10.43 Övertonsrelaterade förkortningar

	Grundström ( $I_1$ )	Övertonsström ( $I_n$ )			
		$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	
Ström	$I_1$	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	
Frekvens	50 Hz	250 Hz	350 Hz	550 Hz	

Tabell 10.44 Grundströmmar och övertonsströmmar

Ström	Övertonsström				
	$I_{RMS}$	$I_1$	$I_5$	$I_7$	$I_{11-49}$
Inström	1,0	0,9	0,5	0,2	< 0,1

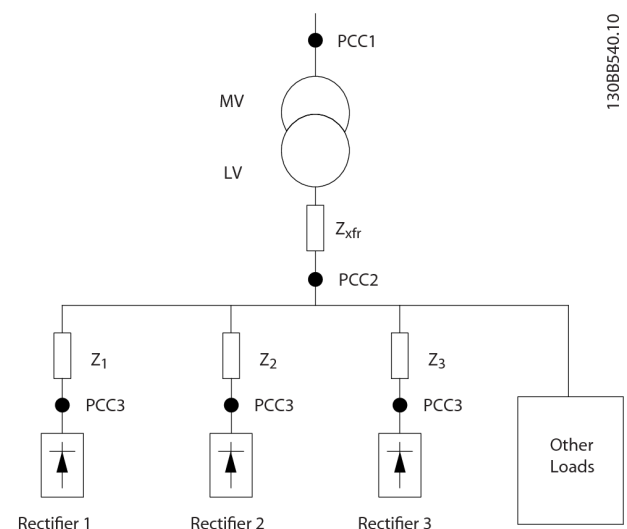
Tabell 10.45 Övertonsströmmar kontra RMS-inström

Spänningsdistorsionen på nätspanningen är en funktion av övertonsströmmen multiplicerad med nätimpedansen för den aktuella frekvensen. Den totala spänningsdistorsionen (THDi) beräknas ur de enskilda övertonsspänningarna med formeln:

$$THDi = \frac{\sqrt{U_{25}^2 + U_{27}^2 + \dots + U_{2n}^2}}{U}$$

### 10.17.2 Övertoneffekter i ett strömdistributionssystem

I Bild 10.29 är en transformator ansluten på primärsidan till en förbindelsepunkt PCC1 på medelnätspanning. Transformatorn har en impedans på  $Z_{xfr}$  och matar ett flertal laster. Förbindelsepunkten där alla laster är sammankopplade är PCC2. Varje last är ansluten via kablar med en impedans på  $Z_1, Z_2, Z_3$ .



PCC	Förbindelsepunkt
MV	Medelspänning
LV	Låg spänning
$Z_{xfr}$	Transformatorns impedans
$Z\#$	Modelleringsmotstånd och induktans i kablagen

Bild 10.29 Litet distributionssystem

Övertonsströmmar från icke-linjära laster orsakar spänningsdistorsion beroende på spänningsfallet på distributionssystemets impedans. Högre impedans medför högre nivåer av spänningsdistorsion.



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

En vanlig term för att beskriva impedansen i ett nät är kortslutningsförhållandet  $R_{sce}$ , där  $R_{sce}$  definieras som förhållandet mellan den synbara kortslutningseffekten vid

nätanslutningen på PCC ( $S_{sc}$ ) och den beräknade synbara effekten för lasten.  $(S_{equ}) \cdot R_{sce} = \frac{S_{sc}}{S_{equ}}$

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

#### Negativa effekter av övertoner

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

### 10.17.3 IEC-standard om övertoner

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

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

Tabell 10.46 Konstruktionsstandarder för nätspänningskvalitet

Det finns två EU-standarder som behandlar övertoner i frekvensområdet mellan 0 Hz och 9 kHz.

#### SS-EN 61000-2-2 (Kompatibilitetsnivåer för lågfrekventa ledningsbundna störningar och signalnivåer på elnät)

I standarden SS-EN 61000-2-2 anges kraven för kompatibilitetsnivåer för PCC (förbindelsepunkt) för lågfrekventa växelströmssystem på det offentliga nätet. Gränser specificeras endast för övertonsspänning och spänningens totala övertonsdistortion. SS-EN 61000-2-2 definierar inte gränserna för övertonsströmmar. I situationer där den totala övertonsdistortionen THD(V) = 8 % är PCC-gränserna identiska med de gränser som anges i SS-EN 61000-2-4, klass 2.

#### SS-EN 61000-2-4 (Kompatibilitetsnivåer för lågfrekventa ledningsbundna störningar i industrimiljö)

I standarden SS-EN 61000-2-4 anges kraven för kompatibilitetsnivåer på industrinät och privata nätverk. I standarden definieras även följande tre klasser av elektromagnetiska miljöer:

- Klass 1 avser kompatibilitetsnivåer som understiger det allmänna strömförsörjningsnätet, vilket påverkar utrustning som är känslig för störningar (laboratorieutrustning, viss automatiseringsutrustning och vissa skyddsenheter).
- Klass 2 avser kompatibilitetsnivåer som är lika med det allmänna strömförsörjningsnätet. Klassen gäller för PCC:er på det allmänna strömförsörjningsnätet och för IPC:er (interna kopplingspunkter) på industriella eller andra privata strömförsörjningsnät. All utrustning som är konstruerad för drift på det allmänna strömförsörjningsnätet får tillhöra den här klassen.
- Klass 3 avser kompatibilitetsnivåer som överstiger det allmänna strömförsörjningsnätet. Den här klassen gäller endast för IPC:er i industrimiljöer. Använd den här klassen när följande utrustning finns:
  - stora frekvensomriktare
  - svetsmaskiner
  - stora motorer som startar ofta
  - laster som ändras snabbt

I normala fall kan klassen inte definieras i förväg utan att ta avsedd utrustning och de processer som planeras användas i miljön i beaktning. VLT®-frekvensomriktare med hög effekt efterlever gränserna för klass 3 under typiska förhållanden för försörjningssystem ( $R_{sc} > 10$  eller  $v_k \text{ Line} < 10$  %).

Övertonsordning (h)	Klass 1 (V <sub>h</sub> %)	Klass 2 (V <sub>h</sub> %)	Klass 3 (V <sub>h</sub> %)
5	3	6	8
7	3	5	7
11	3	3,5	5
13	3	3	4,5
17	2	2	4
17 < h ≤ 49	2,27 x (17/h) – 0,27	2,27 x (17/h) – 0,27	4,5 x (17/h) – 0,5

Tabell 10.47 Kompatibilitetsnivåer för övertoner

	Klass 1	Klass 2	Klass 3
THDv	5%	8%	10%

Tabell 10.48 Kompatibilitetsnivåer för den totala spänningsdistortionen för övertoner THDv

### 10.17.4 Överensstämmelse med övertonskrav

Danfoss frekvensomriktare uppfyller kraven i följande standarder:

- IEC61000-2-4
- IEC61000-3-4
- G5/4

### 10.17.5 Övertonsbegränsning

I fall där ytterligare övertonsbegränsning krävs erbjuder Danfoss ett stort urval av begränsningsutrustning:

- VLT® 12-pulse drives
- VLT® Low harmonic drives
- VLT® Advanced harmonic filters
- VLT® Advanced active filters

Vilken som är den bästa lösningen beror på flera omständigheter:

- nätet (bakgrundsdistortion, nätobalans, resonans och typ av nätförsörjning (transformator/generator))
- tillämpning (lastprofil, antal laster och laststorlek)
- lokala/nationella krav/föreskrifter (t.ex. IEEE 519, IEC och G5/4)
- totalkostnad för ägaren (startkostnad, verkningsgrad och underhåll)

### 10.17.6 Övertonsberäkning

Använd det kostnadsfria beräkningsprogrammet Danfoss MCT 31 för att avgöra graden av spänningsutsläpp på nätet och vilka försiktighetsåtgärder som måste vidtas. *VLT® Harmonic Calculation MCT 31* finns på [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com).

# 11 Grundläggande driftprinciper för frekvensomriktare

Detta avsnitt innehåller en översikt över de viktigaste delarna och kretssystemet i Danfoss frekvensomriktare. Det beskriver interna elektriska funktioner och signalbehandling. Det beskriver också den interna styrstrukturen.

## 11.1 Driftsbeskrivning

En frekvensomriktare är en elektronisk regulator som matar en reglerad mängd växelström till en trefasinduktionsmotor. Genom att mata en variabel frekvens och spänning till motorn varierar frekvensomriktaren motorvarvtalet och bibehåller ett konstant varvtalet när motorns belastning förändras. Frekvensomriktaren kan även stoppa och starta en motor utan den mekaniska påfrestning som en linjestart innebär.

I sin grundläggande form kan frekvensomriktaren delas in i fyra huvudområden:

### Likriktare

Likriktaren består av SCR:er eller dioder som konverterar 3-fas växelström till pulserande likström.

### DC-buss

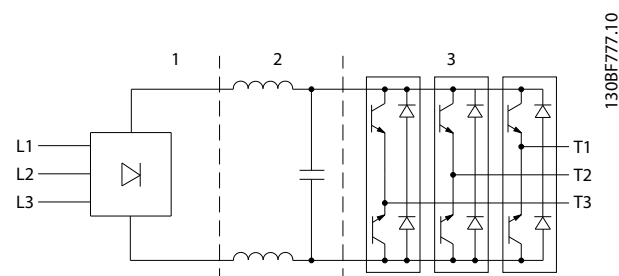
DC-bussen består av induktansspolar och kondensatorbanker som stabiliserar den pulserande likströmmen.

### Växelriktare

Växelriktaren använder IGBT:er för att konvertera likströmmen till en variabel spänning och en variabel växelströmsfrekvens.

### Reglering

Styrområdet består av programvara som kör maskinvaran för att producera den variabla spänningen som styr och reglerar växelströmsmotorn.



1	Likriktare (SCR/dioder)
2	DC-buss
3	Växelriktare (IGBT:er)

Bild 11.1 Intern bearbetning

## 11.2 Styrning av frekvensomriktare

Följande processer används för att styra och reglera motorn:

- användarinmatning/-referens
- återkopplingshantering
- användardefinierad styrstruktur
  - drift med/utan återkoppling
  - motorstyrning (varvtalet, moment eller process)
- styralgoritmer (VVC+, flux utan återkoppling, flux med motoråterkoppling samt intern strömstyrning VVC+)

### 11.2.1 Användarinmatningar/-referenser

Frekvensomriktaren använder en inmatningskälla (även kallad referens) för att styra och reglera motorn. Frekvensomriktaren tar emot inmatningssignalerna på något av följande sätt:

- Manuellt via LCP:n. Den här metoden kallas för lokal (Hand On).
- Externt via analoga/digitala ingångar och olika seriegränssnitt (RS485, USB eller fältbuss (tillval)). Den här metoden kallas för extern (Auto On) och är fabriksinställningen.

#### Aktiv referens

"Aktiv referens" avser den aktiva inmatningskällan. Den aktiva referensen konfigureras i *parameter 3-13 Reference Site*. Se Bild 11.2 och Tabell 11.1.

Mer information finns i *programmeringshandboken*.

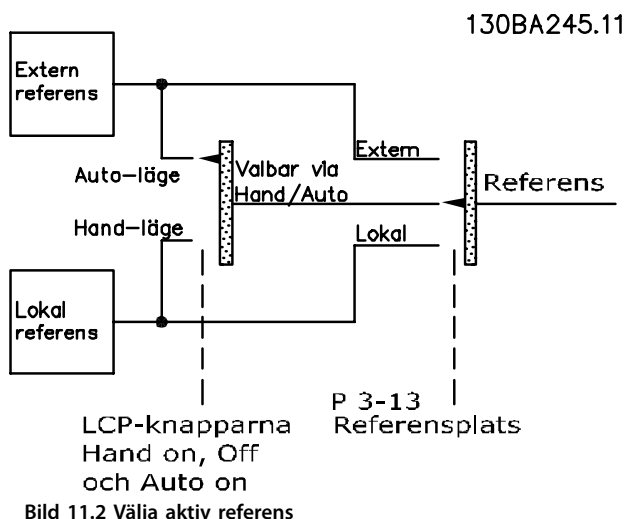


Bild 11.2 Välja aktiv referens

LCP-knappar	Parameter 3-13 Reference Site	Aktiv Referens
[Hand On]	Kopplad till hand/auto	Lokal
[Hand On]⇒(Av)	Kopplad till hand/auto	Lokal
[Auto On]	Kopplad till hand/auto	Extern
[Auto On]⇒(Av)	Kopplad till hand/auto	Extern
Alla knappar	Lokal	Lokal
Alla knappar	Extern	Extern

Tabell 11.1 Konfigurationer för lokal eller extern referens

## 11.2.2 Extern hantering av referenser

Extern hantering av referenser används vid drift utan och med återkoppling. Se *Bild 11.3*.

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

Externa referenser kan också matas till frekvensomriktaren, vanligen via en analog styringång. Referenskillorna och bussreferensen adderas för att skapa den totala externa referensen.

Den aktiva referensen kan vara något av följande:

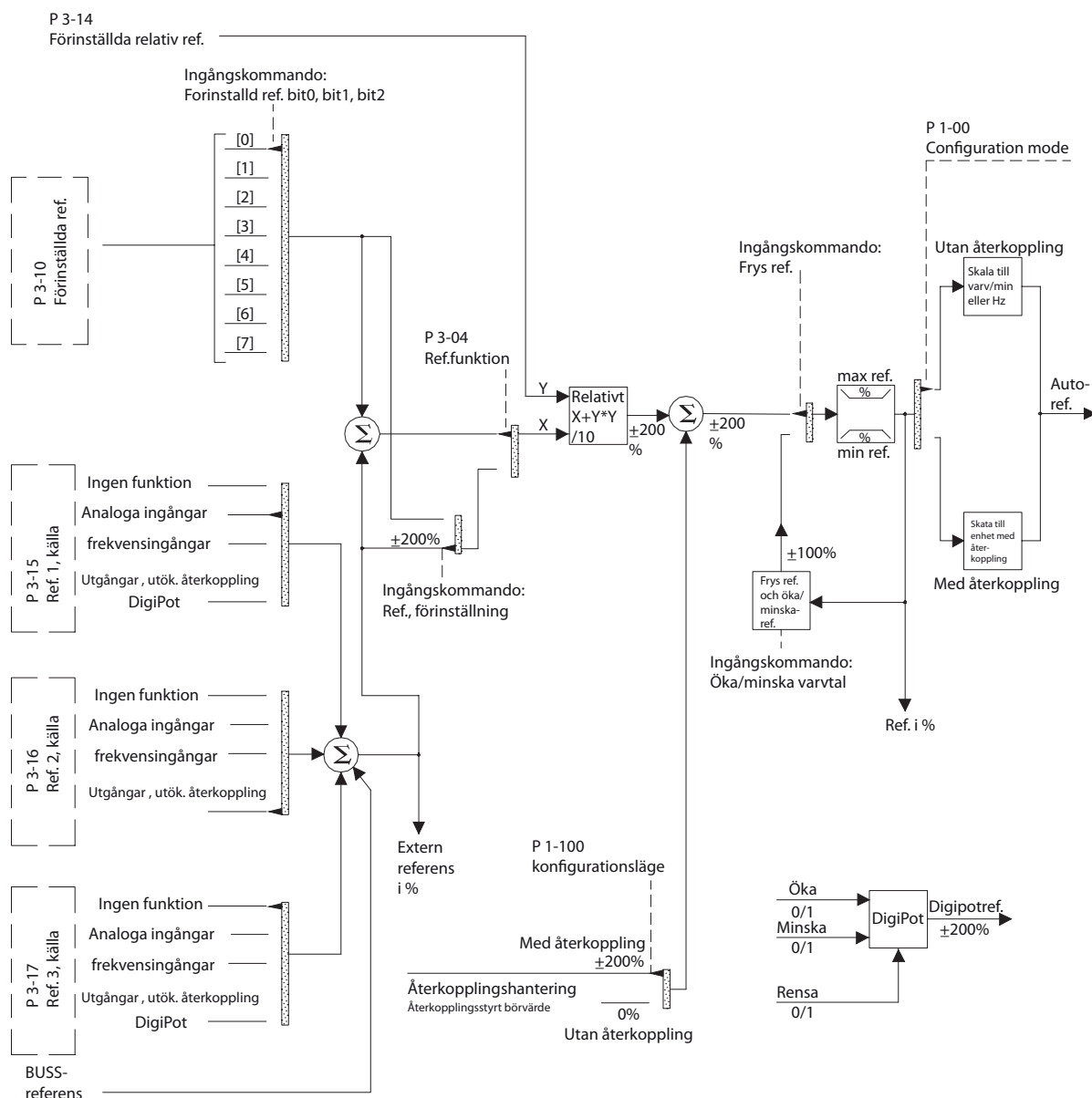
- extern referens
- förinställd referens
- börvärde
- summan av den extern referensen, förinställda referensen och börvärdet

Den aktiva referensen kan skalas. Den skalade referensen beräknas på följande sätt:

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

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

Om Y, *parameter 3-14 Preset Relative Reference*, är inställd på 0 % påverkar skalningen inte referensen.



130BA357.11

Bild 11.3 Extern hantering av referens

### 11.2.3 Återkopplingshantering

Återkopplingshanteringen kan konfigureras så att den fungerar med tillämpningar där avancerad styrning krävs, till exempel flera börvärden och olika typer av återkoppling. Se Bild 11.4. Tre typer av styrning är vanliga:

#### En zon (ett börvärde)

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

#### Flera zoner (ett börvärde)

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

#### Flera zoner (börvärde/återkoppling)

Det börvärdes-/återkopplingspar med den största skillnaden styr frekvensomriktare varvtal. Maximivärdet försöker hålla alla zoner vid eller under respektive börvärden, medan minimivärdet försöker hålla alla zoner vid eller över respektive börvärden.

#### Exempel

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

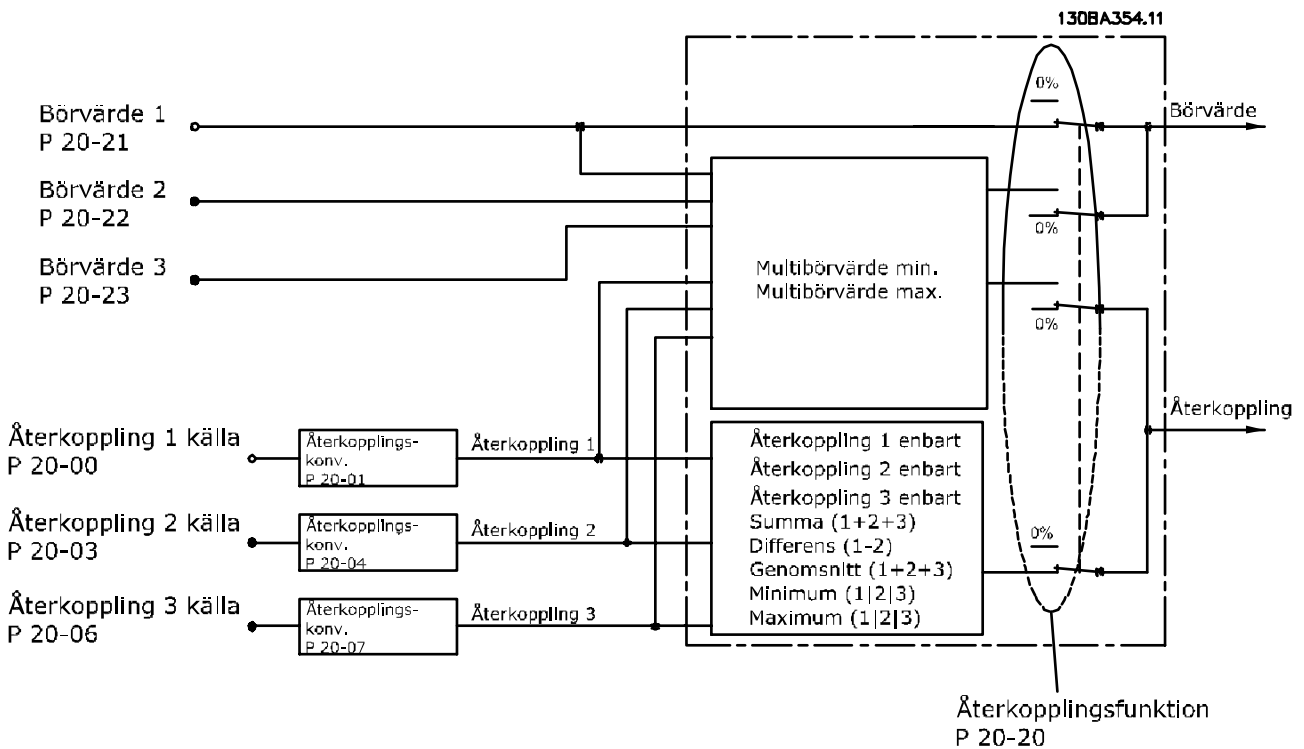
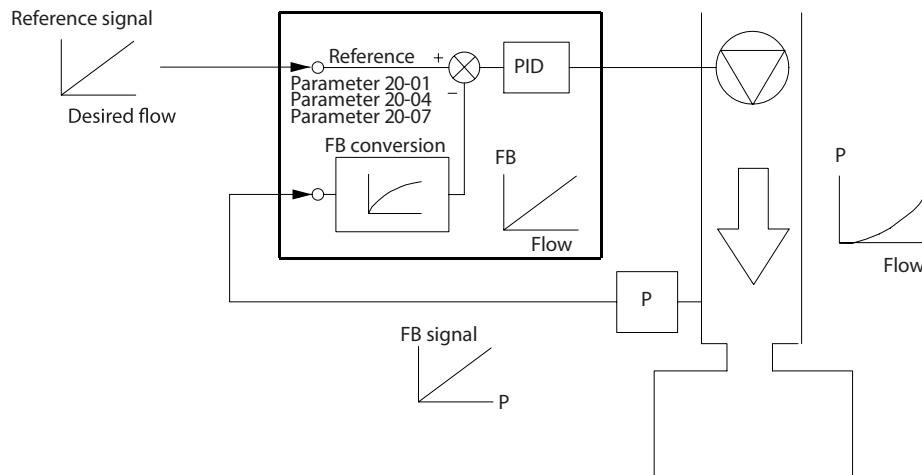


Bild 11.4 Blockdiagram över behandlingen av återkopplingssignalen

### Återkopplingskonvertering

I vissa tillämpningar är det praktiskt att konvertera återkopplingssignalen. Ett exempel på detta är när en trycksignal används för att ge flödesåterkoppling. Eftersom kvadratroten ur trycket är proportionellt mot flödet ger kvadratroten ur trycksignalen ett värde som är proportionellt mot flödet, se *Bild 11.5*.



130BF834.10

Bild 11.5 Återkopplingskonvertering

## 11.2.4 Styrstruktur – översikt

Styrstrukturen är en programvaruprocess som styr motorn baserat på användardefinierade referenser (exempelvis varvtal) och huruvida återkoppling används eller inte (med/utan återkoppling). Användaren definierar styrningen i *parameter 1-00 Configuration Mode*.

Styrstrukturerna är följande:

#### Styrstruktur utan återkoppling

- Varvtal (varv/minut)
- Moment (Nm)

#### Styrstrukturer med återkoppling

- Varvtal (varv/minut)
- Moment (Nm)
- Process (användardefinierade enheter, såsom fot, lpm, psi, % och bar)

## 11.2.5 Styrstruktur utan återkoppling

Vid drift utan återkoppling använder frekvensomriktaren en eller flera referenser (lokal eller extern) för att styra motorns varvtal eller moment. Det finns två sorters styrning utan återkoppling:

- Varvtalsreglering. Ingen återkoppling från motorn.
- Momentstyrning. Används i VVC<sup>+</sup>-läge. Funktionen används i mekaniskt robusta tillämpningar, men dess noggrannhet är begränsad. Momentfunktion utan återkoppling fungerar bara i en rotationsriktning. Momentet beräknas utifrån aktuell mätning inuti frekvensomriktare. Se *kapitel 12 Tillämpningsexempel*.

I konfigurationen som visas i *Bild 11.6* körs frekvensomriktaren utan återkoppling. Den tar emot indata antingen från LCP (läget Hand on) eller en extern signal (läget Auto on).

Signalen (varvtalsreferensen) tas emot och testas utifrån följande:

- programmerade minimi- och maximigränser för motorvarvtal (i varv/minut och Hz)
- uppstamp- och nedramptider
- riktning för motorrotation

Referensen skickas sedan vidare för att styra motorn.

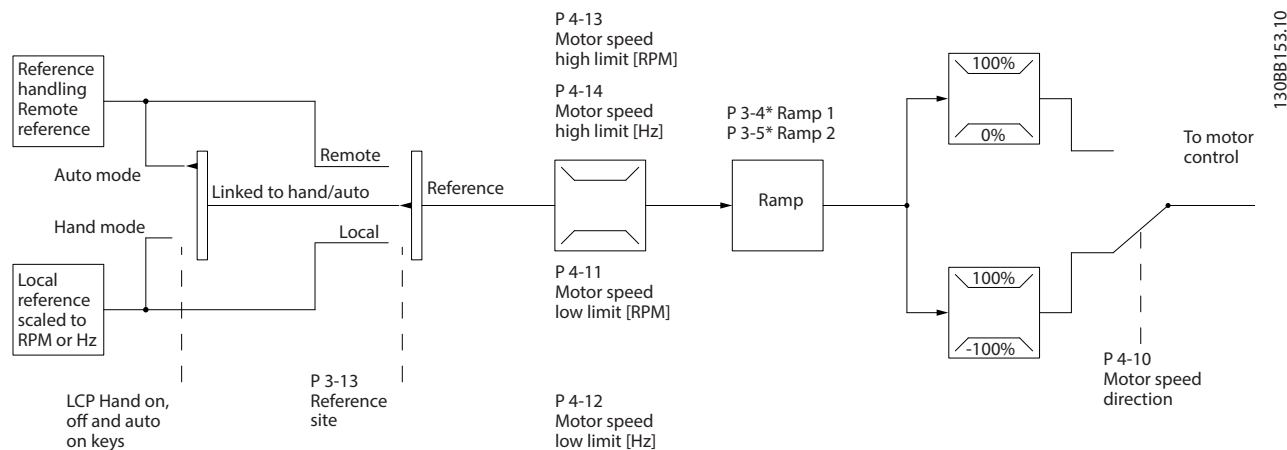


Bild 11.6 Blockdiagram över en styrstruktur utan återkoppling

## 11.2.6 Styrstruktur med återkoppling

Vid drift med återkoppling använder frekvensomriktaren en eller flera referenser (lokala eller externa) och återkopplingsgivare för att styra motorn. Frekvensomriktaren får en återkopplingssignal från en givare i systemet. Den jämför sedan återkopplingen med ett referensbörvärde för att avgöra om det finns någon avvikelse mellan de två signalerna. Frekvensomriktaren justerar sedan motorvarvtalet för att korrigera avvikelsen.

Ta till exempel ett pumpsystem där pumpens varvtal regleras så att det statiska trycket i röret hålls konstant (se Bild 11.7). Frekvensomriktaren får en återkopplingssignal från en givare i systemet. Den jämför återkopplingen med ett referensbörvärde och avgör om det finns någon avvikelse mellan de två signalerna. Därefter justerar den motorvarvtalet för att kompensera för avvikelsen.

Börvärdet för statiskt tryck är referenssignalen till frekvensomriktaren. En givare mäter det faktiska statiska trycket i röret och skickar informationen till frekvensomriktaren som en återkopplingssignal. Om återkopplingssignalen överstiger börvärdesreferensen rampar frekvensomriktaren ned för att minska trycket. På samma sätt rampar frekvensomriktaren upp för att öka pumptrycket om rörtrycket är lägre än börvärdesreferensen.

Det finns tre sorters styrning med återkoppling:

- Varvtalsreglering. Den här styrningen kräver en PID-återkoppling för varvtal för en ingång. En korrekt optimerad styrning med återkoppling ger en bättre noggrannhet än en styrning utan återkoppling. Varvtalsreglering används endast i VLT® AutomationDrive FC 302.
- Momentstyrning. Används i Flux-läge med pulsgivaråterkoppling och ger överlägsen prestanda i alla fyra kvadranter samt i alla motorvarvtal. Momentstyrning används endast i VLT® AutomationDrive FC 302. Momentstyrningsfunktionen används i tillämpningar där momentet på motorns drivaxel styr tillämpningen som spänningsstyrning. Momentinställningen görs genom att ställa in en analog, digital eller busstyrd referens. När momentstyrning används rekommenderas det att utföra en fullständig AMA-procedur eftersom korrekta motordata är viktigt för optimal prestanda.
- Processreglering. Används för att reglera tillämpningsparametrar som mäts av olika givare (tryck, temperatur och flöde) och påverkas av den anslutna motorn via en pump eller fläkt.



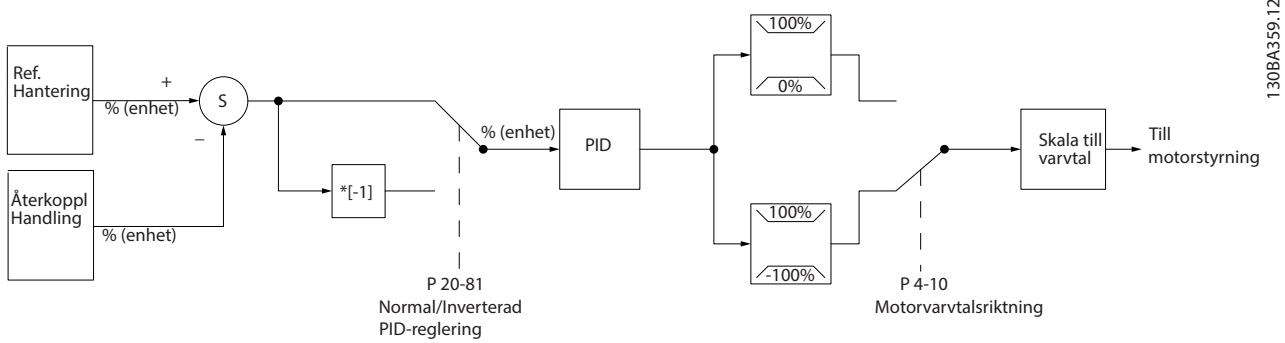


Bild 11.7 Blockdiagram över regulator med återkoppling

Programmerbara funktioner

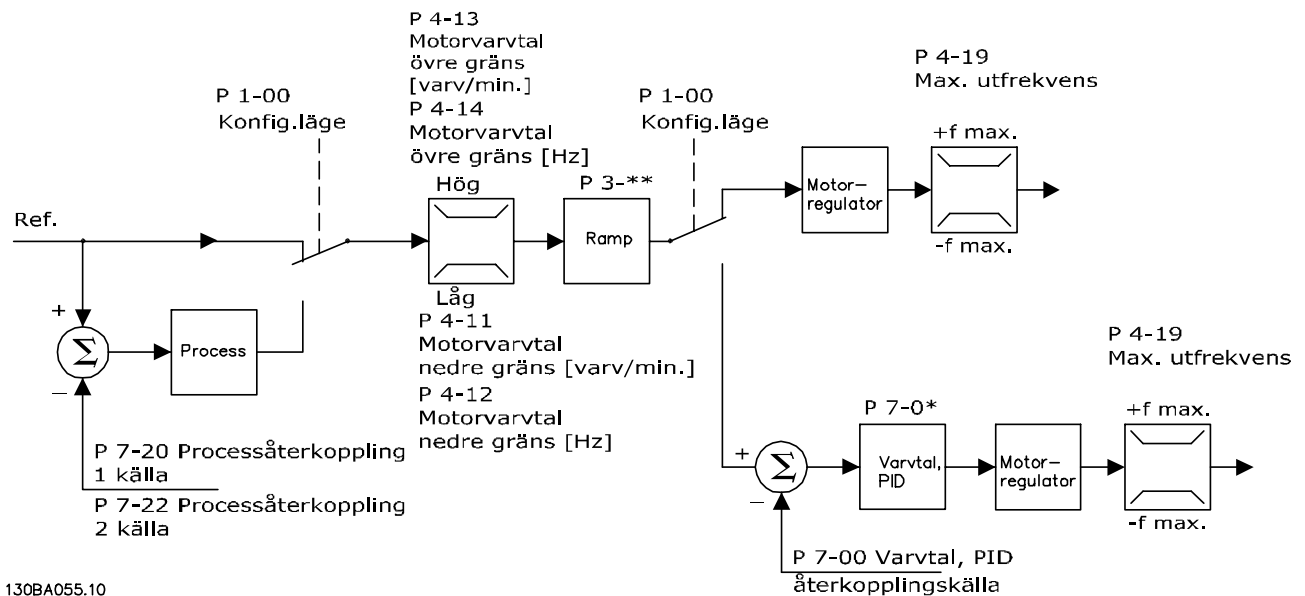
Även om standardvärdena för frekvensomriktaren vid drift med återkoppling för det mesta ger nöjaktig prestanda, går det ofta att optimera systemstyrningen genom att justera PID-parametrarna. *Autojustering* finns för denna typ av optimering.

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

11.2.7 Styrprocesser

I *Aktiva/inaktiva parametrar i olika lägen för styrning av frekvensomriktare i programmeringshandboken* finns en översikt över tillgänglig styrningskonfiguration, beroende på inställningen av växelströmsmotor eller PM-motor (ej utpräglad).

11.2.7.1 Styrstruktur i VVC+



130BA055.10

Bild 11.8 Styrstruktur i -konfigurationer VVC+-konfigurationer med och utan återkoppling

I Bild 11.8 tas den resulterande referensen från referenshanteringssystemet emot och matas genom ramp- och varvtalsgränsen innan den skickas till motorstyrningen. Utgående värde från motorstyrningen begränsas sedan av den maximala frekvensgränsen.

Parameter 1-01 *Motor Control Principle* är inställd på [1] *VVC+* och parameter 1-00 *Configuration Mode* är inställd på [0] *Utan återkoppling*. Om parameter 1-00 *Configuration Mode* har satts till [1] *Med återkoppling* skickas den resulterande referensen från ramp- och varvtalsgränsen till en varvtal PID-styrning. Varvtalets PID-styrningsparametrar finns i parametergrupp 7-0\* *Varvtal PID-styrning*. Den resulterande referensen från varvtalets PID-styrningen skickas till motorstyrningen som begränsas av frekvensgränsen.

Välj [3] *Process* i parameter 1-00 *Configuration Mode* för att använda process-PID-styrning för styrning med återkoppling av till exempel varvtal eller tryck i den styrda tillämpningen. Process-PID-parametrarna finns i parametergrupperna 7-2\* *Processregl. återkoppling* och 7-3\* *Process-PID regl.*

### 11.2.7.2 Intern strömreglering i läget VVC+

När motormomentet överstiger momentgränserna som är programmerade i parameter 4-16 *Torque Limit Motor Mode*, parameter 4-17 *Torque Limit Generator Mode* och parameter 4-18 *Current Limit* aktiveras den inbyggda strömbegränsningsstyrningen.

När frekvensomriktaren körs på strömgränsen under motordrift eller återkopplingsdrift, försöker den så snabbt som möjligt komma under de programmerade momentgränserna utan att förlora kontrollen över motorn.

## 12 Tillämpningsexempel

Exemplen i detta avsnitt är tänkta som en snabb referens för vanliga tillämpningar.

- Parameterinställningarna motsvarar de regionala standardvärdena, som du väljer i *parameter 0-03 Regional Settings*, om inte något annat anges.
- Parametrar som är kopplade till plintarna och deras inställningar visas bredvid ritningarna.
- Switchinställningar för de analoga plintarna A53 eller A54 visas där så behövs.
- En byggeledning behövs mellan plint 12 och plint 37 för STO när fabriksinställda programmeringsvärden används.

### 12.1 Kabeldragningar för automatisk motoranpassning (AMA)

		Parametrar	
FC		Funktion	Inställning
+24 V	12	Parameter 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA)	[1] Aktivera fullst. AMA
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20	Parameter 5-12 T Terminal 27 Digital Input	[2]* Utrullning, invert.
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33	* = Standardvärde	
<b>Anteckningar/kommentarer:</b>			
Ställ in <i>parametergrupp 1-2*</i> Motordata enligt motorns märkskylt.			
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabell 12.1 Kabeldragning för AMA med T27 ansluten

		Parametrar	
FC		Funktion	Inställning
+24 V	12	Parameter 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA)	[1] Aktivera fullst. AMA
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20	Parameter 5-12 T Terminal 27 Digital Input	[0] Ingen funktion
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33	* = Standardvärde	
<b>Anteckningar/kommentarer:</b>			
Ställ in <i>parametergrupp 1-2*</i> Motordata enligt motorns märkskylt.			
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabell 12.2 Kabeldragning för AMA utan T27 ansluten

### 12.2 Kabeldragningar för analog varvtalsreferens

		Parametrar	
FC		Funktion	Inställning
+10 V	50	Parameter 6-10 Terminal 53 Low Voltage	0,07 V*
A IN	53		
A IN	54	Parameter 6-11 Terminal 53 High Voltage	10 V*
COM	55		
A OUT	42	Parameter 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 varv/minut
COM	39		
* = Standardvärde			
<b>Anteckningar/kommentarer:</b>			
Parameter 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value			
1 500 varv/ minut			

Tabell 12.3 Kabeldragning för analog varvtalsreferens (Spänning)

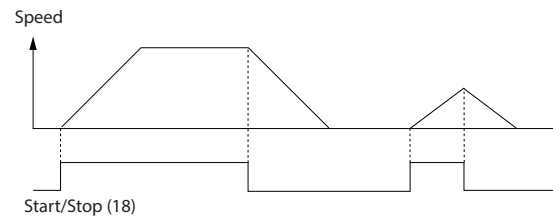
FC		Parametrar	
		Funktion	Inställning
	e30bb927.1.1	Parameter 6-12 Terminal 53 Low Current	4 mA*
		Parameter 6-13 Terminal 53 High Current	20 mA*
		Parameter 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 varv/minut
		Parameter 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1 500 varv/ minut
		* = Standardvärde	
		Anteckningar/kommentarer:	

Tabell 12.4 Kabeldragning för analog varvtalsreferens (Ström)

### 12.3 Kabeldragningar för start/stopp

FC		Parametrar	
		Funktion	Inställning
	130BB802.10	Parameter 5-10 Terminal 18 Digital Input	[8] Start*
		Parameter 5-12 Terminal 27 Digital Input	[0] Ingen funktion
		Parameter 5-19 Terminal 37 Safe Stop	[1] Larm, säk.stopp
		Anteckningar/kommentarer: Om parameter 5-12 Terminal 27 Digital Input är inställd på [0] Ingen funktion behövs ingen bygelledning till plint 27.	

Tabell 12.5 Kabeldragning för start-/stoppkommando med Safe Torque Off

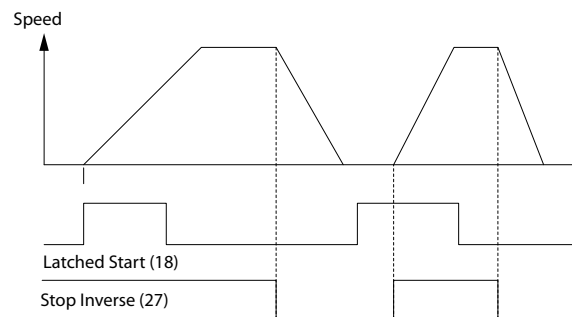


130BB805.12

Bild 12.1 Start/stopp med Safe Torque Off

FC		Parametrar			
		Funktion	Inställning		
	130BB803.10	Parameter 5-10 Terminal 18 Digital Input	[9] Pulsstart		
		Parameter 5-12 Terminal 27 Digital Input	[6] Stopp, inverterat		
				* = Standardvärde	
				Anteckningar/kommentarer: Om parameter 5-12 Terminal 27 Digital Input är inställd på [0] Ingen funktion behövs ingen bygelledning till plint 27.	

Tabell 12.6 Kabeldragning för pulsstart-/stopp



130BB806.10

Bild 12.2 Pulsstart-/stopp, inverterat

		Parametrar	
		Funktion	Inställning
		Parameter 5-10 Terminal 18 Digital Input	[8] Start
		Parameter 5-11 Terminal 19 Digital Input	[10] Reversering*
		Parameter 5-12 Terminal 27 Digital Input	[0] Ingen funktion
		Parameter 5-14 Terminal 32 Digital Input	[16] Förinst ref bit 0
		Parameter 5-15 Terminal 33 Digital Input	[17] Förinst ref bit 1
		Parameter 3-10 Preset Reference	
		Förinställd ref. 0	25%
		Förinställd ref. 1	50%
		Förinställd ref. 2	75%
		Förinställd ref. 3	100%
		* = Standardvärde	
		Anteckningar/kommentarer:	

Tabell 12.7 Kabeldragning för start/stopp med reversering och fyra förinställda varvtal

## 12.4 Kabeldragning för extern larmåterställning

		Parametrar	
		Funktion	Inställning
		Parameter 5-11 Terminal 19 Digital Input	[1] Återställning
		* = Standardvärde	
		Anteckningar/kommentarer:	

Tabell 12.8 Kabeldragning för extern larmåterställning

### 12.5 Kabeldragning för varvtalsreferens med manuell potentiometer

		Parametrar	
		Funktion	Inställning
	e30bb683.11	Parameter 6-10 Terminal 53 Low Voltage	0,07 V*
		Parameter 6-11 Terminal 53 High Voltage	10 V*
		Parameter 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 varv/minut
		Parameter 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1 500 varv/minut
			* = Standardvärde
		Anteckningar/kommentarer:	

Tabell 12.9 Kabeldragning för varvtalsreferens (med manuell potentiometer)

### 12.6 Kabeldragning för öka/minska varvtal

		Parametrar	
		Funktion	Inställning
	e30bb804.12	Parameter 5-10 Terminal 18 Digital Input	[8] Start*
		Parameter 5-12 Terminal 27 Digital Input	[19] Fryrs referens
		Parameter 5-13 Terminal 29 Digital Input	[21] Öka varvtal
		Parameter 5-14 Terminal 32 Digital Input	[22] Minska varvtal
			* = Standardvärde
		Anteckningar/kommentarer:	

Tabell 12.10 Kabeldragning för öka/minska varvtal

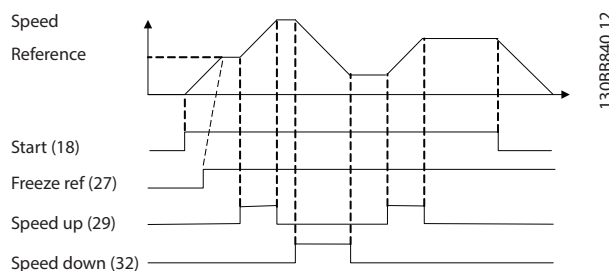
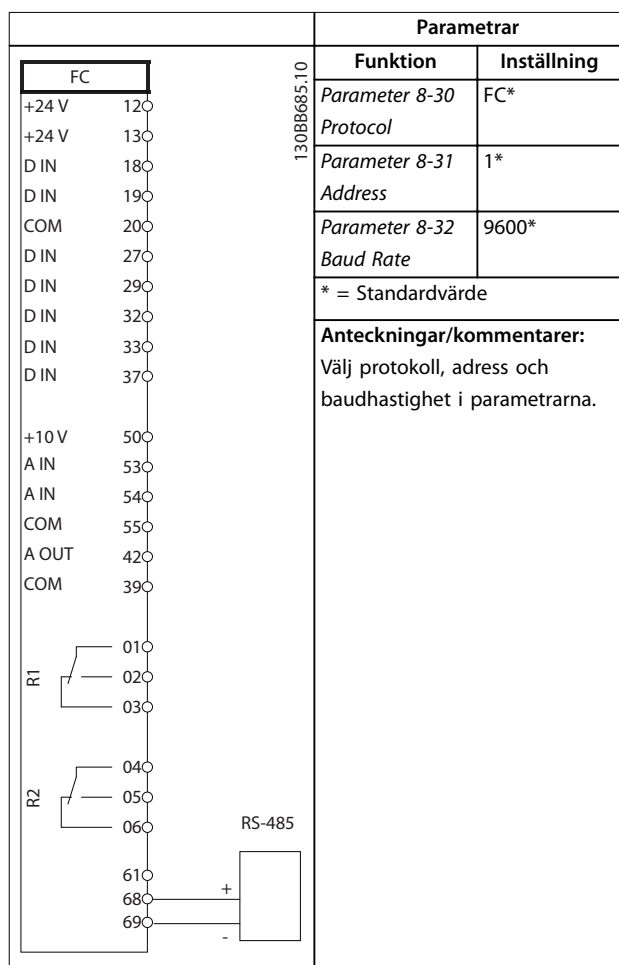


Bild 12.3 Öka/minska varvtal

### 12.7 Kabeldragning för RS485-nätverksanslutning

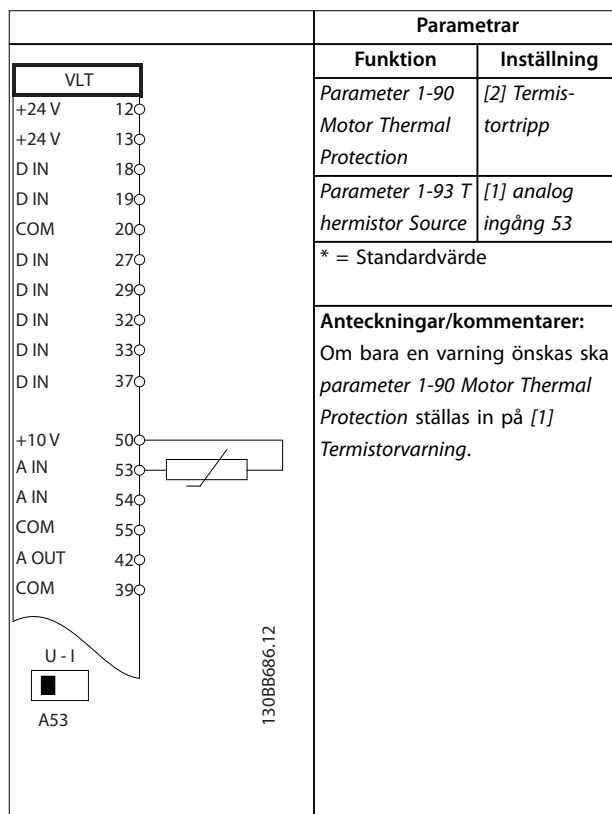


Tabell 12.11 Kabeldragning för RS485-nätverksanslutning

### 12.8 Kabeldragning för motortermistor

**OBS!**

Termistorer måste använda förstärkt eller dubbel isolering för att uppfylla PELV-isoleringskraven.



Tabell 12.12 Kabeldragning för motortermistor

## 12.9 Kabeldragning för kaskadregulator

I Bild 12.4 visas ett exempel med den inbyggda grundläggande kaskadregulatorn med en pump med variabelt varvtal (huvudpump) och två pumpar med fast varvtal, en 4–20 mA givare och systemsäkerhetsspär.

FC100/200

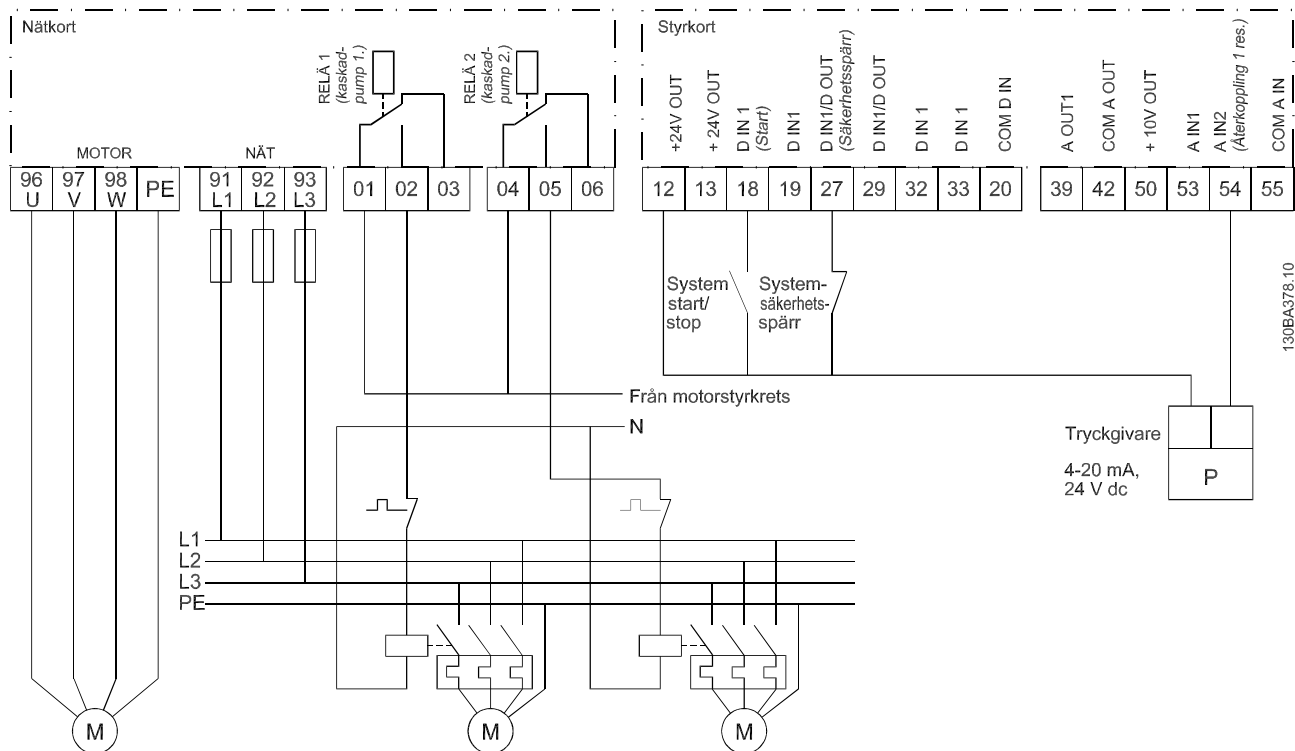


Bild 12.4 Kopplingsschema för kaskadregulator



### 12.10 Kabeldragning för en reläkonfiguration med Smart Logic Control

		Parametrar	
FC		Funktion	Inställning
+24 V	120	Parameter 4-30 Motor Feedback Loss Function	[1] Varning
+24 V	130		
D IN	180	Parameter 4-31 Motor Feedback Speed Error	100 varv/ minut
D IN	190		
COM	200	Parameter 4-32 Motor Feedback Loss Timeout	5 s
D IN	270		
D IN	290	Parameter 7-00 S peed PID Feedback Source	[2] MCB 102
D IN	320		
D IN	330	Parameter 17-11 Resolution (PPR)	1024*
D IN	370		
+10 V	500	Parameter 13-00 SL Controller Mode	[1] På
A IN	530		
A IN	540	Parameter 13-01 Start Event	[19] Varning
COM	550		
A OUT	420	Parameter 13-02 Stop Event	[44] Reset- knapp
COM	390		
R1	010	Parameter 13-10 Comparator Operand	[21] Varnings- nummer
	020		
	030		
R2	040	Parameter 13-11 Comparator Operator	[1] ≈ (lika med)*
	050		
	060	Parameter 13-12 Comparator Value	90
		Parameter 13-51 SL Controller Event	[22] Komparator 0
		Parameter 13-52 SL Controller Action	[32] Ange dig. ut. A låg
		Parameter 5-40 F unction Relay	[80] SL, digital utgång A
		* = Standardvärde	

**Anteckningar/kommentarer:**  
Om gränsvärdet i återkopplingsövervakningen överskrider utfärdas varning 90, Återk.övervakn. SLC övervakar varning 90, Återk.övervakn., och om varningen aktiveras utlöses relä 1. Den externa utrustningen kan behöva service. Om återkopplingsfelet går under gränsvärdet igen inom 5 s fortsätter frekvensomriktaren och varningen försvinner. Återställ relä 1 genom att trycka på [Reset] på LCP:n.

Tabell 12.13 Kabeldragning för en reläkonfiguration med Smart Logic Control

### 12.11 Kabeldragning för en fast pump med variabelt varvtal

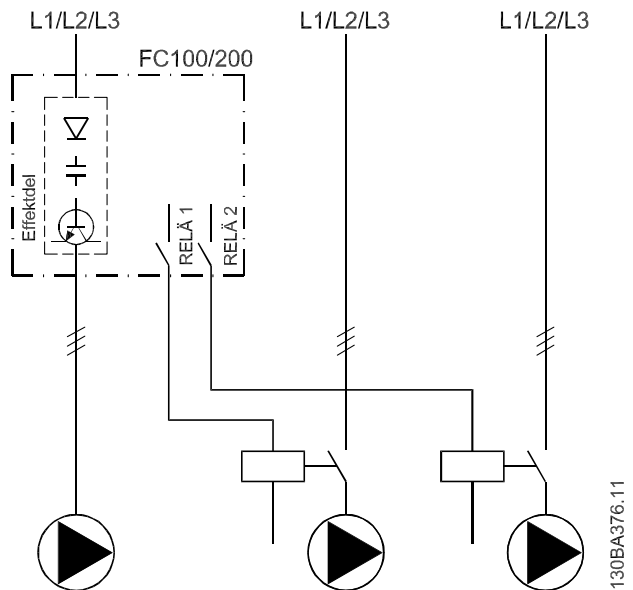


Bild 12.5 Kopplingschema för pump med variabelt varvtal

### 12.12 Kabeldragning för växling av huvudpump

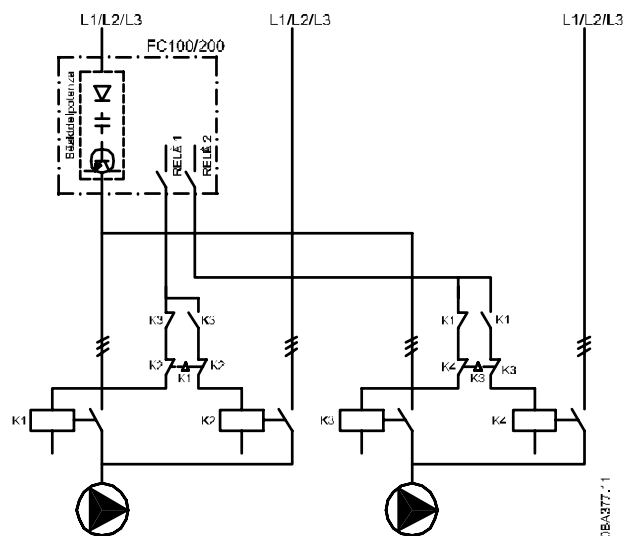


Bild 12.6 Kopplingschema för växling av huvudpump

Varje pump måste anslutas till två kontaktorer (K1/K2 och K3/K4) med en mekanisk spärr. Bimetallreläer eller andra överbelastningsskydd för motor måste användas i enlighet med lokala bestämmelser och/eller individuella behov.

- Relä 1 (R1) och relä 2 (R2) är inbyggda i frekvensomriktaren.
- När alla reläer är frånslagna kommer det första inbyggda reläet som slås på att koppla in den kontaktor som motsvarar pumpen som styrs av reläet. Till exempel slår relä 1 på kontaktor K1, som blir huvudpump.
- K1 blockerar K2 via den mekaniska spärren, som förhindrar att nätspänningen kopplas till frekvensomriktarens utgång (via K1).
- En extra brytkontakt på K1 förhindrar att K3 kopplas in.
- Relä 2 styr kontaktor K4 för styrning av in- och urkoppling av pumpen med fast varvtal.
- Vid växling slås båda reläerna av, och nu blir relä 2 det första strömsatta reläet.

# 13 Så här beställer du en frekvensomriktare

## 13.1 Drive Configurator

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
F	C	-								T											X	X	S	X	X	X	X	A		B		C						D

130BC530.10

Tabell 13.1 Typkod

Produktgrupp	1-6	
Modell	7-10	
Nätspänning	11-12	
Kapsling	13-15	
Hårdvarukonfiguration	16-23	
RFI-filtrer/frekvensomriktare med låga övertoner/ 12-puls	16-17	
Broms	18	
Display (LCP)	19	
PCB-ytseläggning	20	
Nättillval	21	
Anpassning A	22	
Anpassning B	23	
Programvaruversion	24-27	
Programvaruspråk	28	
A-tillval	29-30	
B-tillval	31-32	
C0-tillval, MCO	33-34	
C1-tillval	35	
C-tillval, programvara	36-37	
D-tillval	38-39	

Tabell 13.2 Typkodsexempel för beställning av en frekvensomriktare

Konfigurera korrekt frekvensomriktare för rätt tillämpning med hjälp av internetbaserade Drive Configurator. Drive Configurator finns på den globala webbplatsen: [www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives). Drive Configurator skapar en typkod och ett åttasiffrigt försäljningsnummer som kan lämnas till ditt lokala försäljningskontor. Du kan även skapa en projektlista med flera produkter och skicka den till någon av Danfoss återförsäljare.

Ett exempel på en typkod är:

FC-102P450T5E54H4CGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

Betydelsen av tecknen i strängen definieras i det här kapitlet. I exemplet ovan konfigureras en F3-frekvensomriktare med följande tillval:

- RFI-filtrer
- Safe Torque Off med Pilz-relä
- PCB-ytseläggning
- PROFIBUS DP-V1

Frekvensomriktare levereras automatiskt med ett språkpaket som är relevant för den region där beställningen gjordes. Fyra regionala språkpaket täcker följande språk:

**Språkpaket 1**

Engelska, tyska, franska, danska, nederländska, spanska, svenska, italienska och finska.

**Språkpaket 2**

Engelska, tyska, kinesiska, koreanska, japanska, thailändska, traditionell kinesiska och bahasa indonesiska.

**Språkpaket 3**

Engelska, tyska, slovenska, bulgariska, serbiska, rumänska, ungerska, tjeckiska och ryska.

**Språkpaket 4**

Engelska, tyska, spanska, amerikansk engelska, grekiska, brasiliansk portugisiska, turkiska och polska.

Om du vill beställa frekvensomriktare med ett annat språkpaket ska du kontakta din lokala Danfoss-återförsäljare.

### 13.1.1 Beställningstypkod för kapsling E1–E2

Beskrivning	Pos	Möjligt tillval
Produktgrupp	1–6	FC-102
Modell	8–10	P355–P630
Nätspänning	11–12	T4: 380–480 V AC T7: 525–690 V AC
Kapsling	13–15	E00: IP00 (chassi - för installation i en extern kapsling) C00: IP00/chassi med bakkanal av rostfritt stål E21: IP21 (NEMA 1) E54: IP54 (NEMA 12) E2M: IP21 (NEMA 1) med beröringsskydd E5M: IP54 (NEMA 12) med beröringsskydd
RFI-filter	16–17	H2: RFI-filter, klass A2 (standard) H4: RFI-filter, klass A1 <sup>1)</sup> B2: 12-pulsenhet med RFI-filter, klass A2 B4: 12-pulsenhet med RFI-filter, klass A1 N2: LHD med RFI-filter, klass A2 N4: LHD med RFI-filter, klass A1
Broms	18	B: Broms-IGBT monterad X: Utan broms-IGBT R: Regen-plintar S: Broms + regen
Display	19	G: Grafisk lokal manöverpanel (LCP) N: Numerisk lokal manöverpanel (LCP) X: Ingen lokal manöverpanel
PCB-ytselagning	20	C: PCB-ytbehandlad
Nättillval	21	X: Inget nättillval 3: Nätströmbrytare och säkring 5: Nätströmbrytare, säkring och lastdelning 7: Säkring A: Säkring och lastdelning D: Lastdelning
Anpassning	22	X: Kabelgenomföringar av standardtyp
Anpassning	23	X: Ingen anpassning
Programvaruversion	24–27	Faktisk programvara
Programvaruspråk	28	X: Standardspråkpaket

Tabell 13.3 Beställningstypkod för kapsling E1–E2<sup>2)</sup>

1) Endast tillgänglig 380–480 V.

2) Kontakta fabriken för tillämpningar som kräver marin certifiering.

### 13.1.2 Beställningstypkod för kapsling F1–F4 och F8–F13

Beskrivning	Pos	Möjligt tillval
Produktgrupp	1–6	FC-102
Modell	8–10	P315–P1400 kW
Nätspänning	11–12	T4: 380–480 V AC T7: 525–690 V AC
Kapsling	13–15	C21: IP21/NEMA typ 1 med bakkanal av rostfritt stål C54: IP54/typ 12 bakkanal av rostfritt stål E21: IP21/NEMA typ 1 E54: IP54/NEMA typ 12 L2X: IP21/NEMA 1 med belysning i apparatskåpet och IEC 230 V eluttag L5X: IP54/NEMA 12 med belysning i apparatskåpet och IEC 230 V eluttag L2A: IP21/NEMA 1 med belysning i apparatskåpet och NAM 115 V eluttag L5A: IP54/NEMA 12 med belysning i apparatskåpet och NAM 115 V eluttag H21: IP21 med värmare och termostat H54: IP54 med värmare och termostat R2X: IP21/NEMA1 med värmare, termostat, belysning och IEC 230 V eluttag R5X: IP54/NEMA12 med värmare, termostat, belysning och IEC 230 V eluttag R2A: IP21/NEMA1 med värmare, termostat, belysning och NAM 115 V eluttag R5A: IP54/NEMA12 med värmare, termostat, belysning och NAM 115 V eluttag
RFI-filter	16–17	H2: RFI-filter, klass A2 (standard) H4: RFI-filter, klass A1 HE: Jordfelsbrytare med RFI-filter, klass A2 HF: Jordfelsbrytare med RFI-filter, klass A1 HG: IRM med RFI-filter, klass A2 HH: IRM med RFI-filter, klass A1 HJ: NAMUR-plintar och RFI-filter, klass A2 HK: NAMUR-plintar med RFI-filter, klass A1 HL: Jordfelsbrytare med NAMUR-plintar och RFI-filter, klass A2 HM: Jordfelsbrytare med NAMUR-plintar och RFI-filter, klass A1 HN: IRM med NAMUR-plintar och RFI-filter, klass A2 HP: IRM med NAMUR-plintar och RFI-filter, klass A1 N2: Low harmonic drive med RFI-filter, klass A2 N4: Low harmonic drive med RFI-filter, klass A1 B2: 12-pulsenhet med RFI-filter, klass A2 B4: 12-pulsenhet med RFI-filter, klass A1 BE: 12-puls + RCD för TN/TT-nät + RFI, klass A2 BF: 12-puls + RCD för TN/TT-nät + RFI, klass A1 BG: 12-puls + IRM för IT-nät + RFI, klass A2 BH: 12-puls + IRM för IT-nät + RFI, klass A1 BM: 12-puls + RCD för TN/TT-nät + NAMUR-plintar + RFI, klass A1 <sup>1)</sup>
Broms	18	B: Broms-IGBT monterad X: Utan broms-IGBT C: Safe Torque Off med Pilz-säkerhetsrelä D: Safe Torque Off med Pilz-säkerhetsrelä och broms-IGBT R: Regen-plintar M: IEC-nödstoppknapp (med Pilz-säkerhetsrelä) N: IEC-nödstoppknapp med broms-IGBT och bromsplintar P: IEC-nödstoppknapp med regenerativa plintar
Display	19	G: Grafisk lokal manöverpanel (LCP)
PCB-ytbeläggning	20	C: PCB-ytbehandlad

Beskrivning	Pos	Möjligt tillval
Nättillval	21	X: Inget nättillval 3: Nätströmbrytare och säkring 5: Nätströmbrytare, säkring och lastdelning 7: Säkring A: Säkring och lastdelning D: Lastdelning E: Nätströmbrytare, kontaktor och säkringar F: Maximalbrytare, kontaktor och säkringar för nät G: Nätströmbrytare, kontaktor, lastdelningsplintar och säkringar H: Maximalbrytare, kontaktor, lastdelningsplintar och säkringar för nät J: Maximalbrytare och säkringar för nät K: Maximalbrytare, lastdelningsplintar och säkringar för nät
Strömplintar och motorstartare	22	X: Inget tillval E 30 A, säkringsskyddade strömplintar F: 30 A, säkringsskyddade strömplintar och 2,5-4 A manuell motorstartare G: 30 A, säkringsskyddade strömplintar och 4-6,3 A manuell motorstartare H: 30 A, säkringsskyddade strömplintar och 6,3-10 A manuell motorstartare J: 30 A, säkringsskyddade strömplintar och 10-16 A manuell motorstartare K: Två 2,5-4 A manuella motorstartare L: Två 4-6,3 A manuella motorstartare M: Två 6,3-10 A manuella motorstartare N: Två 10-16 A manuella motorstartare
Extra 24 V-försörjning och extern temperaturövervakning	23	X: Inget tillval H: 5 A, 24 V-försörjning (kundanvändning) J: Extern temperaturövervakning G: 5 A, 24 V-försörjning (kundanvändning) och extern temperaturövervakning
Programvaruversion	24-27	Faktisk programvara
Programvaruspråk	28	X: Standardspråkpaket

Tabell 13.4 Beställningstypkod för kapsling F1-F4 och F8-F13<sup>2)</sup>

1) Kräver VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 och VLT® Extended Relay Card MCB 113.

### 13.1.3 Beställningsalternativ för alla VLT® HVAC Drive FC 102-kapslingar

Beskrivning	Pos	Möjligt tillval
A-tillval	29–30	AX: Inget A-tillval A0: VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101 A4: VLT® DeviceNet MCA 104 AG: VLT® LonWorks MCA 108 AJ: VLT® BACnet MCA 109 AK: VLT® BACnet/IP MCA 125 AL: VLT® PROFINET MCA 120 AN: VLT® EtherNet/IP MCA 121 AQ: VLT® POWERLINK MCA 122
B-tillval	31–32	BX: Inget tillval B0: VLT® Analog I/O Option MCB 109 B2: VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 B4: VLT® Sensor Input Option MCB 114 BK: VLT® General Purpose I/O Module MCB 101 BP: VLT® Relay Card MCB 105
C0-/E0-tillval	33–34	CX: Inget tillval
C1-tillval/A/B i C-tillvalsadapter	35	X: Inget tillval R: VLT® Extended Relay Card MCB 113
C-tillval, programvara/ E1-tillval	36–37	XX: Standardregulator
D-tillval	38–39	DX: Inget tillval D0: VLT® 24 V DC Supply MCB 107

Tabell 13.5 Beställningstypkod för FC 102-tillval

## 13.2 Beställningsnummer för tillval/satser

### 13.2.1 Beställningsnummer för D-tillval: 24 V-reservförsörjning

Beskrivning	Beställningsnummer	
	Ej ytbehandlad	Ytbehandlad
VLT® 24 V DC Supply MCB 107	130B1108	130B1208

Tabell 13.6 Beställningsnummer för D-tillval

### 13.2.2 Beställningsnummer för programvarutillval

Beskrivning	Beställningsnummer
VLT® MCT 10 Set-up Software – 1 användare.	130B1000
VLT® MCT 10 Set-up Software – 5 användare.	130B1001
VLT® MCT 10 Set-up Software – 10 användare.	130B1002
VLT® MCT 10 Set-up Software – 25 användare.	130B1003
VLT® MCT 10 Set-up Software – 50 användare.	130B1004
VLT® MCT 10 Set-up Software – 100 användare.	130B1005
VLT® MCT 10 Set-up Software – obegränsat antal användare.	130B1006

Tabell 13.7 Beställningsnummer för programvarutillval

### 13.2.3 Beställningsnummer för satser

Typ	Beskrivning	Beställningsnummer
Diverse maskinvara		
USB i dörr, E1 och F1–F13	Sats med USB-förlängningssladd som möjliggör styrning av frekvensomriktaren via en bärbar dator utan att frekvensomriktaren behöver öppnas.	E1–E2 – 130B1156 F1–F13 – 176F1784
Toppanslutning – motorkablar, F1/F3	Möjliggör toppanslutning av motorkablarna på apparatskåpets motorsida. Måste användas med satsen för gemensamma motorplintar. Endast för kapsling F1/F3.	400 mm (15,7 in) apparatskåp – 176F1838 600 mm (23,6 in) apparatskåp – 176F1839
Toppanslutning – motorkablar, F2/F4	Möjliggör toppanslutning av motorkablarna på apparatskåpets motorsida. Måste användas med satsen för gemensamma motorplintar. Endast för kapsling F2/F4.	400 mm (15,7 in) apparatskåp – 176F1840 600 mm (23,6 in) apparatskåp – 176F1841
Toppanslutning – motorkablar, F8–F13	Möjliggör toppanslutning av motorkablarna på apparatskåpets motorsida. Måste användas med satsen för gemensamma motorplintar. Endast för kapsling F8–F13.	Kontakta fabriken
Toppanslutning – nätkablar, F1–F2	Möjliggör toppanslutning av nätkablarna på apparatskåpets nätsida. Satsen måste beställas med satsen för gemensamma motorplintar. Endast för kapsling F1–F2.	400 mm (15,7 in) apparatskåp – 176F1832 600 mm (23,6 in) apparatskåp – 176F1833
Toppanslutning – nätkablar, F3–F4 med strömbrytare	Möjliggör toppanslutning av nätkablarna på apparatskåpets nätsida. Satsen måste beställas med satsen för gemensamma motorplintar. Endast för kapsling F3–F4 med strömbrytare.	400 mm (15,7 in) apparatskåp – 176F1834 600 mm (23,6 in) apparatskåp – 176F1835
Toppanslutning – nätkablar, F3–F4	Möjliggör toppanslutning av nätkablarna på apparatskåpets nätsida. Satsen måste beställas med satsen för gemensamma motorplintar. Endast för kapsling F3–F4.	400 mm (15,7 in) apparatskåp – 176F1836 600 mm (23,6 in) apparatskåp – 176F1837
Toppanslutning – nätkablar, F8–F13	Möjliggör toppanslutning av nätkablarna på apparatskåpets nätsida. Satsen måste beställas med satsen för gemensamma motorplintar. Endast för kapsling F8–F13.	Kontakta fabriken
Toppanslutning – fältbuskablar, E2	Möjliggör toppanslutning av fältbuskablar på frekvensomriktaren. Satsen är IP20/chassi när den är monterad, men en annan kabelförskruvning kan användas för att höja skyddsklassificeringen. Endast för kapsling E2.	176F1742
Gemensamma motorplintar, F1–F4	Tillhandahåller de samlingsskenor och den maskinvara som erfordras för att ansluta motorplintarna från de parallellkopplade växelriktarna till en enskild plint (per fas) för att anpassa installationen av motorsidans toppanslutningssats. Satsen motsvarar tillvalet med gemensam motorplint för en frekvensomriktare. Satsen behövs inte för att installera motorsidans toppanslutningssats om tillvalet med gemensam motorplint specificerades vid beställning av frekvensomriktaren.  Rekommenderas även när utgången på en frekvensomriktare ska anslutas till ett utgångsfilter eller en utgångskontaktor. Med de gemensamma motorplintarna behöver kablarna från respektive växelriktare till den gemensamma punkten på utgångsfiltret (eller motorn) inte vara lika långa.	400 mm (15,7 in) apparatskåp – 176F1845 600 mm (23,6 in) apparatskåp – 176F1846
NEMA 3R-kapsling, E2	Konstruerad för att användas med IP00-/IP20-/chassi-frekvensomriktare för att uppnå kapslingsklassificeringen NEMA 3R eller NEMA 4. Kapslingarna är avsedda för utomhusbruk för att ge ett viss skydd mot hårt väder. Endast för kapsling E2.	Svetsad kapsling – 176F0298 Rittal-kapsling – 176F1852



Typ	Beskrivning	Beställningsnummer
Piedestal, E1-E2	Piedestalsatsen är en 400 mm (15,8 in) hög piedestal som används för golvmontering av frekvensomriktaren. Framtill på piedestalens finns öppningar för att släppa in kyluft till kraftkomponenterna. Endast för kapsling E1-E2.	176F6739
Platta för ingångstillval, E1-E2.	Gör det möjligt att lägga till säkringar; strömbrytare och säkringar; RFI; RFI och säkringar; och RFI, strömbrytare och säkringar. Endast för kapsling E1-E2.	Kontakta fabriken
IP20-konvertering, E2	Ger frekvensomriktaren kapslingsklassificeringen IP20/skyddat chassi. Endast för kapsling E2.	176F1884
<b>Satser för bakkanalskylning</b>		
In/ut baktill, E1	Kylluften leds in och ut på frekvensomriktarens baksida. Satsen innehåller övre och undre höljen för en E1 med skyddsklassificeringen IP21/54 (typ 1/12).	176F1946
In/ut baktill, E2	Kylluften leds in och ut på frekvensomriktarens baksida. Satsen innehåller övre och undre höljen för en E2 med skyddsklassificeringen IP00 (chassi).	Svetsad kapsling – 176F1861 Rittal-kapsling – 176F1783
In/ut baktill, F1-F13	Kylluften leds in och ut på frekvensomriktarens baksida. Plåtar finns redan på frekvensomriktaren. Kontakta fabriken för att få installationsanvisningar.	Kontakta fabriken
In nedtill/ut upptill, E2	Kylluften leds in nedtill och leds ut upptill på frekvensomriktaren. Satsen används endast med kapsling E2.	2 000 mm (78,7 in) apparatskåp – 176F1850 2 200 mm (86,6 in) apparatskåp – 176F0299
Ut upptill, E2	Kylluften leds ut upptill på frekvensomriktaren. Satsen används endast med kapsling E2.	176F1776
<b>LCP</b>		
LCP 101	Numerisk lokal manöverpanel (NLCP)	130B1124
LCP 102	Grafisk lokal manöverpanel (GLCP)	130B1107
LCP-kabel	Separat LCP-kabel, 3 m (9 ft)	175Z0929
LCP-sats, IP21	Panelmonteringssats, inklusive grafisk LCP, fästdon, 3 m (9 ft) kabel och packning	130B1113
LCP-sats, IP21	Panelmonteringssats, inklusive numerisk LCP, fästdon och packning	130B1114
LCP-sats, IP21	Panelmonteringssats för alla typer av LCP, inklusive fästdon, 3 m (9 ft) kabel och packning	130B1117

Tabell 13.8 Tillgängliga satser för kapsling E1-E2 och F1-F13

### 13.2.4 Beställningsnummer för A-tillval: Fältbussar

Beskrivning	Beställningsnummer	
	Ej ytbehandlad	Ytbehandlad
VLT® PROFIBUS DP MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® LonWorks MCA 108	130B1106	130B1206
VLT® BACnet MCA 109	130B1144	130B1244
VLT® PROFINET MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® EtherNet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
VLT® Powerlink MCA 123	130B1489	130B1490
VLT® VACnet/IP MCA 125	–	130B1586

Tabell 13.9 Beställningsnummer för A-tillval

Kontakta din Danfoss-leverantör om du vill få information om fältbussarnas och tillämpningstillvalens kompatibilitet med äldre programvaruversioner.

### 13.2.5 Beställningsnummer för B-tillval: Funktionella förlängningar

Beskrivning	Beställningsnummer	
	Ej ytbehandlad	Ytbehandlad
VLT® General Purpose I/O MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® Relay Card MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® Analog I/O MCB 109	130B1143	130B1243
VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	-	130B1137
VLT® Sensor Input MCB 114	130B1172	130B1272

Tabell 13.10 Beställningsnummer för B-tillval

### 13.2.6 Beställningsnummer för C-tillval: Rörelsekontroll och reläkort

Beskrivning	Beställningsnummer	
	Ej ytbehandlad	Ytbehandlad
VLT® Extended Relay Card MCB 113	130B1164	130B1264

Tabell 13.11 Beställningsnummer för C-tillval:

### 13.3 Beställningsnummer för filter och bromsmotstånd

I följande utgåvor av Design Guide finns information om dimensionering av och beställningsnummer för filter och bromsmotstånd:

- *VLT® Brake Resistor MCE 101 Design Guide.*
- *VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010 Design Guide.*
- *Design Guide för utgångsfilter.*

### 13.4 Reservdelar

Kontakta VLT®-butiken eller Drive Configurator ([www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives)) om vilka reservdelar som är tillgängliga för din tillämpning.

## 14 Bilaga

### 14.1 Förkortningar och symboler

60° AVM	60° asynkron vektormodulering
A	Ampere/AMP
AC	Växelström
AD	Lufturladdning
AEO	Automatisk energioptimering
AI	Analog ingång
AIC	Amperebrytande ström
AMA	Automatisk motoranpassning
AWG	American Wire Gauge
°C	Grader Celsius
CB	Maximalbrytare
CD	Konstant urladdning
CDM	Komplett drivsystem: frekvensomriktaren, matningssektionen och tillbehör
CE	Europeisk överensstämmelse (europeiska säkerhetsstandarder)
CM	Common mode
CT	Konstant moment
DC	Likström
DI	Digital ingång
DM	Differential mode
D-TYP	Beror på frekvensomriktaren
EMC	Elektromagnetisk kompatibilitet
EMF	Elektromotorisk kraft
ETR	Elektronisk-termiskt relä
°F	Grader Fahrenheit
f <sub>IOG</sub>	Motorfrekvens när joggfunktion är aktiverad
f <sub>M</sub>	Motorfrekvens
f <sub>MAX</sub>	Maximal utfrekvens som frekvensomriktaren använder på sin utgång
f <sub>MIN</sub>	Lägsta motorfrekvens från frekvensomriktaren
f <sub>M,N</sub>	Nominell motorfrekvens
FC	Frekvensomriktare
HIPERFACE®	HIPERFACE® är ett registrerat varumärke som tillhör Stegmann
HO	Hög överbelastning
hk	Hästkraft
HTL	HTL-pulsgivarpulser (10–30 V) – högspännings-transistorlogik
Hz	Hertz
I <sub>INV</sub>	Nominell växelriktarutström
I <sub>LIM</sub>	Strömbegränsning
I <sub>M,N</sub>	Nominell motorström
I <sub>VLT,MAX</sub>	Maximal utström
I <sub>VLT,N</sub>	Nominell utström som matas av frekvensomriktaren
kHz	Kilohertz
LCP	Lokal manöverpanel
Lsb	Den minst signifikanta biten

m	Meter
mA	Milliampere
MCM	Mille circular mil
MCT	Rörelsekontrollverktyg
mH	Induktans i millihenry
mm	Millimeter
ms	Millisekund
Msb	Den mest signifikanta biten
$\eta_{VLT}$	Frekvensomriktarens verkningsgrad definierad som förhållandet mellan utgående och ingående effekt
nF	Kapacitans i nanofarad
NLCP	Numerisk lokal manöverpanel
Nm	Newtonmeter
NO	Normal överbelastning
n <sub>s</sub>	Synkront motorvarvtal
Online-/offlineparametrar	Ändringar i onlineparametrar aktiveras omedelbart efter att datavärdet ändrats
P <sub>br,cont.</sub>	Bromsmotståndets märkeffekt (genomsnittlig effekt vid kontinuerlig bromsning)
PCB	Ytbehandlat kretskort
PCD	Processdata
PDS	Drivsystem: CDM och en motor
PELV	Protective Extra Low Voltage
P <sub>m</sub>	Frekvensomriktarens nominella uteffekt som hög överbelastning (HO)
P <sub>M,N</sub>	Nominell motoreffekt
PM-motor	Permanentmagnetmotor
Process-PID	PID-regulator (Proportional Integrated Differential) som upprätthåller önskat varvtal, tryck, önskad temperatur osv.
R <sub>br,nom</sub>	Nominellt motståndsvärde som säkerställer en bromseffekt på motoraxeln på 150/160 % under 1 minut
RCD	Jordfelsbrytare
Regen	Regenerativa plintar
R <sub>min</sub>	Minsta tillåtna bromsmotstånd efter frekvensomriktare
RMS	Effektivvärde
varv/minut	Varv per minut
R <sub>rec</sub>	Rekommenderat bromsmotstånd för bromsmotstånd från Danfoss
s	Sekund
SCCR	Kortslutningsvärde
SFAVM	Stator Flux-orienterad asynkron vektormodulering
STW	Statusord
SMPS	Strömförsörjning i switchläge
THD	Total övertonsdistorsion
T <sub>LIM</sub>	Momentgräns
TTL	TTL-pulsgivarpulser (5 V) – transistorlogik

$U_{M,N}$	Nominell motorspänning
UL	Underwriters Laboratories (amerikansk organisation som utför säkerhetscertifieringar)
V	Volt
VT	Variabelt moment
VVC+	Voltage Vector Control plus

Tabell 14.1 Förkortningar och symboler

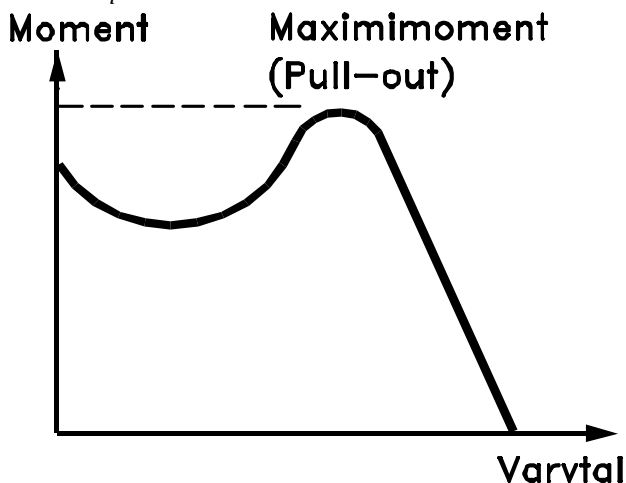
## 14.2 Definitioner

### Bromsmotstånd

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

### Startmoment

$$n_s = \frac{2 \times \text{par. 1} - 23 \times 60 \text{ s}}{\text{par. 1} - 39}$$



**DANFOSS**  
**175ZA078.10**

Bild 14.1 Diagram för startmoment

14

### Utrullning

Motoraxeln är i fritt läge. Inget moment på motorn.

### CT-kurva

Konstanta momentegenskaper används för alla tillämpningar, såsom transportbanor, förträngningspumpar och kranar.

### Initiering

Om initiering utförs (*parameter 14-22 Operation Mode*) återställs frekvensomriktaren till fabriksinställningen.

### Intermittent driftcykel

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

### Effektfaktor

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

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

Cos phi kallas även förskjutet effektfaktor.

Både lambda och cos phi för Danfoss VLT®-frekvensomriktare anges i *kapitel 7.3 Nätförsörjning*.

Effektfaktorn indikerar i vilken utsträckning frekvensomriktaren belastar nätförsörjningen.

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

Dessutom visar en hög effektfaktor att övertonsströmmarna är låga.

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

### Pulsingång/inkrementell pulsgivare

En extern digital pulsgivare som används för återkoppling av motorvarvtal och riktning. Pulsgivare används för återkoppling vid hög varvtalsnoggrannhet och i högdynamiska tillämpningar.

### Meny

Spara parameterinställningarna i fyra menyer. Växla mellan de fyra parametermenyerna och redigera en meny medan en annan är aktiv.

### Eftersläpningskompensation

Hos frekvensomriktaren kompenseras eftersläpningen med ett frekvenstillskott som följer den uppmätta motorbelastningen, vilket håller motorns varvtal närmast konstant.

### Smart Logic Control (SLC)

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

### FC-standardbuss

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

### Termistor

Ett temperaturberoende motstånd som placeras där temperaturen ska övervakas (i frekvensomriktaren eller motorn).

### Tripp

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

### Tripplås

Ett tillstånd som uppstår vid felsituationer när frekvensomriktaren skyddar sig själv och kräver fysiska ingrepp. En låst tripp kan bara annulleras genom att slå av huvudströmmen, eliminera felorsaken och ansluta frekvensomriktare på nytt. Omstart förhindras tills trippläget annulleras.

### VT-kurva

Variabel momentkurva för pumpar och fläktar.

## 14.3 Installation och konfiguration av RS485

RS485 är ett bussgränssnitt med två ledningar som är kompatibelt med nätverkstopologi. Noder kan anslutas som en buss, eller via droppkablar från en gemensam förbindelseledning. Totalt kan 32 noder anslutas till ett nätverkssegment.

Förstärkare delar nätverkssegmenten. Observera att varje förstärkare fungerar som en nod i det segment där den installerats. Varje nod som är ansluten inom ett visst nätverk måste också ha en unik nodadress, inom alla segment.

Avsluta varje segment i båda ändar, antingen med hjälp av frekvensomriktarens avslutningsbrytare (S801) eller ett obalanserat nät med slutmotstånd. Använd alltid skärmade tvinnade parkablar (STP-kablar) vid busskabeldragning, och följ alltid god installationspraxis.

Det är viktigt att skärmens jordanslutning har låg impedans vid varje nod, även vid höga frekvenser. Anslut därför en stor yta av skärmen till jord, exempelvis med en kabelklämma eller en ledande kabelförskruvning. Vid behov kan du använda potentialutjämnande kablar för att bibehålla samma jordningspotential i hela nätverket, speciellt i installationer med långa kablar.

Undvik felmatchande impedans genom att alltid använda samma kabeltyp i hela nätverket. Använd alltid en avskärmad motorkabel när du ansluter motorn till frekvensomriktaren.

Kabel	Skärmade tvinnade parkablar (STP)
Impedans	120 Ω
Kabel längd	Max. 1 200 (3 937 ft), inklusive droppledningar. Max. 500 m (1 640,5 ft) station till station

Tabell 14.2 Motor kabel

En eller flera frekvensomriktare kan anslutas till en styrning (eller master) genom standardgränssnittet RS485. Plint 68 är ansluten till P-signalen (TX+, RX+), medan plint 69 är ansluten till N-signalen (TX-, RX-). Se bilderna i *kapitel 10.16 EMC-korrekt installation*.

Om fler än en frekvensomriktare ska anslutas till samma master, ska de parallellkopplas.

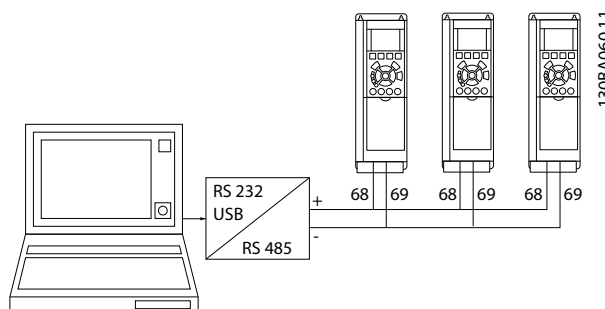


Bild 14.2 Parallellkopplingar

Undvik potentialutjämningsströmmar i skärmen genom att förbinda kabelskärmen till jord via plint 61, som är ansluten till kapslingen via en RC-länk.

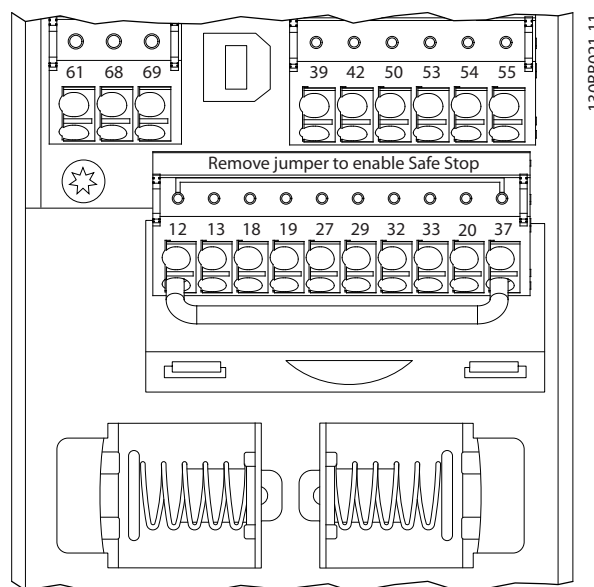


Bild 14.3 Styr korts plintar

RS485-bussen måste termineras med ett motståndsnät i båda slutpunkterna. För detta ändamål ska du ställa brytare S801 på styrkortet i läget "PÅ".

Mer information finns i *kapitel 10.2 Kopplingsschema*.

Kommunikationsprotokoll måste vara inställt på *parameter 8-30 Protocol*.

### 14.3.1 EMC-säkerhetsåtgärder

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

Relevanta nationella och lokala regelverk, exempelvis gällande skyddsjordanslutning, måste följas. RS485-kommunikationskablarna måste hållas borta från motor- och bromsmotståndskablarna för att undvika koppling av högfrekventa störningar mellan kablarna. Normalt är ett avstånd på 200 mm (8 in) tillräckligt. I situationer där kablarna löper parallellt över längre sträckor rekommenderas det att hålla största möjliga avstånd mellan kablarna. När det är oundvikligt att kablarna korsar varandra måste RS485-kabeln korsa motor- och bromsmotståndskablarna i 90° vinkel.

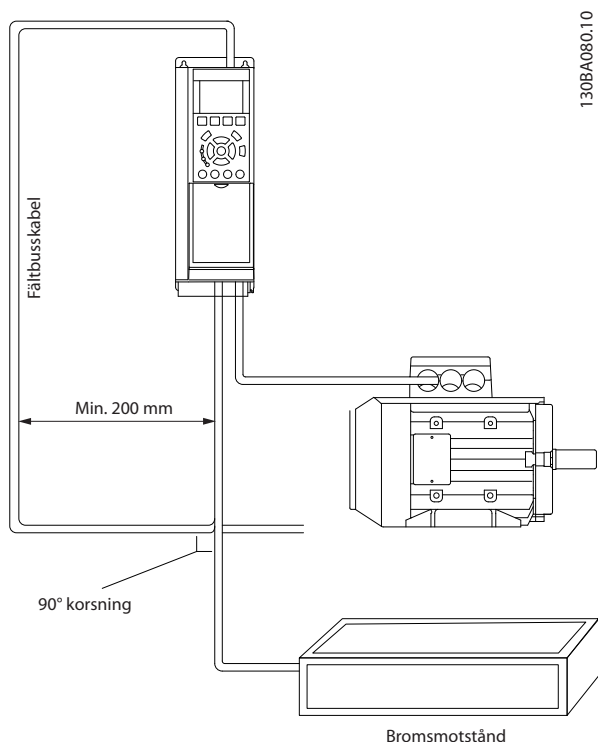


Bild 14.4 EMC -säkerhetsåtgärder

### 14.4 RS485: Översikt över FC-protokollet

#### 14.4.1 Översikt över FC-protokollet

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

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

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

Det fysiska lagret utgörs av RS485, och därmed går det att använda frekvensomriktarens inbyggda RS485-port. FC-protokollet stöder flera telegramformat:

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

#### 14.4.2 Frekvensomriktarprotokoll

Ange följande parametrar för att aktivera FC-protokollet för frekvensomriktaren.

Parameternummer	Inställning
Parameter 8-30 Protocol	FC
Parameter 8-31 Address	1-126
Parameter 8-32 Baud Rate	2400-115200
Parameter 8-33 Parity / Stop Bits	Jämn paritet, 1 stoppbit (standard)

Tabell 14.3 FC-protokollparametrar

## 14.5 RS485: FC-protokollets telegramstruktur

### 14.5.1 Innehållet i ett tecken (en byte)

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

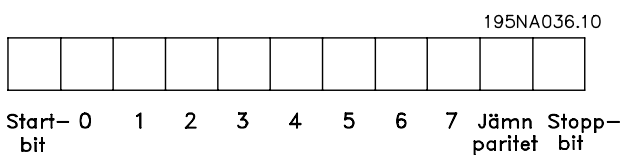


Bild 14.5 Tecken (byte)

### 14.5.2 Telegram struktur

Alla telegram har följande struktur:

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

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

Telegrammet slutar med en datakontrollbyte (BCC).

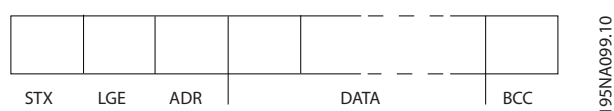


Bild 14.6 Telegramstruktur

### 14.5.3 Telegram längd (LGE)

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

- Längden på telegram med 4 databyte är  $LGE = 4 + 1 + 1 = 6$  byte.
- Längden på telegram med 12 databyte är  $LGE = 12 + 1 + 1 = 14$  byte.
- Längden på telegram med text är  $10^1 + n$  byte.

1) 10 anger antalet fasta tecken, medan "n" varierar (beroende på textens längd).

### 14.5.4 Frekvensomriktarens adress (ADR)

Följande två adressformat används.

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

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

Slaven sänder tillbaka adressbyten oförändrad i svarstelegrammet till mastern.

### 14.5.5 Datakontrollbyte (BCC)

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

### 14.5.6 Datafält

Databyteblockens struktur beror på telegramtypen. Det finns tre typer som gäller för både styrtelegram (master ⇒ slav) och svarstelegram (slav ⇒ master).

De tre telegramtyperna är:

#### Processblock (PCD)

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

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



130BA269.10

Bild 14.7 PCD

#### Parameterblock

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

130BA271.10

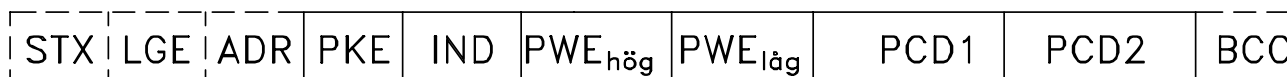
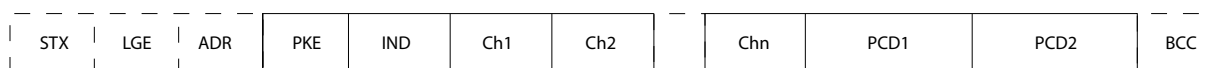


Bild 14.8 Parameterblock

#### Textblock

Textblocket används för att läsa eller skriva text via datablocket.



130BA270.10

Bild 14.9 Textblock



### 14.5.7 PKE-fält

PKE-fältet innehåller två delfält:

- Parameterkommando och svars-AK.
- Parameternummer PNU.

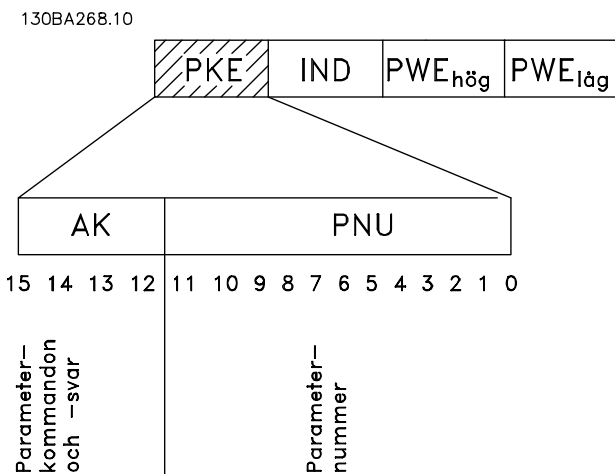


Bild 14.10 PKE-fält

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

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

Tabell 14.4 Parameterkommandon master ⇒ slav

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

Tabell 14.5 Svar slav ⇒ master

Om kommandot inte kan utföras sänder slaven svaret:

0111 Kommandot kan inte utföras

- och skickar följande felrapport i parametervärdet (PWE):

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

Tabell 14.6 Felmeddelande

### 14.5.8 Parameternummer (PNU)

Bit nummer 0–11 överför parameternummer. Den aktuella parameterns funktion anges i parameterbeskrivningen i *programmeringshandboken*.

### 14.5.9 Index (IND)

Index används tillsammans med parameternumret för läs-/skrivåtkomst till indexerade parametrar, t.ex. *parameter 15-30 Alarm Log: Error Code*. Indexet består av en låg byte och en hög byte.

Endast den låga byten används som index.

### 14.5.10 Parametervärde (PWE)

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

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

*Parameter 15-40 FC Type* till *parameter 15-53 Power Card Serial Number* är av datatyp 9.

Det går t.ex. att läsa av enhetsstorleken och nätspänningsområdet i *parameter 15-40 FC Type*. När en textsträng överförs (läses) är telegramlängden variabel och texterna är olika långa. Telegramlängden anges med telegrammets andra byte, LGE. Vid textöverföring anger indextecknet om det är ett läs- eller skrivkommando.

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

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

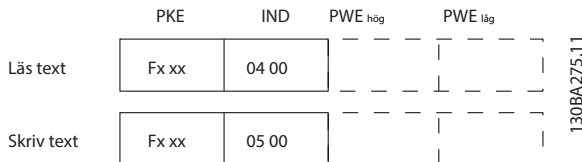


Bild 14.11 PWE

### 14.5.11 Datatyper som stöds

Osignerad betyder att det inte finns något förtecken i telegrammet.

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

Tabell 14.7 Datatyper som stöds

### 14.5.12 Konvertering

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

*Parameter 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]* har konverteringsfaktorn 0,1.

Om du vill ställa in minimifrekvensen till 10 Hz måste värdet 100 överföras. En konverteringsfaktor på 0,1 betyder att det överförda värdet multipliceras med 0,1. Värdet 100 tolkas således som 10,0.

Exempel:

- 0 s ⇒ konverteringsindex 0
- 0,00 s ⇒ konverteringsindex -2
- 0 M/S ⇒ konverteringsindex -3
- 0,00 M/S ⇒ konverteringsindex -5

Konverteringsindex	Konverterings faktor
100	
75	
74	
67	
6	1000000
5	100000
4	10000
3	1000
2	100
1	10
0	1
-1	0,1
-2	0,01
-3	0,001
-4	0,0001
-5	0,00001
-6	0,000001
-7	0,0000001

Tabell 14.8 Konverteringstabell

### 14.5.13 Processord (PCD)

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

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

Tabell 14.9 PCD-sekvens

## 14.6 RS485: Parameterexempel för FC-protokoll

### 14.6.1 Skriva ett parametervärde

Ändra *parameter 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]* till 100 Hz.  
Skriv data till EEPROM.

PKE=E19E hex – Skriv enskilt nummer i *parameter 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]*.  
IND = 0000 hex  
PWE<sub>high</sub>=0000 hex  
PWE<sub>low</sub>=03E8 hex - Datavärde 1 000, motsvarande 100 Hz, se *kapitel 14.5.12 Konvertering*.

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

Bild 14.12 Telegram

130BA092.10

### **OBS!**

*Parameter 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]* är ett enskilt ord, och parameterkommandot för skrivning till EEPROM är E. Parameternummer *parameter 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]* är 19E hexadecimalt.

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

Bild 14.13 Svar från master till slav

130BA093.10

### 14.6.2 Läsa ett parametervärde

Läs värdet i *parameter 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time*.

PKE = 1 155 Hex – Läs parametervärdet i *parameter 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time*  
IND = 0000 hex  
PWE<sub>high</sub>=0000 hex  
PWE<sub>low</sub>=0000 hex

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

Bild 14.14 Parametervärde

130BA094.10

Om värdet i *parameter 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* är 10 s, blir svaret från slaven till mastern:

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

Bild 14.15 Svar från slav till master

130BA267.10

3E8 hex motsvarar 1 000 decimal. Konverteringsindex för *parameter 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* är -2. *Parameter 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* av typen *Osignerad 32*.

## 14.7 RS485: Översikt över Modbus RTU

### 14.7.1 Antaganden

Danfoss förutsätter att det installerade styrsystemet stöder gränssnitten i handboken, och att alla krav och begränsningar som anges för regulatoren och frekvensomriktaren efterföljs noga.

### 14.7.2 Förkunskaper

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

### 14.7.3 Översikt över Modbus RTU

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

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

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

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

Regulatorer kommunicerar enligt en master-slav-princip där endast en enhet (mastern) kan initiera transaktioner (så kallade förfrågningar). Övriga enheter (slavar) svarar genom att skicka efterfrågade data till mastern, eller genom att svara på förfrågan.

Mastern kan kommunicera med enskilda slavar eller initiera ett broadcastmeddelande till samtliga slavar. Slavar returnerar ett meddelande, som kallas svar, vid förfrågningar som är riktade till just dem. Inga svar skickas vid broadcastförfrågningar från mastern. Modbus RTU-protokollet definierar formatet för masterns förfrågan genom att placera det i enhetsadressen (eller broadcastadressen). Här ingår en funktionskod som definierar begärd åtgärd, eventuella data som ska sändas och ett felkontrollfält. Slavens svarsmeddelande utformas också enligt Modbus-protokollet. Det innehåller fält som bekräftar vidtagen åtgärd, eventuella data som ska returneras och ett felkontrollfält. Om det uppstår ett fel när meddelandet tas emot, eller om slaven inte kan utföra den efterfrågade åtgärden, skapar slaven ett felmeddelande och skickar detta som svar, eller också inträffar en timeout.

#### 14.7.4 Frekvensomriktare med Modbus RTU

Frekvensomriktaren kommunicerar i Modbus RTU-format via det inbyggda RS485-gränssnittet. Modbus RTU ger tillgång till funktionerna för styrord och bussreferens i frekvensomriktaren.

Med styrorden kan Modbus-mastern styra olika viktiga funktioner hos frekvensomriktaren:

- Start
- Stoppa frekvensomriktaren på olika sätt:
  - Utrullningsstopp
  - Snabb stopp
  - DC -bromsstopp
  - Normalt (ramp) stopp
- Återställning efter en tripp på grund av fel.
- Körning vid olika förinställda varvtal.
- Körning bakåt.
- Ändra den aktiva menyn.
- Styra frekvensomriktarens inbyggda relä.

Bussreferensen används vanligen för varvtalsreglering. Det går även att nå parametrarna, läsa av deras värden och om möjligt ange värden för dem, vilket erbjuder en rad styrmöjligheter, inklusive att styra börvärdet för frekvensomriktaren när dess interna PI-regulator används.

#### 14.7.5 Frekvensomriktare med Modbus RTU

Aktivera Modbus RTU på frekvensomriktaren genom att ställa in parametrarna:

Parameter	Inställning
Parameter 8-30 Protocol	Modbus RTU
Parameter 8-31 Address	1–247
Parameter 8-32 Baud Rate	2400–115200
Parameter 8-33 Parity / Stop Bits	Jämn paritet, 1 stoppbit (standard)

#### 14.7.6 Frekvensomriktare med Modbus RTU

Regulatorerna är konfigurerade för att kommunicera i Modbus-nätverket i RTU-läge, där varje byte i ett meddelande innehåller två 4-bitars hexadecimala tecken.. Formatet för varje byte visas i *Tabell 14.10*.

Startbit	Databyte						Stopp/paritet	Stopp

Tabell 14.10 Exempelformat

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

Tabell 14.11 Bitinformation

## 14.8 RS485: Telegramstruktur för Modbus RTU

### 14.8.1 Telegramstruktur för Modbus RTU

Den sändande enheten infogar ett Modbus RTU-meddelande i en mall med känd start- och slutpunkt. De mottagande enheterna kan börja där meddelandet startar, läsa adressdelen, avgöra vilken enhet som är mottagare (alla enheter om det är ett broadcastmeddelande) och avgöra när meddelandet är slut. Partiella meddelanden identifieras och fel anges som resultat. Tecknen som ska överföras måste anges i hexadecimalt format, 00–FF, i varje fält. Frekvensomriktaren övervakar kontinuerligt nätverksbussen, även under "tysta" intervall. När det första fältet (adressfältet) tas emot, avkodar varje frekvensomriktare eller enhet det för att avgöra vilken enhet som är mottagare. Modbus RTU-meddelanden som är adresserade till 0 är broadcastmeddelanden. Det går inte att besvara broadcastmeddelanden. En typisk meddelanderam visas i *Tabell 14.12*.

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

Tabell 14.12 Typiskt telegramstruktur för Modbus RTU

### 14.8.2 Start-/stoppfält

Meddelanden inleds med en tyst period på minst 3,5 teckenintervall. Den genomförs i form av ett multipelt teckenintervall vid vald nätverksbaudhastighet (visas som start T1-T2-T3-T4). Det första fältet som överförs är enhetsadressen. Efter det sista överförda tecknet följer en liknande period på minst 3,5 teckenintervall, som markerar meddelandets slut. Ett nytt meddelande kan börja efter denna period. Hela meddelandet måste sändas som en kontinuerlig ström. Om en tyst period på mer än 1,5 teckenintervall inträffar innan ett meddelande slutförs slänger den mottagande enheten det ofullständiga meddelandet och antar att nästa byte är adressfältet i ett nytt meddelande. Om ett meddelande börjar innan de 3,5 teckenintervallen efter föregående meddelande, räknar den mottagande enheten det som en fortsättning på föregående meddelande, vilket leder till en timeout (inget svar från slaven). Detta eftersom värdet i det sista CRC-fältet (cyklisk redundanskontroll) inte är giltigt för de kombinerade meddelandena.

### 14.8.3 Adressfält

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

### 14.8.4 Funktionsfält

Funktionsfältet i ett meddelande består av åtta bitar. Giltiga koder finns i intervallet 1–FF. Funktionsfält används för att skicka meddelanden mellan master och slav. När ett meddelande skickas från en master till en slavenhet är det funktionskodfältet som informerar slaven om vilken åtgärd som ska utföras. När slaven svarar mastern används funktionskodfältet för att ange antingen ett normalt (felfritt) svar, eller att ett fel har inträffat (kallas då ett undantagssvar). Vid ett normalt svar ekar slaven helt enkelt den ursprungliga funktionskoden. Vid ett undantagssvar returnerar slaven en kod som motsvarar den ursprungliga funktionskoden med den mest signifikanta biten angiven till logisk 1. Dessutom lägger slaven in en unik kod i svarsmeddelandets datafält. Koden informerar mastern om vilket fel som inträffade, eller orsaken till undantaget. Se *kapitel 14.9.1 Funktionskoder som stöds av Modbus RTU*.

### 14.8.5 Datafält

Datafältet utgörs av uppsättningar av två hexadecimala tal, inom intervallet 00–FF hexadecimalt. Dessa sekvenser består av ett RTU-tecken. Datafältet i meddelanden som skickas från en master till en slavenhet innehåller ytterligare information som slaven måste använda för att utföra det som funktionskoden definierar. Informationen kan omfatta exempelvis spol- eller registeradresser, antalet punkter att hantera samt antalet faktiska databyte i fältet.

### 14.8.6 Fältet CRC-kontroll

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

### 14.8.7 Adressering av spolregister

I Modbus är alla data ordnade i spolar och inforegister. Spolar innehåller en enda bit, medan inforegister rymmer ett ord på två byte (16 bitar). Alla dataadresser i Modbus-meddelanden refereras till 0. Den första förekomsten av ett dataobjekt adresseras som objekt noll. Till exempel: Spolen som kallas spole 1 i en programmerbar regulator benämns spole 0000 i dataadressfältet i ett Modbus-meddelande. Spole 127 decimalt benämns spole 007EHEX (126 decimalt).

Inforegister 40001 benämns register 0000 i meddelandets dataadressfält. Fältet för funktionskoden anger redan en åtgärd av typen inforegister. Därför är referensen 4XXXX implicit. Inforegister 40108 benämns register 006Bhex (107 decimalt).

Spolnummer	Beskrivning	Signalriktning
1–16	Styrorord för frekvensomriktare (se <i>Tabell 14.14</i> ).	Master till slav
17–32	Referensområdet för frekvensomriktarens varvtal eller börvärde är 0 x 0–0 x FFFF (–200 % ... ~200 %)	Master till slav
33–48	Statusord för frekvensomriktare (se <i>Tabell 14.14</i> ).	Master till slav
49–64	Drift-utan återkoppling: Frekvensomriktarens utfrekvens. Drift med återkoppling: Frekvensomriktarens återkopplingssignal.	Slav till master
65	Styrning av parameterskrivning (master till slav). 0 = Parameterändringar skrivs till frekvensomriktarens RAM. 1 = Parameterändringar skrivs till frekvensomriktarens RAM och EEPROM.	Master till slav
66–65536	Reserverad.	

Tabell 14.13 Spolar och inforegister

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

Tabell 14.14 Styrorord för frekvensomriktare (FC-profil)

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

Tabell 14.15 Statusord för frekvensomriktare (FC-profil)

Register-number	Beskrivning
00001–00006	Reserverad.
00007	Senaste felkod från ett objektgränssnitt för FC-data.
00008	Reserverad.
00009	Parameterindex <sup>1)</sup> .
00010–00990	000 parametergrupp (parametrarna 001–099).
01000–01990	100 parametergrupp (parametrarna 100–199).
02000–02990	200 parametergrupp (parametrarna 200–299).
03000–03990	300 parametergrupp (parametrarna 300–399).
04000–04990	400 parametergrupp (parametrarna 400–499).
...	...
49000–49990	4 900 parametergrupp (parametrarna 4 900–4 999).
50000	Indata: Styrordsregister för frekvensomriktare (CTW).
50010	Indata: Bussreferensregister (REF).
...	...
50200	Utdata: Statusordsregister för frekvensomriktare (STW).
50210	Utdata: Frekvensomriktarens huvudregister för faktiska värden (MAV).

Tabell 14.16 Inforegister

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

## 14.9 RS485: Funktionskoder för Modbus RTU-meddelande

### 14.9.1 Funktionskoder som stöds av Modbus RTU

Modbus RTU stöder användningen av funktionskoder i Tabell 14.17 i ett meddelandes funktionsfält.

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

Tabell 14.17 Funktionskoder

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

Tabell 14.18 Funktionskoder

## 14.9.2 Undantagskoder i Modbus

En fullständig förklaring av strukturen i ett svar med undantagskoder finns i *kapitel 14.8 RS485: Telegramstruktur för Modbus RTU*.

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

Tabell 14.19 Undantagskoder i Modbus

## 14.10 RS485: Modbus RTU-parametrar

### 14.10.1 Parameterhantering

PNU (parameternumret) översätts från registeradressen i Modbus läs- eller skrivmeddelandet. Parameternumret översätts till Modbus som (10 x parameternumret) DECIMAL.

### 14.10.2 Datalagring

Decimalen hos spole 65 avgör om data som skrivs till frekvensomriktaren lagras i EEPROM och RAM (spole 65 = 1), eller bara i RAM (spole 65 = 0).

### 14.10.3 IND

Matrisindex anges i inforegister 9 och används vid åtkomst till matrisparametrar.

### 14.10.4 Textblock

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

### 14.10.5 Konverterings faktor

Eftersom ett parametervärde endast kan överföras som heltal måste en konverteringsfaktor användas vid överföring av decimaltal. Se *kapitel 14.6 RS485: Parametere-xempel för FC-protokoll*.

### 14.10.6 Parametervärden

#### Standarddatatyper

Standarddatatyperna är int16, int32, uint8, uint16 och uint32. De lagras som 4x register (40001–4FFFF). Parametrarna läses med hjälp av funktionen 03 hex Läs inforegister. Parametrarna skrivs med hjälp av funktionen 6 hex Förinställt enskilt register för ett register (16 bitar), och funktionen 10 hex Flera förinställda register för två register (32 bitar). Läsbara storlekar från ett register (16 bitar) upp till tio register (20 tecken).

#### Icke standarddatatyper

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



## 14.11 RS485: FC-styrprofil

### 14.11.1 Styrord enligt FC-profil

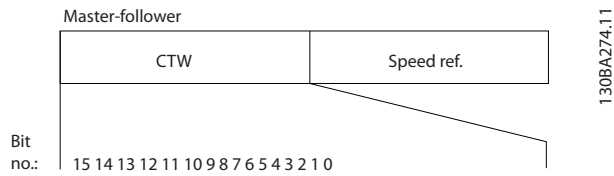


Bild 14.16 Master till slav medurs

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

#### Förklaring av styrbitar

##### Bit 00/01

Bit 00 och 01 används för att välja mellan de fyra referensvärdena som finns förprogrammerade i *parameter 3-10 Preset Reference* enligt *Tabell 14.20*.

Programmerat referensvärde	Parameter	Bit 01	Bit 00
1	[0] <i>parameter 3-10 Preset Reference</i>	0	0
2	[1] <i>parameter 3-10 Preset Reference</i>	0	1
3	[2] <i>parameter 3-10 Preset Reference</i>	1	0
4	[3] <i>parameter 3-10 Preset Reference</i>	1	1

Tabell 14.20 Styrbitar

### **OBS!**

Gör ett val i *parameter 8-56 Preset Reference Select* och ange hur bit 00/01 ska sammanföras med motsvarande funktion på de digitala ingångarna.

#### Bit 02, DC-broms

Bit 02 = 0 medför likströmsbroms och stopp. Bromsström och varaktighet ställs in i *parameter 2-01 DC Brake Current* och *parameter 2-02 DC Braking Time*.

Bit 02 = 1 ger ramp.

#### Bit 03, Utrullning

Bit 03 = 0: Frekvensomriktaren stänger direkt av utgångstransistorerna och motorn utrullar till stillastående.

Bit 03 = 1: Frekvensomriktaren startar motorn om övriga startvillkor är uppfyllda.

Gör ett val i *parameter 8-50 Coasting Select* och ange hur bit 03 ska sammanföras med motsvarande funktion på en digital ingång.

#### Bit 04, Snabbstopp

Bit 04 = 0: Gör att motorvarvtalet rampas ned till stopp (angivet i *parameter 3-81 Quick Stop Ramp Time*).

#### Bit 05, Frys utfrekvens

Bit 05 = 0: Fryser den aktuella utfrekvensen (i Hz). Ändra endast den frysta utfrekvensen med de digitala ingångarna som finns i *parameter 5-10 Terminal 18 Digital Input* – *parameter 5-15 Terminal 33 Digital Input*.

### **OBS!**

Om frys utfrekvens är aktiv kan endast följande förhållanden stoppa frekvensomriktaren:

- Bit 03 utrullningsstopp.
- Bit 02 DC-broms.
- Digital ingång (*parameter 5-10 Terminal 18 Digital Input* – *parameter 5-15 Terminal 33 Digital Input*) programmerad till DC-broms, Utrullning med stopp, eller Återställning och utrullning med stopp.

#### Bit 06, Ramp stopp/start

Bit 06 = 0: Orsakar ett stopp och gör att motorvarvtalet rampas ned till stopp via den valda nedrampparametern.  
Bit 06 = 1: Låter frekvensomriktaren starta motorn om övriga startvillkor är uppfyllda.

Gör ett val i *parameter 8-53 Start Select* och ange hur bit 06 Rampska sammanföras med motsvarande funktion på en digital ingång.

#### Bit 07, Återställning

Bit 07 = 0: Ingen återställning.

Bit 07 = 1: Återställning efter tripp. Återställning aktiveras på signalens framflank, dvs. vid växling från logisk 0 till logisk 1.

**Bit 08, Jogg**

Bit 08 = 1: Utfrekvensen beror på *parameter 3-19 Jog Speed [RPM]*.

**Bit 09, Val av ramp 1/2**

Bit 09 = 0: Ramp 1 är aktiv (*parameter 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time – parameter 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time*).

Bit 09 = 1: Ramp 2 (*parameter 3-51 Ramp 2 Ramp Up Time – parameter 3-52 Ramp 2 Ramp Down Time*) är aktiv.

**Bit 10, Ogiltiga data/giltiga data**

Används för att bestämma om frekvensomriktaren ska använda eller ignorera styrordet. Bit 10 = 0: Styrordet ignoreras.

Bit 10 = 1: Styrordet används. Denna funktion är relevant eftersom telegrammet alltid innehåller styrordet oavsett vilken typ av telegram det är. Därmed går det att stänga av styrordet om det inte används vid uppdatering eller läsning av parametrar.

**Bit 11, relä 01**

Bit 11 = 0: Reläet är inte aktivt.

Bit 11 = 1: Relä 01 aktiveras om [36] *Styrord bit 11* har valts i *parameter 5-40 Function Relay*.

**Bit 12, relä 04**

Bit 12 = 0: Relä 04 är inte aktivt.

Bit 12 = 1: Relä 04 aktiveras om [37] *Styrord bit 12* har valts i *parameter 5-40 Function Relay*.

**Bit 13/14, Val av inställning**

Bit 13 och 14 används för att välja mellan de fyra menyvalen enligt *Tabell 14.21*.

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

Tabell 14.21 Val av meny

Funktionen är bara tillgänglig när [9] *Ext menyval* har valts i *parameter 0-10 Active Set-up*.

Gör ett val i *parameter 8-55 Set-up Select* och ange hur bit 13/14 ska sammanföras med motsvarande funktion på de digitala ingångarna.

**Bit 15, Reversering**

Bit 15 = 0: Ingen reversering.

Bit 15 = 1: Reversering. I fabriksinställningen är reversering angett till [0] *Digital ingång* i *parameter 8-54 Reversing Select*. Bit 15 medför endast reversering när följande har valts.

- Seriell kommunikation
- Logisk eller
- Logiskt och

14.11.2 Statusord enligt FC-profil

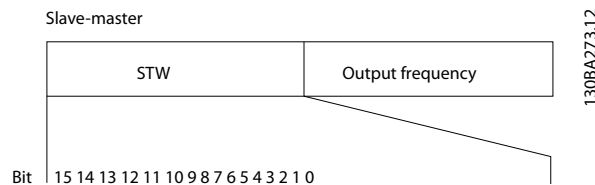


Bild 14.17 Slav till master, STW

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Styrning inte klar	Styrning klar
01	Frekvensomriktare inte klar	Frekvensomriktare klar
02	Utrullning	Aktivera
03	Inget fel	Tripp
04	Inget fel	Fel (ingen tripp)
05	Reserverad	–
06	Inget fel	Tripplösning
07	Ingen varning	Varning
08	Varvtals≠referens	Varvtal = referens
09	Lokal styrning	Busstyrning
10	Utanför frekvensgräns	Frekvensgräns OK
11	Ingen funktion	I drift
12	Frekvensomriktare OK	Stoppad, autostart
13	Spänning OK	För hög spänning
14	Moment OK	För högt moment
15	Timer OK	Timer överskriden

**Bit 00, Styrning inte klar/klar**

Bit 00 = 0: Frekvensomriktaren trippar.

Bit 00 = 1: Frekvensomriktarens regulatorer är redo, men det är inte säkert att effektdelen har någon strömförsörjning vid en extern 24 V-försörjning till regulatorerna.

**Bit 01, Frekvensomriktare klar**

Bit 01 = 1: Frekvensomriktaren är driftklar, men kommandot utrullning är aktivt via de digitala ingångarna eller den seriella kommunikationen.

**Bit 02, Utrullningsstopp**

Bit 02 = 0: Frekvensomriktaren släpper motorn fri.

Bit 02 = 1: Frekvensomriktaren startar motorn med ett startkommando.

**Bit 03, Inget fel/tripp**

Bit 03 = 0: Frekvensomriktaren är inte i felläge.

Bit 03 = 1: Frekvensomriktaren trippar. Använd [Reset] för att återuppta driften.

**Bit 04, Inget fel/fel (ingen tripp)**

Bit 04 = 0: Frekvensomriktaren är inte i felläge.

Bit 04 = 1: Frekvensomriktaren visar ett fel men trippar inte.

**Bit 05, Används inte**

Bit 05 används inte i statusordet.

**Bit 06, Inget fel/tripplåsning**

Bit 06 = 0: Frekvensomriktaren är inte i felläge.

Bit 06 = 1: Frekvensomriktaren har trippat och är låst.

**Bit 07, Ingen varning/varning**

Bit 07 = 0: Det finns inga varningar.

Bit 07 = 1: En varning inträffade.

**Bit 08, Varvtal  $\neq$  referens/varvtal = referens**

Bit 08 = 0: Motorn körs, men det aktuella varvtalet avviker från den förinställda varvtalsreferensen. Exempelvis när varvtalet rampas upp/ned under start/stopp.

Bit 08 = 1: Motorvarvtalet matchar den förinställda varvtalsreferensen.

**Bit 09, Lokal styrning/busstyrning**

Bit 09 = 0: [Stopp/återställning] är aktiverat på styrenheten, eller också är [2] Lokal valt i *parameter 3-13 Reference Site*. Frekvensomriktaren kan inte styras via seriell kommunikation.

Bit 09 = 1 Det är möjligt att styra frekvensomriktaren via fältbussen/den seriella kommunikationen.

**Bit 10, Utanför frekvensgränsen**

Bit 10 = 0: Utfrekvensen har nått det värde som ställts in i *parameter 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]* eller *parameter 4-13 Motor Speed High Limit [RPM]*.

Bit 10 = 1: Utfrekvensen ligger inom de angivna gränserna.

**Bit 11, Ej i drift/i drift**

Bit 11 = 0: Motorn kör inte.

Bit 11 = 1: Frekvensomriktaren har en startsignal eller också är utfrekvensen större än 0 Hz.

**Bit 12, Frekvensomriktare OK/stoppad, autostart**

Bit 12 = 0: Det föreligger ingen tillfällig överhettning på växelriktaren.

Bit 12 = 1: Växelriktaren har stoppats p.g.a. överhettning, men enheten trippar inte och kommer att återuppta driften så snart överhettningen upphör.

**Bit 13, SpänningOK/gränsen överskriden:**

Bit 13 = 0: Det finns inga spänningsvarningar.

Bit 13 = 1: Likspänningen i DC-bussen är för låg eller för hög.

**Bit 14, Moment OK/gränsen överskriden**

Bit 14 = 0: Motorströmmen är lägre än den momentgräns som ställts in i *parameter 4-18 Current Limit*.

Bit 14 = 1: Momentgränsen i *parameter 4-18 Current Limit* har överskridits.

**Bit 15, Timer OK/gränsen överskriden**

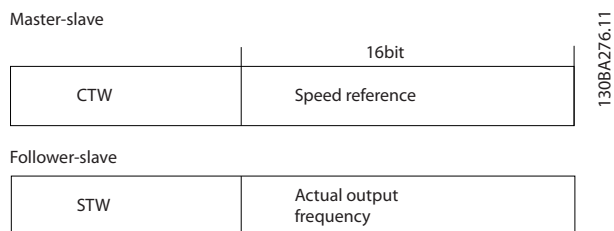
Bit 15 = 0: Varken timern för termiskt motorskydd eller för termiskt skydd har överskridit 100 %.

Bit 15 = 1: En timer har överskridit 100 %.

Om anslutningen mellan Interbus-tillvalet och frekvensomriktaren bryts, eller om ett internt kommunikationsproblem har uppstått, anges alla bitar i STW till 0.

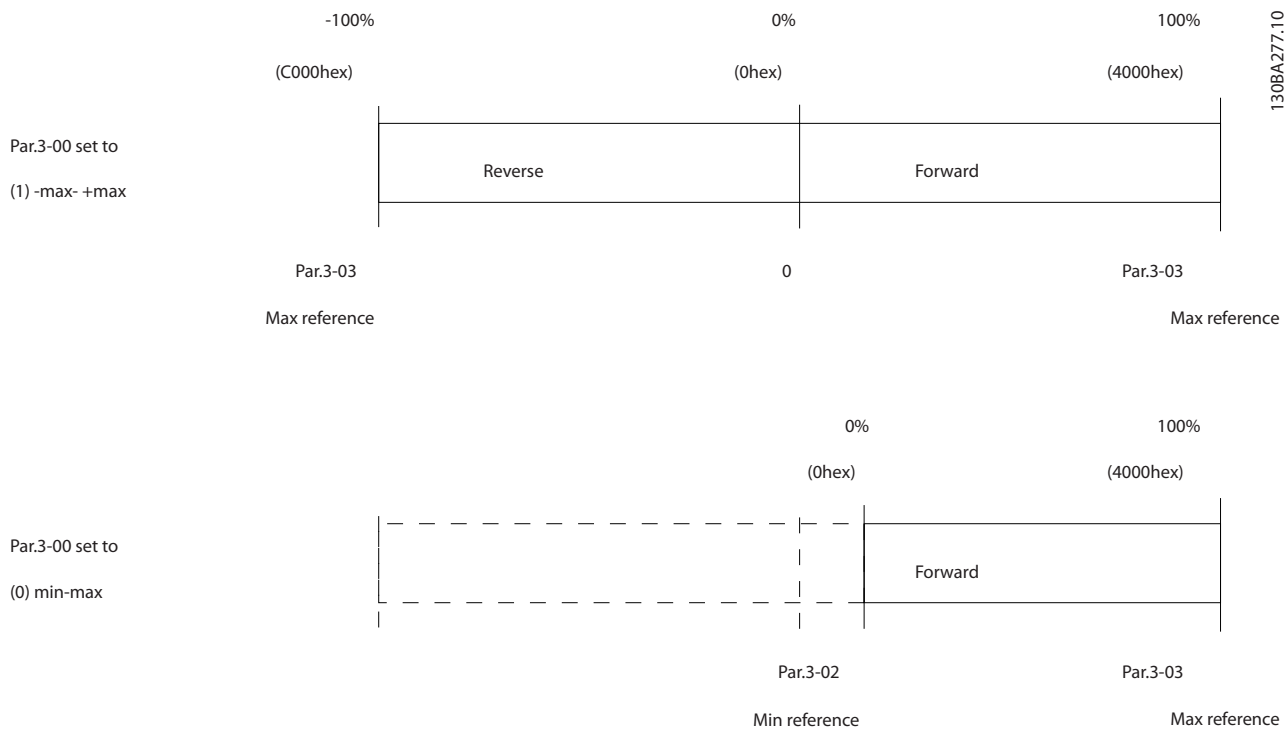
### 14.11.3 Referensvärde för bussvarvtal

Referensvärdet för varvtal överförs till frekvensomriktaren som ett relativt procentvärde. Värdet överförs i form av ett 16-bitarsord; i heltal (0–32 767) motsvarar värdet 16 384 (4 000 hex) 100 %. Negativa tal bildas med 2-komplement. Den faktiska utfrekvensen (MAV) skalas på samma sätt som bussreferensen.



**Bild 14.18 Referensvärde för bussvarvtal**

Referensen och MAV skalas på samma sätt i Bild 14.19.



**Bild 14.19 Referens och MAV**

#### 14.11.4 Styrord enligt PROFIdrive-profil (CTW)

Styrordet används för att sända kommandon från en master till en slav.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	AV 1	PÅ 1
01	AV 2	PÅ 2
02	AV 3	PÅ 3
03	Utrullning	Ingen utrullning
04	Snabbstopp	Ramp
05	Frys utfrekvensen	Använd ramp
06	Rampstopp	Start
07	Ingen funktion	Återställning
08	Jogg 1 AV	Jogg 1 PÅ
09	Jogg 2 AV	Jogg 2 PÅ
10	Ogiltiga data	Giltiga data
11	Ingen funktion	Minska
12	Ingen funktion	Öka
13	Parameterinställning	Val lsb
14	Parameterinställning	Val msb
15	Ingen funktion	Reversering

Tabell 14.22 Bitvärden för styrord, PROFIdrive-profil

#### Förklaring av styrbitar

##### Bit 00, AV 1/PÅ 1

Normala rampstopp där ramptiderna för den valda rampen används.

Bit 00 = 0 leder till stopp och aktivering av reläutgång 1 eller 2 om utfrekvensen är 0 Hz och om [31] Relä 123 har valts i *parameter 5-40 Function Relay*.

När bit 00 = 1 är frekvensomriktaren i Tillstånd 1: Koppling ej möjlig.

##### Bit 01, AV 2/PÅ 2

Utrullnings stopp

När bit 01 = 0 inträffar utrullningsstopp och aktivering av utgångsrelä 1 eller 2 om utfrekvensen är 0 Hz och om [31] Relä 123 har valts i *parameter 5-40 Function Relay*.

När bit 01 = 1 är frekvensomriktaren i Tillstånd 1 ej möjlig. Mer information finns i *Tabell 14.23*, i slutet av det här avsnittet.

##### Bit 02, AV 3/PÅ 3

Snabbstopp med ramptiden från *parameter 3-81 Quick Stop Ramp Time*.

När bit 02 = 0 inträffar snabbstopp och aktivering av utgångsrelä 1 eller 2 om utfrekvensen är 0 Hz och om [31] Relä 123 har valts i *parameter 5-40 Function Relay*.

När bit 02 = 1 är frekvensomriktaren i Tillstånd 1: Koppling ej möjlig.

##### Bit 03, Utrullning/ingen utrullning

Utrullningsstopp bit 03 = 0 leder till stopp.

När bit 03 = 1 kan frekvensomriktaren startas om övriga startvillkor är uppfyllda.

#### **OBS!**

Valet i *parameter 8-50 Coasting Select* bestämmer hur bit 03 länkas till motsvarande funktion för digitala ingångar.

##### Bit 04, Snabbstopp/ramp

Snabbstopp med ramptiden från *parameter 3-81 Quick Stop Ramp Time*.

När bit 04 = 0 utförs ett snabbstopp.

När bit 04 = 1 kan frekvensomriktaren startas om övriga startvillkor är uppfyllda.

#### **OBS!**

Valet i *parameter 8-51 Quick Stop Select* bestämmer hur bit 04 länkas till motsvarande funktion för digitala ingångar.

##### Bit 05, Frys utfrekvens/ använd ramp

När bit 05 = 0 upprätthålls den aktuella utfrekvensen oavsett om referensvärdet ändras.

När bit 05 = 1 kan frekvensomriktaren utföra regleringsfunktionen igen; styrningen sker enligt respektive referensvärden.

##### Bit 06, Ramp stopp/Start

Normalt rampstopp där de valda ramptiderna för den aktuella rampen används. Dessutom aktiveras reläutgång 01 eller 04 om utfrekvensen är 0 Hz om [31] Relä 123 har valts i *parameter 5-40 Function Relay*.

Bit 06 = 0 leder till stopp.

När bit 06 = 1 kan frekvensomriktaren startas om övriga startvillkor är uppfyllda.

#### **OBS!**

Valet i *parameter 8-53 Start Select* bestämmer hur bit 06 länkas till motsvarande funktion för digitala ingångar.

##### Bit 07, Ingen funktion/återställning

Återställ efter avstängning.

Bekräfta händelsen i felbufferten.

När bit 07 = 0 utförs ingen återställning.

Om det inträffar en lutningsändring i bit 07 till 1 inträffar en återställning efter avstängning.

##### Bit 08, Jogg 1 AV/PÅ

Aktivering av det förprogrammerade varvtalet i *parameter 8-90 Bus Jog 1 Speed*. JOGG 1 kan bara användas när bit 04 = 0 och bit 00–03 = 1.

##### Bit 09, Jogg 2 AV/PÅ

Aktivering av det förprogrammerade varvtalet i *parameter 8-91 Bus Jog 2 Speed*. JOGG 2 kan bara användas när bit 04 = 0 och bit 00–03 = 1.

**Bit 10, Data ogiltiga/giltiga**

Används för att bestämma om frekvensomriktaren ska användas eller ignorera styrordet.

Bit 10 = 0 innebär att styrordet ska ignoreras,

Bit 10 = 1 innebär att styrordet ska användas. Den här funktionen behövs eftersom styrordet alltid ingår i telegrammet, oavsett vilken telegramtyp som används. Det går till exempel att stänga av styrordet om det inte ska användas vid uppdatering eller läsning av parametrar.

**Bit 11, Ingen funktion/minska**

Minskar varvtalets referensvärde med den mängd som angetts i *parameter 3-12 Catch up/slow Down Value*.

När bit 11 = 0 ändras inte referensvärdet. När bit 11 = 1 minskas referensvärdet.

**Bit 12, Ingen funktion/öka**

Ökar varvtalets referensvärde med den mängd som angetts i *parameter 3-12 Catch up/slow Down Value*.

När bit 12 = 0 ändras inte referensvärdet.

När bit 12 = 1 ökas referensvärdet.

Om både minskning och acceleration är aktiverade (bit 11 och 12 = 1) har minskning högsta prioritet, dvs. varvtalets referensvärde minskas.

**Bit 13/14, Menyval**

Väljer mellan de fyra parameteruppsättningarna enligt *Tabell 14.23*.

Funktionen är bara tillgänglig om [9] Ext. menyval har valts i *parameter 0-10 Active Set-up*. Valet i *parameter 8-55 Set-up Select* bestämmer hur bit 13 och 14 länkas till motsvarande funktion för digitala ingångar. Det går endast att växla meny under körning om menyerna har länkats i *parameter 0-12 This Set-up Linked to*.

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

Tabell 14.23 Bit 13/14, Menyval

**Bit 15, Ingen funktion/reversering**

Bit 15 = 0 medför att ingen reversering sker.

Bit 15 = 1 medför reversering.

Obs! I fabriksinställningen är reversering angett till [0] *Digital ingång* i *parameter 8-54 Reversing Select*.

**OBS!**

Bit 15 medför endast reversering när följande har valts.

- Seriell kommunikation
- Logisk eller
- Logiskt och

**14.11.5 Statusord enligt PROFIdrive-profil (STW)**

Statusordet meddelar en master om status på en slav.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Styrning inte klar	Styrning klar
01	Frekvensomriktare inte klar	Frekvensomriktare klar
02	Utrullning	Aktivera
03	Inget fel	Tripp
04	AV 2	PÅ 2
05	AV 3	PÅ 3
06	Start möjlig	Start ej möjlig
07	Ingen varning	Varning
08	Varvtals≠referens	Varvtal = referens
09	Lokal styrning	Busstyrning
10	Utanför frekvensgräns	Frekvensgräns OK
11	Ingen funktion	I drift
12	Frekvensomriktare OK	Stoppad, autostart
13	Spänning OK	För hög spänning
14	Moment OK	För högt moment
15	Timer OK	Timer överskriden

Tabell 14.24 Bitvärden för statusord, PROFIdrive-profil

**Förklaring till statusbitar****Bit 00, Styrning inte klar/klar**

När bit 00 = 0 ska bit 00, 01 eller 02 i styrordet vara 0 (AV 1, AV 2 eller AV 3), annars stängs frekvensomriktaren av (tripp).

När bit 00 = 1 är frekvensomriktarens regulator klar, men det är inte säkert att det finns någon strömförsörjning till enheten (om styrsystemet har extern 24 V-försörjning).

**Bit 01, VLT ej klar/klar**

Samma betydelse som bit 00, men med matning från effektenheten. Frekvensomriktaren är klar när de nödvändiga startsignalerna tas emot.

**Bit 02, Utrullning/aktiv**

När bit 02 = 0 ska bit 00, 01 eller 02 i styrordet vara 0 (AV 1, AV 2, AV 3 eller utrullar) annars stängs frekvensomriktaren av (tripp).

När bit 02 = 1 ska bit 00, 01 eller 02 i styrordet vara 1; frekvensomriktaren har inte trippat.

**Bit 03, Inget fel/tripp**

När bit 03 = 0 föreligger inget feltillstånd i frekvensomriktaren.

När bit 03 = 1 har frekvensomriktaren trippat och behöver en återställningssignal för att kunna startas.

**Bit 04, PÅ 2/AV 2**

När bit 01 i styrordet är 0 är bit 04 = 0.

När bit 01 i styrordet är 1 är bit 04 = 1

**Bit 05, PÅ 3/AV 3**

När bit 02 i styrordet är 0 är bit 05 = 0.

När bit 02 i styrordet är 1 är bit 05 = 1.

**Bit 06, Start möjlig/start ej möjlig**

Om [1] *PROFdrive-profil* har valts i *parameter 8-10 Control Profile*, är bit 06 1 efter en bekräftelse av en avstängning, efter aktivering av AV2 eller AV3 samt efter anslutning av nätspänningen. Start ej möjlig återställs genom att bit 00 i styrordet anges till 0, och bit 01, 02 och 10 anges till 1.

**Bit 07, Ingen varning/varning**

Bit 07 = 0 betyder att inga varningar föreligger.

Bit 07 = 1 betyder att en varning har utlösts.

**Bit 08, Varvtal  $\neq$  referens/varvtal = referens**

När bit 08 = 0 avviker motorns aktuella varvtal från det inställda varvtalets referensvärde. Detta scenario kan till exempel inträffa när varvtalet ändras under start/stopp genom upp-/nedrampning.

När bit 08 = 1 avviker motorns aktuella varvtal från det inställda varvtalets referensvärde.

**Bit 09, Lokal styrning/busstyrning**

Bit 09 = 0 anger att frekvensomriktaren har stoppats med knappen [Stop] på LCP:n, eller att alternativ [0] *Länkat till Hand/Auto* eller [2] *Lokal* har valts i *parameter 3-13 Reference Site*.

När bit 09 = 1 kan frekvensomriktaren styras via seriegränssnittet.

**Bit 10, Utanför frekvensgräns/frekvensgräns OK**

När bit 10 = 0 ligger utfrekvensen utanför de gränser som angetts i *parameter 4-52 Warning Speed Low* och *parameter 4-53 Warning Speed High*.

När bit 10 = 1 ligger utfrekvensen inom de angivna gränserna.

**Bit 11, Ej i drift/i drift**

När bit 11 = 0 roterar inte motorn.

När bit 11 = 1 har frekvensomriktaren en startsignal eller så är utfrekvensen högre än 0 Hz.

**Bit 12, Frekvensomriktare OK/stoppad, autostart**

När bit 12 = 0 föreligger ingen tillfällig överbelastning av växelriktaren.

När bit 12 = 1 har växelriktaren stoppats p.g.a. överbelastning. Frekvensomriktaren har dock inte stängts av (tripp), utan kommer att starta om när överbelastningen har upphört.

**Bit 13, Spänning OK/för hög spänning**

När bit 13 = 0 har frekvensomriktarens spänningsgränser inte överskridits.

När bit 13 = 1 är likspänningen i frekvensomriktarens mellankrets för låg eller för hög.

**Bit 14, Moment OK/för stort moment**

När bit 14 = 0 ligger motormomentet under den gräns som har valts i *parameter 4-16 Torque Limit Motor Mode* och *parameter 4-17 Torque Limit Generator Mode*.

När bit 14 = 1 är den gräns som valts i *parameter 4-16 Torque Limit Motor Mode* eller *parameter 4-17 Torque Limit Generator Mode* överskriden.

**Bit 15, Timer OK/timer överskriden**

När bit 15 = 0 har timern för termiskt motorskydd och timern för termiskt frekvensomriktarskydd inte överstigit 100 %.

När bit 15 = 1 har någon av dem överstigit 100 %.

## Index

## A

AC-broms.....	40
Aktiv referens.....	201
Analog	
Beskrivningar av in-/utgångar och fabriksinställningar.....	176
Ingångsspecifikationer.....	62
Kabeldragning för varvtalsreferens.....	209
Utgångsspecifikationer.....	63
Användarinmatning.....	201

## Å

Återkoppling	
Hantering.....	204
Konvertering.....	205
Signal.....	206

## A

ATEX-övervakning.....	23, 161
Auto on.....	201
Automatisk energioptimering (AEO).....	21
Automatisk motoranpassning (AMA)	
Kabeldragning.....	209
Översikt.....	22
Automatisk switchfrekvensmodulering.....	22

## B

Bakkanalkylning.....	162
Bandbreddshantering.....	39
Behörig personal.....	6
Beräkningar	
Bromsmoment.....	187
Bromsmotstånd.....	187
Kortslutningsförhållande.....	199
Motståndets driftcykel.....	186
Programvara för övertoner.....	200
Skalad referens.....	202
THDi.....	198
Beställningsformulär för typkod.....	217
Bostadsmiljö.....	193
Bromsmotstånd	
Beställa.....	224
Definition.....	226
Design Guide.....	5
Formel för märkeffekt.....	225
Kopplingsschema.....	167
Översikt.....	45
Plintar.....	171
Säkerhet.....	7, 187
Val.....	186
Bromsmotstånd.....	40

## Bromsning

Använd som en alternativ bromsfunktion.....	188
Dynamisk bromsning.....	40
Gränser.....	187
Styrning med bromsfunktion.....	188

## Brytare

A53 och A54.....	62, 176
Strömbrytare.....	47

Byggnadshanteringssystem (BMS).....	28
-------------------------------------	----

## C

CAV-system.....	33
CE-märkning.....	8
Centrala VAV-system.....	32
CO <sub>2</sub> -givare.....	33
Common mode-filter.....	46
Cos $\varphi$ -kompensation.....	29

## D

Dator.....	172
Datoranslutning.....	172
DC-broms.....	40, 239
DC-buss	
Driftsbeskrivning.....	201
Plintar.....	170
Delta.....	29
DeviceNet.....	43, 223
Digital	
Beskrivningar av in-/utgångar och fabriksinställningar.....	175
Ingångsspecifikationer.....	62
Utgångsspecifikationer.....	63
Drift vid lågt varvtal.....	164
Driftcykel	
Beräkning.....	186
Definition.....	226
Drive	
Beställa.....	217
DU/dt.....	191

## E

EAC-märkning.....	9
Effekt	
Anslutningar.....	168
Brytare.....	21
Faktor.....	226
Förluster.....	49, 55
Kontaktor.....	190, 197
Märkdata.....	12, 49, 55
Specifikationer.....	63
Eftersläpningskompensation.....	226
Elektrisk installation.....	176



Elektriska specifikationer		
Frekvensomriktare med 12-puls.....	52, 58	
Frekvensomriktare med 6-puls.....	49, 55	
Elektromagnetiska störningar.....	22	
Elektronisk-termisk överbelastning.....	23	
Elektronisk-termiskt relä (ETR).....	166	
EMC		
Allmänt.....	192	
Direktiv.....	8	
Installation.....	197	
Kompatibilitet.....	195	
Säkerhetsåtgärder för RS485-installation.....	228	
Störning.....	196	
Testresultat.....	193	
Emissionskrav.....	193	
Energi		
Besparingar.....	27, 28	
Verkningsgradsklass.....	61	
ErP-direktivet.....	8	
EtherNet/IP.....	44	
Explosiv atmosfär.....	161	
Extern referens.....	202	
F		
Fältbuss.....	43, 173	
FC-profil.....	239	
Filter		
Beställa.....	224	
Common mode-filter.....	46	
DU/dt-filter.....	46	
Övertonsfilter.....	46	
RFI-filter.....	195	
Sinusvågfilter.....	45, 170	
Fläktar		
Extern försörjning.....	171	
Luftflöde som krävs.....	162	
Temperaturstyrda fläktar.....	22	
Flygande start.....	25	
Förbindelsepunkt.....	198	
Föreskrifter för exportkontroll.....	9	
Förkortningar.....	226	
Formel		
Bromsmotståndets märkeffekt.....	225	
Frekvensomriktarens verkningsgrad.....	225	
Strömbegränsning.....	225	
Utström.....	225	
Fövärmning.....	25	
Fourierserieanalys.....	198	
Frekvenshopp.....	25	
Frekvensomriktare		
Avståndskrav.....	162	
Configurator.....	217	
Märkeffekter.....	13, 14	
Översikt.....	13, 14	
Fritt utrymme runt lucka.....	68	
Fukt.....	160	
G		
Galvanisk isolation.....	22, 63, 195	
Gaser.....	160	
Generellt I/O-kort.....	44	
Givaringångstillval.....	45	
H		
Hand on.....	201	
Handbok.....	5	
Höjd.....	164	
I		
Immunitetskrav.....	194	
Ingångsspecifikationer.....	62	
Inloppsledskenor.....	32	
Installation		
Behörig personal.....	6	
Elektrisk.....	166	
Krav.....	161	
Installation på hög höjd.....	196	
IP-klassificering.....	10	
Isolering.....	186	
IT-nät.....	189	
J		
Jordfelsbrytare.....	188, 189	
Jordning.....	22, 172, 189	
K		
Kabeldragning för extern larmåterställning.....	211	
Kabeldragning för start/stopp.....	210, 211	
Kabelförskruvningsplåt.....	68	
Kabelklämma.....	172	
Kablar		
Broms.....	171	
Kabeldragning.....	173	
Max. antal kablar och dimension per fas.....	49, 55	
Motorkablar.....	183	
Nätanslutningar.....	168	
Öppning.....	68	
Reglering.....	172	
Skärmning.....	170, 196	
Specifikationer.....	49, 55, 62	
Typ och klassificeringar.....	166	
Utjämning.....	173	
Kanalkylning.....	162	

Kapsling E1		Konstant flöde.....	33
Kabelförskruvningsplåt.....	69	Kopplingsschema	
Plintmått.....	70	Exempel på typiska tillämpningar.....	209
Yttre mått.....	68	Frekvensomriktare.....	167
Kapsling E2		Kaskadregulator.....	214
Kabelförskruvningsplåt.....	77	Nätanslutningar.....	168
Plintmått.....	77	Pump med variabelt varvtal.....	215
Yttre mått.....	76	Styrplintar med 12-puls.....	177
Kapsling F1		Växling av huvudpump.....	215
Kabelförskruvningsplåt.....	85	Kortslutning	
Plintmått.....	86	Beräkna förhållande.....	199
Yttre mått.....	84	Bromsning.....	40, 187
Kapsling F10		Definition.....	227
Kabelförskruvningsplåt.....	132	SCCR-värden.....	179
Plintmått.....	133	Skydd.....	20, 178
Yttre mått.....	131	Kylning	
Kapsling F11		Dammvarning.....	160
Kabelförskruvningsplåt.....	138	Krav.....	162
Plintmått.....	139	Luftflöden för kapsling.....	162
Yttre mått.....	137	Översikt av bakkanalkylning.....	162
Kapsling F12		Tornfläkt.....	34
Kabelförskruvningsplåt.....	146	Kylplatta	
Plintmått.....	147	Luftflöde som krävs.....	162
Yttre mått.....	145	Överhettningstrippunkt.....	49, 55
Kapsling F13		Rengöring.....	160
Kabelförskruvningsplåt.....	152	L	
Plintmått.....	153	Läckström.....	6, 188
Yttre mått.....	151	Låg spänning	
Kapsling F2		Direktiv.....	8
Kabelförskruvningsplåt.....	92	Lagring.....	159
Plintmått.....	93	Larmåterställning.....	211
Yttre mått.....	91	Lastdelning	
Kapsling F3		Kopplingsschema.....	167
Kabelförskruvningsplåt.....	99	Kortslutningsskydd.....	20
Plintmått.....	100	Översikt.....	41
Yttre mått.....	98	Plintar.....	42, 170
Kapsling F4		Varning.....	6
Kabelförskruvningsplåt.....	111	Ledningar.....	166
Plintmått.....	112	se även <i>Kablar</i>	
Yttre mått.....	110	Ledningsburen emission.....	193
Kapsling F8		Likriktare.....	201
Kabelförskruvningsplåt.....	122	Ljudnivå.....	190
Plintmått.....	123	Lokal varvtalsbestämning.....	36
Yttre mått.....	121	Luftburen emission.....	193
Kapsling F9		Luftflöde	
Kabelförskruvningsplåt.....	126	Bakkanal.....	66, 67
Plintmått.....	127	Externa kanaler.....	163
Yttre mått.....	125	Kapsling.....	66, 67
Kapslingsskydd.....	10	Krävs.....	162
Kaskadregulator		Lyft.....	159
Kopplingsschema.....	214	M	
Kinetisk back-up.....	25	Marin certifiering.....	9
Kommersiell miljö.....	193	Maskindirektivet.....	8
Kondensation.....	160		
Kondensatorförvaring.....	159		
Kondensatorpumpar.....	35		

Mått		Nedstämpling	
Kapsling E1.....	68	Automatisk funktion.....	21
Kapsling E2.....	76	Drift vid lågt varvtal.....	164
Kapsling F1.....	84	Externa kanaler.....	163
Kapsling F10.....	131	Hög switchfrekvens.....	22
Kapsling F11.....	137	Höjd.....	164
Kapsling F12.....	145	Översikt och orsaker.....	163
Kapsling F13.....	151	Specifikationer.....	62, 162
Kapsling F2.....	91	Tabeller.....	165
Kapsling F3.....	98		
Kapsling F4.....	110	<b>O</b>	
Kapsling F8.....	121	Omgivande miljöförhållanden	
Kapsling F9.....	125	Översikt.....	160
Tabell.....	13, 14	Specifikationer.....	61
Maximalbrytare.....	178, 182, 189	Omstart.....	25
Med återkoppling.....	205, 206	Omvandlare.....	175
Miljö.....	61, 160		
Mjukstartare.....	29	<b>Ö</b>	
Modbus		Överbelastning	
Funktionskoder för RTU-meddelande.....	237	Elektronisk-termisk överbelastning.....	23
Översikt över RTU.....	233	Gränser.....	21
Telegramstruktur.....	235	Problem med övertoner.....	198
Tillval.....	44		
Modulering.....	22, 225	Överensstämmelse	
Moment		Direktiv.....	8
Egenskap.....	61	Med ADN.....	7
Reglering.....	206	Överhettning.....	226
Monteringskonfigurationer.....	161	Överspänning	
Motor		Alternativ bromsfunktion.....	188
Detektering av fas saknas.....	21	Bromsning.....	45
Ex-d.....	45	Skydd.....	20
Ex-e.....	24	Överströmsskydd.....	166
Fullt moment.....	25	Övertoner	
Isolering.....	186	Begränsning.....	200
Kabeldragning för termistor.....	213	Definition av effektfaktor.....	226
Kablar.....	170, 183, 188	EN-standarder.....	199
Klassskydd.....	161	Filter.....	46
Kopplingsschema.....	167	IEC-standarder.....	199
Läckström.....	188	Översikt.....	198
Märkskylt.....	24		
Parallellkoppling.....	184	<b>P</b>	
Reducera lagerströmmar.....	186	PELV.....	22, 63, 195
Rotation.....	184	Periodisk formering.....	159
Startmoment.....	226	PID	
Termiskt skydd.....	23, 184	PID-regulator med tre börvärden.....	33
Utgångsspecifikationer.....	61	Reglering.....	29
		Regulator.....	23, 204, 207
<b>N</b>		PLC.....	173
Nät			
Avbrott.....	25		
Fluktuationer.....	22		
Kontaktor.....	183		
Skärm.....	7		
Specifikationer.....	61		
Strömbrytare.....	182		
Nätverksanslutning.....	227		

Plintar		Regen	
Analog ingång/utgång.....	176	Översikt.....	42
Bromsmotstånd.....	171	Plintar.....	90, 97, 109, 120, 218
Digital ingång/utgång.....	175	Tillgänglighet.....	13, 14
Lastdelning.....	170	Reglering	
Mått för kapsling E1.....	70	Driftsbeskrivning.....	201
Mått för kapsling E2.....	77	Egenskaper.....	64
Mått för kapsling F1.....	86	Typer av.....	206
Mått för kapsling F10.....	133	Relä	
Mått för kapsling F11.....	139	ADN-korrekt installation.....	7
Mått för kapsling F12.....	147	Kort.....	45
Mått för kapsling F13.....	153	Plintar.....	176
Mått för kapsling F2.....	93	Specifikationer.....	64
Mått för kapsling F3.....	100	Tillval.....	45
Mått för kapsling F4.....	112	Tillval för utökat reläkort.....	45
Mått för kapsling F8.....	123	Reservdelar.....	224
Mått för kapsling F9.....	127	Resonansdämpning.....	22
Plint 37.....	175	RFI	
Reläplintar.....	176	Använd brytare med IT-nät.....	189
RS485.....	175	Filter.....	195
Seriell kommunikation.....	175	Rotor.....	21
Styrbeskrivningar och fabriksinställningar.....	174	RS485	
Potentiometer.....	175, 212	Installation.....	227
Praxis.....	5	Kabeldragning.....	213
Primärpumpar.....	36	Kopplingsschema.....	167
Processreglering.....	206	Översikt.....	227
PROFIBUS.....	43, 223	Parametervärden.....	238
PROFINET.....	43	Plintar.....	175
Programmeringshandbok.....	5	S	
Programvaruversioner.....	223	Safe Torque Off	
Proportionalitetslagar.....	28	Handbok.....	5
Protokollöversikt.....	228	Kabeldragning.....	210
PTC-termistorkort.....	45	Kopplingsschema.....	167
Puls		Överensstämmelse med maskindirektivet.....	8
Ingångsspecifikationer.....	63	Översikt.....	27
Kabeldragning för start/stopp.....	210	Plintplacering.....	175
Pulsgivare		Säkerhet	
Definition.....	226	Instruktioner.....	6, 166
Pump		Säkringar	
Inkoppling.....	39	Effekt/halvledare.....	178
Kondensator.....	35	Fläkt.....	180
Primär.....	36	För användning med nätanslutningar.....	168
Sekundär.....	38	Kompletterande.....	180
Verkningsgrad.....	39	Manuell motorregulator.....	180
R		Nät.....	181
Radiofrekvensstörningar.....	22	Nätkontakter.....	183
RCM-märkning.....	9	Nätströmbrytare.....	182
Referens		Överensstämmelse.....	178
Aktiv referens.....	201	Pilz-relä.....	181
Extern hantering av.....	202	Specifikationer för 380–480 V.....	49
Extern referens.....	202	Specifikationer för 525–690 V.....	55
Varvtalsinmatning.....	209, 210	Styrtransformator.....	180
		Tillval.....	178
		Varning om överströmsskydd.....	166
		Satser	
		Beskrivningar.....	223
		Beställningsnummer.....	223
		Tillgängliga kapslingar.....	19

Sekundärpumpar.....	38
Seriell kommunikation.....	175
Sinusvågfilter.....	45, 170
Skalad referens.....	202
Skärmade.....	176
Skärmning	
Kablar.....	170, 172
Nät.....	7
Tvinnade skärmändar.....	195
Skydd	
Bromsfunktion.....	20
Kapslingsklass.....	13, 14
Klassificering.....	10
Kortslutning.....	20
Motor, termisk.....	23
Obalans i nätspänning.....	21
Överbelastning.....	21
Överspänning.....	20
Överström.....	166
Skydd för förgreningsenhet.....	178
Skyddsklassificeringen NEMA.....	10
Smart Logic Control	
Kabeldragning.....	215
Översikt.....	26
Spänningsobalans.....	21
Spjäll.....	32
Språkpaket.....	217
Startmoment.....	226
Stigtid.....	191
STO.....	5
se även <i>Safe Torque Off</i>	
Ström	
Distortion.....	199
Formel för strömbegränsning.....	225
Grundläggande ström.....	198
Intern strömreglering.....	208
Läckström.....	188, 189
Nominell utström.....	225
Övertonsström.....	198
Störningsminskning i motor.....	186
Transient jord.....	189
Styrkablar.....	172, 176
Styrkort	
Överhettningstrippunkt.....	49, 55
RS485 – specifications.....	63
Specifikationer.....	65
Styrning	
Strukturer.....	205
Styrplintar.....	174
Switchfrekvens	
Använda med jordfelsbrytare.....	189
Nätanslutningar.....	170
Nedstämpling.....	21
Sinusvågfilter.....	45, 170

## T

Telegram längd (LGE).....	229
Temperatur.....	160
Termistor	
Definition.....	226
Kabeldragning.....	173, 213
Plintplacering.....	175
Tillval	
Beställa.....	46, 221, 223, 224
Fältbuss.....	43
Funktionella förlängningar.....	44
Reläkort.....	45
Rörelsekontroll.....	45
Säkringar.....	178
Tillgängliga kapslingar.....	13, 14
Transformator	
Anslutning.....	171
Effekter av övertoner.....	198
Tripp	
Definition.....	226
Punkter för 380–480 V frekvensomriktare.....	49
Punkter för 525–690 V frekvensomriktare.....	55
TÜV-certifikat.....	9
Tvinnade skärmändar.....	195
Typgodkännandet CSA/cUL.....	9
Typkod.....	217

## U

UKrSEPRO-certifikat.....	9
UL	
Kapslingens skyddsklassificering.....	10
Märkning.....	9
Underhåll.....	160
Urladdningstid.....	6
USB-specifikationer.....	65
Utan återkoppling.....	205
Utökat reläkort.....	45
Utrullning.....	239

## V

Variabel luftvolym.....	32
Värmare	
Användning.....	160
Kopplingsschema.....	167
Varning för högspänning.....	6
Varningar.....	6, 166
Varv per minut.....	27
Varvtal	
Kabeldragning för öka/minska varvtal.....	212
Kabeldragning för varvtalsreferens.....	212
PID-återkoppling.....	206
Reglering.....	206

---

VAV.....	32
Växelriktare.....	201
Verkningsgrad	
Använda AMA.....	22
Beräkning.....	190
Formel för frekvensomriktarens verkningsgrad.....	225
Specifikationer.....	49, 55
VVC+.....	207, 208
Y	
Yttre mått (bilder).....	68





.....  
Danfoss tar inte på sig något ansvar för eventuella fel i kataloger, broschyrer eller annat tryckt material. Danfoss förbehåller sig rätten till konstruktionsändringar av sina produkter utan föregående meddelande. Detsamma gäller produkter upptagna på inestående order under förutsättning att redan avtalade specifikationer inte ändras. Alla varumärken i det här materialet tillhör respektive företag. Danfoss och Danfoss logotyp är varumärken som tillhör Danfoss A/S. Med ensamrätt.  
.....

Danfoss A/S  
Ulsnaes 1  
DK-6300 Graasten  
vlt-drives.danfoss.com

