ENGINEERING TOMORROW

Design Guide

VLT® AutomationDrive FC 302

315–1 200 kW

www.danfoss.se/vlt

Innehåll

1 Inledning 5

1.1 Syftet med Design Guide 5

1.2 Ytterligare dokumentation 5

1.3 Dokument- och programversion 5

1.4 Praxis 5

2 Säkerhet 6

2.1 Säkerhetssymboler 6

2.2 Behörig personal 6

2.3 Säkerhetsåtgärder 6

3 Godkännanden och certifieringar 8

3.1 Överensstämmelse med föreskrifter 8

3.2 Skyddsklassificering för kapsling 9

4 Produktöversikt 11

4.1 VLT® High-power Drives 11

4.2 Kapslingsstorlek efter IP-klassificering 11

4.3 Översikt över kapslingar, 380–500 V 12

4.4 Översikt över kapslingar, 525–690 V 15

4.5 Satstillgänglighet 18

5 Produktfunktioner 19

5.1 Automatiserade driftfunktioner 19

5.2 Anpassade tillämpningsfunktioner 21

5.3 Översikt över dynamisk bromsning 25

5.4 Översikt över mekanisk hållbroms 26

5.5 Översikt över lastdelning 29

5.6 Översikt över regen 30

6 Översikt över tillval och tillbehör 31

6.1 Fältbussenheter 31

6.2 Funktionella förlängningar 32

6.3 Rörelsestyrning och reläkort 34

6.4 Bromsmotstånd 35

6.5 Sinusfilter 35

6.6 dU/dt-filter 35

6.7 Common mode-filter 35

6.8 Övertonsfilter 35

6.9 Inbyggda kapslingstillval 35

6.10 Hög effekt-satser 37

7 Specifikationer 38
7.1 Elektriska data, 380–500 V 38
7.2 Elektriska data, 525–690 V 44
7.3 Nätförsörjning 50
7.4 Motoreffekt och motordata 50
7.5 Omgivande miljöförhållanden 50
7.6 Kabelspecifikationer 51
7.7 Styringång/-utgång och styrdata 51
7.8 Kapslingsvikter 54
7.9 Luftflöde för kapslingar E1–E2 och F1–F13 55

8 Yttre mått och plintmått 57
8.1 Yttre mått och plintmått för E1 57
8.2 Yttre mått och plintmått för E2 65
8.3 Yttre mått och plintmått för F1 73
8.4 Yttre mått och plintmått för F2 80
8.5 Yttre mått och plintmått för F3 87
8.6 Yttre mått och plintmått för F4 99
8.7 Yttre mått och plintmått för F8 110
8.8 Yttre mått och plintmått för F9 114
8.9 Yttre mått och plintmått för F10 120
8.10 Yttre mått och plintmått för F11 126
8.11 Yttre mått och plintmått för F12 134
8.12 Yttre mått och plintmått för F13 140

9 Överväganden vid mekanisk installation 148
9.1 Lagring 148
9.2 Lyfta enheten 148
9.3 Driftmiljö 149
9.4 Monteringskonfigurationer 150
9.5 Kylning 151
9.6 Nedstämpling 152

10 Överväganden vid elektrisk installation 155
10.1 Säkerhetsinstruktioner 155
10.2 Kopplingsschema 156
10.3 Connections 157
10.4 Styrkablar och plintar 161
10.5 Säkringar och maximalbrytare 167
10.6 Brytare och kontaktorer 172
10.7 Motor 173

10.8 Bromsning 176
10.9 Jordfelsbrytare (RCD) och isolationsmotståndsövervakning (IRM) 178
10.10 Läckström 178
10.11 IT-nät 179
10.12 Verkningsgrad 179
10.13 Ljudnivå 180
10.14 dU/dt-villkor 180
10.15 Översikt över elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) 181
10.16 EMC-korrekt installation 185
10.17 Övertonsöversikt 187

11 Grundläggande driftprinciper för frekvensomriktare 190
11.1 Driftsbeskrivning 190
11.2 Styrning av frekvensomriktare 190

12 Tillämpningsexempel 199
12.1 Programmera frekvensomriktarsystem med återkoppling 199
12.2 Kabeldragningar för automatisk motoranpassning (AMA) 199
12.3 Kabeldragningar för analog varvtalsreferens 200
12.4 Kabeldragningar för start/stopp 200
12.5 Kabeldragning för extern larmåterställning 202
12.6 Kabeldragning för varvtalsreferens med hjälp av en manuell potentiometer 202
12.7 Kabeldragning för öka/minska varvtal 202
12.8 Kabeldragning för RS485-nätverksanslutning 203
12.9 Kabeldragning för motortermistor 203
12.10 Kabeldragning för en reläkonfiguration med Smart Logic Control 204
12.11 Kabeldragning för styrning av mekanisk broms 204
12.12 Kabeldragning för pulsgivare 205
12.13 Kabeldragning för moment- och stoppgräns 205

13 Så här beställer du en frekvensomriktare 207
13.1 Drive Configurator 207
13.2 Beställningsnummer för tillval/satser 211
13.3 Beställningsnummer för filter och bromsmotstånd 214
13.4 Reservdelar 214

14 Bilaga 215
14.1 Förkortningar och symboler 215
14.2 Definitioner 216
14.3 Installation och konfiguration av RS485 217
14.4 RS485: Översikt över FC-protokollet 218
14.5 RS485: Telegramstruktur för FC-protokollet 218

14.6 RS485: Exempel på FC-protokollparameter 222
14.7 RS485: Översikt över Modbus RTU 223
14.8 RS485: Telegramstruktur för Modbus RTU 224
14.9 RS485: Funktionskoder för Modbus RTU-meddelanden 227
14.10 RS485: Modbus RTU-parametrar 227
14.11 RS485: FC-styrprofil 228

Index 235

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 övertonsfilter 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/#/* 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	Program-version
MG34S3xx	D1h–D8h-innehåll har tagits bort och en ny struktur har implementerats.	8,03

Tabell 1.1 Dokument- och programversion

1.4 Praxis

- Numrerade listor används för procedurer.
- Punktlistor 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 Säkerhet

2

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

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.**

OBS!

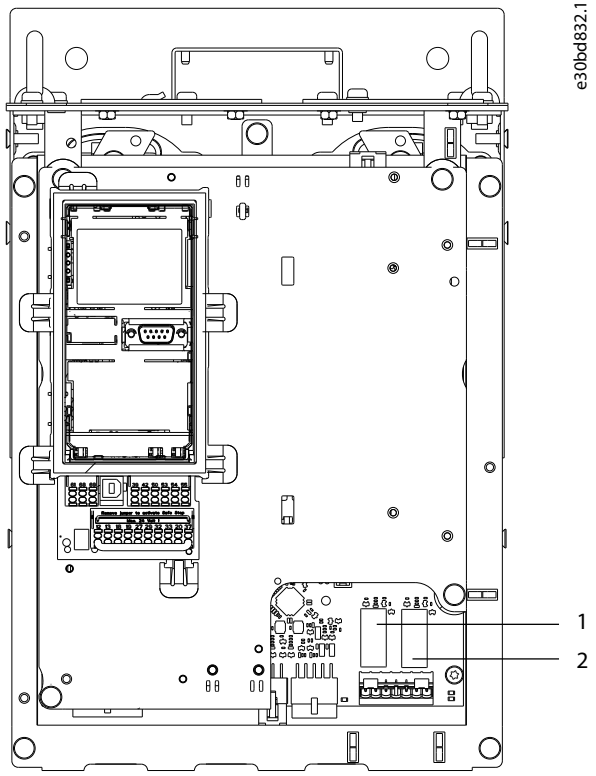
SÄKERHETSTILLVAL – NÄTSKYDD

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.



1, 2	Reläkontakter

Bild 2.1 Placering av reläkontakter

3 Godkännanden 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 6.72 är frekvensomriktarens utfrekvens begränsad till 590 Hz på grund av exportregler. Även programvaruversioner 6.xx begränsar den maximala utfrekvensen till 590 Hz, men dessa versioner kan varken uppgraderas eller nedgraderas.

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
Maskindirektivet[1)]	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 skyddskrav 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 skyddskrav.

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 båda 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 företag 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 försäkran 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/#/*.

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 Skyddsklassificering för kapsling

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-standarden (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 (chassis), 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.

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

- fibrer
- ludd
- damm och smuts
- lätta stänk
- läckage

3

- dropp och extern kondensation från icke-korrosiva vätskor.

Det får inte finnas några hål genom kapsling och inga hål för skyddsrör eller skyddsrörsöppningar, 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 IP-klassificering

		Tillgängliga kapslingar	
kW[1)]	**hk[1)]**	**6-puls**	**12-puls**
250	350	–	F8–F9
315	450	E1–E2	F8–F9
355	500	E1–E2	F8–F9
400	550	E1–E2	F8–F9
450	600	F1–F3	F10–F11
500	650	F1–F3	F10–F11
560	750	F1–F3	F10–F11
630	900	F1–F3	F10–F11
710	1000	F2–F4	F12–F13
800	1200	F2–F4	F12–F13

Tabell 4.1 Märkeffekter för kapslingar, 380–500 V

1) Alla märkeffekter tas vid hög överbelastning.
Uteffekten mäts vid 400 V (kW) och 460 V (hk).

		Tillgängliga kapslingar	
kW[1)]	**hk[1)]**	**6-puls**	**12-puls**
355	400	E1–E2	F8–F9
400	400	E1–E2	F8–F9
500	500	E1–E2	F8–F9
560	600	E1–E2	F8–F9
630	650	F1–F3	F10–F11
710	750	F1–F3	F10–F11
800	950	F1–F3	F10–F11
900	1050	F2–F4	F12–F13
1000	1150	F2–F4	F12–F13
1200	1350	F2–F4	F12–F13

Tabell 4.2 Märkeffekter för kapslingar, 525–690 V

1) Alla märkeffekter tas vid hög överbelastning.
Uteffekten mäts vid 690 V (kW) och 575 V (hk).

4.3 Översikt över kapslingar, 380–500 V

Kapslingsstorlek	E1	E2
Märkeffekt[1]		
Uteffekt vid 400 V (kW)	315–400	315–400
Typisk axeleffekt vid 460 V (hk)	450–550	450–550
Front-end-konfiguration		
6-puls	S	S
12-puls	–	–
Skyddsklassificering		
IP	IP21/54	IP00
UL-typ	Typ 1/12	Chassi
Maskinvarualternativ[3]		
Bakkanal i rostfritt stål	–	O
Nätskydd	O	–
Värmare och termostat	–	–
Apparatskåpbelysning med strömuttag	–	–
RFI-filter (klass A1)	O	O
NAMUR-plintar	–	–
Isolationsmotståndsövervakning (IRM)	–	–
Jordfelsbrytare (RCM)	–	–
Bromschopper (IGBT:er)	O	O
Safe Torque Off	S	S
Regen-plintar	O	O
Vanliga 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	–	–
Kontaktorer	–	–
Manuella motorstarter	–	–
30 A, säkringsskyddade plintar	–	–
24 V DC-försörjning (SMPS, 5 A)	O	O
Extern temperaturövervakning	–	–
Mått		
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, 380–500 V

1) Alla märkeffekter tas vid hög överbelastning. Uteffekten mäts vid 400 V (kW) och 460 V (hk).

2) Om kapslingen är konfigurerad med lastdelning eller Regen-plintar är skyddsklassificeringen IP00, annars är skyddsklassificeringen IP20.

3) S = standard, O = optional (tillval) och ett streck betyder att alternativet inte är tillgängligt.

Kapslingsstorlek	F1	F2	F3	F4
Märkeffekt[1)]				
Uteffekt vid 400 V (kW)	315–400	450–500	315–400	450–500
Typisk axeleffekt vid 460 V (hk)	450–550	600–650	450–550	600–650
Front-end-konfiguration				
6-puls	S	S	S	S
12-puls	–	–	–	–
Skyddsklassificering				
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
UL-typ	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12
Maskinvarualternativ[3)]				
Bakkanal i rostfritt stål	O	O	O	O
Nätskydd	–	–	–	–
Värmare och termostat	O	O	O	O
Apparatskåpbelysning med strömuttag	O	O	O	O
RFI-filter (klass A1)	–	–	O	O
NAMUR-plintar	O	O	O	O
Isolationsmotståndsövervakning (IRM)	–	–	O	O
Jordfelsbrytare (RCM)	–	–	O	O
Bromschopper (IGBT:er)	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S
Regen-plintar	O	O	O	O
Vanliga 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
Kontaktorer	–	–	O	O
Manuella motorstarter	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
Mått				
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 tas vid hög överbelastning. Uteffekten mäts vid 400 V (kW) och 460 V (hk).

2) Om kapslingen är konfigurerad med lastdelning eller Regen-plintar är skyddsklassificeringen IP00, annars är skyddsklassificeringen IP20.

3) S = standard, O = optional (tillval) och ett streck betyder att alternativet inte är tillgängligt.

4

Kapslingsstorlek	F8	F9	F10	F11	F12	F13
Märkeffekt[1]						
Uteffekt vid 400 V (kW)	90–132	160–250	450–630	450–630	710–800	710–800
Typisk axeleffekt vid 460 V (hk)	125–200	250–350	600–900	600–900	1000–1200	1000–1200
Front-end-konfiguration						
6-puls	–	–	–	–	–	–
12-puls	S	S	S	S	S	S
Skyddsklassificering						
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
Maskinvarualternativ[2]						
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	O	O	O	O	O	O
Isolationsmotståndsöver-vakning (IRM)	–	O	–	–	O	O
Jordfelsbrytare (RCM)	–	O	–	–	O	O
Bromschopper (IGBT:er)	O	O	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S	S	S
Regen-plintar	–	–	–	–	–	–
Vanliga 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	–	–	–	–	–	–
Kontaktorer	–	–	–	–	–	–
Manuella motorstarter	–	–	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
Mått						
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)	1400 (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, 380–500 V

1) Alla märkeffekter tas vid hög överbelastning. Uteffekten mäts vid 400 V (kW) och 460 V (hk).

2) S = standard, O = optional (tillval) och ett streck betyder att alternativet inte är tillgängligt.

4.4 Översikt över kapslingar, 525–690 V

Kapslingsstorlek	E1	E2
Märkeffekt[1]		
Uteffekt vid 690 V (kW)	355–560	355–560
Uteffekt vid 575 V (hk)	400–600	400–600
Front-end-konfiguration		
6-puls	S	S
12-puls	–	–
Skyddsklassificering		
IP	IP21/54	IP00
UL-typ	Typ 1/12	Chassi
Maskinvarualternativ[3]		
Bakkanal i rostfritt stål	–	O
Nätskydd	O	–
Värmare och termostat	–	–
Apparatskåpbelysning med strömuttag	–	–
RFI-filter (klass A1)	O	O
NAMUR-plintar	–	–
Isolationsmotståndsövervakning (IRM)	–	–
Jordfelsbrytare (RCM)	–	–
Bromschopper (IGBT:er)	O	O
Safe Torque Off	S	S
Regen-plintar	O	O
Vanliga 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	–	–
Kontaktorer	–	–
Manuella motorstarter	–	–
30 A, säkringsskyddade plintar	–	–
24 V DC-försörjning (SMPS, 5 A)	O	O
Extern temperaturövervakning	–	–
Mått		
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 tas vid hög överbelastning. Uteffekten mäts vid 690 V (kW) och 575 V (hk).

2) Om kapslingen är konfigurerad med lastdelning eller Regen-plintar är skyddsklassificeringen IP00, annars är skyddsklassificeringen IP20.

3) S = standard, O = optional (tillval) och ett streck betyder att alternativet inte är tillgängligt.

Kapslingsstorlek	F1	F2	F3	F4
Märkeffekt[1)]				
Uteffekt vid 690 V (kW)	630–800	900–1200	630–800	900–1200
Uteffekt vid 575 V (hk)	650–950	1050–1350	650–950	1050–1350
Front-end-konfiguration				
6-puls	S	S	S	S
12-puls	–	–	–	–
Skyddsklassificering				
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
UL-typ	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12
Maskinvarualternativ[3)]				
Bakkanal i rostfritt stål	O	O	O	O
Nätskydd	–	–	–	–
Värmare och termostat	O	O	O	O
Apparatskåpbelysning med strömuttag	O	O	O	O
RFI-filter (klass A1)	–	–	O	O
NAMUR-plintar	O	O	O	O
Isolationsmotståndsövervakning (IRM)	–	–	O	O
Jordfelsbrytare (RCM)	–	–	O	O
Bromschopper (IGBT:er)	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S
Regen-plintar	O	O	O	O
Vanliga 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
Kontaktorer	–	–	O	O
Manuella motorstarter	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
Mått				
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 tas vid hög överbelastning. Uteffekten mäts vid 690 V (kW) och 575 V (hk).

2) Om kapslingen är konfigurerad med lastdelning eller Regen-plintar är skyddsklassificeringen IP00, annars är skyddsklassificeringen IP20.

3) S = standard, O = optional (tillval) och ett streck betyder att alternativet inte är tillgängligt.

Kapslingsstorlek	F8	F9	F10	F11	F12	F13
Märkeffekt[1)]						
Uteffekt vid 690 V (kW)	355–560	355–560	630–800	630–800	900–1200	900–1200
Uteffekt vid 575 V (hk)	400–600	400–600	650–950	650–950	1050–1350	1050–1350
Front-end-konfiguration						
6-puls	–	–	–	–	–	–
12-puls	S	S	S	S	S	S
Skyddsklassificering						
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
Maskinvarualternativ[2)]						
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	O	O	O	O	O	O
Isolationsmotståndsöver-vakning (IRM)	–	O	–	–	O	O
Jordfelsbrytare (RCM)	–	O	–	–	O	O
Bromschopper (IGBT:er)	O	O	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S	S	S
Regen-plintar	–	–	–	–	–	–
Vanliga 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	–	–	–	–	–	–
Kontaktorer	–	–	–	–	–	–
Manuella motorstarter	–	–	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
Mått						
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 tas vid hög överbelastning. Uteffekten mäts vid 690 V (kW) och 575 V (hk).

2) S = standard, O = optional (tillval) och ett streck betyder att alternativet inte är tillgängligt.

4.5 Satstillgänglighet

Satsbeskrivning[1)]	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[2)]	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 fältbusskablar	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Gemensamma motorplintar	–	–	O	O	O	O	–	–	–	–	–	–
NEMA 3R-kapsling	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Piedestal	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

5.1 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 retardation (nedrampning), blir friktionen låg och nedrampningstiden för kort för att energin ska avsättas som en förlust i frekvensomriktarsystemet.
- Felaktigt inställd eftersläpningskompensation som ger upphov till upphov en högre DC-busspänning.
- Mot-Emk från PM-motordrift. PM-motorns mot-EMK kan komma att 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-busspänning under bromsning.

AC-broms kan användas för att få bättre bromsförmåga utan att bromsmotstånd behöver användas. Denna funktion styr en övermagnetisering av motorn när den körs med generatorisk belastning. 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)
Genom att automatiskt förlänga nedrampningstiden minskar OVC risken att frekvensomriktaren trippar på grund av en överspänning på DC-bussen.

OBS!

OVC kan aktiveras för en PM-motorn med full styrkärna, PM VVC+, Flux OL och Flux CL för PM-motorer.

OBS!

Aktivera inte OVC vid användning med lyfttillämpningar.

5.1.3 Detektering av motorfas saknas

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

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 Överbelastningsskydd

Momentgräns
Med momentgränsfunktionen skyddas motorn från överbelastning oberoende av varvtal. Momentgränsen styrs i *parameter 4-16 Momentgräns, motordrift* och *parameter 4-17 Momentgräns, generatordrift*. I *parameter 14-25 Trippfördr. vid mom.gräns* ställer du in hur lång tid det ska gå innan momentgränsvarningen trippar.

Strömbegränsning
Strömbegränsningen regleras i *parameter 4-18 Strömbegränsning*, och tiden innan frekvensomriktaren trippar regleras i *parameter 14-24 Trippfördr. vid strömgräns*.

Varvtalsgräns
Minsta varvtalsgräns: *Parameter 4-11 Motorvarvtal, nedre gräns [rpm]* eller *parameter 4-12 Motorvarvtal, nedre gräns [Hz]* begränsar frekvensomriktarens lägsta varvtalsområde under drift.
Maximal varvtalsgräns: *Parameter 4-13 Motorvarvtal, övre gräns [rpm]* eller *parameter 4-19 Max. utfrekvens* 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+-styrning (*parameter 30-22 Locked Rotor Protection*).

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 *parameter 14-55 Utgångsfilter* 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 växelströmsvågmönster. 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 och 2 kHz för 380–500 V och 1 och 1,5 kHz för 525–690 V. Frekvensområdet beror på effekt och märkspänning). En switchfrekvens som överstiger högsta tillåtna värde genererar en värmeökning i frekvensomriktaren och kräver nedstämpling av utströmmen.

En av frekvensomriktarens automatiska funktioner är belastningsberoende reglering av switchfrekvensen. Denna funktion gör att motorn kan 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 ± 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 synkroniseras 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) och 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-produktstandarden för frekvensomriktare IEC 61800-3 samt den europeiska standarden SS-EN 55011. För att uppfylla emissionsnivåerna i SS-EN 55011 måste motorkabeln vara skärmad och korrekt avslutad. Mer information om EMC-prestanda finns i *kapitel 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 konfigurering. I *programmeringshandboken* finns instruktioner om hur dessa funktionerna aktiveras.

5.2.1 Automatisk motoranpassning

Automatisk motoranpassning (AMA) är en automatiserad testprocedur som används för mätning av en motors elektriska egenskaper. AMA ger en korrekt elektronisk modell av motorn vilket gör att frekvensomriktaren kan beräkna optimal verkningsgrad och prestanda. Med AMA-processen maximeras också den automatiska energioptimeringsfunktionen av frekvensomriktaren. AMA utförs utan att motorn roterar och utan frånkoppling av motorbelastningen.

5.2.2 Inbyggd PID-regulator

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

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

5

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-termistoringång 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.

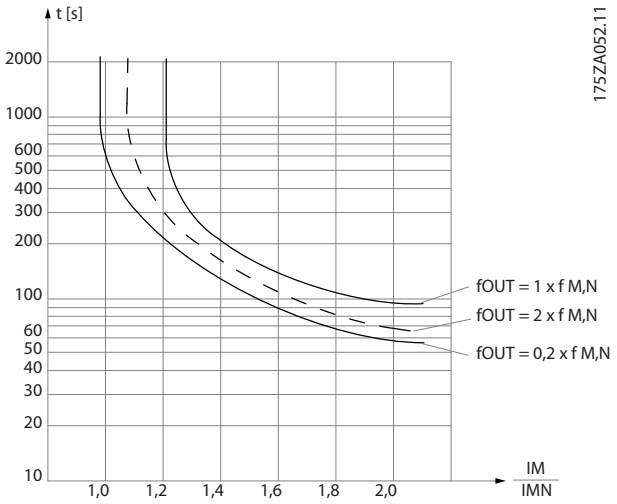


Bild 5.1 ETR-kurva

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 karaktäristiska 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, termisk*.
En särskild version av ETR är också tillgänglig för EX-e-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 är försedd med funktionen "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.

ATEX ETR-övervakningsfunktionen gör det möjligt att använda en Ex-e-motor istället för en dyrare, större och tyngre Ex-d-motor. Funktionen garanterar att frekvensomriktaren begränsar motorströmmen för att förhindra överhettning.

Krav relaterade till Ex-e-motorn

- Kontrollera att Ex-e-motorn är godkänd för användning med frekvensomriktare i farliga zoner (ATEX-zon 1/21, ATEX-zon 2/22). Motorn måste certifieras för den specifika farliga zonen.
- Installera Ex-e-motorn i zon 1/21 eller 2/22 i den farliga zonen enligt motorkraven.

OBS!

Installera frekvensomriktaren utanför den farliga zonen.

- Kontrollera att Ex-e-motorn är utrustad med ett ATEX-godkänt överbelastningsskydd för motor. Enheten övervakar temperaturen i motorlindningarna. Enheten stänger av motorn vid en kritisk temperaturnivå eller ett funktionsfel.
  - Tillvalet VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 ger ATEX-godkänd övervakning av motortemperaturen. Det är en förutsättning att frekvensomriktaren är utrustad med 3 till 6 PTC-termistorer i serie enligt DIN 44081 eller 44082.
  - Det går också att använda en extern, ATEX-godkänd PTC-skyddsenhet.
- Sinusfilter krävs när
  - långa kablar (spänningstoppar) eller ökad nätspänning producera spänningar som överskrider den maximalt tillåtna spänningen vid motorplintarna
  - Frekvensomriktarens minsta switchfrekvens uppfyller inte motortillverkarens krav. Frekvensomriktarens minsta switchfrekvens visas som standardvärdet i *parameter 14-01 Switchfrekvens*.

Kompatibilitet av motor och frekvensomriktare

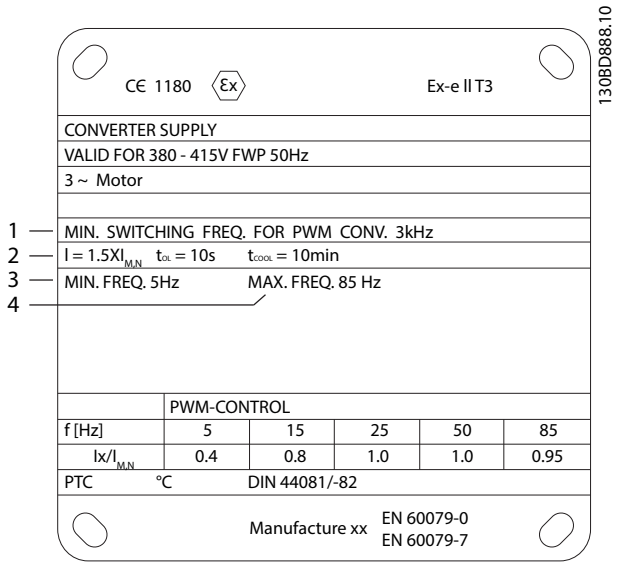
För motorer certifierade enligt SS-EN 60079-7 tillhandahåller motortillverkaren en datalista med gränser och regler, som ett datablad eller på motorns märkskylt. Under planering, installation, idrifttagning, drift och service ska du följa tillverkarens gränser och regler för:

- den minimala switchfrekvensen
- den maximala strömmen
- den minimala motorfrekvensen
- den maximala motorfrekvensen.

Bild 5.2 visar var kraven anges på motorns märkskylt.

När frekvensomriktare och motor ska matchas Danfoss anger följande extra krav för att säkerställa ett tillräckligt termiskt motorskydd:

- Överskrid inte den maximala det maximala tillåtna förhållandet mellan frekvensomriktarens storlek och motorstorlek. Det typiska värdet är $I_{VLT,n} \leq 2 \times I_{m,n}$
- Var uppmärksam på spänningsfall mellan frekvensomriktare och motor. Om motorn går med lägre spänning än vad som anges i U/f-kurvan kan strömmen öka och utlösa ett larm.



1	Minimal switchfrekvens
2	Maximal ström
3	Minimal motorfrekvens
4	Maximal motorfrekvens

Bild 5.2 Körkrav på motorns märkskylt

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

5.2.5 Nätavbrott

Vid nätavbrott fortsätter frekvensomriktaren att köra tills DC-busspänningen 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 utrullar.

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

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

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

Kinetisk back-up
Detta val säkerställer att 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 Nätfel* och *parameter 1-73 Flygande start*.

5

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 menyn.

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-funktioner* [x]) som SLC utför när motsvarande användardefinierad händelse (se *parameter 13-51 SL Controller-villkor* [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*.

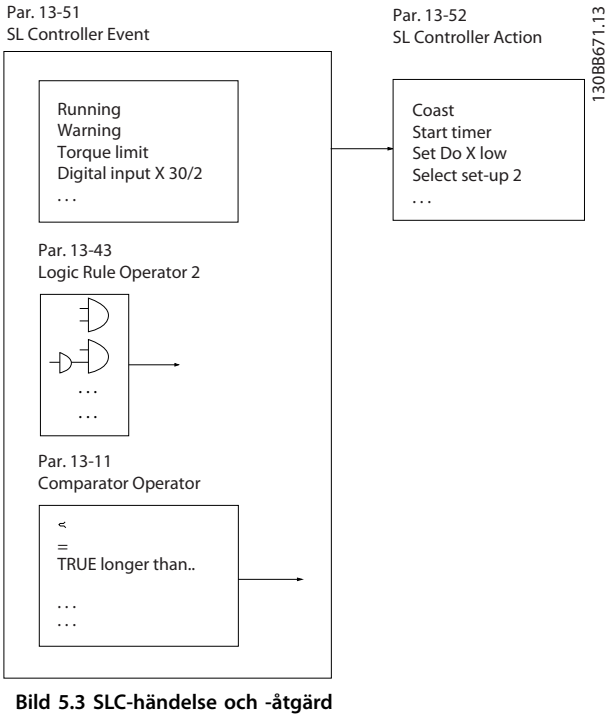


Bild 5.3 SLC-händelse och -åtgärd

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:

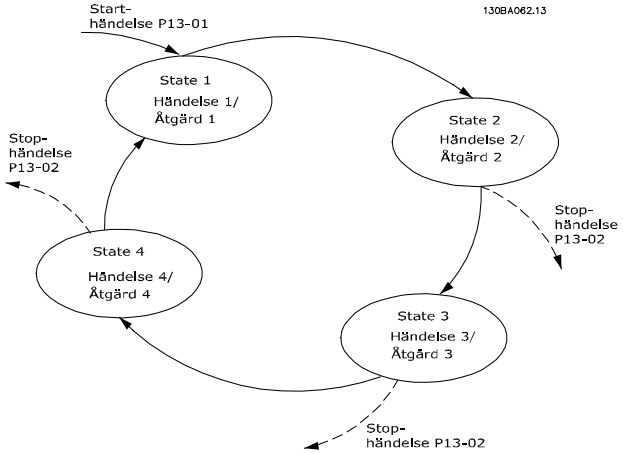


Bild 5.4 Ordning för utförandet när fyra händelser/åtgärder har programmerats

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

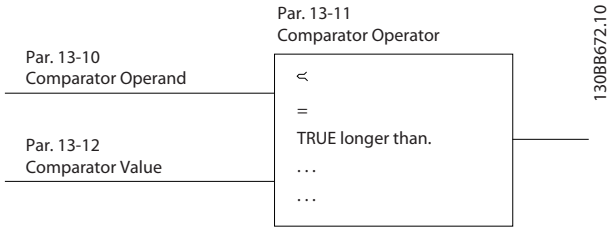


Bild 5.5 Komparatorer

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.

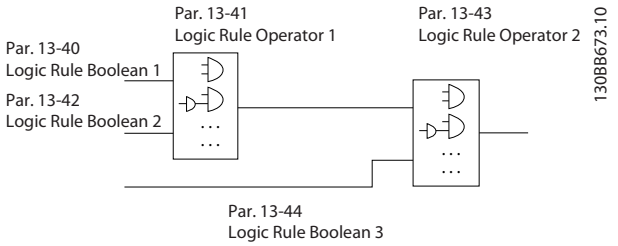


Bild 5.6 Logiska regler

5.2.12 Safe Torque Off

Funktionen Safe Torque Off (STO) kan användas för att stoppa frekvensomriktaren i nödsituationer.

Mer information om Safe Torque Off, inklusive 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 av genom att:

- läsa och förstå säkerhetsföreskrifterna rörande hälsa, säkerhet och olycksprevention
- förstå de allmänna riktlinjerna och säkerhetsriktlinjer som anges i *Handboken för Safe Torque Off*
- ha goda kunskaper om allmänna standarder och säkerhetsstandarder för den specifika tillämpningen.

5.3 Översikt över dynamisk bromsning

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 Bromsfunktion* = [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-bromstid* ≠ 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 Bromsfunktion* = [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.

5.4 Översikt över mekanisk hållbroms

En mekanisk hållbroms är en extern utrustningsdel som monteras direkt på den motoraxel som utför statisk bromsning. Statisk bromsning är när en broms används för att slå ned på motorn efter att belastningen har stoppats. En hållbroms styrs antingen av en PLC eller direkt av en digital utgång på frekvensomriktaren.

OBS!

En frekvensomriktare kan inte åstadkomma säker styrning av en mekanisk broms. En redundant krets för bromsstyrningen måste inkluderas i den installationen.

5.4.1 Styrning av mekanisk broms utan återkoppling

När det gäller lyftanordningar är det nödvändigt att kunna styra en elektromagnetisk broms. En reläutgång (relä 1 eller relä 2) eller en programmerad digital utgång (plint 27 eller 29) krävs. Utgången måste normalt hållas stängd så länge som frekvensomriktaren inte kan "hålla" motorn. I *parameter 5-40 Funktionsrelä* (matrisparameter), *parameter 5-30 Plint 27, digital utgång* eller *parameter 5-31 Plint 29, digital utgång* väljer du [32] *Mek. bromsstyrning* för tillämpningar med elektromekanisk broms.

Om du väljer *[32] Mek. bromsstyrning* förblir den mekaniska bromsens relä stängt under starten tills utströmmen ligger över den nivå som valts i *parameter 2-20 Frikoppla broms, ström*. Vid stopp stängs den mekaniska bromsen när varvtalet är lägre än den inställda gränsen i *parameter 2-21 Aktivera bromsvarvtal [v/m]*. Den mekaniska bromsen kopplas in omedelbart om frekvensomriktaren hamnar i ett larmtillstånd, till exempel i en överspänningssituation. Den mekaniska bromsen kopplas även in vid Safe Torque Off.

Ta hänsyn till följande när du använder den elektromagnetiska bromsen:

- Använd en valfri reläutgång eller digital utgång (plint 27 eller 29). Vid behov kan en kontaktor användas.
- Kontrollera att utgången är avstängd så länge som frekvensomriktaren inte kan driva motorn. Det kan exempelvis bero på att belastningen är för stor eller att motorn inte är monterad.
- Välj *[32] Mek. bromsstyrning* i parametergrupp *5-4* Reläer* (eller i grupp *5-3* Digitala utgångar*) innan den mekaniska bromsen ansluts.
- Bromsen kopplas ur om motorströmmen överstiger det förinställda värdet i *parameter 2-20 Frikoppla broms, ström*.
- Bromsen kopplas in när utfrekvensen är mindre än den frekvens som anges i *parameter 2-21 Aktivera bromsvarvtal [v/m]* eller *parameter 2-22 Aktivera bromsvarvtal [Hz]* och bara om frekvensomriktaren utför ett stoppkommando.

OBS!

Kontrollera att det går att stoppa lasten i händelse av nödfall eller felfunktion för vertikala lyfttillämpningar. Om frekvensomriktaren är i larmläge eller i en överspänningssituation kopplas den mekaniska bromsen omedelbart in.

När det gäller lyfttillämpningar ska momentgränserna i *parameter 4-16 Momentgräns, motordrift* och *parameter 4-17 Momentgräns, generatordrift* ställas in lägre än strömgränsen i *parameter 4-18 Strömbegränsning*. Det rekommenderas även att ställa in *parameter 14-25 Trippfördr. vid mom.gräns* till 0, *parameter 14-26 Trippfördröjning vid växelriktarfel* till 0 och *parameter 14-10 Nätfel* till *[3] Utrullning*.

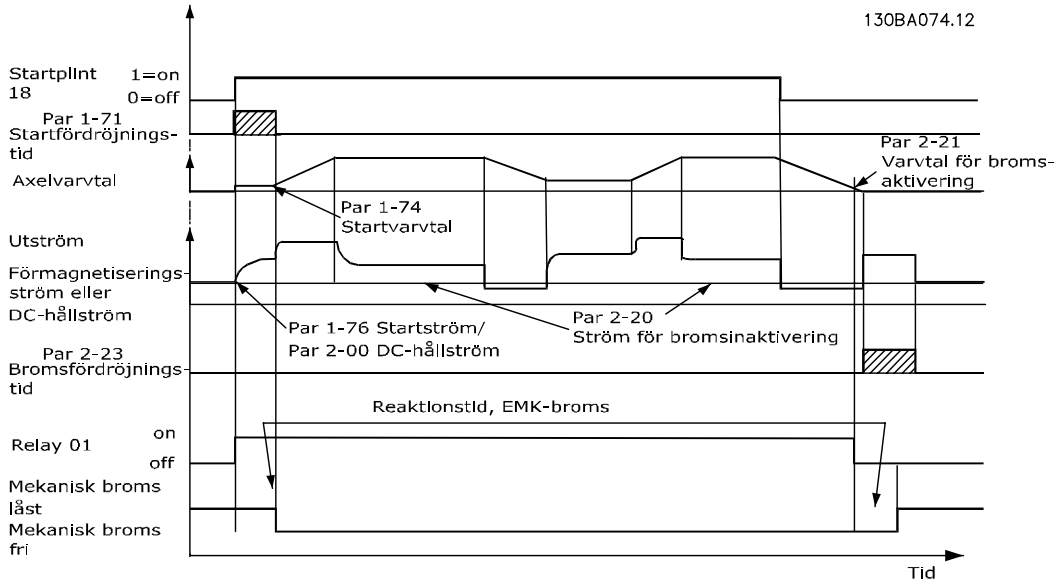


Bild 5.7 Styrning av mekanisk broms i tillämpning utan återkoppling

5.4.2 Styrning av mekanisk broms med återkoppling

VLT® AutomationDrive FC 302 har en styrning av mekanisk broms som har utformats för lyftanordningar och som har stöd för följande funktioner:

- Två kanaler för mekanisk bromsåterkoppling som ger skydd mot oönskad funktion till följd av trasig kabel.
- Övervakning av mekanisk bromsåterkoppling genom hela cykeln. Övervakningen hjälper till att skydda den mekaniska bromsen – särskilt om flera frekvensomriktare är anslutna till samma axel.
- Ingen upprampning innan återkopplingen bekräftar att den mekaniska bromsen är öppen.
- Förbättrad belastningsstyrning vid stopp.
- Övergången när motorn tar över belastningen från bromsen kan konfigureras.

Parameter 1-72 Startfunktion [6] Lyftmek. broms aktiverar den mekaniska bromsen för lyftanordningar. Huvudskillnaden jämfört med den vanliga mekanisk bromsfunktionen är att styrningen av mekanisk broms för lyftanordningar har direkt-kontroll över bromsrelät. Detta innebär att i stället för att en ström används för att frikoppla bromsen, definieras det moment som anläggs mot den aktiverade bromsen före frikoppling. Eftersom momentet definieras direkt är konfigurationen enklare för lyfttillämpningar.

Strategin för mekanisk broms för lyftanordningar baseras på en trestegssekvens, där motorstyrning och bromsfrikoppling synkroniseras för att mjukast möjliga bromsfrikoppling ska uppnås.

1. Förmagnetisera motorn.
   För att garantera att motorn spärras och verifiera att den har monterats korrekt, förmagnetiseras motorn först.
2. Tillämpa moment mot den aktiverade bromsen.
   När belastningen spärras av den mekaniska bromsen går det inte att bestämma dess storlek, utan endast riktningen. I samma ögonblick som bromsen släpps, måste belastningen övertas av motorn. För att underlätta övergången används ett användardefinierat moment (*parameter 2-26 Momentref*) i lyftriktningen. Detta används för att initiera den varvtalsreglering som slutligen ska ta över belastningen. Momentet rampas upp för att minska slitage på växellådan orsakat av dödgång.
3. Frikoppla bromsen.

5

När momentet uppnår det värde som har ställts in i *parameter 2-26 Momentref* frikopplas bromsen. Värdet som har ställts in *parameter 2-25 Bromsfrikopplingstid* bestämmer fördröjningen innan belastningen frikopplas. För att kunna reagera så snabbt som möjligt på belastningssteget som följer på bromsfrikopplingen, kan varvtals-PID-regleringen ökas genom att den proportionella förstärkningen ökas.

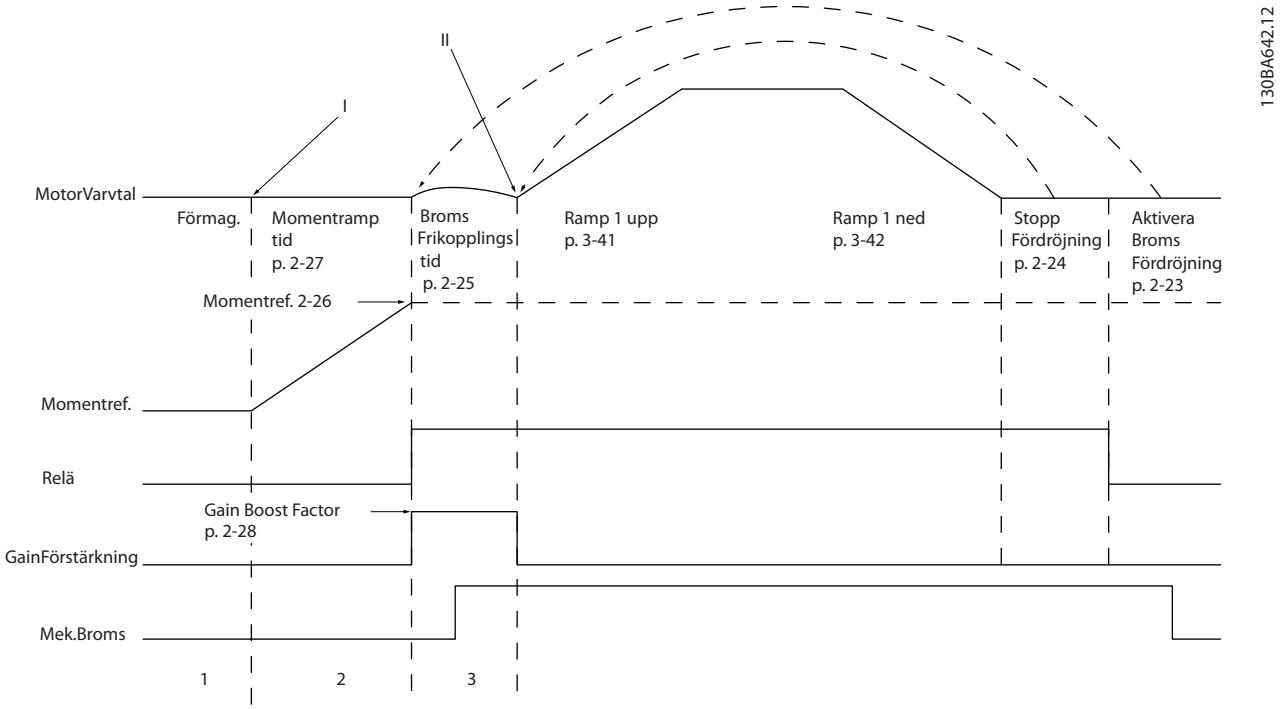


Bild 5.8 Bromsfrikopplingssekvens för styrning av mekanisk broms för lyfttillämpningar

Parameter 2-26 Momentref till *parameter 2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* är endast tillgängliga för styrning av mekanisk broms för lyftanordningar (FLUX med motoråterkoppling). *Parameter 2-30 Position P Start Proportional Gain* till *parameter 2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* kan konfigureras för mycket mjuk övergång från varvtalsreglering till lägesstyrning under *parameter 2-25 Bromsfrikopplingstid* – tiden när belastningen överförs från den mekaniska bromsen till frekvensomriktaren.
Parameter 2-30 Position P Start Proportional Gain till *parameter 2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* är aktiverade om *parameter 2-28 Extra förstärkningsfaktor* är inställd på 0. Mer information finns i *Bild 5.8*.

OBS!

Exempel på avancerad styrning av mekanisk broms för lyfttillämpningar finns i *kapitel 12 Tillämpningsexempel*.

5.5 Översikt över lastdelning

Lastdelning möjliggör anslutning av likströmskretsar från flera frekvensomriktare, vilket skapar ett system med flera frekvensomriktare som kör en mekanisk last. Lastdelning ger följande fördelar:

Minskad energiåtgång
En motor som körs i regenerativt läge kan försörja enheter som körs i motorläge.

Minskat behov av reservdelar
I de flesta fall behövs endast ett bromsmotstånd för hela frekvensomriktarsystemet istället för ett bromsmotstånd per frekvensomriktare.

Reservförsörjning av ström
Vid nätfel kan alla länkade enheter försörjas av DC-bussen via reservförsörjning. Tillämpningen kan fortsätta köra eller gå igenom en kontrollerad avstängningsprocess.

Förutsättningar
Följande förutsättningar måste vara uppfyllda innan lastdelning kan beaktas:

- Frekvensomriktaren måste vara utrustad med lastdelningsplintar.
- Produktserien måste vara densamma. Använd endast VLT® AutomationDrive FC 302-frekvensomriktare med andra VLT® AutomationDrive FC 302-frekvensomriktare.
- Frekvensomriktare måste placeras nära varandra eftersom ledningarna mellan dem inte får vara längre än 25 m (82 ft).
- Frekvensomriktare måste ha samma märkspänning.
- Alla frekvensomriktare måste vara utrustade med en bromschopper när ett bromsmotstånd läggs till i en lastdelningskonfiguration.
- Lastdelningsplintar måste ha säkringar.

Ett diagram över en lastdelningstillämpning där bästa praxis har använts finns i *Bild 5.9*.

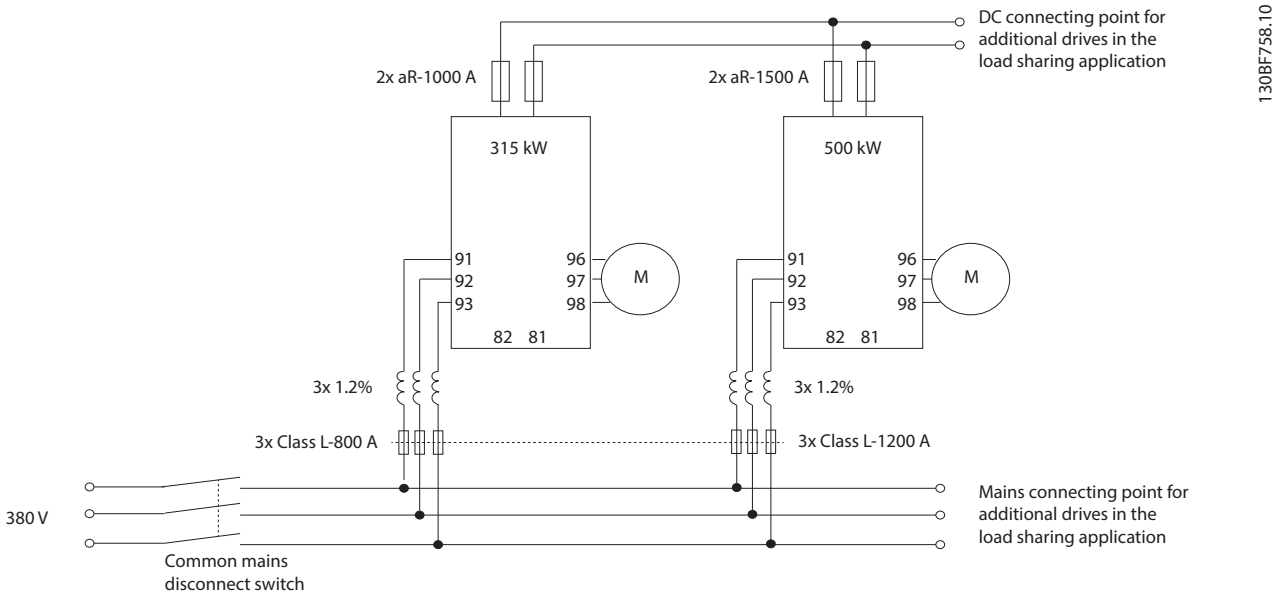


Bild 5.9 Diagram över en lastdelningstillämpning där bästa praxis har använts

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 överskottsbusspänning 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.

5.6 Översikt över regen

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:

- Bromschoppern låter överskottsenergin avsättas i form av värme inuti bromsmotståndets spolar.
- Med regeneringsplintar 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 Översikt över tillval och tillbehör

6.1 Fältbussenheter

Det här avsnittet beskriver de fältbussenheter som är tillgängliga med VLT® AutomationDrive FC 302-serien. En fältbussenhet ger minskade systemkostnader, snabbare och mer effektiv kommunikation och ett enklare användargränssnitt. Beställningsnummer finns 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® CAN Open MCA 105

Tillvalet MCA 105 har:

- Standardiserad hantering.
- Interoperabilitet.
- Låga kostnader under hela livslängden.

Detta alternativ är fullt utrustat med hög prioritetsåtkomst till både reglering av frekvensomriktaren (PDO-kommunikation) och till alla parametrar via SDO-kommunikation.

Tillvalet använder frekvensomformarprofilen DSP 402 AC för interoperabilitet.

6.1.4 VLT® PROFIBUS Converter MCA 113

Tillvalet MCA 113 är en specialversion av PROFIBUS-tillvalet som möjliggör VLT® 3000-kommandona i VLT® AutomationDrive FC 302.

VLT® 3000 kan ersättas av VLT® AutomationDrive FC 302, eller så kan ett befintligt system expanderas utan att kostsamma ändringar av PLC-programmet krävs. Om du vill uppgradera till en annan fältbuss, kan den installerade omvandlaren lätt tas bort och ersättas med ett nytt alternativ. Tillvalet MCA 113 ger en säker men ändå flexibel investering.

6.1.5 VLT® PROFIBUS Converter MCA 114

Tillvalet MCA 114 är en specialversion av PROFIBUS-tillvalet som möjliggör VLT® 5000-kommandona i VLT® AutomationDrive FC 302. Tillvalet har stöd för DP-V1.

VLT® 5000 kan ersättas av VLT® AutomationDrive FC 302, eller så kan ett befintligt system expanderas utan att kostsamma ändringar av PLC-programmet krävs. Om du vill uppgradera till en annan fältbuss, kan den installerade omvandlaren lätt tas bort och ersättas med ett nytt alternativ. Tillvalet MCA 114 ger en säker men ändå flexibel investering.

6.1.6 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.

6.1.7 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 webbserver.
- E-postklient för servicemeddelanden.
- Unicast- och Multicast-kommunikation.

6.1.8 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 webbserver 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.

6.1.9 VLT® POWERLINK MCA 123

Tillvalet MCA 123 representerar nästa generations fältbuss. Nu kan den höga bithastigheten hos industriellt Ethernet användas, vilket gör att fabriksvärlden nu får full tillgång till IT-teknik från automatiseringsvärlden.

Det här fältbusstillvalet ger realtids- och synkroniseringsfunktioner med höga prestanda. Tack vare dess CANOpen-baserade kommunikationsmodeller, nätverkshanteringsmodeller och enhetsbeskrivningsmodeller kan den erbjuda ett snabbt kommunikationsnätverk och följande funktioner:

- Dynamiska rörelsekontrolltillämpningar.
- Materialhantering.
- Synkroniserings- och positioneringstillämpningar.

6.1.10 VLT® EtherCAT MCA 124

Tillvalet MCA 124 möjliggör anslutning till EtherCAT®-baserade nätverk via EtherCAT-protokollet.

Tillvalet hanterar EtherCAT-linjekommunikation med full hastighet och anslutning mot frekvensomriktaren med intervall på ned till 4 ms i båda riktningarna. Detta gör att MCA 124 kan ingå i olika slags nätverk – från sådana med låg prestanda upp till servotillämpningar.

- Stöd för EoE Ethernet över EtherCAT
- HTTP (Hypertext Transfer Protocol) för diagnostisering via inbyggd webbserver.
- CoE (CAN Over Ethernet) för tillgång till frekvensomriktarparametrar.
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) för e-postmeddelanden.
- TCP/IP för enkel åtkomst till frekvensomriktarens konfigurationsdata från MCT 10.

6.2 Funktionella förlängningar

Det här avsnittet beskriver de funktionella förlängningarna som är tillgängliga med VLT® AutomationDrive FC 302-serien. Beställningsnummer finns 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® Encoder Input MCB 102

Tillvalet MCB 102 gör det möjligt att ansluta flera olika typer av inkrementella och absoluta pulsgivare. Den anslutna pulsgivaren kan användas för varvtalsreglering med återkoppling samt flux-motorstyrning med återkoppling.

Följande pulsgivartyper stöds:

- 5 V TTL (RS 422)
- 1VPP SinCos
- SSI
- HIPERFACE
- EnDat

6.2.3 VLT® Resolver Option MCB 103

Tillvalet MCB 103 möjliggör anslutning av en resolver som ger varvtalsåterkoppling från motorn.

- Primär spänning: 2–8 V_{rms}
- Primär frekvens: 2,0–15 kHz
- Primär maximal ström: 50 mA rms
- Sekundär inspänning: 4 V_{rms}
- Fjäderspänd anslutning

6.2.4 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^{-1}/20 s^{-1}.

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

6.2.5 VLT® Safe PLC Interface Option MCB 108

Tillvalet MCB 108 ger en säker ingång baserat på en 24 V DC-ingång med ett stift. För majoriteten av tillämpningar gör den här ingången det möjligt att implementera säkerhet på ett kostnadseffektivt sätt.

För tillämpningar som fungerar med mer avancerade produkter, såsom Safety PLC och ljusgardiner, är det med Safe PLC-gränssnittet möjligt att ansluta en säkerhetslänk med två kablar. PLC-gränssnittet gör så att Safe PLC kan avbryta driften på plus- eller minuslänken utan att störa signalerna från Safe PLC.

6.2.6 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

Tillvalet MCB 112 möjliggör utökad övervakning av motorn jämfört med den inbyggda ETR-funktionen och termistorplinten.

- Skyddar motorn från att överhettas.
- ATEX-godkänd för användning med Ex-d- och Ex-e-motorer (EX-e endast FC 302).
- Använder Safe Torque Off-funktionen som är godkänd enligt SIL 2 IEC 61508.

6.2.7 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.

6.2.8 VLT® Safety Option MCB 150 och MCB 151

Tillvalen MCB 150 och MCB 151 utökar Safe Torque Off-funktionerna som är inbyggda i en VLT® AutomationDrive FC 302 av standardtyp. Använd Safe Stop 1-funktionen (SS1) för att utföra ett kontrollerat stopp innan momentet tas bort. Använd funktionen Safety-Limited Speed (SLS) för att övervaka huruvida ett angivet varvtal överskrids.

Funktionerna kan användas upp till PL d enligt SS-EN ISO 13849-1 och SIL 2 enligt IEC 61508.

- Ytterligare säkerhetsfunktioner som uppfyller kraven i standarder.
- Byte av extern säkerhetsutrustning.
- Minskat utrymmesbehov.
- Två säkra programmerbara ingångar.
- En säker utgång (för T37).
- Enklare certifiering av maskiner.
- Frekvensomriktaren kan förses med ström kontinuerligt.
- Säker LCP-kopiering.
- Dynamisk idrifttagningsrapport.
- Pulsgivare TTL (MCB 150) eller HTL (MCB 151) som varvtalsåterkoppling.

6.2.9 VLT® Safety Option MCB 152

Tillvalet MCB 152 möjliggör aktivering av Safe Torque Off via fältbussen PROFIsafe i kombination med fältbusstillvalet VLT® PROFINET MCA 120. Det ger bättre flexibilitet genom anslutning av säkerhetsenheter inom en anläggning.

Säkerhetsfunktioner för MCB 152 implementeras i enlighet med SS-EN IEC 61800-5-2. MCB 152 stöder PROFIsafe-funktionaliteten för aktivering av de integrerade säkerhetsfunktionerna i VLT® AutomationDrive FC 302 via valfri PROFIsafe-värd, upp till Safety Integrity Level SIL 2 enligt SS-EN IEC 61508 och SS-EN IEC 62061, prestandanivå PL d, kategori 3 enligt SS-EN ISO 13849-1.

6

- PROFIsafe-enhet (med MCA 120).
- Byte av extern säkerhetsutrustning.
- Två säkra programmerbara ingångar.
- Säker LCP-kopiering.
- Dynamisk idrifttagningsrapport.

6.3 Rörelsestyrning 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® Motion Control Option MCO 305

MCO 305 är en integrerad programmerbar rörelseregulator som ger extra funktionalitet till VLT® AutomationDrive FC 302.

Tillvalet MCO 305 gör det möjligt att använda lättanvända rörelsefunktioner kombinerat med programmerbarhet – en perfekt lösning för positionerings- och synkroniseringstillämpningar.

- Synkronisering (elektrisk axel), positionering och elektronisk kamstyrning.
- 2 separata gränssnitt stödjer både inkrementella och absoluta pulsgivare.
- 1 pulsgivarutgång (virtuell masterfunktion).
- 10 digitala ingångar.
- 8 digitala utgångar.
- Stöd för CANOpen-rörelsebuss, pulsgivare och I/O-moduler.
- Skickar och tar emot data via ett fältbuss-gränssnitt (kräver fältbusstillval).
- PC-programverktyg för felsökning och idrifttagning: program- och kamredigerare.
- Strukturerat programmeringsspråk med både cykliskt och händelsedrivet utförande.

6.3.2 VLT® Synchronizing Controller MCO 350

Tillvalet MCO 350 för VLT® AutomationDrive FC 302 utökar frekvensomriktarens funktionella egenskaper i synkroniserade tillämpningar och ersätter traditionella mekaniska lösningar.

- Varvtalssynkronisering
- Positionssynkronisering (vinkel) med eller utan korrigering
- Justerbart utväxlingsförhållande online
- Justerbar positionsförskjutning (vinkel) online
- Pulsgivarutgång med virtuell masterfunktion för synkronisering av flera slavar
- Styrning via I/O eller fältbuss
- Hemfunktion
- Konfiguration och avläsning av status och data via LCP

6.3.3 VLT® Positioning Controller MCO 351

Tillvalet MCO 351 erbjuder en rad användarvänliga fördelar för positioneringstillämpningar inom många branscher.

- Relativ positionering
- Absolut positionering
- Positionering med Touch probe
- End limit-hantering (programvara och maskinvara)
- Styrning via I/O eller fältbuss
- Mekanisk bromshantering (programmerbar fördröjning).
- Felhantering
- Joggvarvtal/manuell drift
- Markörrelaterad positionering
- Hemfunktion
- Konfiguration och avläsning av status och data via LCP

6.3.4 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, effektavgivningshastighet 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 Sinusfilter

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 uppramptid, toppspänningen (U_{PEAK}) och strömrippeln (ΔI) 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-toppspänning och minskar stigtiden till en nivå som sänker belastningen på motorlindningarnas isolering. Detta är ett vanligt problem i konfigurationer med korta motorkablar.

Jämfört med sinusvågfilter har dU/dt-filter en gränsfrekvens 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 filtreringsförmåga 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 motorkabeln.

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 övertonsström-distortionen 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 alternativ anges i typkoden när enheten beställs.

Kapsling med korrosionsbeständig bakkanal
För ytterligare skydd mot korrosion i tuffa miljöer kan enheterna beställas i en kapsling som inkluderar en bakkanal i rostfritt stål, överdragna kylplattor och en uppgraderad fläkt. Det här alternativet rekommenderas i miljöer med salt i luften, t.ex. nära hav.

Nätskydd
Lexan®-skydd kan monteras framför ingående strömplintar och ingångsplattan och skyddar från kontakt när kapslingsluckan är öppen.

Värmare och termostat
På apparatskåpets insida på frekvensomriktare med kapslingsstorlek F sitter det automatiska, termostatreglerade värmare som förhindrar kondensation inuti kapslingen.

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

Apparatskåpbelysning med strömuttag
För att öka synligheten under service och underhåll kan belysning monteras på insidan av apparatskåpet för frekvensomriktare med F-kapsling. I armaturen finns även ett strömuttag som gör det möjligt att tillfälligt använda en dator eller andra apparater.

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

För frekvensomriktare med F-kapsling krävs tillägget av tillvalsskåpet för att det ska vara möjligt att använda klass A1 RFI-filter.

NAMUR-plintar
Det här valet ger en standardiserad plintanslutning och en funktionalitet som definieras av NAMUR NE37. NAMUR är en internationell sammanslutning av automationsteknikanvändare inom processindustrin, primärt inom den kemiska industrin och läkemedelsindustrin i Tyskland.

Kräver att VLT® Extended Relay Card MCB 113 och VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 väljs.

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 jordfelsströmmar 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 "window"-typ (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.
- Test- och återställningsknapp.

Safe Torque Off med Pilz-säkerhetsrelä
Tillgängligt för frekvensomriktare med F-kapsling. Gör det möjligt för Pilz-reläet att passa in i kapslingen utan ett tillvalsskåp. Relät används i tillvalet för extern temperaturövervakning. Om PTC-övervakning krävs måtse VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 beställas.

Nödstopp med Pilz-säkerhetsrelä
Innehåller en redundant nödstoppsknapp med 4-ledare monterad på kapslingens front och ett Pilz-relä som övervakar det tillsammans med frekvensomriktarens säkerhetsstoppkrets och kontaktorbrytare. Kräver en kontaktor och tillvalsskåpet för frekvensomriktare med F-kapsling.

Bromschopper (IGBT:er)
Bromsplintar med en IGBT-bromschopperkrest möjliggör anslutning till ett externt bromsmotstånd. Mer information om bromsmotstånd finns i VLT® Brake Resistor MCE 101 Design Guide, som är tillgänglig på *drives.danfoss.com/downloads/portal/#/*.

Regen-plintar
Tillåt anslutning av regen-enheter till DC-bussningen på kondensatorsidan av DC-länkreaktorn för regenerativ bromsning. Regen-plintar med kapsling-F är tillverkade för ungefär 50 % av frekvensomriktarens märkeffekt. Kontakta fabriken om du vill veta mer om regenerativa gränser som baseras på specifik frekvensomriktarstorlek och spänning.

Lastdelningsplintar
Dessa plintar ansluter till DC-bussen på likriktarsidan på DC-länkreaktorn och gör det möjligt att dela DC-busseffekten mellan olika frekvensomriktare. Lastdelningsplintar för frekvensomriktare med F-kapsling är tillverkade för ungefär 33 % av frekvensomriktarens märkeffekt. Kontakta fabriken om du vill veta mer om lastdelningsgränser som baseras på specifik frekvensomriktarstorlek och spänning.

Strömbrytare
Ett dörrmonteradt handtag gör det möjligt att manuellt stänga av och sätta på strömmen med en brytare, vilket ökar säkerheten vid service. Frånkopplingen är kopplad till

apparatskåpdörren för att förhindra att den öppnas när strömmen fortfarande är på.

Maximalbrytare
En maximalbrytare kan fjärrtrippas men måste återställas manuellt. Strömbrytare är kopplade till apparatskåpdörrarna för att förhindra att de öppnas när strömmen fortfarande är på. När en strömbrytare är beställd som tillval, ingår även säkringar för att säkerställa ett snabbt överbelastningsskydd för frekvensomriktaren.

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

Manuella motorstarter
Ger 3-fasström till de elektriska fläktarna som ofta krävs för större motorer. Kraft till motorstartarna kommer från kontaktor, maximalbrytare och strömbrytare. Om ett klass 1 RFI-filter beställs kommer RFI-ingångssidan att förse startaren med ström. Strömmen säkras före varje motorstartare och stängs av när den ingående strömmen till frekvensomriktaren stängs av. Det går att använda upp till två startare. Om en 30 A säkring beställs kan endast en startare användas. Startare är integrerade i säkerhetsstoppkretsen.

Funktioner:

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

30 A, säkringsskyddade plintar

- 3-fasspänning, motsvarande nätspänningen för strömförsörjning av extrautrustning.
- Ej tillgängliga om 2 manuella motorstartare valts.
- Plintarna stängs av när strömmen till frekvensomriktaren är avslagen
- Ström till plintarna kommer från belastningssidan på anslutna kontaktorer, maximalbrytare eller strömbrytare. Om ett klass 1 RFI-filter beställs kommer RFI-ingångssidan att förse startaren med ström.

Vanliga motorplintar
Det vanliga tillvalet av motorplint har samlingsskenorna och maskinvaran som krävs för att ansluta motorplintarna från de parallellkopplade växelriktarna till en enda plint (per fas) för att möjliggöra installation av toppanslutningssatsen på motorsidan.

Tillvalet rekommenderas även för att ansluta en frekvensomriktares utgång till ett utgångsfilter eller en utgångskontaktor. De vanliga motorplintarna eliminera behovet av lika långa kabellängder från varje växelriktare till utgångspunktsfilterets (eller motorns) gemensamma punkt.

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

Signaltyper:

- RTD-ingångar (inklusive Pt100) – 3-ledare eller 4-ledare.
- Termokoppling.
- Analog ström eller analog spänning.

Fler funktioner:

- En universell utgång – konfigurerbar 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 PTC-övervakning krävs måtse tillvalet VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 beställas.

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

6.10 Hög effekt-satser

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, 380–500 V

VLT® AutomationDrive FC 302	P315		P355		P400	
Hög/normal överbelastning (Hög överbelastning = 150 % ström i 60 s. Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s.)	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**
Typisk axeleffekt vid 400 V [kW]	315	355	355	400	400	450
Typisk axeleffekt vid 460 V [hk]	450	500	500	600	550	600
Typisk axeleffekt vid 500 V [kW]	355	400	400	500	500	530
Kapslingsstorlek	**E1/E2**		**E1/E2**		**E1/E2**	
Utström (trefas)						
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	600	658	658	745	695	800
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 400 V) [A]	900	724	987	820	1043	880
Kontinuerlig (vid 460/500 V) [A]	540	590	590	678	678	730
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 460/500 V) [A]	810	649	885	746	1017	803
Kontinuerlig kVA (vid 400 V) [kVA]	416	456	456	516	482	554
Kontinuerlig kVA (vid 460 V) [kVA]	430	470	470	540	540	582
Kontinuerlig kVA (vid 500 V) [kVA]	468	511	511	587	587	632
Maximal inström						
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	578	634	634	718	670	771
Kontinuerlig (vid 460/500 V) [A]	520	569	569	653	653	704
Max. antal kablar och kabeldimensioner per fas						
Nät och motor [mm² (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)	
Broms [mm² (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)	
Lastdelning [mm² (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][1)]	900		900		900	
Beräknad effektförlust vid 400 V [W][2), 3)]	6794	7532	7498	8677	7976	9473
Beräknad effektförlust vid 460 V [W][2), 3)]	6118	6724	6672	7819	7814	8527
Verkningsgrad[3)]	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 kapslingar E1/E2, nätförsörjning 3 x 380–500 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 ± 15 % (toleransen är beroende av 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/#/. 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.

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/#/.

VLT® AutomationDrive FC 302	P450		P500		P560		P630	
Hög/normal överbelastning (Hög överbelastning = 150 % ström i 60 s. Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s.)	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**
Typisk axeleffekt vid 400 V [kW]	450	500	500	560	560	630	630	710
Typisk axeleffekt vid 460 V [hk]	600	650	650	750	750	900	1000	1000
Typisk axeleffekt vid 500 V [kW]	530	560	560	630	630	710	800	800
Kapslingsstorlek	**F1/F3**		**F1/F3**		**F1/F3**		**F1/F3**	
Utström (trefas)								
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	800	880	880	990	990	1120	1120	1260
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 400 V) [A]	1200	968	1320	1089	1485	1680	1386	1890
Kontinuerlig (vid 460/500 V) [A]	730	780	780	890	890	1050	1050	1160
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 460/500 V) [A]	1095	858	1170	979	1335	1155	1575	1276
Kontinuerlig kVA (vid 400 V) [kVA]	554	610	610	686	686	776	776	873
Kontinuerlig kVA (vid 460 V) [kVA]	582	621	621	709	709	837	837	924
Kontinuerlig kVA (vid 500 V) [kVA]	632	675	675	771	771	909	909	1005
Maximal inström								
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	771	848	848	954	954	1079	1079	1214
Kontinuerlig (vid 460/500 V) [A]	704	752	752	858	858	1012	1012	1118
Max. antal kablar och kabeldimension per fas								
- Motor [mm² (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 [mm² (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 [mm² (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 [mm² (AWG)]	4 x 120 (4 x 250 mcm)		4 x 120 (4 x 250 mcm)		4 x 120 (4 x 250 mcm)		4 x 120 (4 x 250 mcm)	
- Broms [mm² (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][1)]	1600		1600		2000		2000	
Beräknad effektförlust vid 400 V [W][2), 3)]	9031	10162	10146	11822	10649	12512	12490	14674
Beräknad effektförlust vid 460 V [W][2), 3)]	8212	8876	8860	10424	9414	11595	11581	13213
Max. sammanlagda förluster för A1 RFI, maximalbrytare eller frånkoppling och kontaktor [W] (endast F3).	893	963	951	1054	978	1093	1092	1230
Max. förluster för paneltillval [W]	400	400	400	400	400	400	400	400
Verkningsgrad[3)]	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 kapslingar F1/F3, nätförsörjning 3 x 380–500 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 ± 15 % (toleransen är beroende av 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/#/. 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.

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/#/.

7

VLT® AutomationDrive FC 302	P710		P800	
Hög/normal överbelastning (Hög överbelastning = 150 % ström i 60 s. Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s.)	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**
Typisk axeleffekt vid 400 V [kW]	710	800	800	1000
Typisk axeleffekt vid 460 V [hk]	1000	1200	1200	1350
Typisk axeleffekt vid 500 V [kW]	800	1000	1000	1100
Kapslingsstorlek	**F2/F4**		**F2/F4**	
Utström (trefas)				
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	1260	1460	1460	1720
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 400 V) [A]	1890	1606	2190	1892
Kontinuerlig (vid 460/500 V) [A]	1160	1380	1380	1530
Intermittent (60 s överbelastning)(vid 460/500 V) [A]	1740	1518	2070	1683
Kontinuerlig kVA (vid 400 V) [kVA]	873	1012	1012	1192
Kontinuerlig kVA (vid 460 V) [kVA]	924	1100	1100	1219
Kontinuerlig kVA (vid 500 V) [kVA]	1005	1195	1195	1325
Maximal inström				
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	1214	1407	1407	1658
Kontinuerlig (vid 460/500 V) [A]	1118	1330	1330	1474
Max. antal kablar och kabeldimensioner per fas				
- Motor [mm^2 (AWG)]	12 x 150 (12 x 300 mcm)		12 x 150 (12 x 300 mcm)	
- Nät [mm^2 (AWG)] (F2)	8 x 240 (8 x 500 mcm)		8 x 240 (8 x 500 mcm)	
- Nät [mm^2 (AWG)] (F4)	8 x 456 (8 x 900 mcm)		8 x 456 (8 x 900 mcm)	
- Lastdelning [mm^2 (AWG)]	4 x 120 (4 x 250 mcm)		4 x 120 (4 x 250 mcm)	
- Broms [mm^2 (AWG)]	6 x 185 (6 x 350 mcm)		6 x 185 (6 x 350 mcm)	
Maximalt externa nätsäkringar [A][1)]	2500		2500	
Beräknad effektförlust vid 400 V [W][2), 3)]	14244	17293	15466	19278
Beräknad effektförlust vid 460 V [W][2), 3)]	13005	16229	14556	16624
Max. sammanlagda förluster för A1 RFI, maximalbrytare eller frånkoppling och kontaktor [W] (endast F4).	2067	2280	2236	2541
Max. förluster för paneltillval [W]	400	400	400	400
Verkningsgrad[3)]	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 kapslingar F2/F4, nätförsörjning 3 x 380–500 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 ± 15 % (toleransen är beroende av 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/#/. 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.

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/#/.

VLT® AutomationDrive FC 302	P250		P315		P355		P400	
Hög/normal överbelastning (Hög överbelastning = 150 % ström i 60 s. Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s.)	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**
Typisk axeleffekt vid 400 V [kW]	250	315	315	355	355	400	400	450
Typisk axeleffekt vid 460 V [hk]	350	450	450	500	500	600	550	600
Typisk axeleffekt vid 500 V [kW]	315	355	355	400	400	500	500	530
Kapslingsstorlek	**F8/F9**		**F8/F9**		**F8/F9**		**F8/F9**	
Utström (trefas)								
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	480	600	600	658	658	745	695	800
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 400 V) [A]	720	660	900	724	987	820	1043	880
Kontinuerlig (vid 460/500 V) [A]	443	540	540	590	590	678	678	730
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 460/500 V) [A]	665	594	810	649	885	746	1017	803
Kontinuerlig kVA (vid 400 V) [kVA]	333	416	416	456	456	516	482	554
Kontinuerlig kVA (vid 460 V) [kVA]	353	430	430	470	470	540	540	582
Kontinuerlig kVA (vid 500 V) [kVA]	384	468	468	511	511	587	587	632
Maximal inström								
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	463	578	578	634	634	718	670	771
Kontinuerlig (vid 460/500 V) [A]	427	520	520	569	569	653	653	704
Max. antal kablar och kabeldimension per fas								
- Motor [mm^2 (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^2 (AWG)]	4 x 90 (4 x 3/0 mcm)		4 x 90 (4 x 3/0 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)	
- Broms [mm^2 (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][1)]	700		700		700		700	
Beräknad effektförlust vid 400 V [W][2), 3)]	5164	6790	6960	7701	7691	8879	8178	9670
Beräknad effektförlust vid 460 V [W][2), 3)]	4822	6082	6345	6953	6944	8089	8085	8803
Verkningsgrad[3)]	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 7.4 Elektriska data för kapslingar F8/F9, nätförsörjning 6 x 380–500 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 ± 15 % (toleransen är beroende av 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/#/. 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.

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/#/.

7

VLT® AutomationDrive FC 302	P450		P500		P560		P630	
Hög/normal överbelastning (Hög överbelastning = 150 % ström i 60 s. Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s.)	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**
Typisk axeleffekt vid 400 V [kW]	450	500	500	560	560	630	630	710
Typisk axeleffekt vid 460 V [hk]	600	650	650	750	750	900	900	1000
Typisk axeleffekt vid 500 V [kW]	530	560	560	630	630	710	710	800
Kapslingsstorlek	**F10/F11**		**F10/F11**		**F10/F11**		**F10/F11**	
Utström (trefas)								
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	800	880	880	990	990	1120	1120	1260
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 400 V) [A]	1200	968	1320	1089	1485	1232	1680	1386
Kontinuerlig (vid 460/500 V) [A]	730	780	780	890	890	1050	1050	1160
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 460/500 V) [A]	1095	858	1170	979	1335	1155	1575	1276
Kontinuerlig kVA (vid 400 V) [kVA]	554	610	610	686	686	776	776	873
Kontinuerlig kVA (vid 460 V) [kVA]	582	621	621	709	709	837	837	924
Kontinuerlig kVA (vid 500 V) [kVA]	632	675	675	771	771	909	909	1005
Maximal inström								
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	771	848	848	954	954	1079	1079	1214
Kontinuerlig (vid 460/500 V) [A]	704	752	752	858	858	1012	1012	1118
Max. antal kablar och kabeldimension per fas								
- Motor [mm² (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 [mm² (AWG)]	6 x 120 (6 x 250 mcm)		6 x 120 (6 x 250 mcm)		6 x 120 (6 x 250 mcm)		6 x 120 (6 x 250 mcm)	
- Broms [mm² (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][1)]	900		900		900		1500	
Beräknad effektförlust vid 400 V [W][2), 3)]	9492	10647	10631	12338	11263	13201	13172	15436
Beräknad effektförlust vid 460 V [W][2), 3)]	8730	9414	9398	11006	10063	12353	12332	14041
Max. sammanlagda förluster för A1 RFI, maximalbrytare eller frånkoppling och kontaktor [W] (endast F11).	893	963	951	1054	978	1093	1092	1230
Max. förluster för paneltillval [W]	400	400	400	400	400	400	400	400
Verkningsgrad[3)]	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 kapslingar F10/F11, nätförsörjning 6 x 380–500 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 ± 15 % (toleransen är beroende av 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/#/. 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.

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/#/.

VLT® AutomationDrive FC 302	P710		P800	
Hög/normal överbelastning (Hög överbelastning = 150 % ström i 60 s. Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s.)	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**
Typisk axeleffekt vid 400 V [kW]	710	800	800	1000
Typisk axeleffekt vid 460 V [hk]	1000	1200	1200	1350
Typisk axeleffekt vid 500 V [kW]	800	1000	1000	1100
Kapslingsstorlek	**F12/F13**		**F12/F13**	
Utström (trefas)				
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	1260	1460	1460	1720
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 400 V) [A]	1890	1606	2190	1892
Kontinuerlig (vid 460/500 V) [A]	1160	1380	1380	1530
Intermittent (60 s överbelastning)(vid 460/500 V) [A]	1740	1518	2070	1683
Kontinuerlig kVA (vid 400 V) [kVA]	873	1012	1012	1192
Kontinuerlig kVA (vid 460 V) [kVA]	924	1100	1100	1219
Kontinuerlig kVA (vid 500 V) [kVA]	1005	1195	1195	1325
Maximal inström				
Kontinuerlig (vid 400 V) [A]	1214	1407	1407	1658
Kontinuerlig (vid 460/500 V) [A]	1118	1330	1330	1474
Max. antal kablar och kabeldimensioner per fas				
- Motor [mm^2 (AWG)]	12 x 150 (12 x 300 mcm)		12 x 150 (12 x 300 mcm)	
- Nät [mm^2 (AWG)]	6 x 120 (6 x 250 mcm)		6 x 120 (6 x 250 mcm)	
- Broms [mm^2 (AWG)]	6 x 185 (6 x 350 mcm)		6 x 185 (6 x 350 mcm)	
Maximalt externa nätsäkringar [A][1)]	1500		1500	
Beräknad effektförlust vid 400 V [W][2), 3)]	14967	18084	16392	20358
Beräknad effektförlust vid 460 V [W][2), 3)]	13819	17137	15577	17752
Max. sammanlagda förluster för A1 RFI, maximalbrytare eller frånkoppling och kontaktor [W] (endast F13).	2067	2280	2236	2541
Max. förluster för paneltillval [W]	400	400	400	400
Verkningsgrad[3)]	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 kapslingar F12/F13, nätförsörjning 6 x 380–500 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 ± 15 % (toleransen är beroende av 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/#/. 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.

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/#/.

7.2 Elektriska data, 525–690 V

VLT® AutomationDrive FC 302	P355		P400		P500		P560	
Hög/normal överbelastning (Hög överbelastning = 150 % ström i 60 s. Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s.)	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk axeleffekt vid 550 V [kW]	315	355	315	400	400	450	450	500
Typisk axeleffekt vid 575 V [hk]	400	450	400	500	500	600	600	650
Typisk axeleffekt vid 690 V [kW]	355	450	400	500	500	560	560	630
Kapslingsstorlek	E1/E2		E1/E2		E1/E2		E1/E2	
Utström (trefas)								
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	395	470	429	523	523	596	596	630
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 550 V) [A]	593	517	644	575	785	656	894	693
Kontinuerlig (vid 575/690 V) [A]	380	450	410	500	500	570	570	630
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 575/690 V) [A]	570	495	615	550	750	627	855	693
Kontinuerlig kVA (vid 550 V) [kVA]	376	448	409	498	498	568	568	600
Kontinuerlig kVA (vid 575 V) [kVA]	378	448	408	498	498	568	568	627
Kontinuerlig kVA (vid 690 V) [kVA]	454	538	490	598	598	681	681	753
Maximal inström								
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	381	453	413	504	504	574	574	607
Kontinuerlig (vid 575 V) [A]	366	434	395	482	482	549	549	607
Kontinuerlig (vid 690 V)	366	434	395	482	482	549	549	607
Max. antal kablar och kabeldimension per fas								
- Nät, motor och lastdelning [mm² (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 [mm² (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][1)]	700		700		900		900	
Beräknad effektförlust vid 600 V [W][2), 3)]	4424	5323	4795	6010	6493	7395	7383	8209
Beräknad effektförlust vid 690 V [W][2), 3)]	4589	5529	4970	6239	6707	7653	7633	8495
Verkningsgrad[3)]	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 kapslingar 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 ± 15 % (toleransen är beroende av 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/#/. 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.

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/#/.

VLT® AutomationDrive FC 302	P630		P710		P800	
Hög/normal överbelastning (Hög överbelastning = 150 % ström i 60 s. Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s.)	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**
Typisk axeleffekt vid 550 V [kW]	500	560	560	670	670	750
Typisk axeleffekt vid 575 V [hk]	650	750	750	950	950	1050
Typisk axeleffekt vid 690 V [kW]	630	710	710	800	800	900
Kapslingsstorlek	**F1/F3**		**F1/F3**		**F1/F3**	
Utström (trefas)						
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	659	763	763	889	889	988
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 550 V) [A]	989	839	1145	978	1334	1087
Kontinuerlig (vid 575/690 V) [A]	630	730	730	850	850	945
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 575/690 V) [A]	945	803	1095	935	1275	1040
Kontinuerlig kVA (vid 550 V) [kVA]	628	727	727	847	847	941
Kontinuerlig kVA (vid 575 V) [kVA]	627	727	727	847	847	941
Kontinuerlig kVA (vid 690 V) [kVA]	753	872	872	1016	1016	1129
Maximal inström						
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	635	735	735	857	857	952
Kontinuerlig (vid 575 V) [A]	607	704	704	819	819	911
Kontinuerlig (vid 690 V) [A]	607	704	704	819	819	911
Max. antal kablar och kabeldimensioner per fas						
- Motor [mm² (AWG)]	8 x 150 (8 x 300 mcm)		8 x 150 (8 x 300 mcm)		8 x 150 (8 x 300 mcm)	
- Nät [mm² (AWG)] (F1)	8 x 240 (8 x 500 mcm)		8 x 240 (8 x 500 mcm)		8 x 240 (8 x 500 mcm)	
- Nät [mm² (AWG)] (F3)	8 x 456 (4 x 900 mcm)		8 x 456 (4 x 900 mcm)		8 x 456 (4 x 900 mcm)	
- Lastdelning [mm² (AWG)]	4 x 120 (4 x 250 mcm)		4 x 120 (4 x 250 mcm)		4 x 120 (4 x 250 mcm)	
- Broms [mm² (AWG)]	4 x 185 (4 x 350 mcm)		4 x 185 (4 x 350 mcm)		4 x 185 (4 x 350 mcm)	
Max. externa nätsäkringar [A][1)2)]	1600		1600		1600	
Beräknad effektförlust vid 600 V [W][2), 3)]	8075	9500	9165	10872	10860	12316
Beräknad effektförlust vid 690 V [W][2), 3)]	8388	9863	9537	11304	11291	12798
Max. sammanlagda förluster för maximalbrytare eller frånkoppling och kontaktor [W] (endast F3).	342	427	419	532	519	615
Max. förluster för paneltillval [W]	400	400	400	400	400	400
Verkningsgrad[3)]	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 kapslingar 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 ± 15 % (toleransen är beroende av 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/#/. 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.

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/#/.

VLT® AutomationDrive FC 302	P900		P1M0		P1M2	
Hög/normal överbelastning (Hög överbelastning = 150 % ström i 60 s. Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s.)	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk axeleffekt vid 550 V [kW]	750	850	850	1000	1000	1100
Typisk axeleffekt vid 575 V [hk]	1050	1150	1150	1350	1350	1550
Typisk axeleffekt vid 690 V [kW]	900	1000	1000	1200	1200	1400
Kapslingsstorlek	F2/F4		F2/F4		F2/F4	
Utström (trefas)						
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	988	1108	1108	1317	1317	1479
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 550 V) [A]	1482	1219	1662	1449	1976	1627
Kontinuerlig (vid 575/690 V) [A]	945	1060	1060	1260	1260	1415
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 575/690 V) [A]	1418	1166	1590	1386	1890	1557
Kontinuerlig kVA (vid 550 V) [kVA]	941	1056	1056	1255	1255	1409
Kontinuerlig kVA (vid 575 V) [kVA]	941	1056	1056	1255	1255	1409
Kontinuerlig kVA (vid 690 V) [kVA]	1129	1267	1267	1506	1506	1691
Maximal inström						
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	952	1068	1068	1269	1269	1425
Kontinuerlig (vid 575 V) [A]	911	1022	1022	1214	1214	1364
Kontinuerlig (vid 690 V) [A]	911	1022	1022	1214	1214	1364
Max. antal kablar och kabeldimensioner per fas						
- Motor [mm² (AWG)]	12 x 150 (12 x 300 mcm)		12 x 150 (12 x 300 mcm)		12 x 150 (12 x 300 mcm)	
- Nät [mm² (AWG)] (F2)	8 x 240 (8 x 500 mcm)		8 x 240 (8 x 500 mcm)		8 x 240 (8 x 500 mcm)	
- Nät [mm² (AWG)] (F4)	8 x 456 (8 x 900 mcm)		8 x 456 (8 x 900 mcm)		8 x 456 (8 x 900 mcm)	
- Lastdelning [mm² (AWG)]	4 x 120 (4 x 250 mcm)		4 x 120 (4 x 250 mcm)		4 x 120 (4 x 250 mcm)	
- Broms [mm² (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][1)]	1600		2000		2500	
Beräknad effektförlust vid 600 V [W][2), 3)]	12062	13731	13269	16190	16089	18536
Beräknad effektförlust vid 690 V [W][2), 3)]	12524	14250	13801	16821	16719	19247
Max. sammanlagda förluster för maximalbrytare eller frånkoppling och kontaktor [W] (endast F4).	556	665	634	863	861	1044
Max. förluster för paneltillval [W]	400	400	400	400	400	400
Verkningsgrad[3)]	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 kapslingar 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 ± 15 % (toleransen är beroende av 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/#/. 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.

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/#/.

VLT® AutomationDrive FC 302	P355		P400		P500		P560	
Hög/normal överbelastning (Hög överbelastning = 150 % ström i 60 s. Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s.)	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**
Typisk axeleffekt vid 550 V [kW]	315	355	315	400	400	450	450	500
Typisk axeleffekt vid 575 V [hk]	400	450	400	500	500	600	600	650
Typisk axeleffekt vid 690 V [kW]	355	450	400	500	500	560	560	630
Kapslingsstorlek	**F8/F9**		**F8/F9**		**F8/F9**		**F8/F9**	
Utström (trefas)								
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	395	470	429	523	523	596	596	630
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 550 V) [A]	593	517	644	575	785	656	894	693
Kontinuerlig (vid 575/690 V) [A]	380	450	410	500	500	570	570	630
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 575/690 V) [A]	570	495	615	550	750	627	855	693
Kontinuerlig kVA (vid 550 V) [kVA]	376	448	409	498	498	568	568	600
Kontinuerlig kVA (vid 575 V) [kVA]	378	448	408	498	498	568	568	627
Kontinuerlig kVA (vid 690 V) [kVA]	454	538	490	598	598	681	681	753
Maximal inström								
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	381	453	413	504	504	574	574	607
Kontinuerlig (vid 575 V) [A]	366	434	395	482	482	549	549	607
Kontinuerlig (vid 690 V)	366	434	395	482	482	549	549	607
Max. antal kablar och kabeldimension per fas								
- Motor [mm^2 (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^2 (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^2 (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][1)]	630		630		630		630	
Beräknad effektförlust vid 600 V [W][2), 3)]	4424	5323	4795	6010	6493	7395	7383	8209
Beräknad effektförlust vid 690 V [W][2), 3)]	4589	5529	4970	6239	6707	7653	7633	8495
Verkningsgrad[3)]	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 kapslingar 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 ± 15 % (toleransen är beroende av 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/#/. 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.

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/#/.

7

VLT® AutomationDrive FC 302	P630		P710		P800	
Hög/normal överbelastning (Hög överbelastning = 150 % ström i 60 s. Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s.)	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**
Typisk axeleffekt vid 550 V [kW]	500	560	560	670	670	750
Typisk axeleffekt vid 575 V [hk]	650	750	750	950	950	1050
Typisk axeleffekt vid 690 V [kW]	630	710	710	800	800	900
Kapslingsstorlek	**F10/F11**		**F10/F11**		**F10/F11**	
Utström (trefas)						
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	659	763	763	889	889	988
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 550 V) [A]	989	839	1145	978	1334	1087
Kontinuerlig (vid 575/690 V) [A]	630	730	730	850	850	945
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 575/690 V) [A]	945	803	1095	935	1275	1040
Kontinuerlig kVA (vid 550 V) [kVA]	628	727	727	847	847	941
Kontinuerlig kVA (vid 575 V) [kVA]	627	727	727	847	847	941
Kontinuerlig kVA (vid 690 V) [kVA]	753	872	872	1016	1016	1129
Maximal inström						
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	635	735	735	857	857	952
Kontinuerlig (vid 575 V) [A]	607	704	704	819	819	911
Kontinuerlig (vid 690 V) [A]	607	704	704	819	819	911
Max. antal kablar och kabeldimensioner per fas						
- Motor [mm^2 (AWG)]	8 x 150 (8 x 300 mcm)		8 x 150 (8 x 300 mcm)		8 x 150 (8 x 300 mcm)	
- Nät [mm^2 (AWG)]	6 x 120 (4 x 900 mcm)		6 x 120 (4 x 900 mcm)		6 x 120 (4 x 900 mcm)	
- Broms [mm^2 (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][1)]	900		900		900	
Beräknad effektförlust vid 600 V [W][2), 3)]	8075	9500	9165	10872	10860	12316
Beräknad effektförlust vid 690 V [W][2), 3)]	8388	9863	9537	11304	11291	12798
Max. sammanlagda förluster för maximalbrytare eller frånkoppling och kontaktor [W] (endast F11).	342	427	419	532	519	615
Max. förluster för paneltillval [W]	400	400	400	400	400	400
Verkningsgrad[3)]	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 kapslingar 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 ± 15 % (toleransen är beroende av 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/#/. 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.

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/#/.

VLT® AutomationDrive FC 302	P900		P1M0		P1M2	
Hög/normal överbelastning (Hög överbelastning = 150 % ström i 60 s. Normal överbelastning = 110 % ström i 60 s.)	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**
Typisk axeleffekt vid 550 V [kW]	750	850	850	1000	1000	1100
Typisk axeleffekt vid 575 V [hk]	1050	1150	1150	1350	1350	1550
Typisk axeleffekt vid 690 V [kW]	900	1000	1000	1200	1200	1400
Kapslingsstorlek	**F12/F13**		**F12/F13**		**F12/F13**	
Utström (trefas)						
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	988	1108	1108	1317	1317	1479
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 550 V) [A]	1482	1219	1219	1449	1976	1627
Kontinuerlig (vid 575/690 V) [A]	945	1060	1060	1260	1260	1415
Intermittent (60 s överbelastning) (vid 575/690 V) [A]	1418	1166	1590	1386	1890	1557
Kontinuerlig kVA (vid 550 V) [kVA]	941	1056	1056	1255	1255	1409
Kontinuerlig kVA (vid 575 V) [kVA]	941	1056	1056	1255	1255	1409
Kontinuerlig kVA (vid 690 V) [kVA]	1129	1267	1267	1506	1506	1691
Maximal inström						
Kontinuerlig (vid 550 V) [A]	952	1068	1068	1269	1269	1425
Kontinuerlig (vid 575 V) [A]	911	1022	1022	1214	1214	1364
Kontinuerlig (vid 690 V) [A]	911	1022	1022	1214	1214	1364
Max. antal kablar och kabeldimensioner per fas						
- Motor [mm^2 (AWG)]	12 x 150 (12 x 300 mcm)		12 x 150 (12 x 300 mcm)		12 x 150 (12 x 300 mcm)	
- Nät [mm^2 (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^2 (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^2 (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][1)]	1600		2000		2500	
Beräknad effektförlust vid 600 V [W][2), 3)]	12062	13731	13269	16190	16089	18536
Beräknad effektförlust vid 690 V [W][2), 3)]	12524	14250	13801	16821	16719	19247
Max. sammanlagda förluster för maximalbrytare eller frånkoppling och kontaktor [W] (endast F13).	556	665	634	863	861	1044
Max. förluster för paneltillval [W]	400	400	400	400	400	400
Verkningsgrad[3)]	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 kapslingar 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 ± 15 % (toleransen är beroende av 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/#/. 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.

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/#/.

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-busspänningen 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[1)]
Aktiv effektfaktor (λ)	≥ 0,9 vid nominell belastning
Förskjuten effektfaktor (cos Φ) 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[1)]
Utfrekvens i Flux-läge	0–300 Hz
Växling på utgång	Obegränsat
Ramptider	0,01–3600 s

1) Spännings- och effektberoende.

Momentegenskaper	
Startmoment (konstant moment)	Maximalt 150 % i 60 s[1), 2)]
Överbelastningsmoment (konstant moment)	Maximalt 150 % i 60 s[1), 2)]

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_2S-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)[1)]
- med full uteffekt för typiska EFF2-motorer (upp till 90 % av utströmmen)	Maximalt 50 °C (122 °F)[1)]
- vid full kontinuerlig FC-utström	Maximalt 45 °C (113 °F)[1)]
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[1)]	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*[1)]
Maximal ledararea för styrplintar, styv ledning	1,5 mm^2/16 AWG (2 x 0,75 mm^2)
Maximal ledararea för styrplintar, flexibel kabel	1 mm^2/18 AWG
Maximal ledararea till styrplintar, mantlad kabel	0,5 mm^2/20 AWG
Minsta ledararea för styrplintar	0,25 mm^2/23 AWG

1) Elektriska data för kraftkablar anges i kapitel 7.1 Elektriska data, 380–500 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[1)], 29[1)], 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_i	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_i	Ungefär 10 kΩ
Maximal spänning	±20 V
Strömläge	Brytare A53/A54 = (I)
Strömnivå	0/4 till 20 mA (skalbar)
Ingångsresistans, R_i	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.

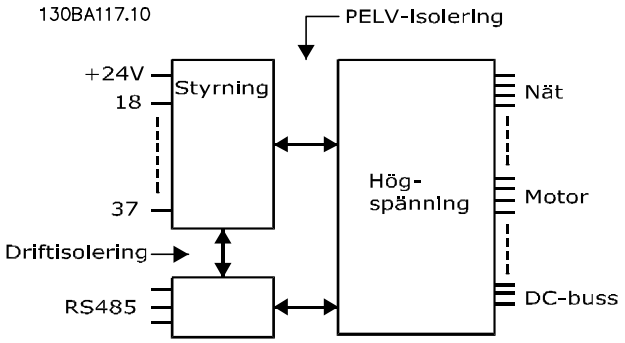


Bild 7.1 PELV-isolering

7

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_i	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[1)]
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^2 (12 AWG)
Minsta ledararea för reläplintar	0,2 mm^2 (30 AWG)
Längd på skalad kabel	8 mm (0,3 in)
Relä 01 plintnummer	1–3 (brytande), 1–2 (slutande)
Maximal plintbelastning (AC-1)[1] på 1–2 (NO) (resistiv belastning)[2, 3]	400 V AC, 2 A
Maximal plintbelastning (AC-15)[1] på 1-2 (NO) (induktiv belastning vid cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximal plintbelastning (DC-1)[1] på 1–2 (NO) (resistiv belastning)	80 V DC, 2 A
Maximal plintbelastning (DC-13)[1] på 1–2 (NO) (induktiv belastning)	24 V DC, 0,1 A
Maximal plintbelastning (AC-1)[1] på 1–3 (NC) (resistiv belastning)	240 V AC, 2 A
Maximal plintbelastning (AC-15)[1] på 1–3 (NC) (induktiv belastning vid cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximal plintbelastning (DC-1)[1] på 1–3 (NC) (resistiv belastning)	50 V DC, 2 A
Maximal plintbelastning (DC-13)[1] 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
Relä 02 plintnummer	4–6 (brytande), 4–5 (slutande)
Maximal plintbelastning (AC-1)[1] på 4–5 (NO) (resistiv belastning)[2, 3]	400 V AC, 2 A
Maximal plintbelastning (AC-15)[1] på 4–5 (NO) (induktiv belastning vid cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximal plintbelastning (DC-1)[1] på 4–5 (NO) (resistiv belastning)	80 V DC, 2 A
Maximal plintbelastning (DC-13)[1] på 4–5 (NO) (induktiv belastning)	24 V DC, 0,1 A
Maximal plintbelastning (AC-1)[1] på 4–6 (NC) (resistiv belastning)	240 V AC, 2 A
Maximal plintbelastning (AC-15)[1] på 4–6 (NC) (induktiv belastning vid cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximal plintbelastning (DC-1)[1] på 4–6 (NC) (resistiv belastning)	50 V DC, 2 A
Maximal plintbelastning (DC-13)[1] 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 Kapslingsvikter

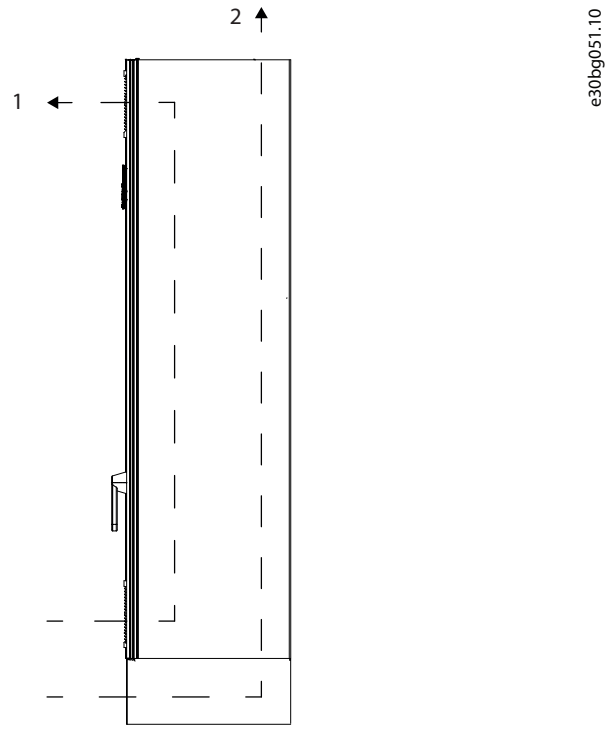
Kapsling	380–480/500 V	525–690 V
E1	270–313 kg (595–690 lb)	263–313 kg (580–690 lb)
E2	234–277 kg (516–611 lb)	221–277 kg (487–611 lb)

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)

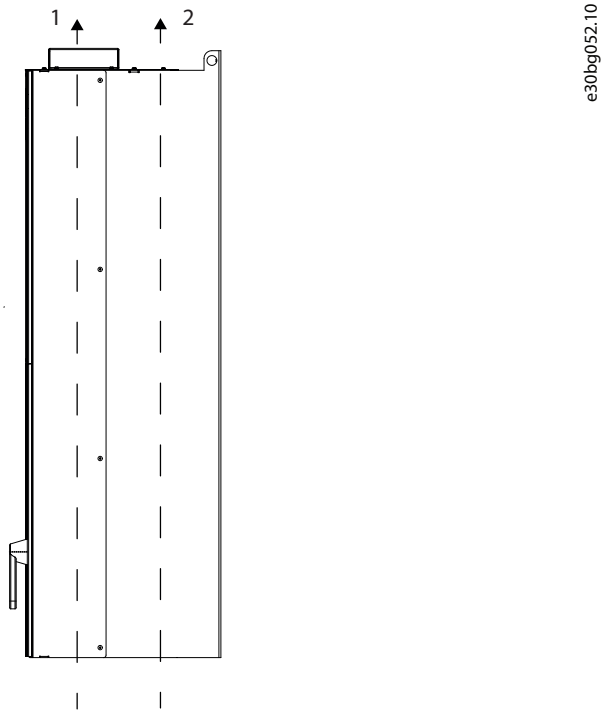
Tabell 7.14 Kapsling F1–F13 – vikt, kg (lb)

7.9 Luftflöde för kapslingar E1–E2 och F1–F13



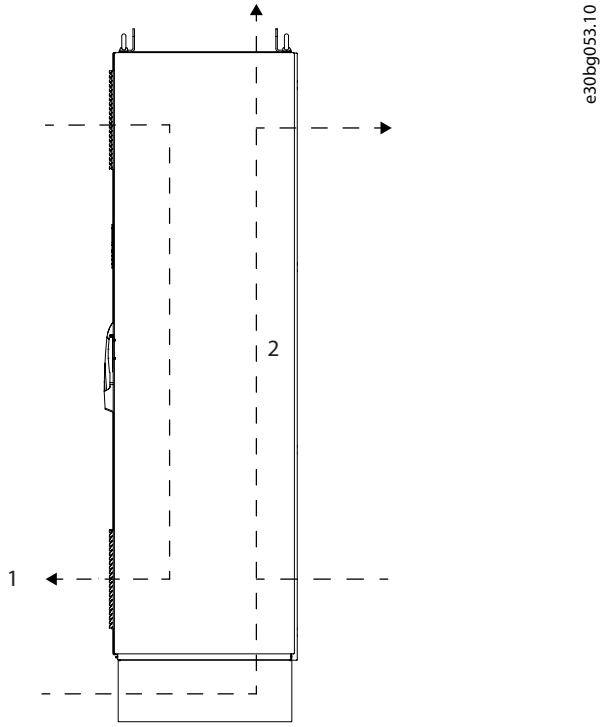
1	Främre kanalens luftflöde, 340 m^3/h (200 cfm)
2	Bakkanalens luftflöde, 1 105 m^3/h (650 cfm) eller 1 444 m^3/h (850 cfm)

Bild 7.2 Luftflöde för kapsling E1



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

Bild 7.3 Luftflöde för kapsling E2



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

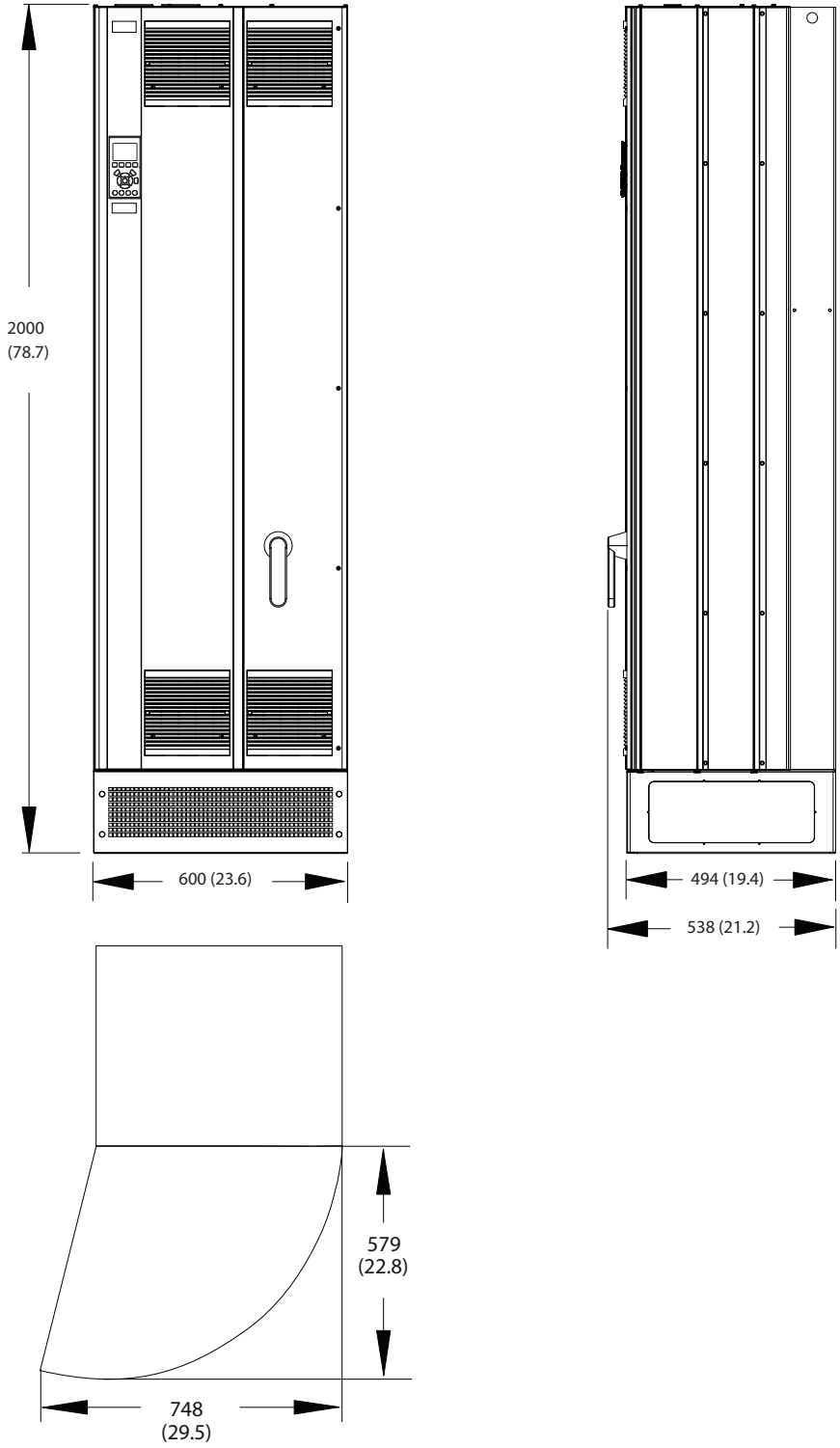
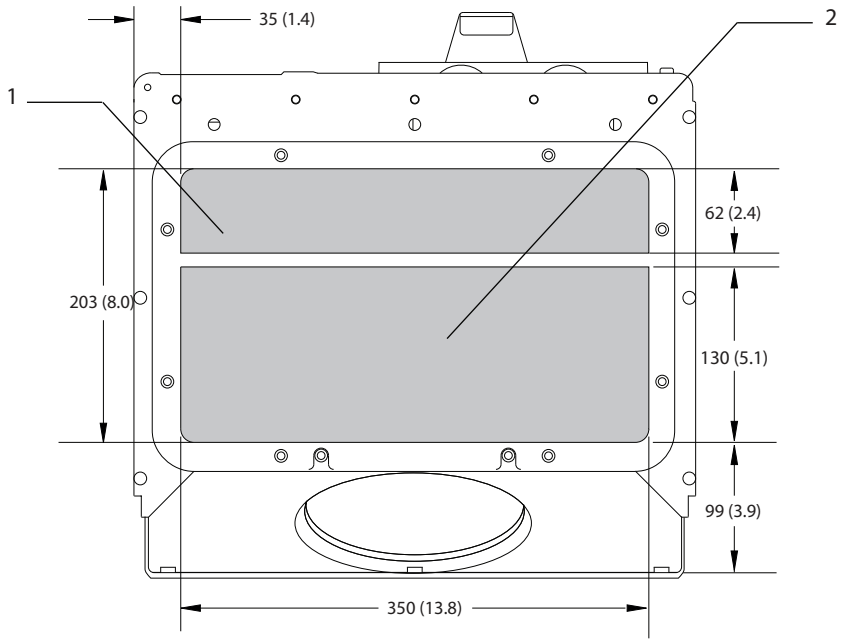


Bild 8.1 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för E1



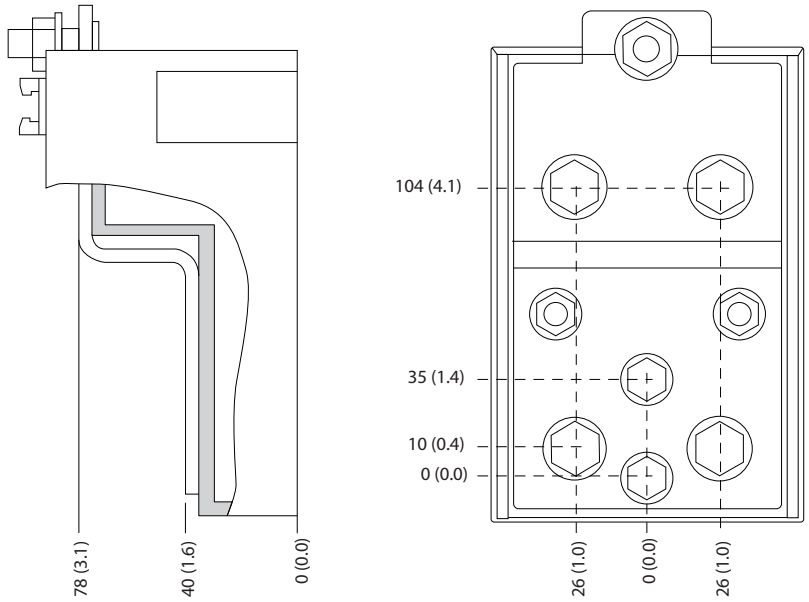
130BF611.10

1	Nätsida	2	Motorsida

Bild 8.2 Kabelförskruvningsplåtens mått för E1/E2

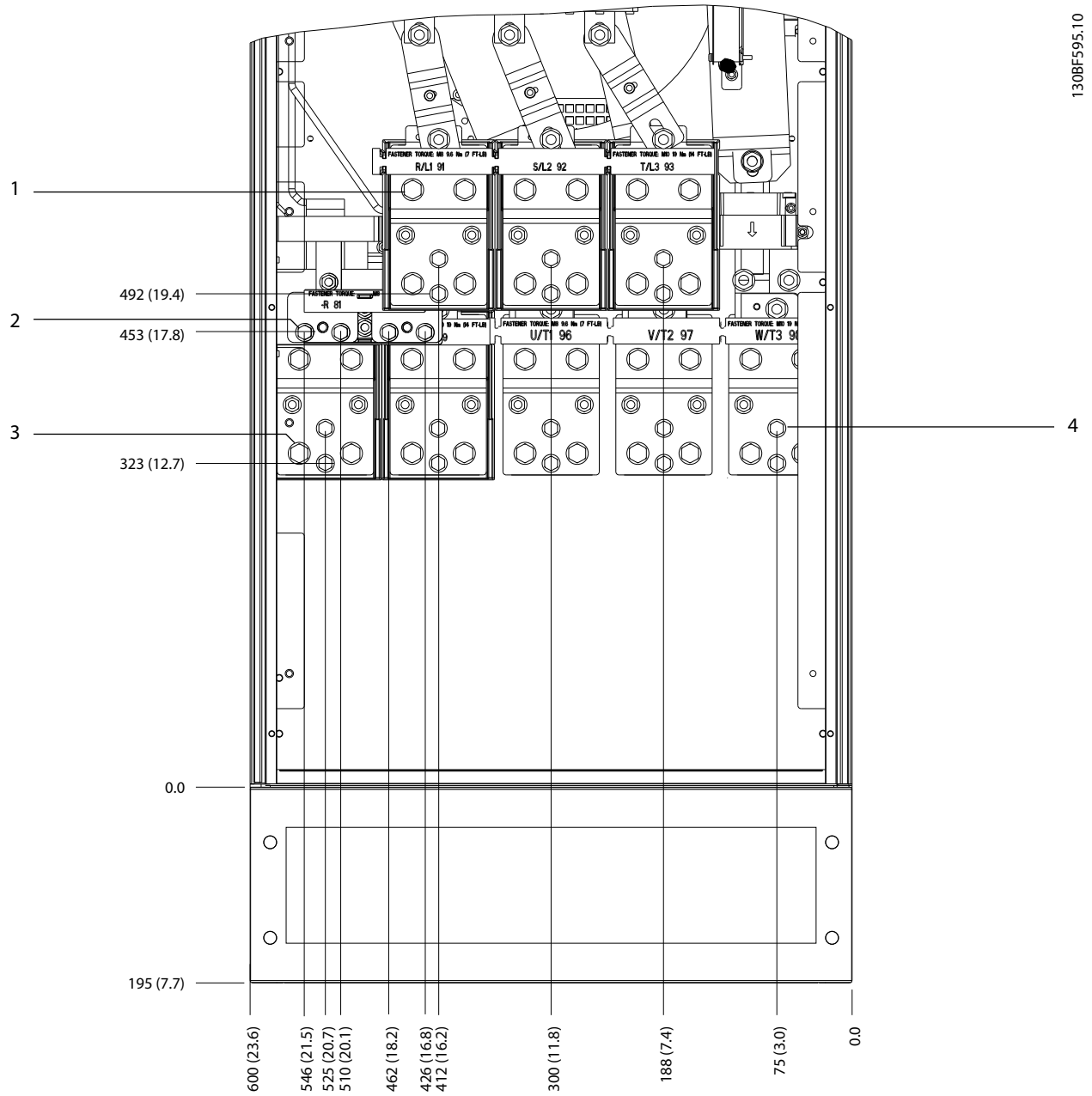
8.1.2 Plintmått för E1

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.



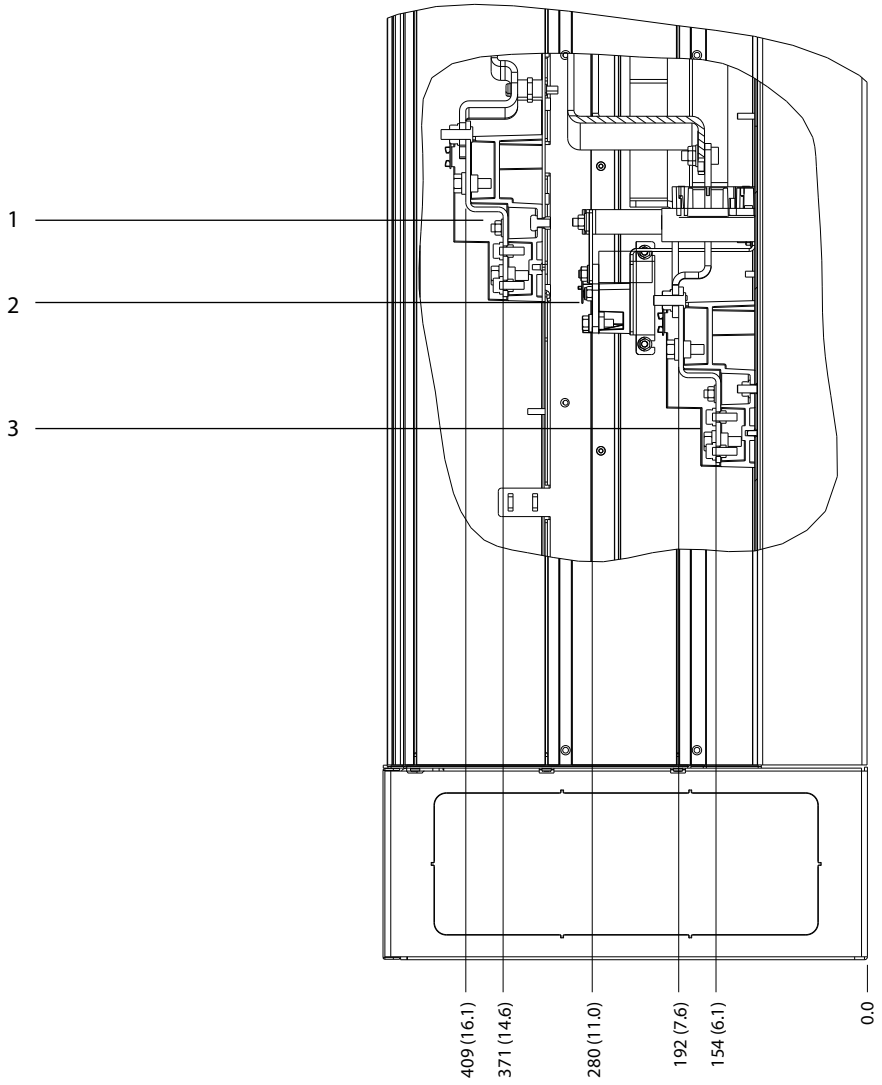
130BF647.10

Bild 8.3 Detaljerade plintmått för E1/E2



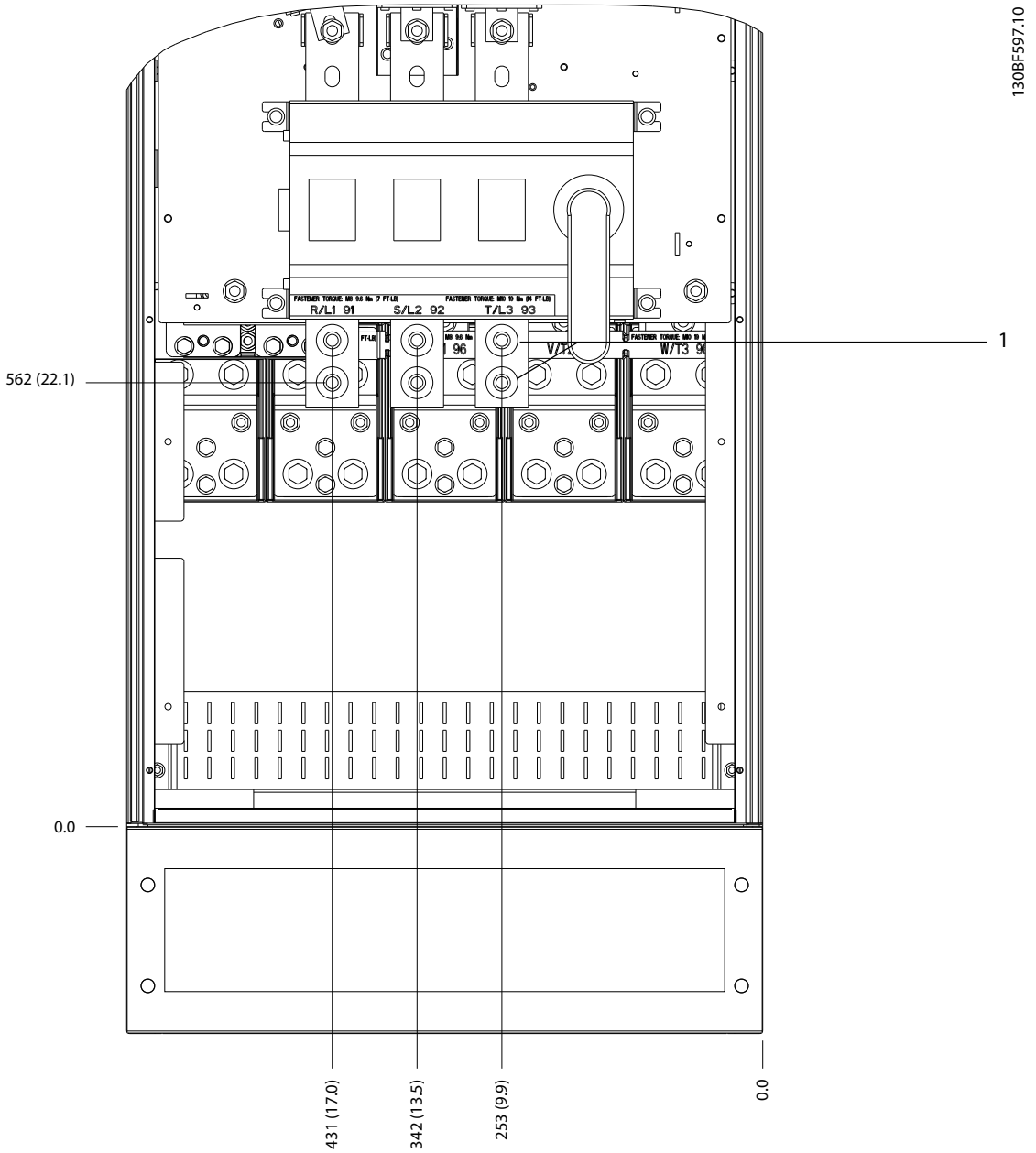
1	Nätplintar	3	Regenerativa plintar/lastdelningsplintar
2	Bromsplintar	4	Motorplintar

Bild 8.4 Plintmått för E1, framifrån



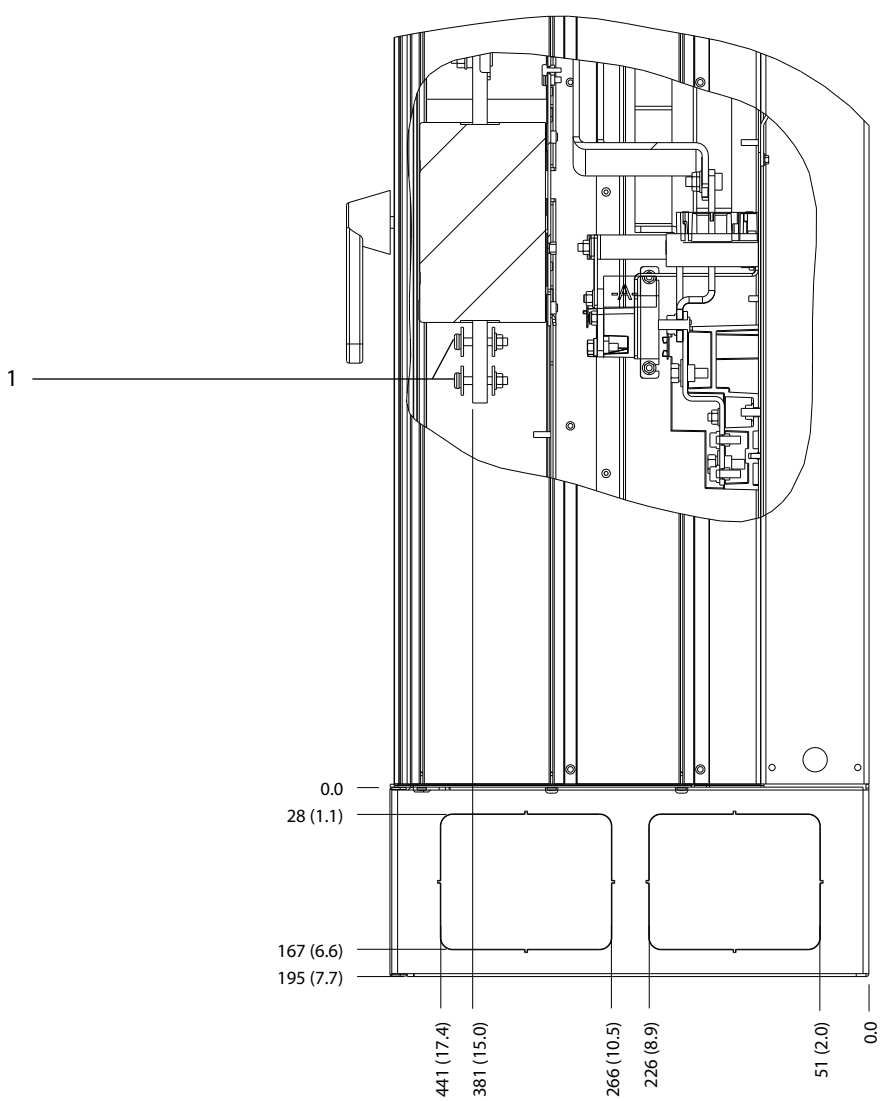
1	Nätplintar	2	Bromsplintar
3	Motorplintar	–	–

Bild 8.5 Plintmått för E1, från sidan



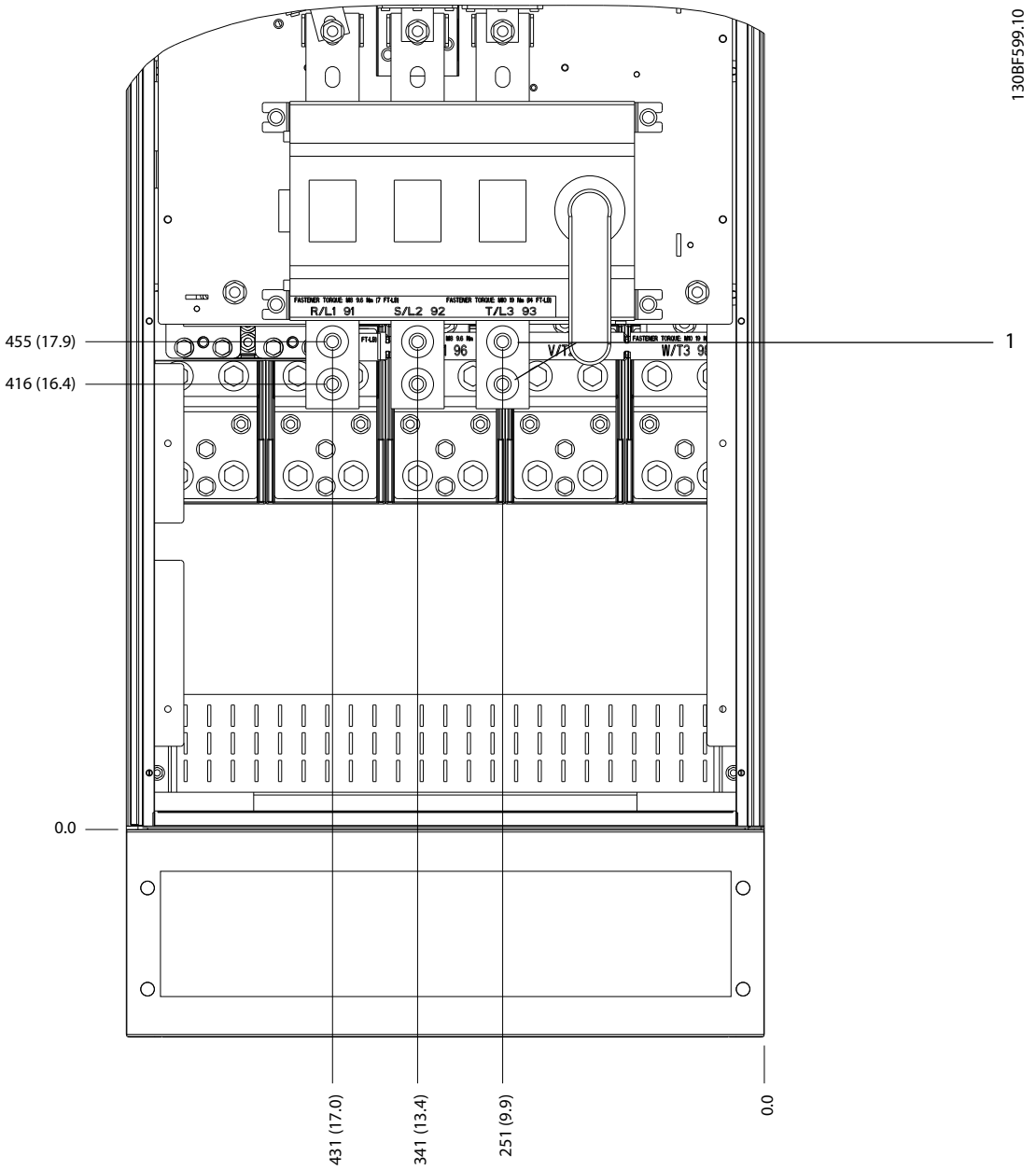
1	Nätplintar	–	–

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



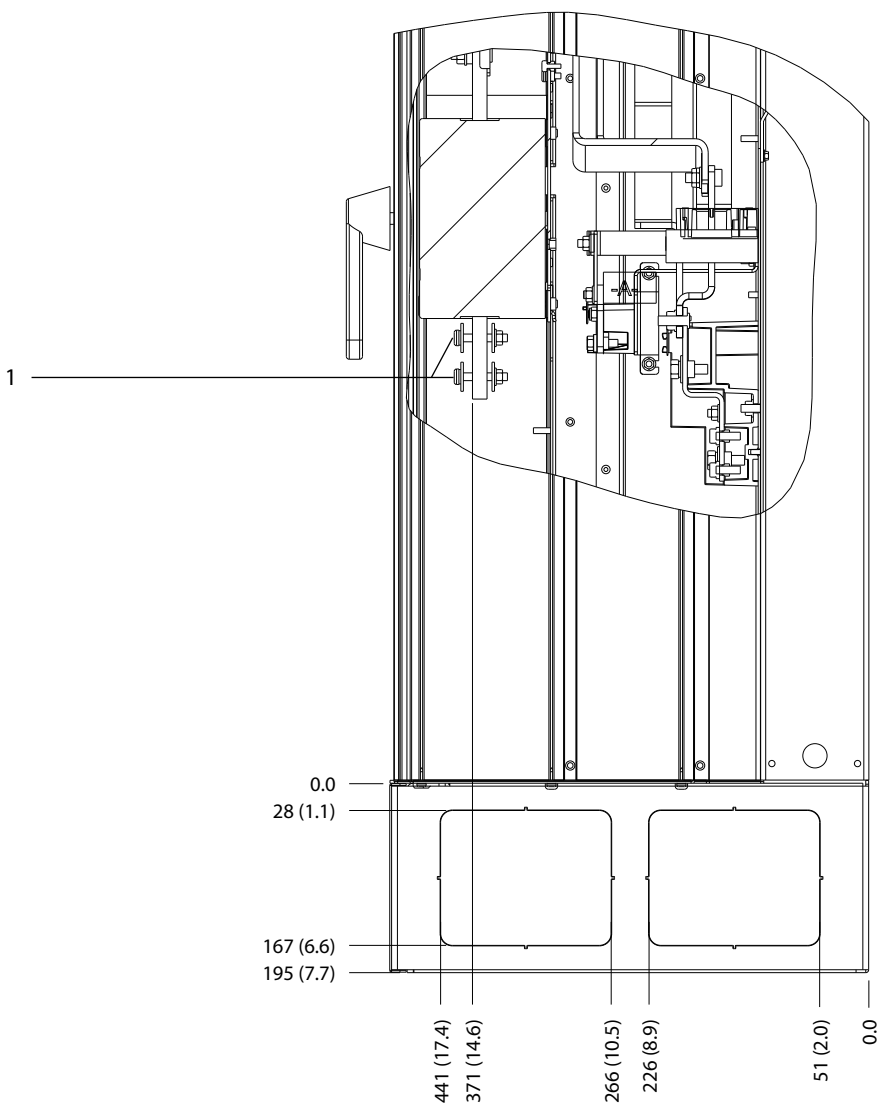
1	Nätplintar	–	–

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



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

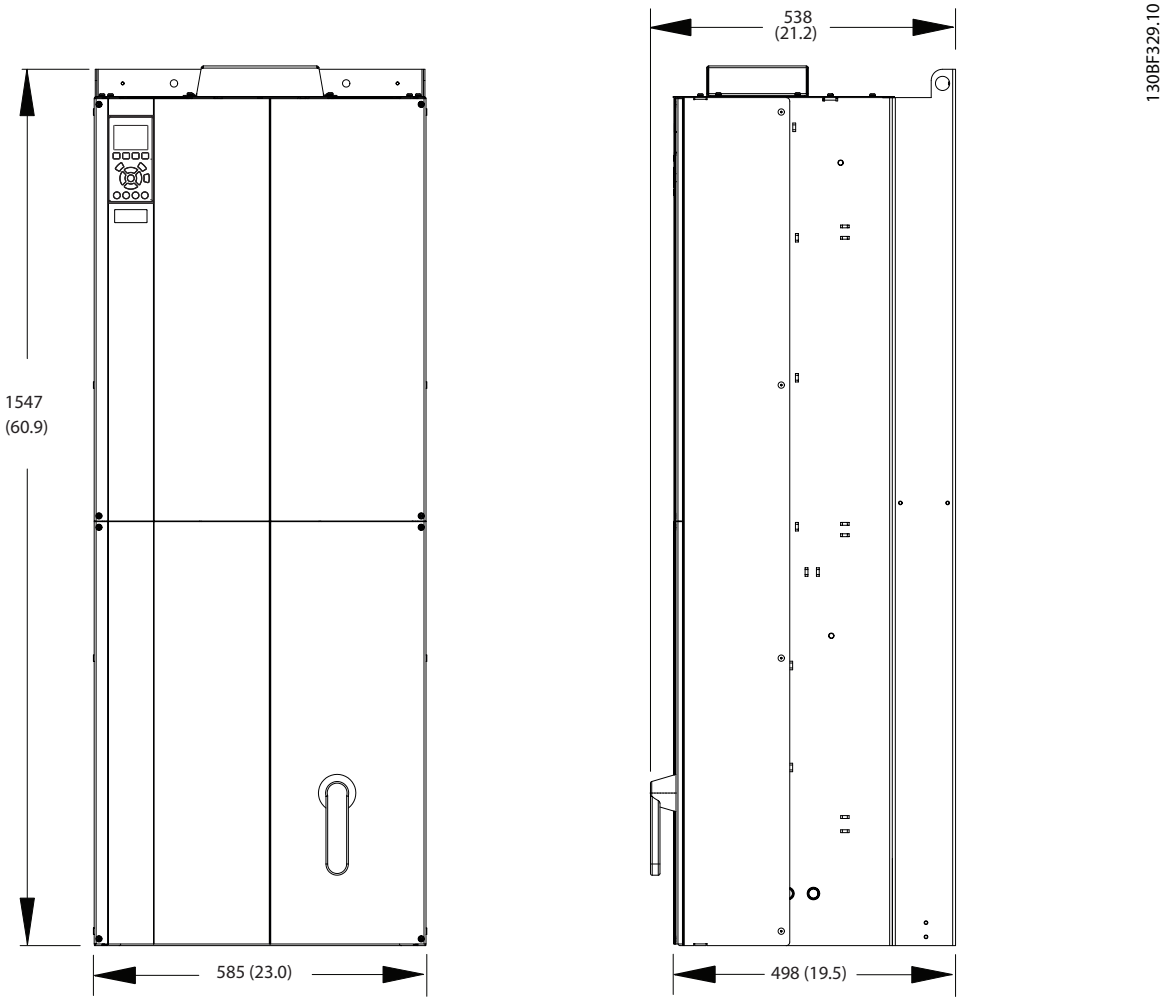
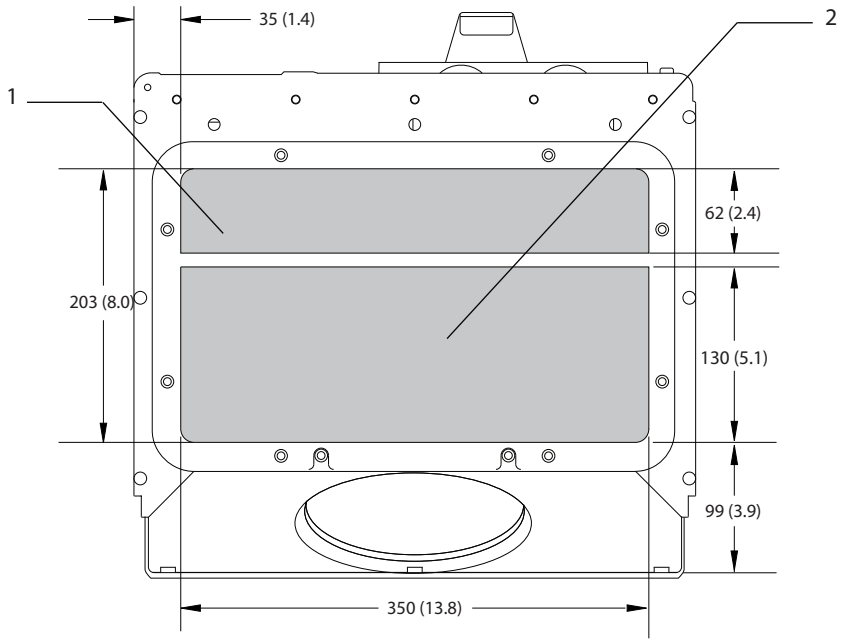


Bild 8.10 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för E2



1	Nätsida	2	Motorsida

Bild 8.11 Kabelförskruvningsplåtens 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.

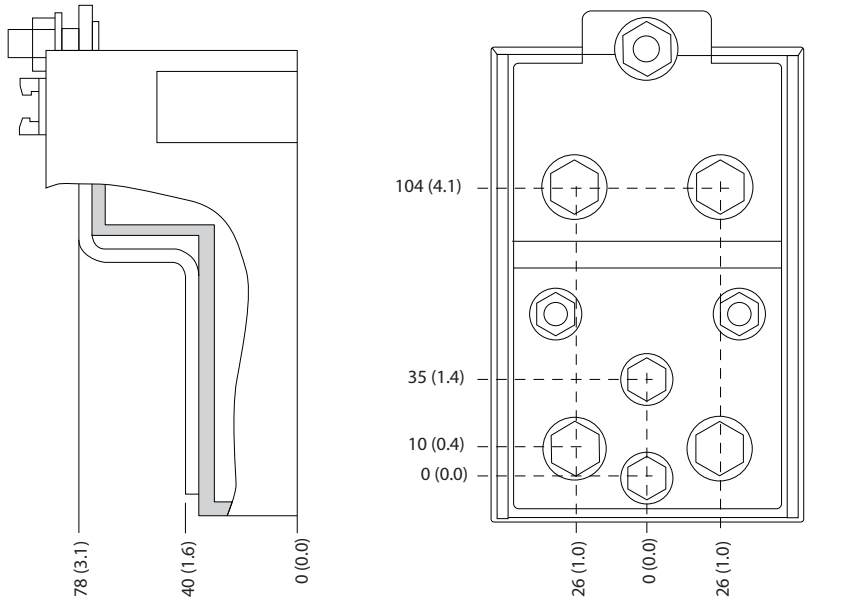
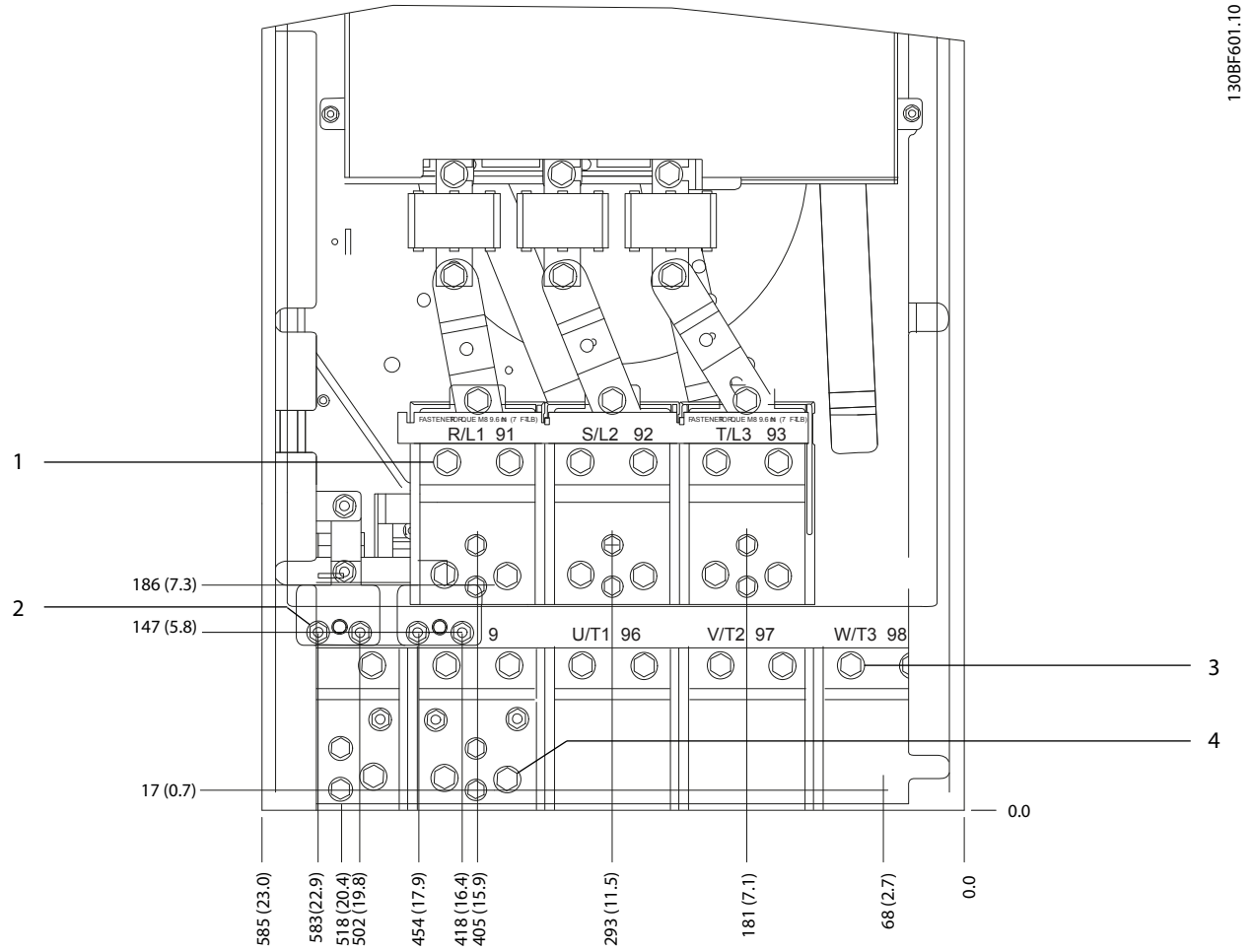
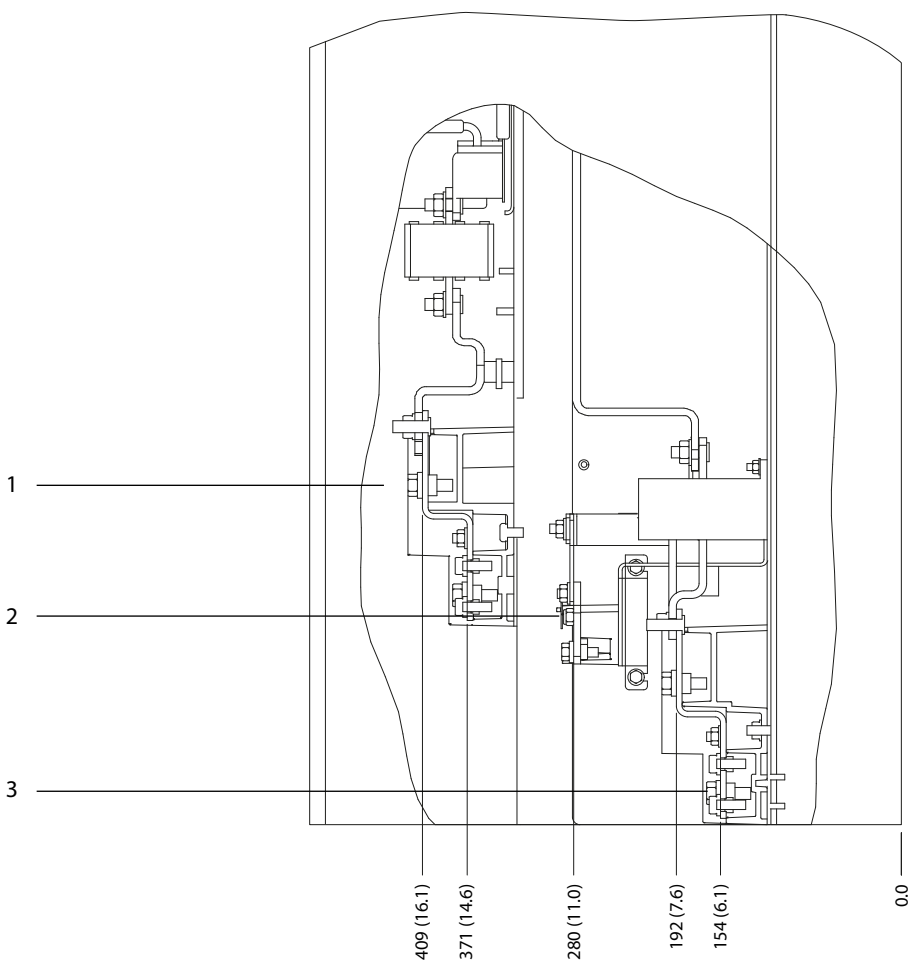


Bild 8.12 Detaljerade plintmått för E1/E2



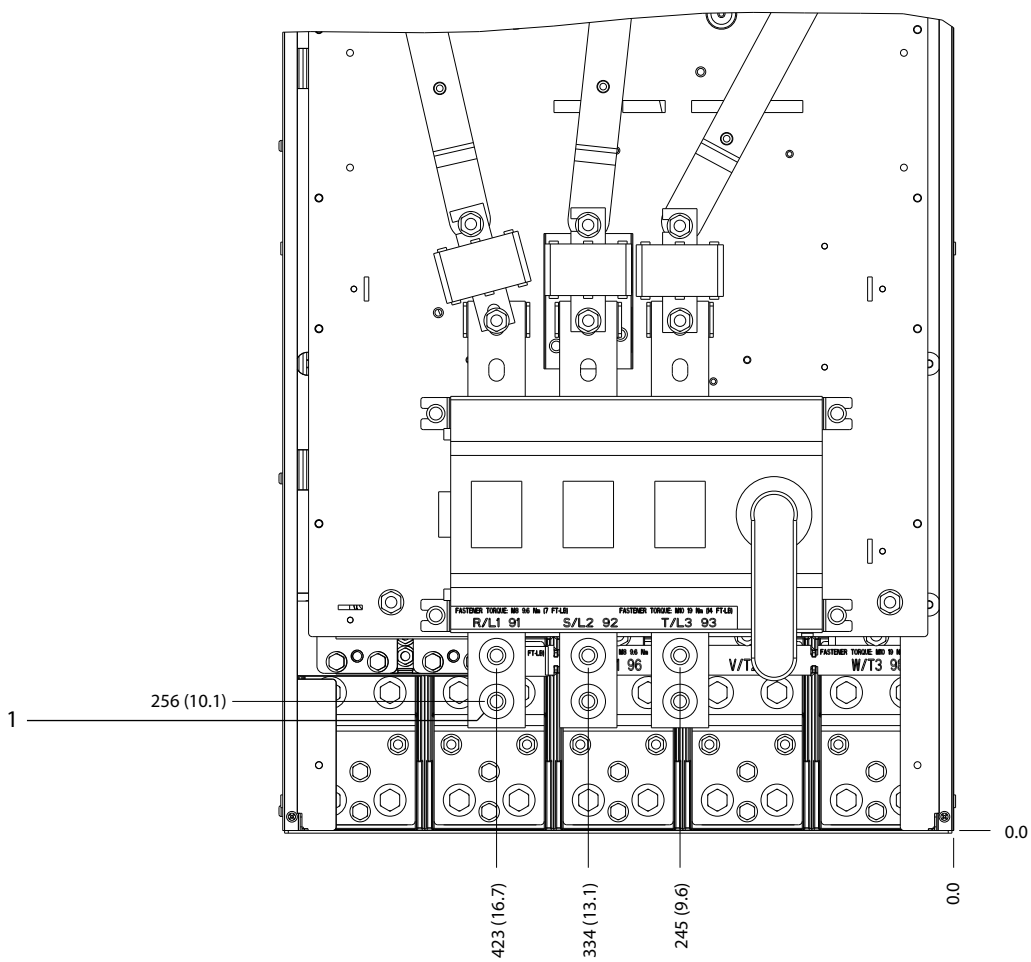
1	Nätplintar	3	Motorplintar
2	Bromsplintar	4	Regenerativa plintar/lastdelningsplintar

Bild 8.13 Plintmått för E2, framifrån



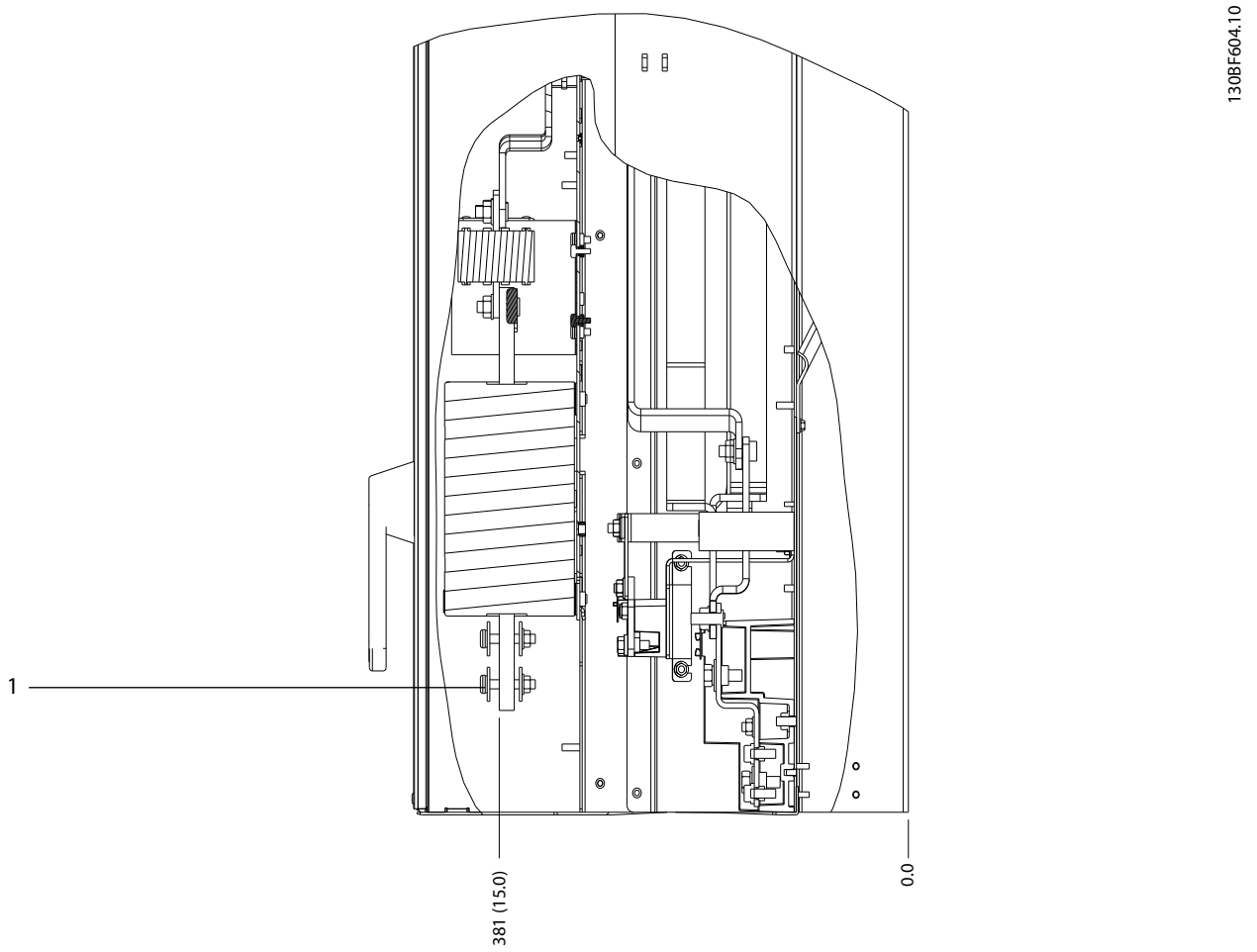
1	Nätplintar	2	Bromsplintar
3	Motorplintar	–	–

Bild 8.14 Plintmått för E2, från sidan



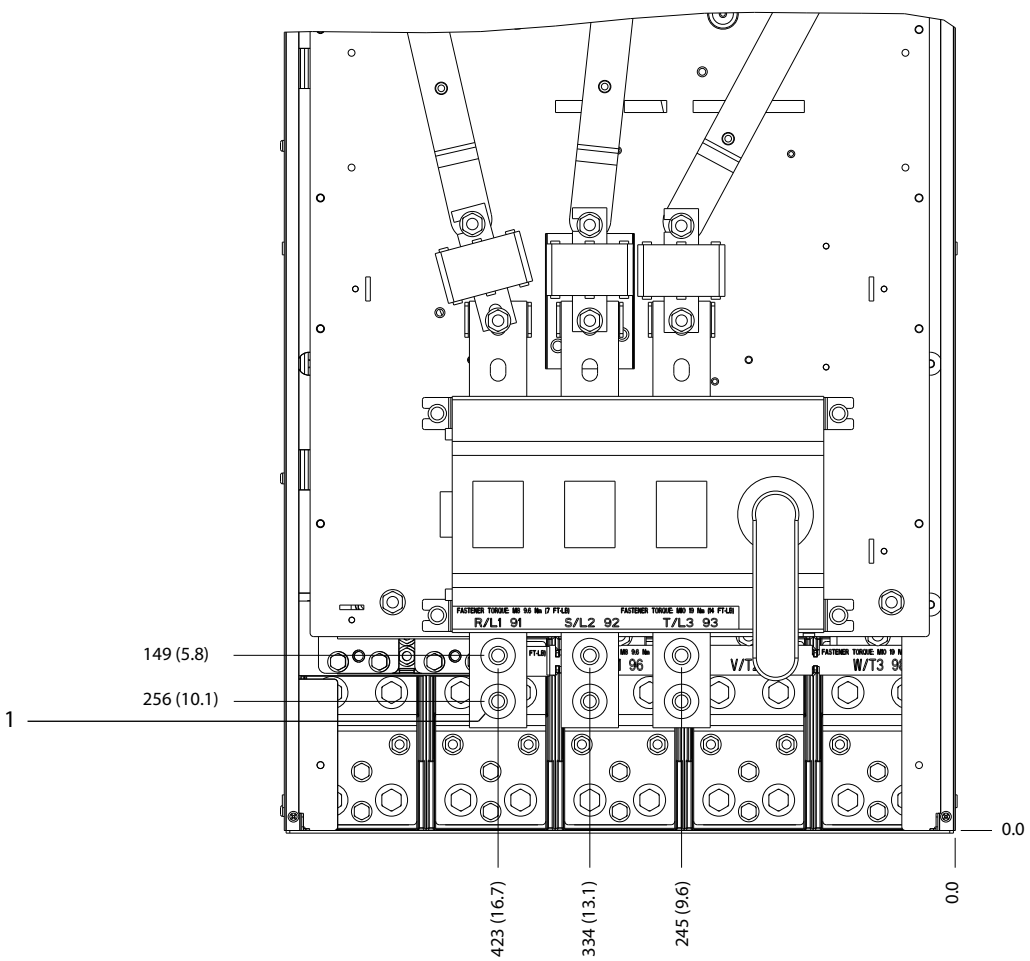
1	Nätplintar	–	–

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



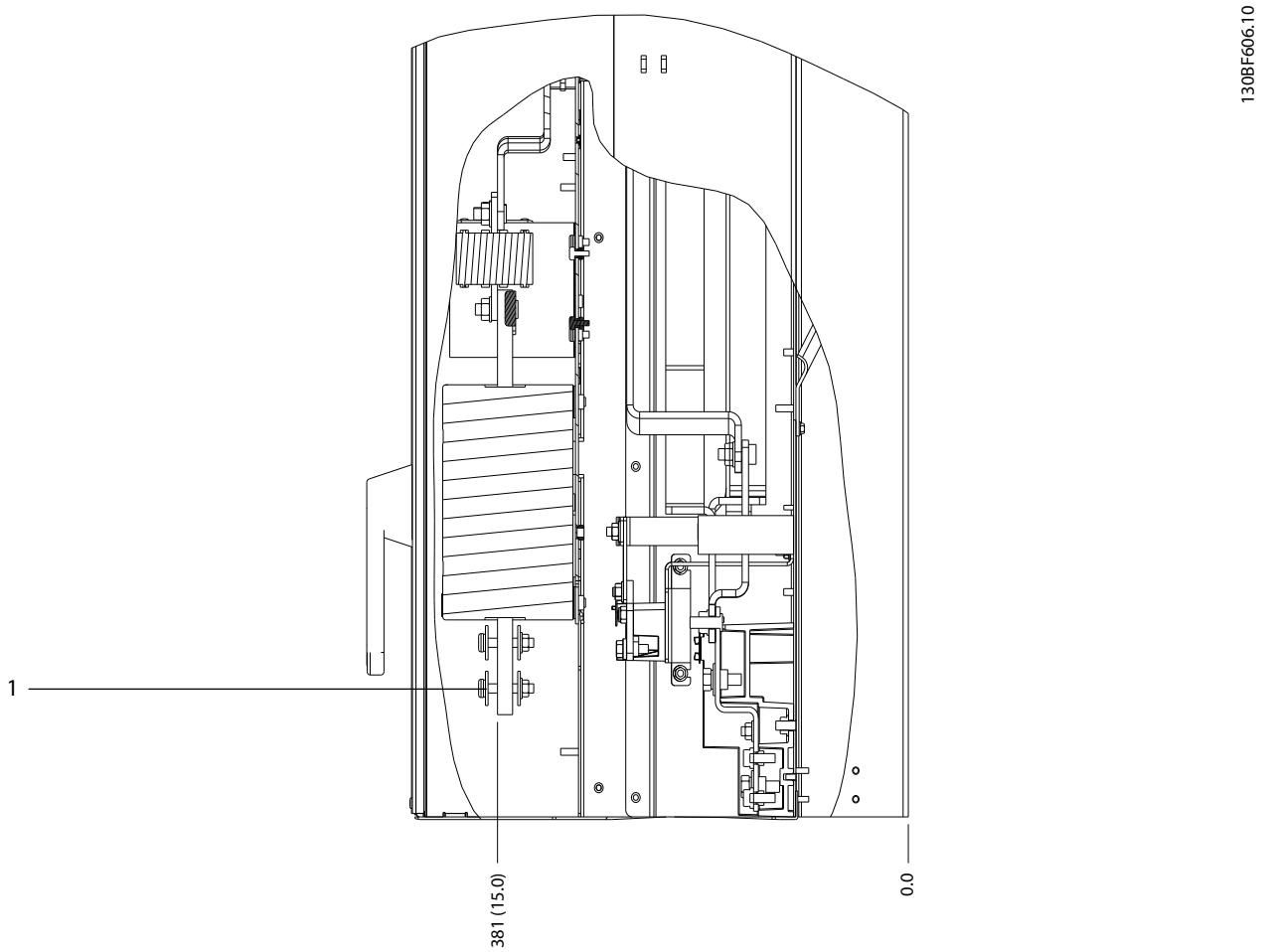
1	Nätplintar	–	–

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



1	Nätplintar	–	–

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



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

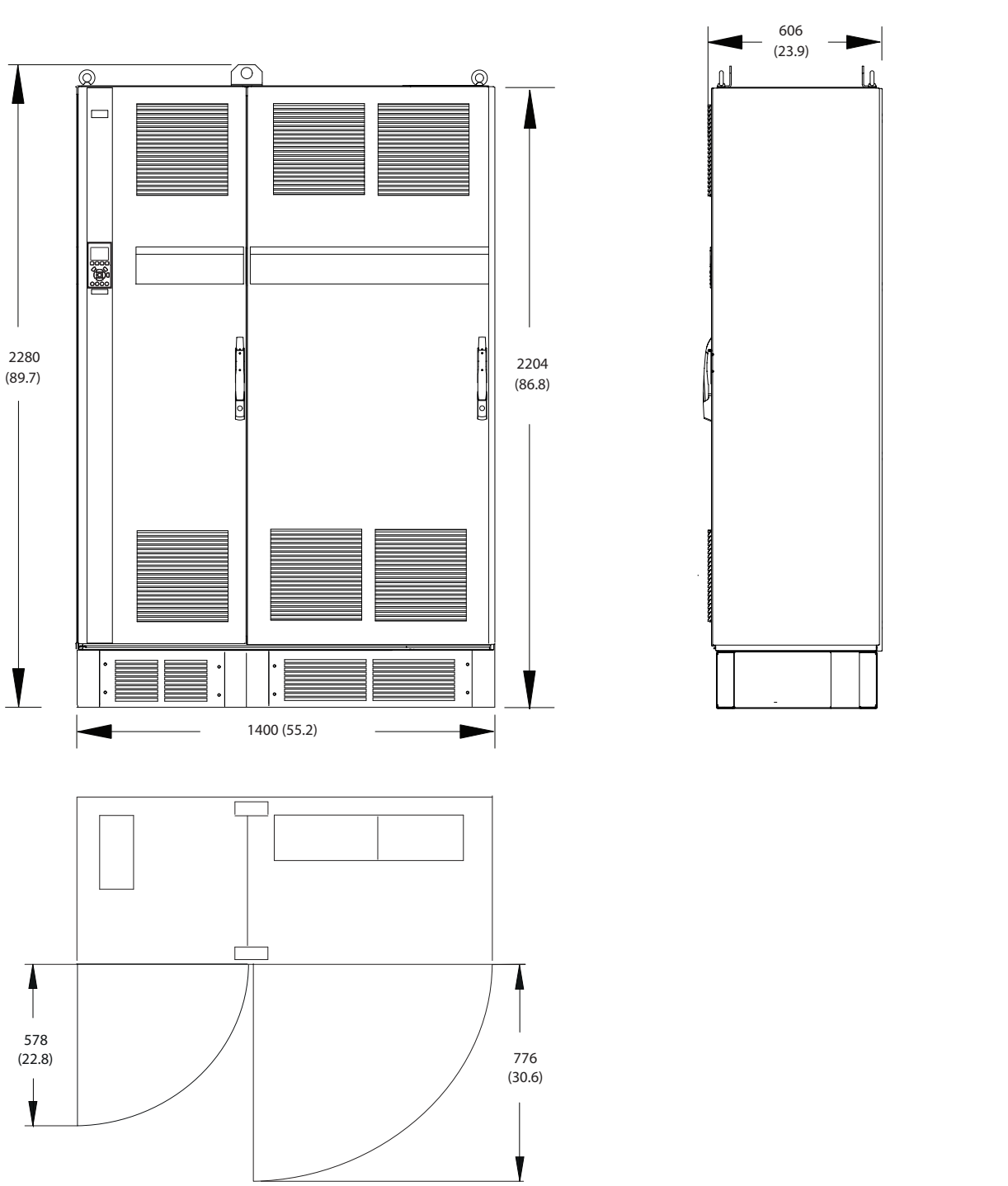
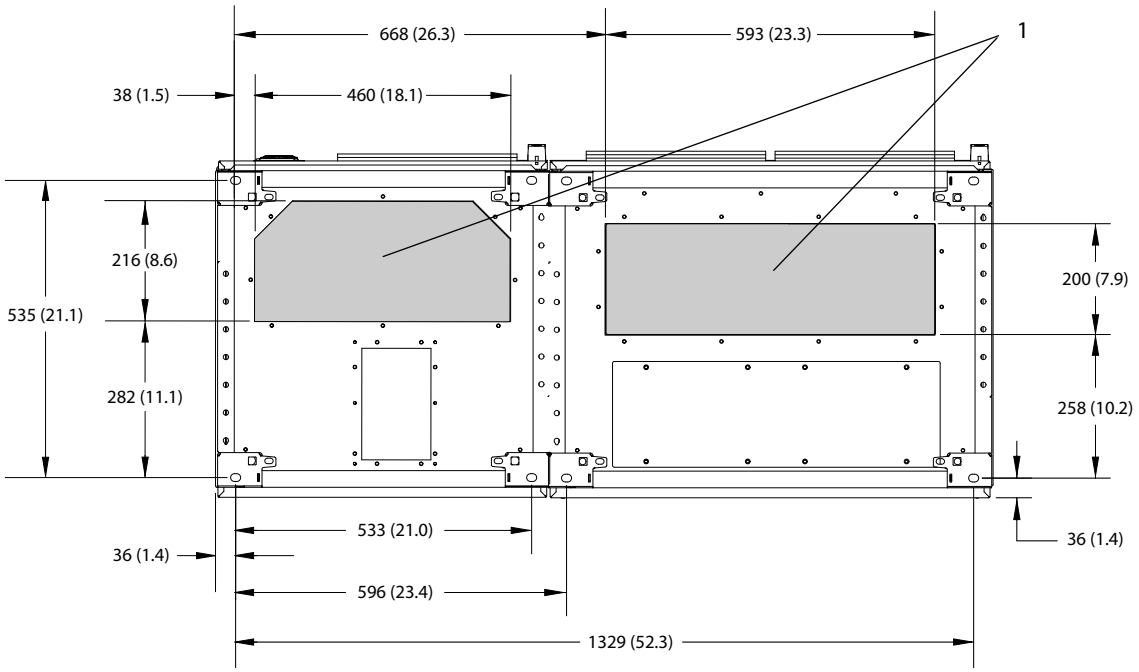


Bild 8.19 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för F1

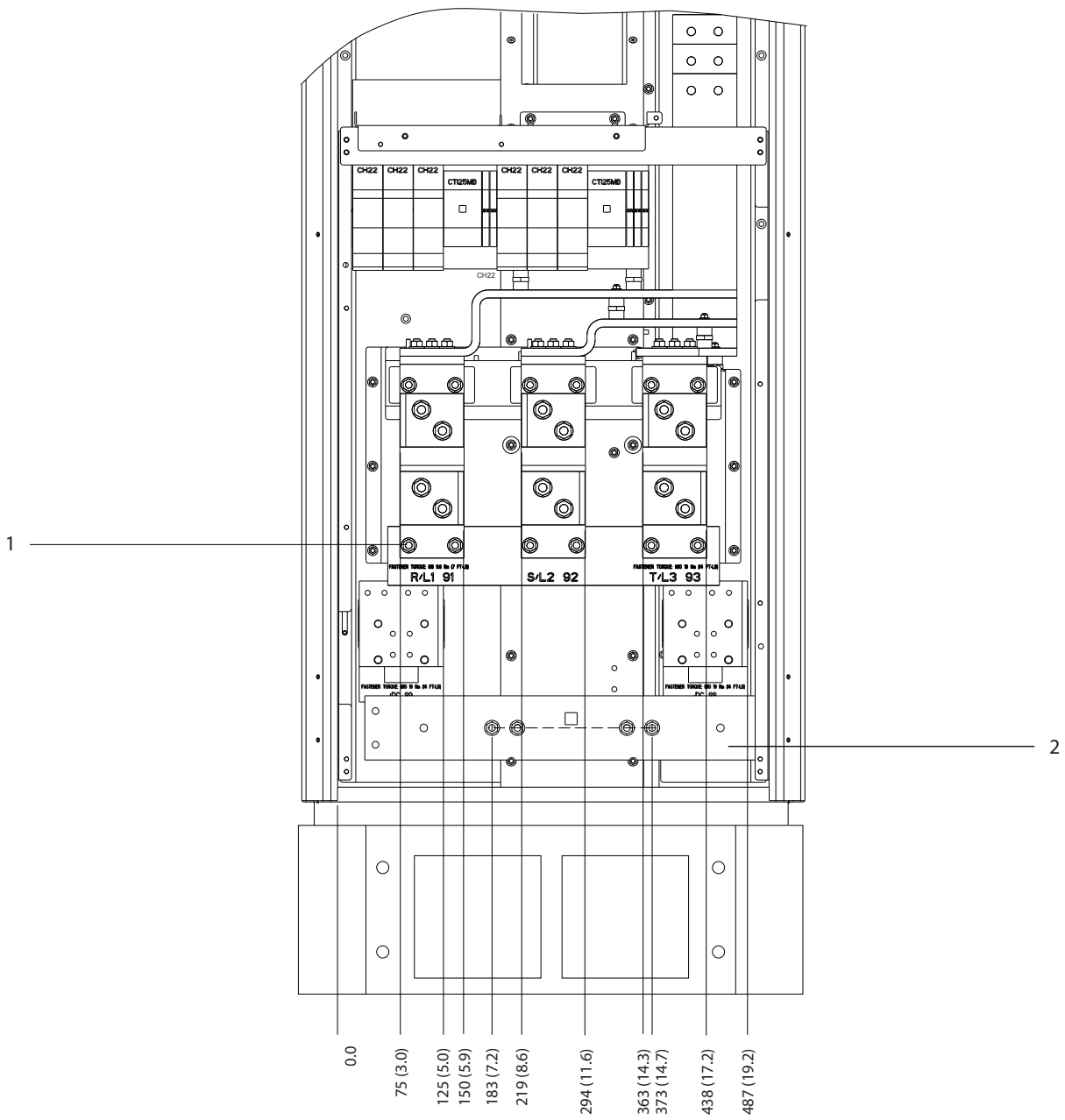


1	Nätsida	2	Motorsida

Bild 8.20 Kabelförskruvningsplåtens mått för F1

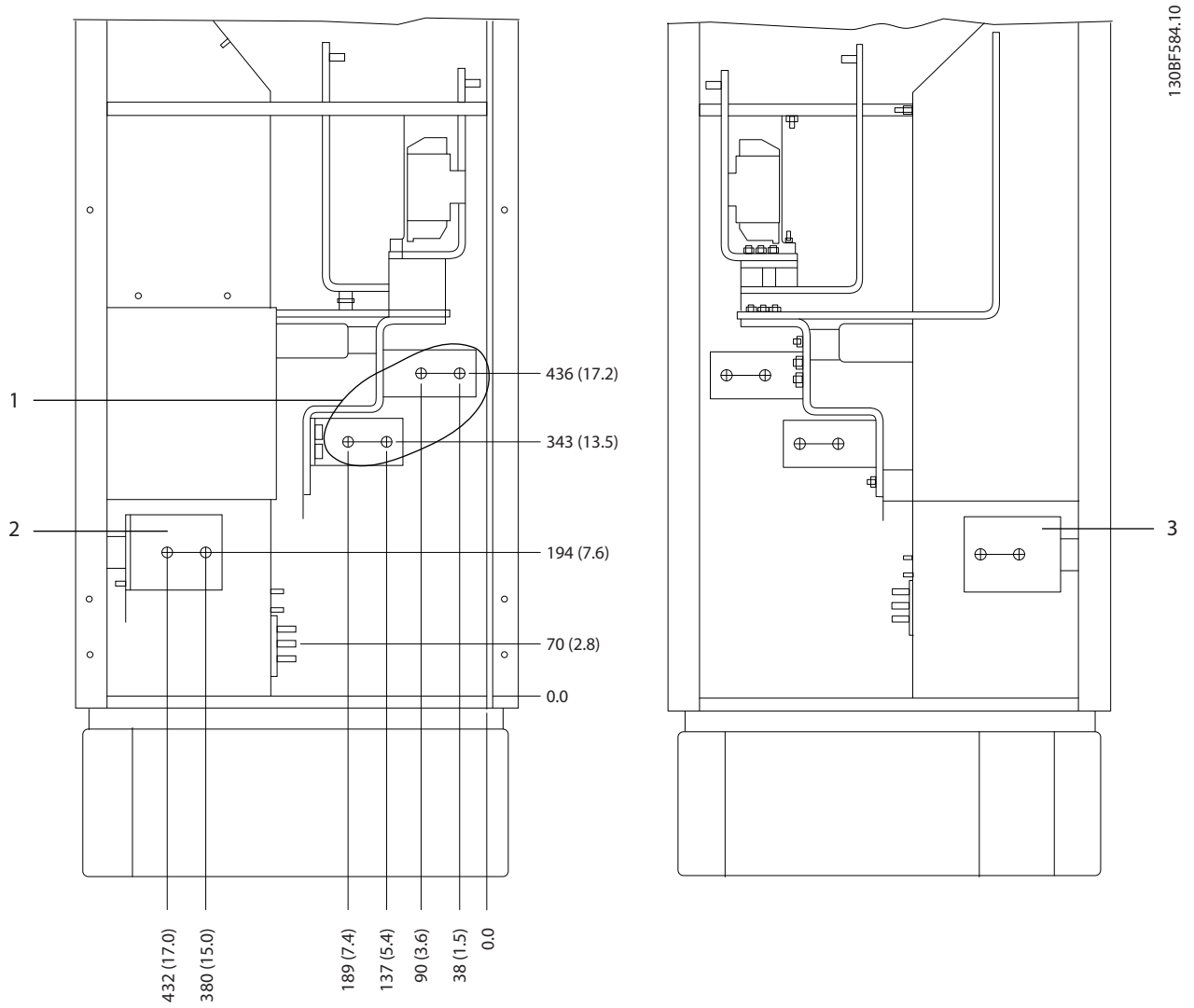
8.3.2 Plintmått för F1

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.



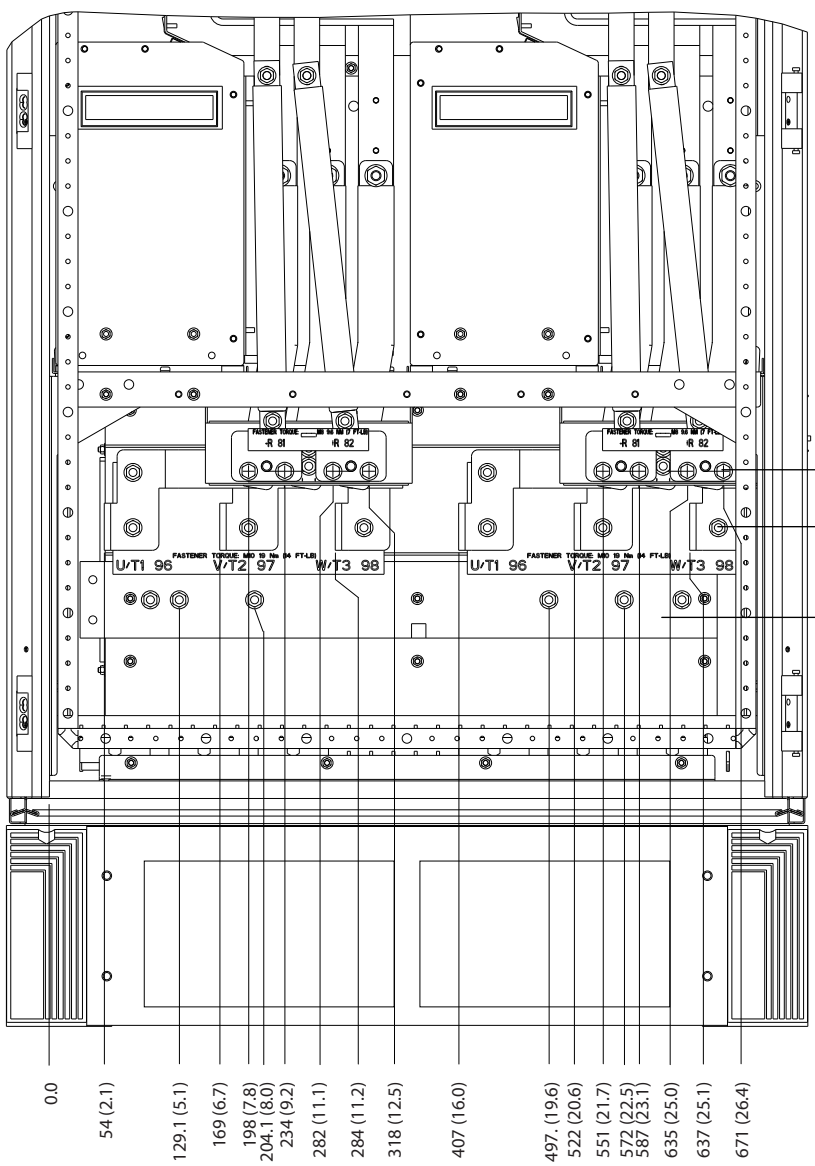
1	Nätplintar	2	Jordskena

Bild 8.21 Plintmått för likriktarskåp F1–F4, framifrån



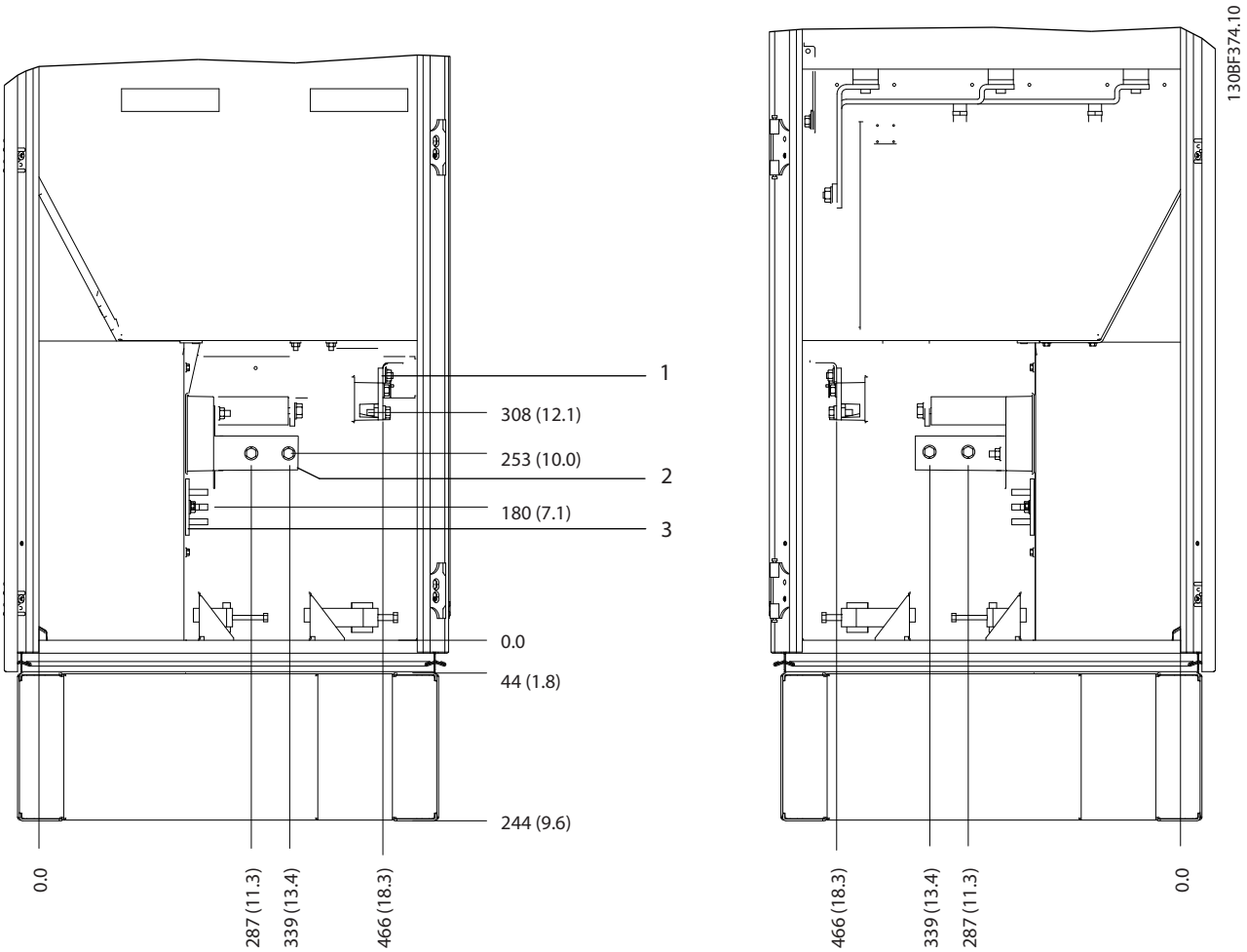
1	Nätplintar	3	Lastdelningsplintar (–)
2	Lastdelningsplintar (+)	–	–

Bild 8.22 Plintmått för likriktarskåp F1–F2, från sidan



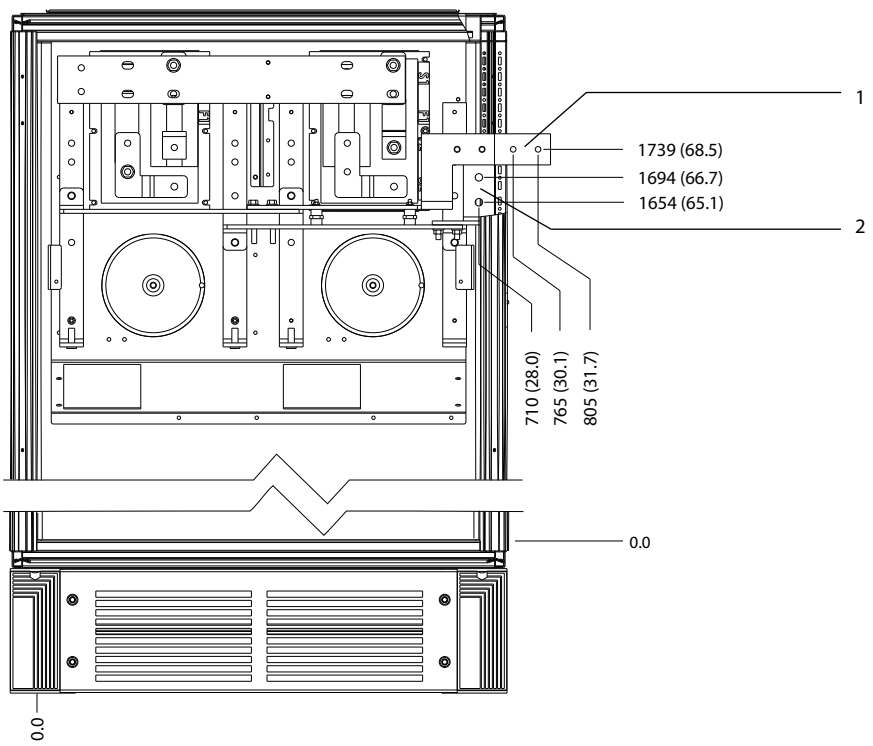
1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	–	–

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

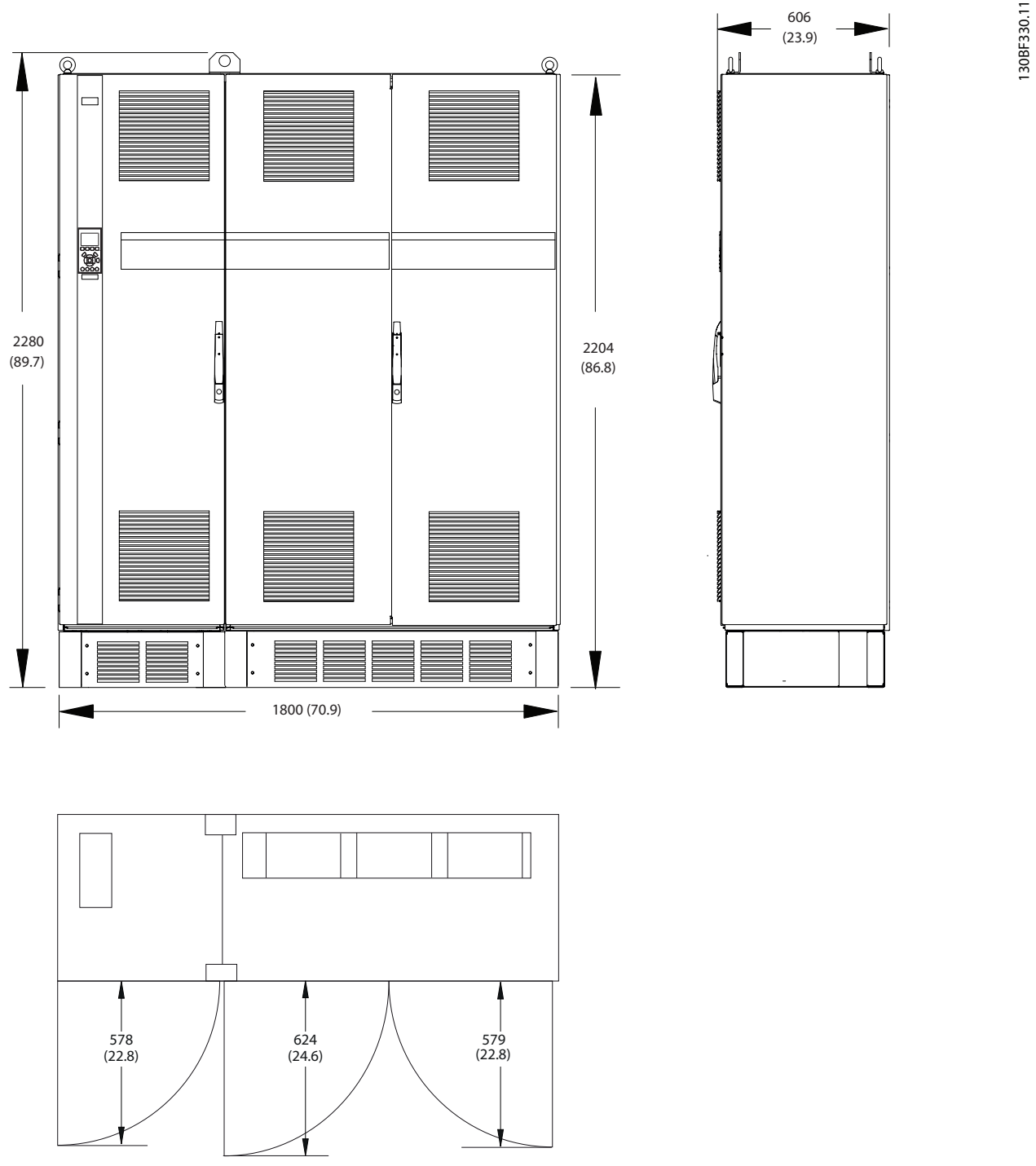
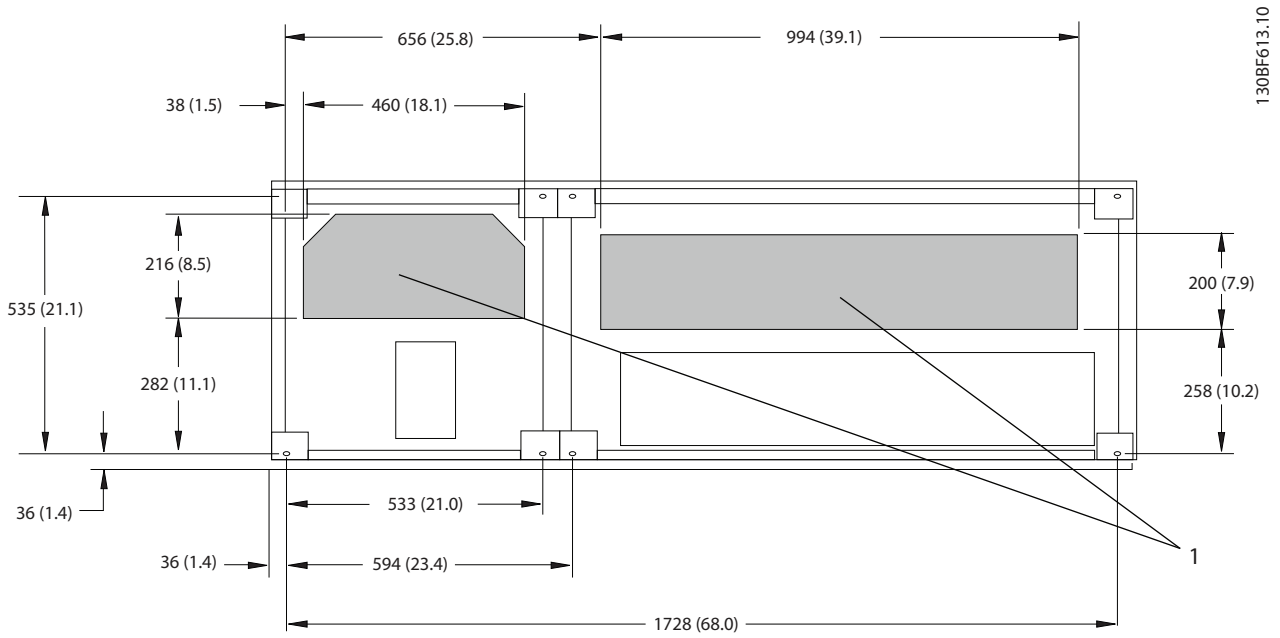


Bild 8.26 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för F2

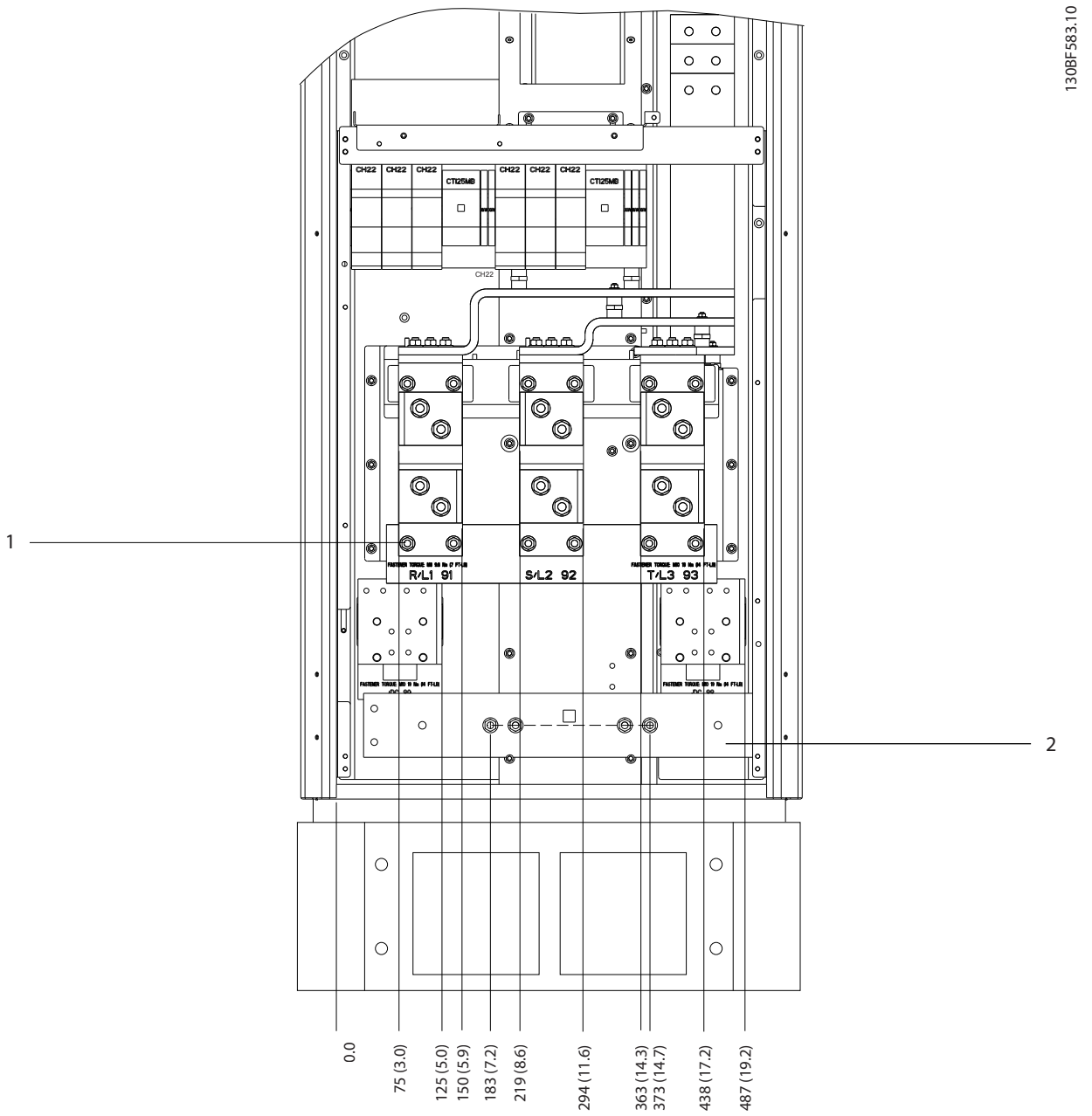


1	Nätsida	2	Motorsida

Bild 8.27 Kabelförskruvningsplåtens mått för F2

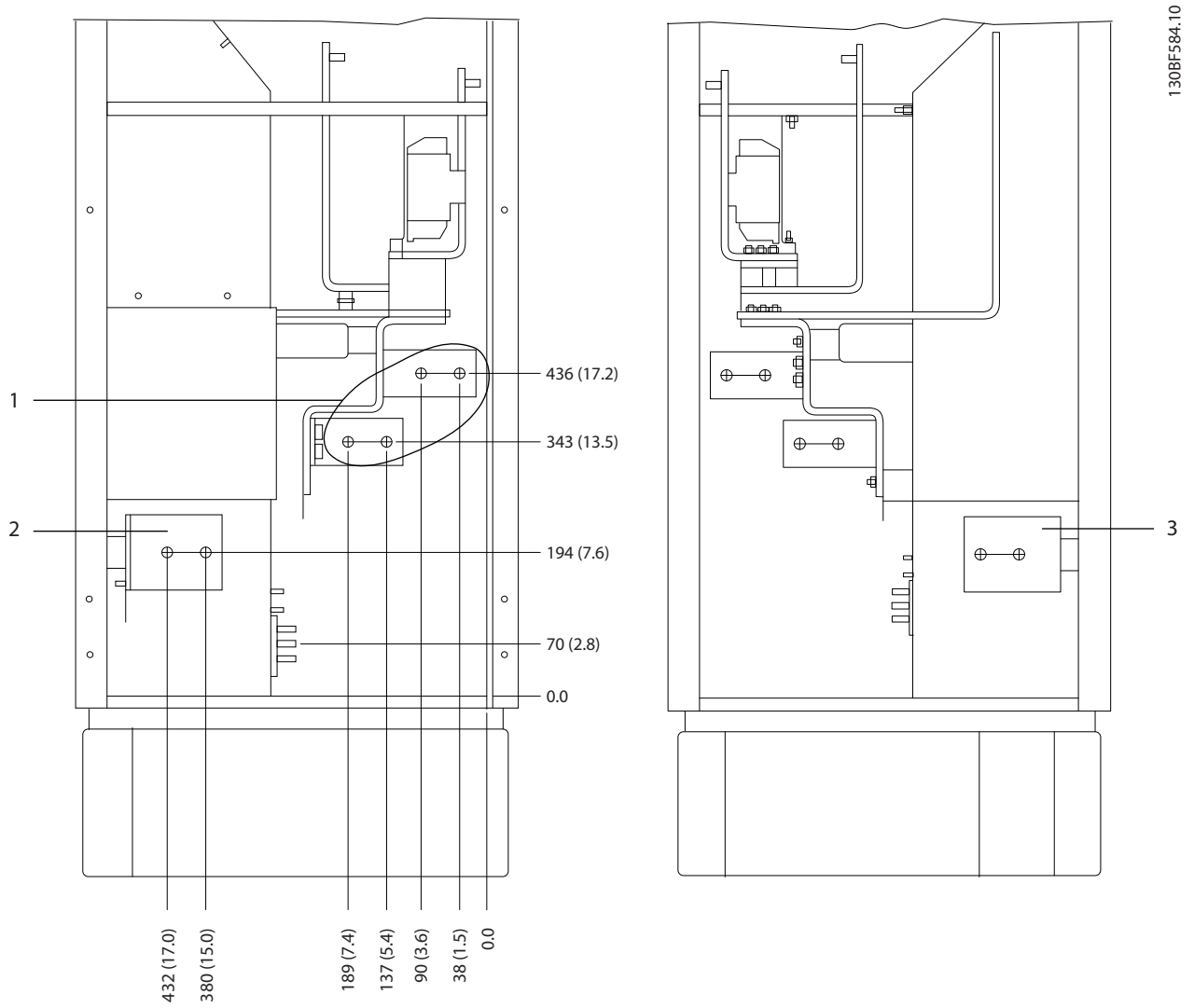
8.4.2 Plintmått för F2

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.



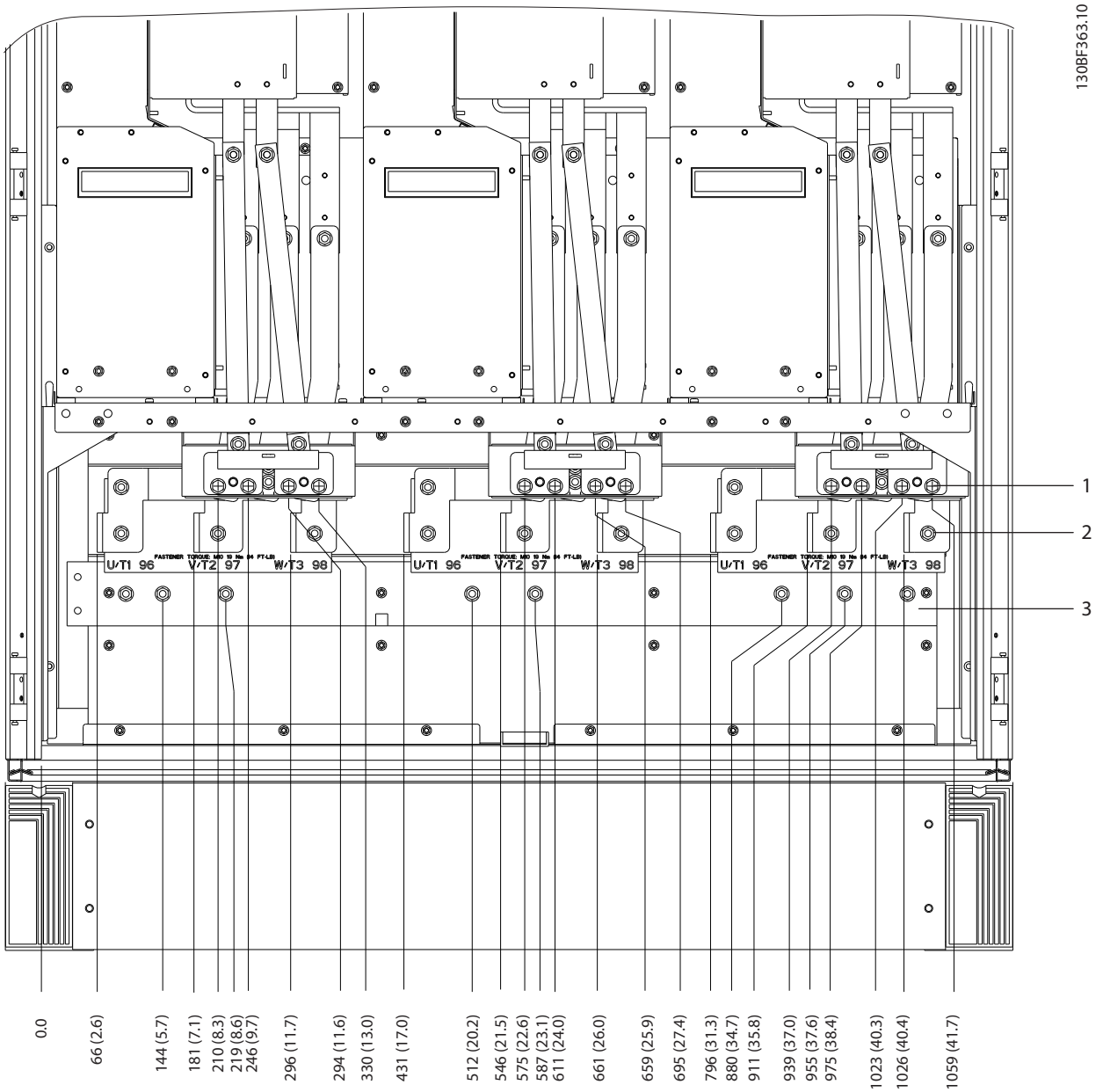
1	Nätplintar	2	Jordskena

Bild 8.28 Plintmått för likriktarskåp F1–F4, framifrån



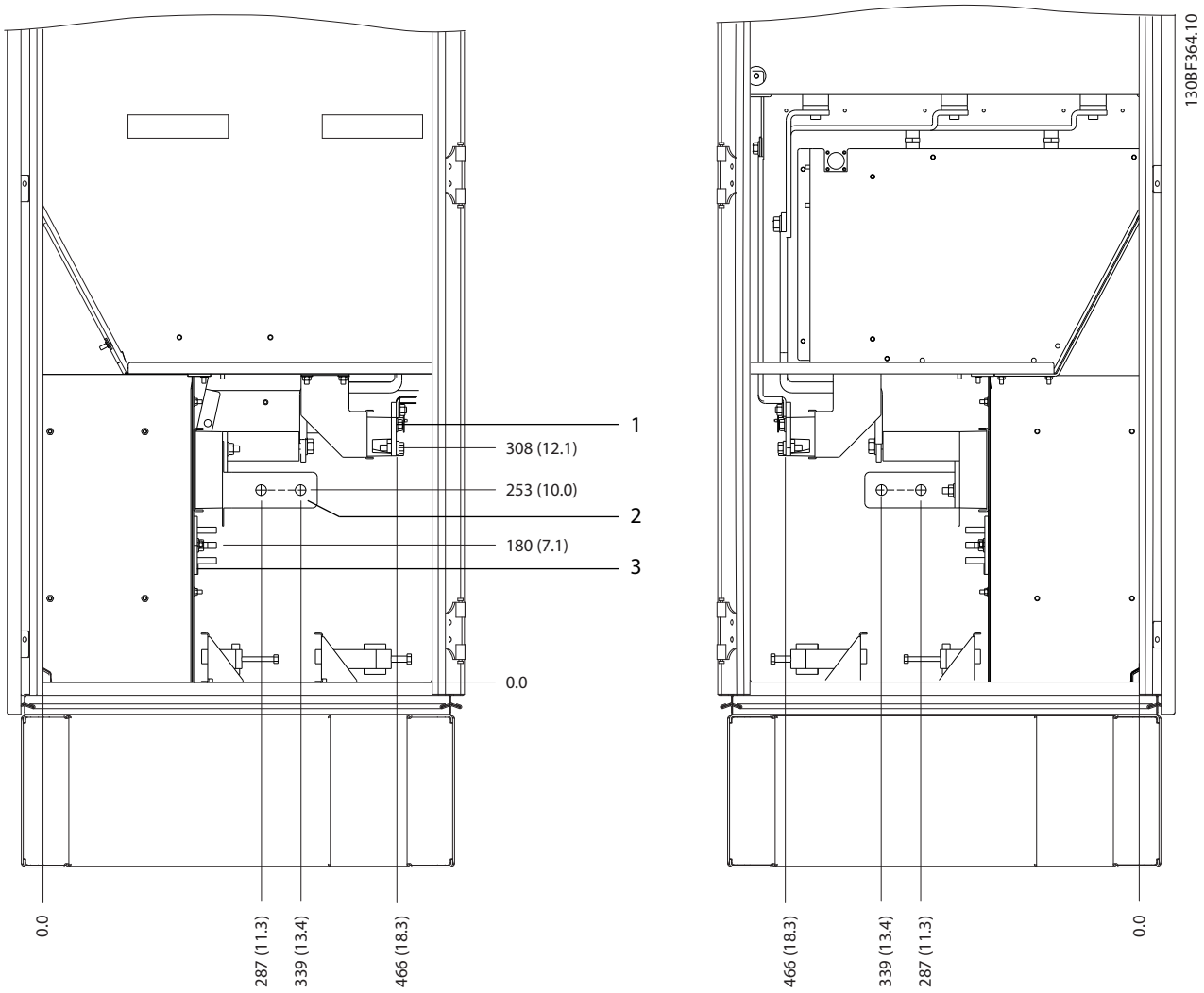
1	Nätplintar	3	Lastdelningsplintar (–)
2	Lastdelningsplintar (+)	–	–

Bild 8.29 Plintmått för likriktarskåp F1–F2, från sidan



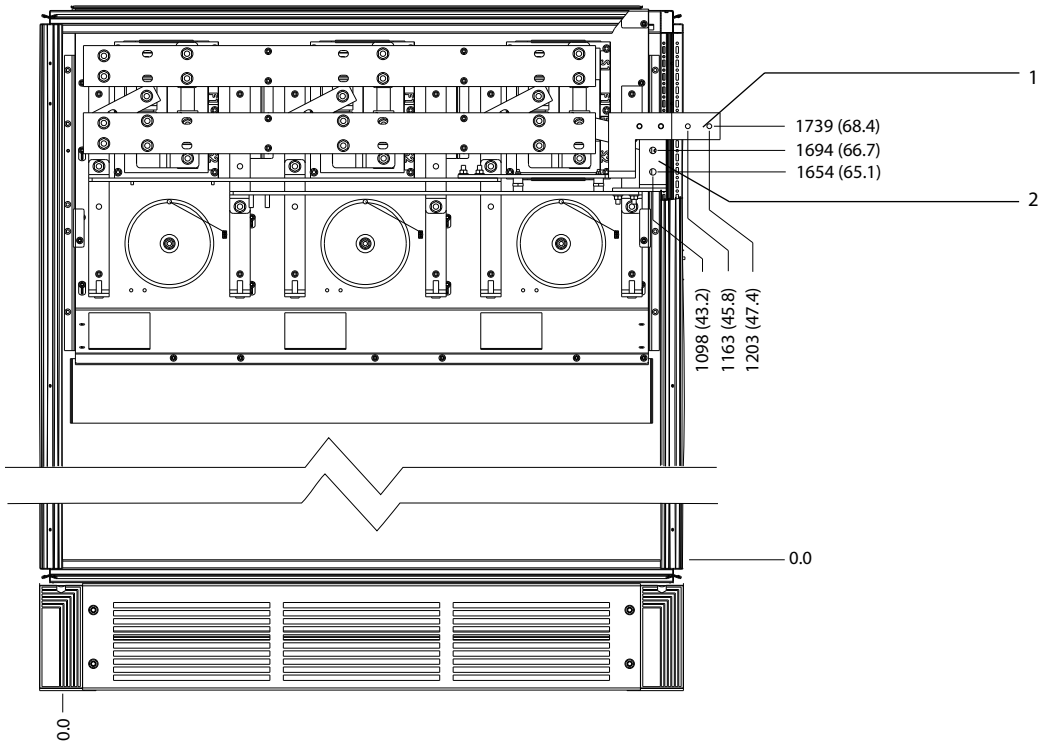
1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	–	–

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



1	DC –	2	DC +

Bild 8.32 Plintmått för regenereringsplintar F2/F4, framifrån

8.5 Yttre mått och plintmått för F3

8.5.1 Yttre mått för F3

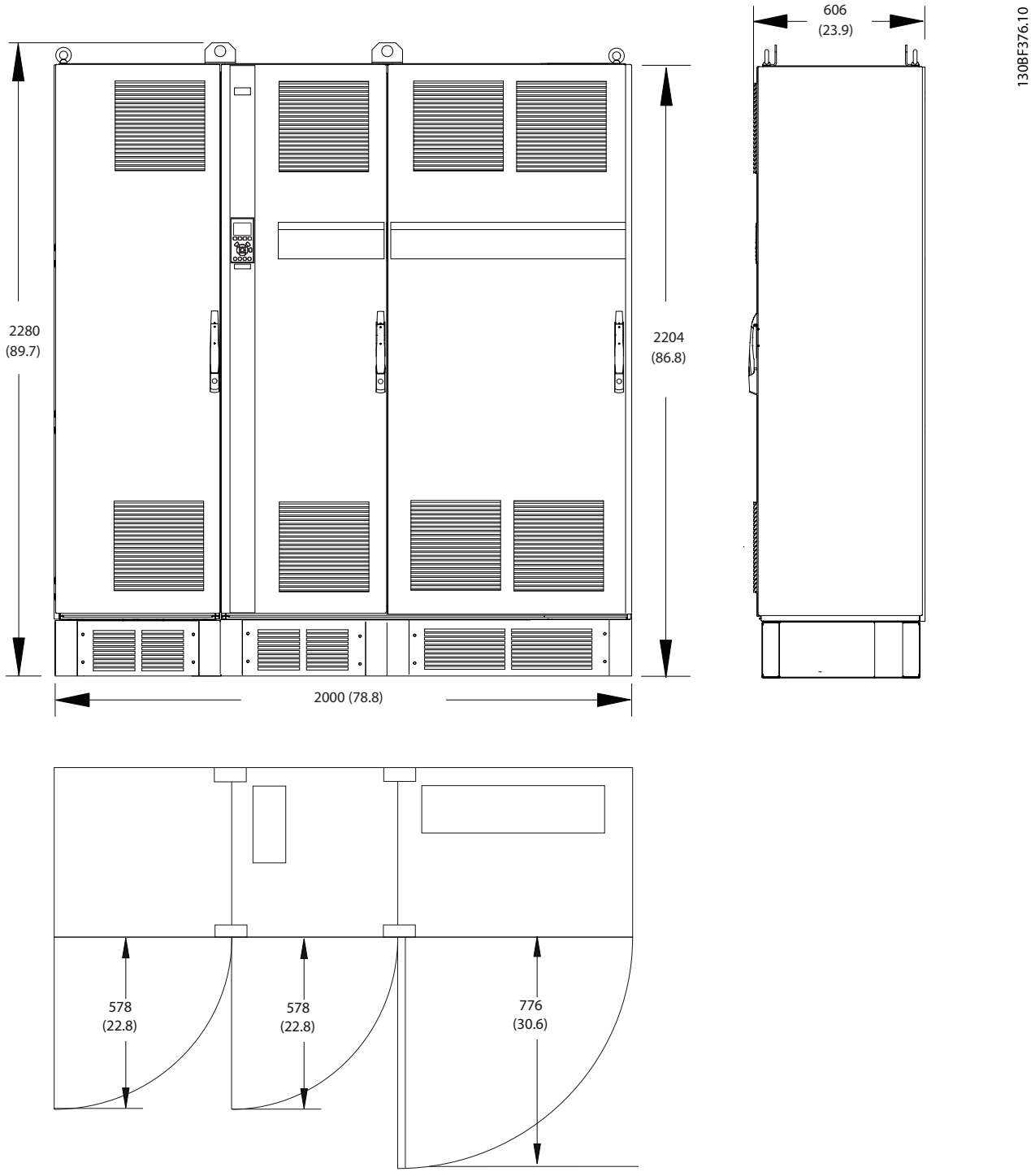
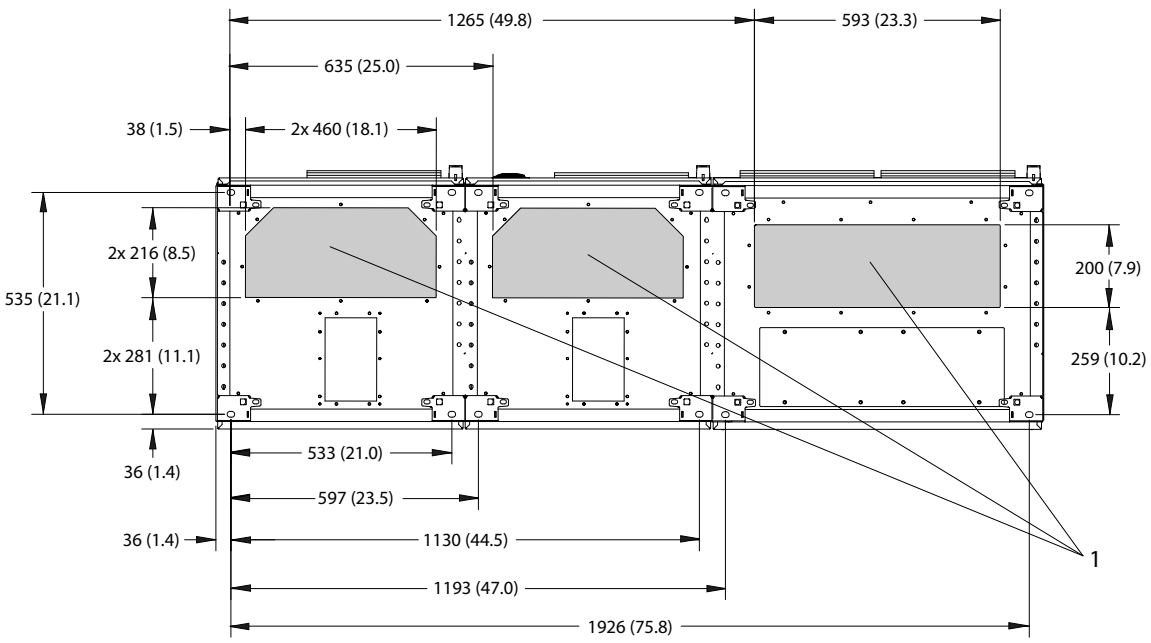


Bild 8.33 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för F3

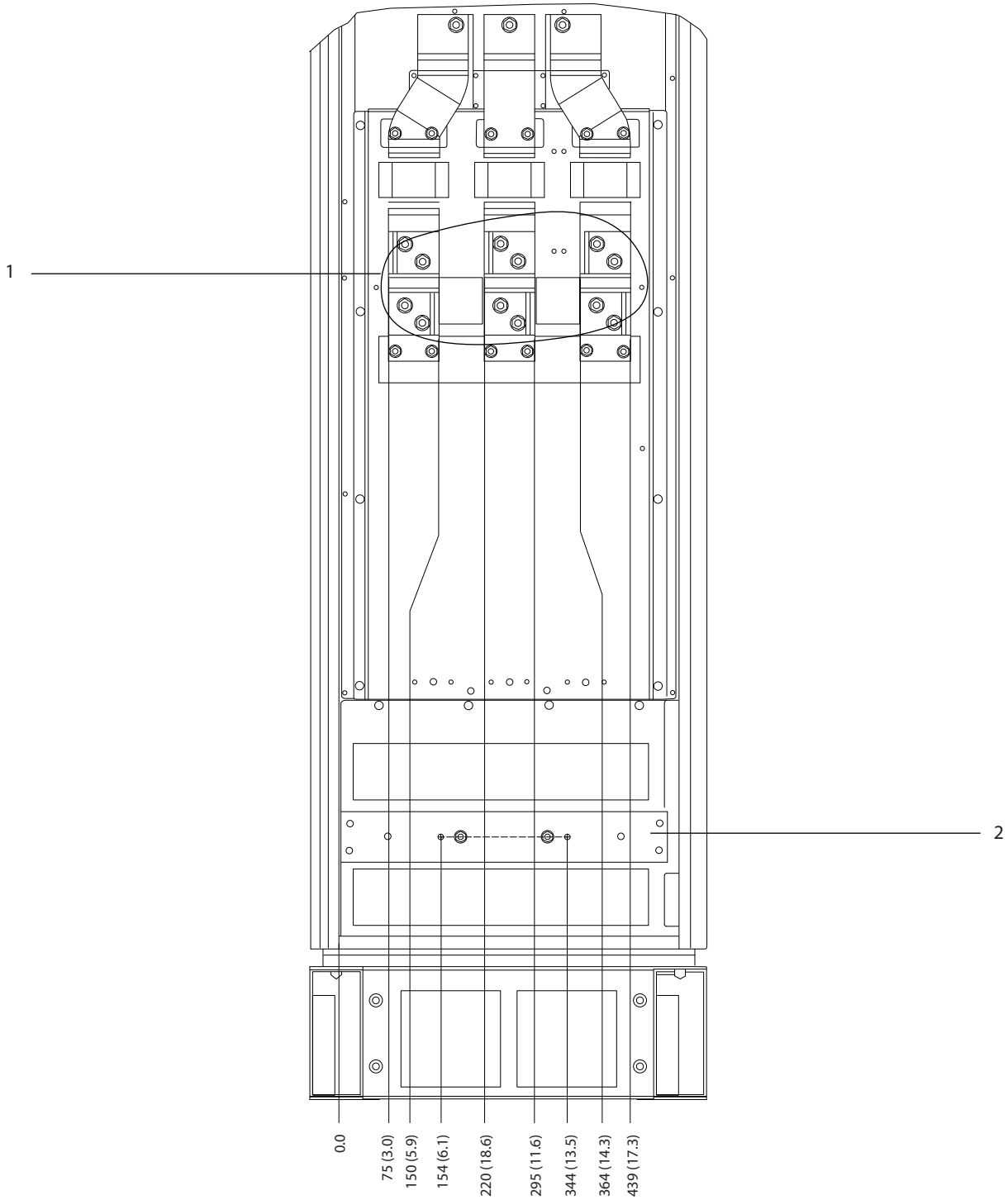


1	Nätsida	2	Motorsida

Bild 8.34 Kabelförskruvningsplåtens mått för F3

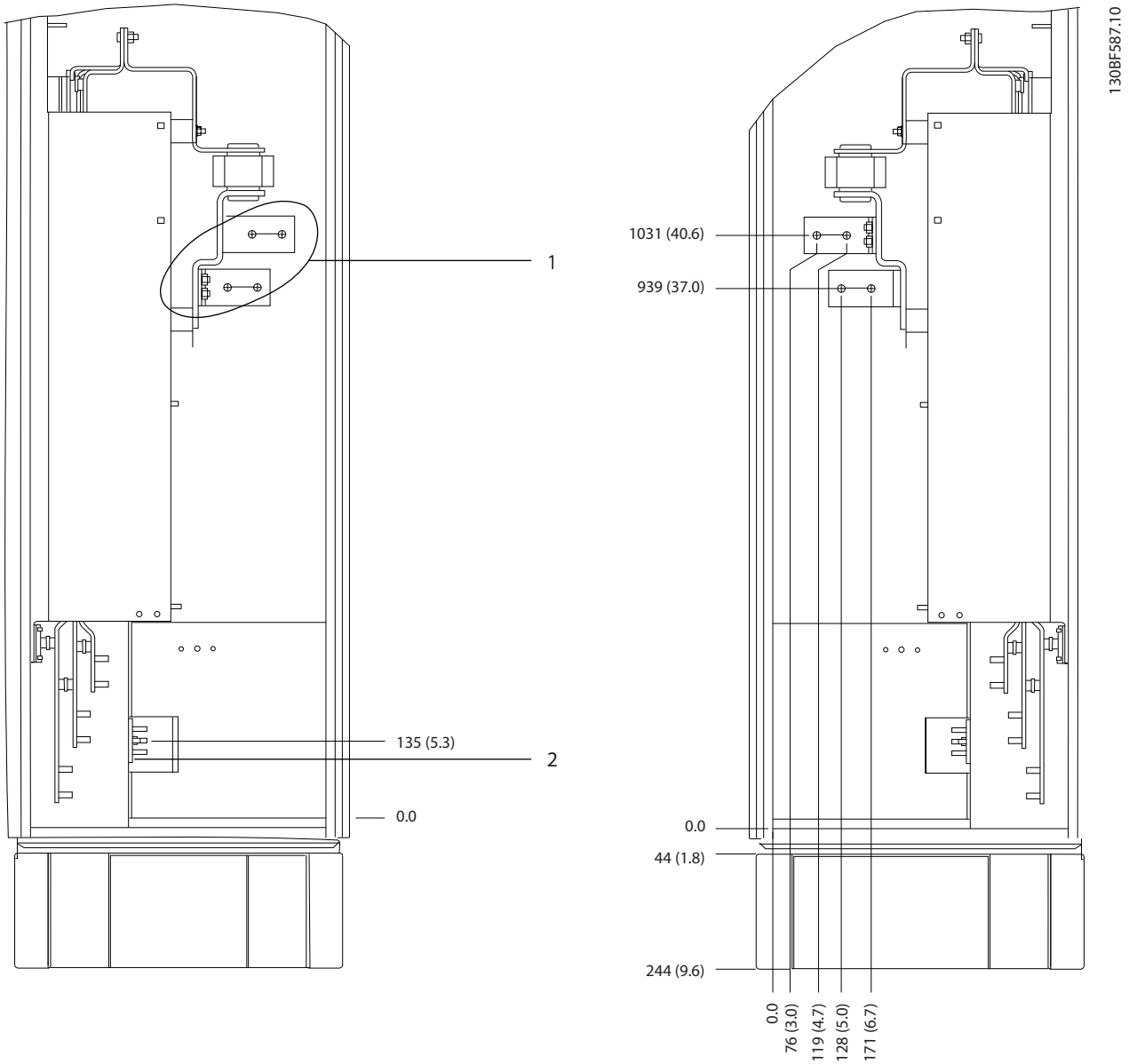
8.5.2 Plintmått för F3

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.



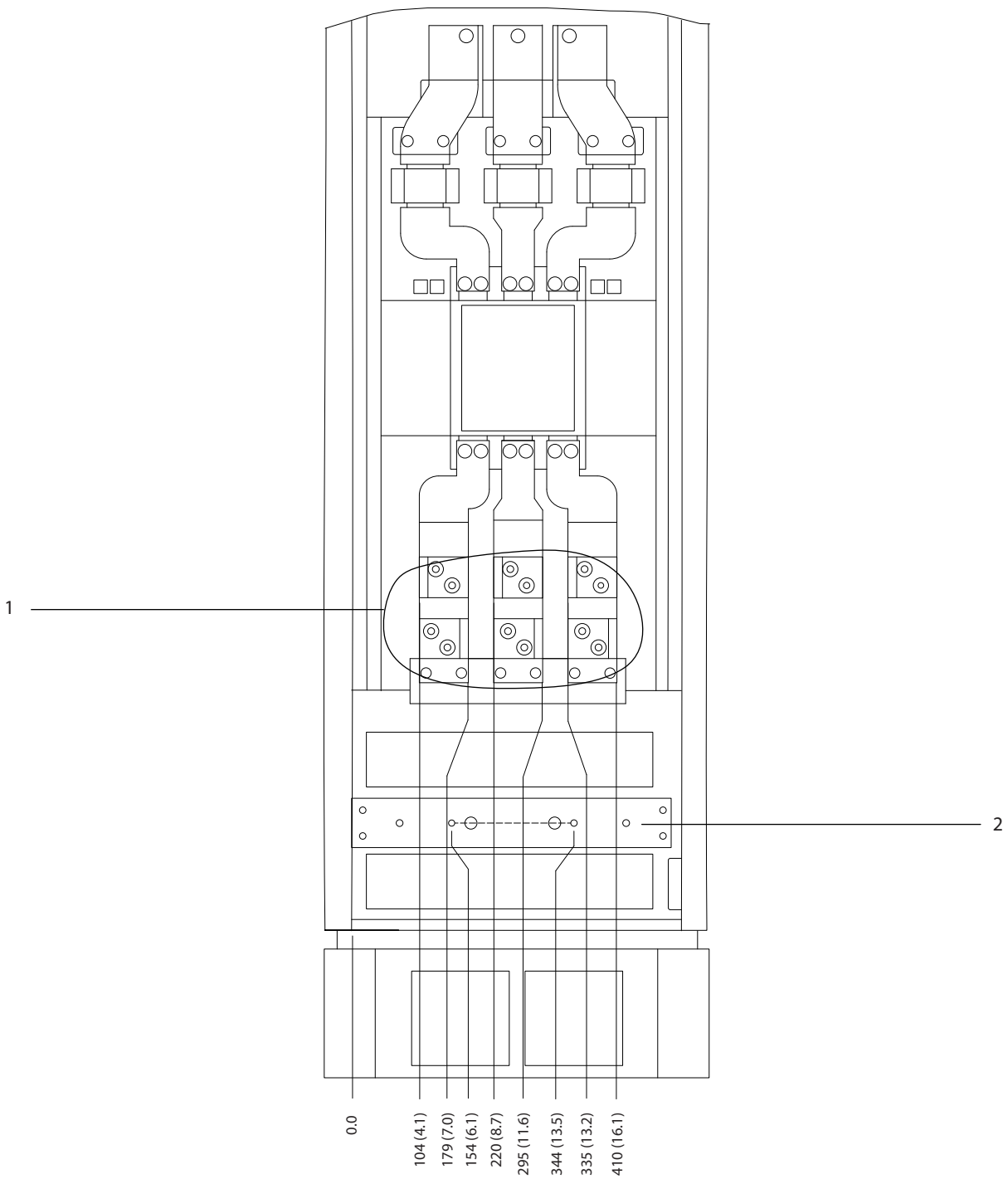
1	Nätplintar	2	Jordskena

Bild 8.35 Plintmått för tillvalsskåp F3–F4, framifrån



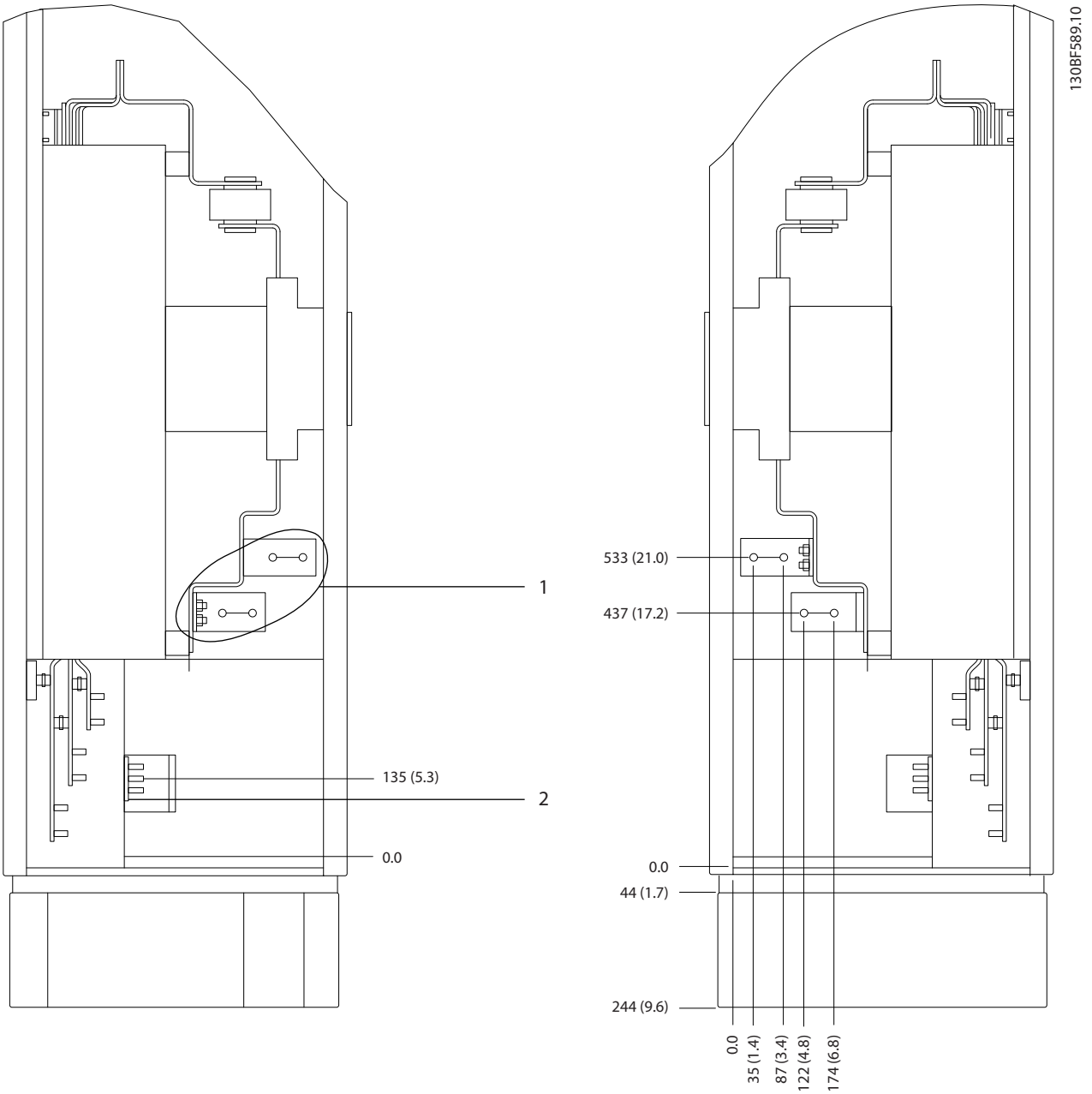
1	Nätplintar	2	Jordskena

Bild 8.36 Plintmått för tillvalsskåp F3–F4, från sidan



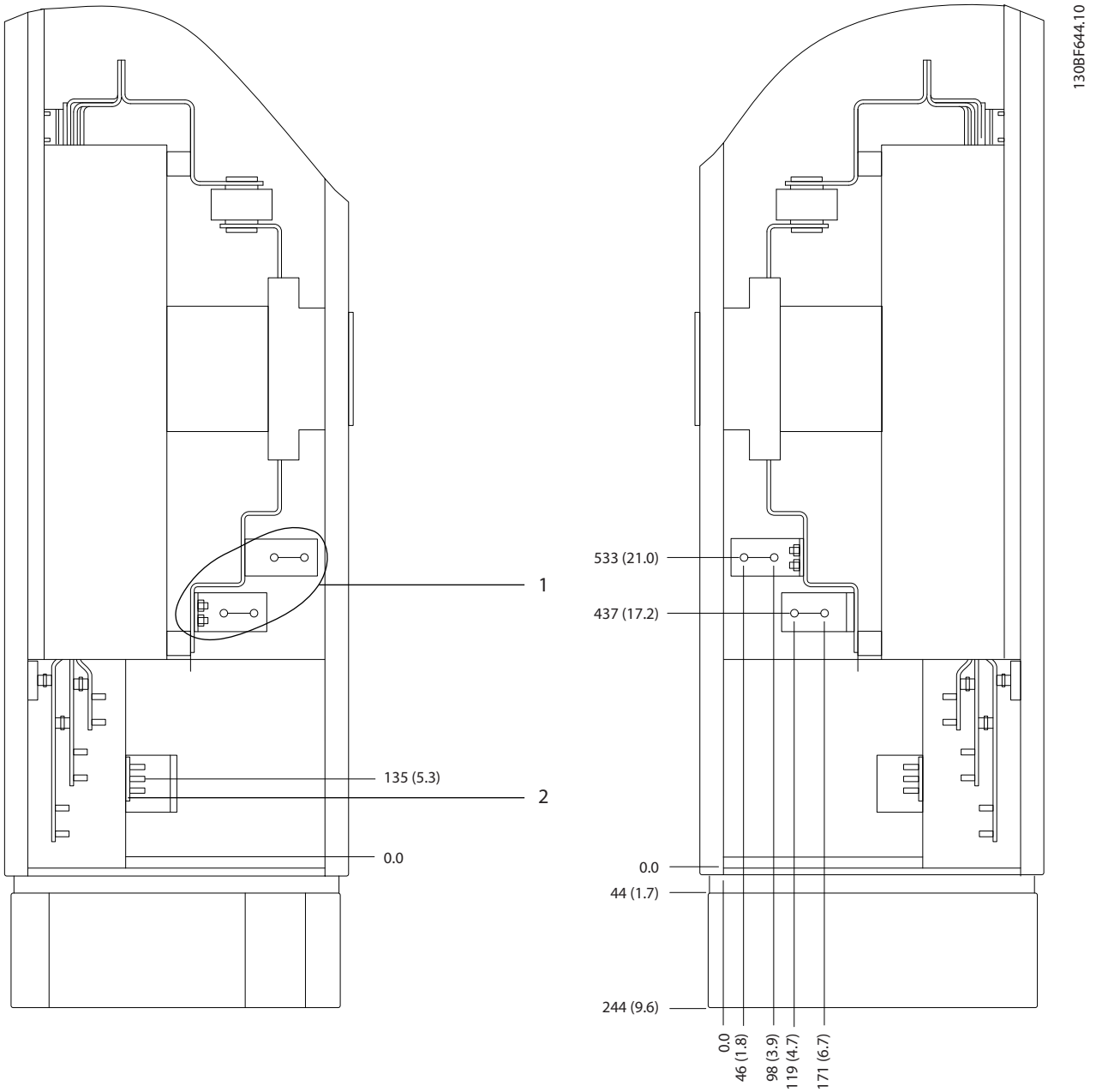
1	Nätplintar	2	Jordskena

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



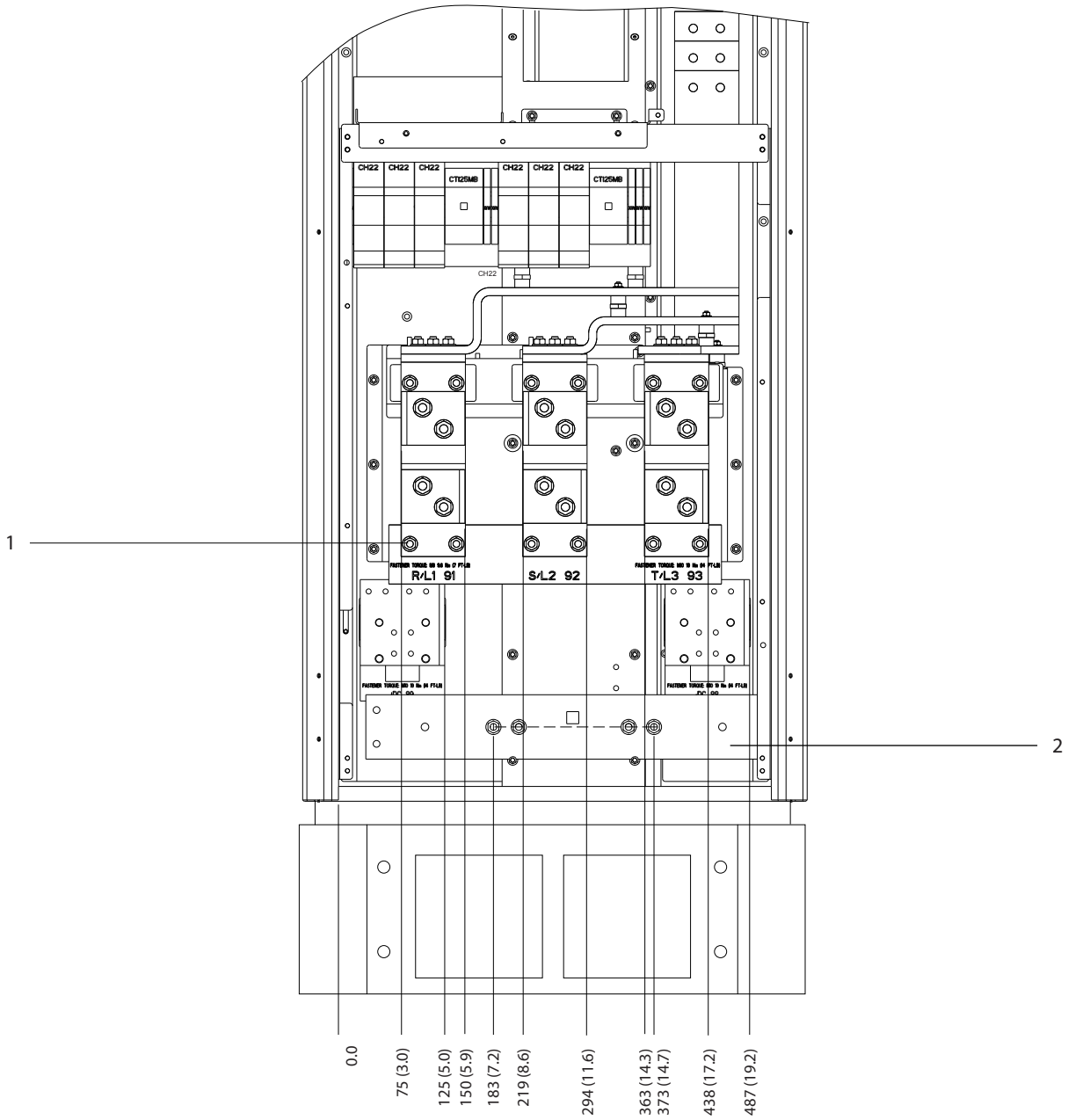
1	Nätplintar	2	Jordskena

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



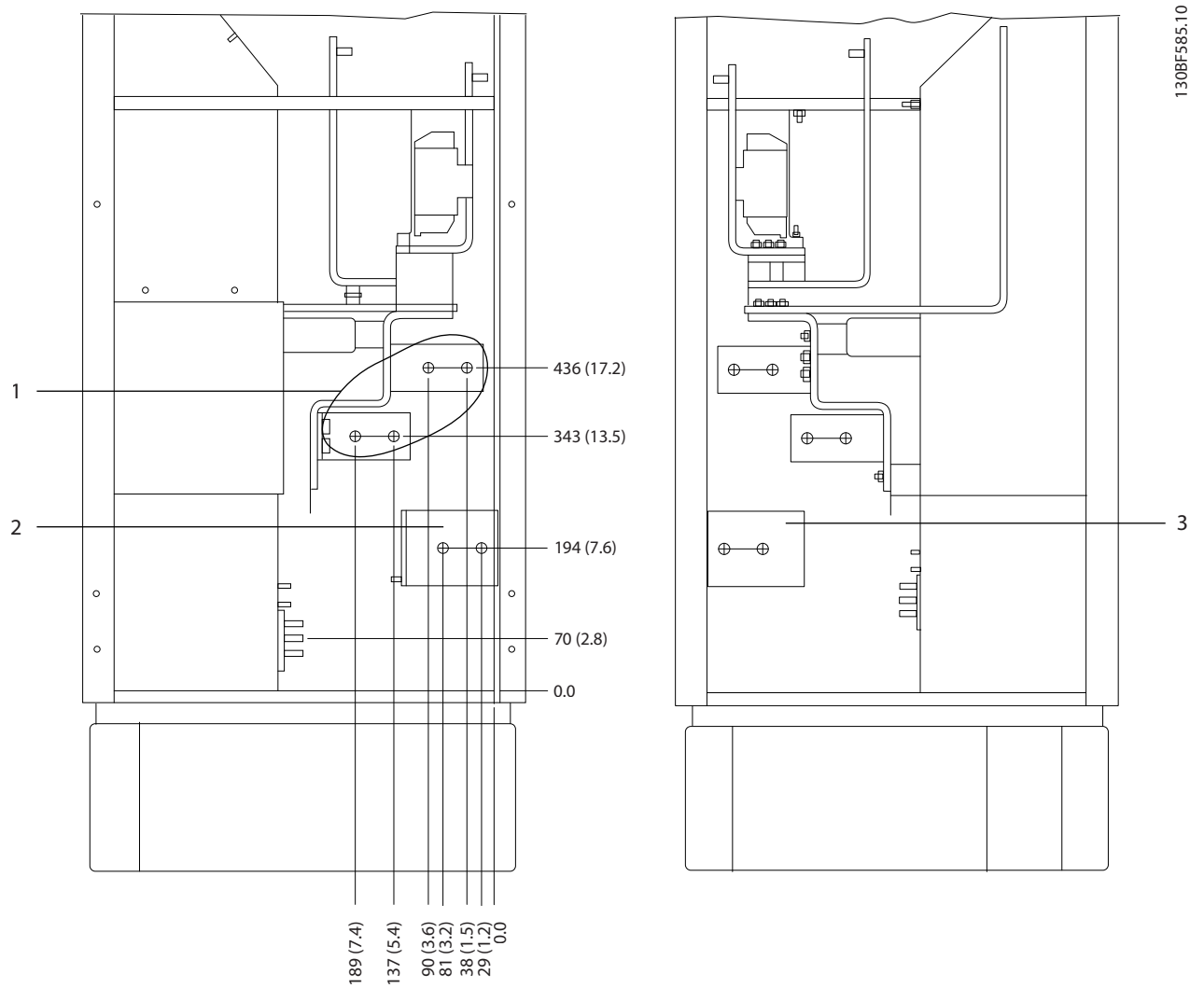
1	Nätplintar	2	Jordskena

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



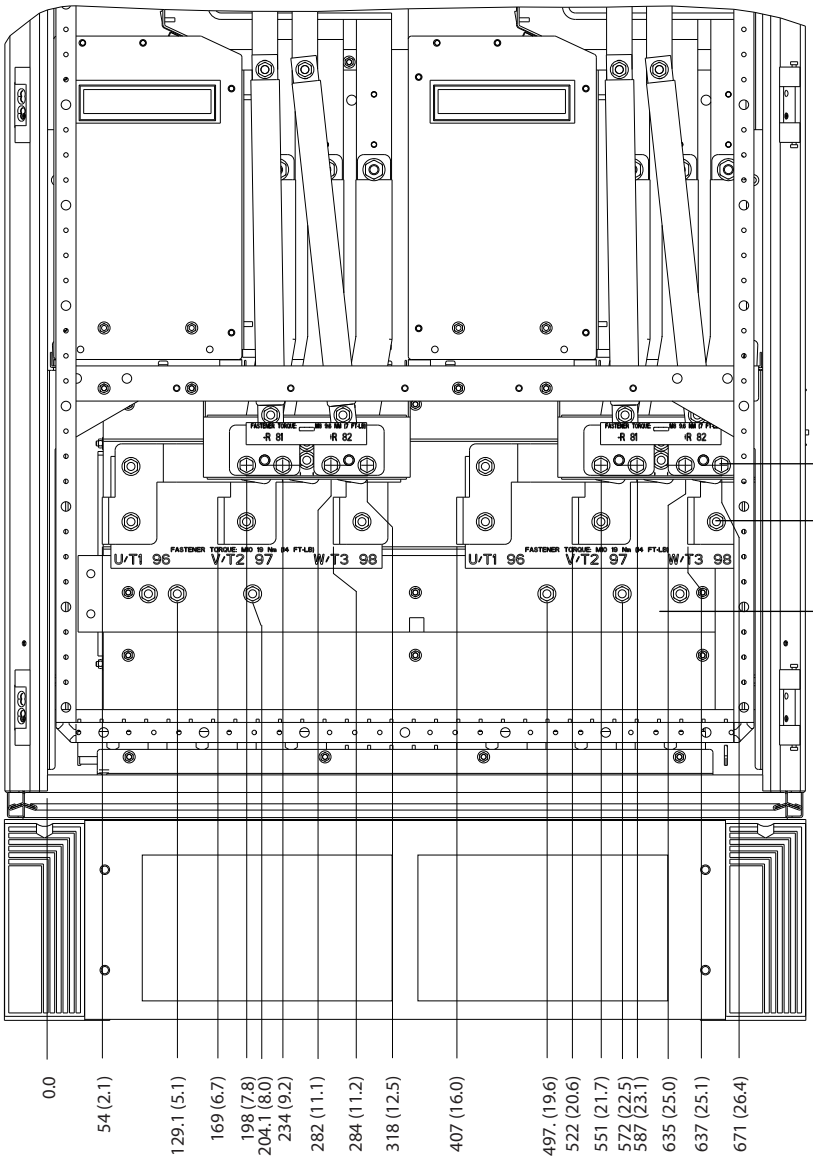
1	Nätplintar	2	Jordskena

Bild 8.40 Plintmått för likriktarskåp F1–F4, framifrån



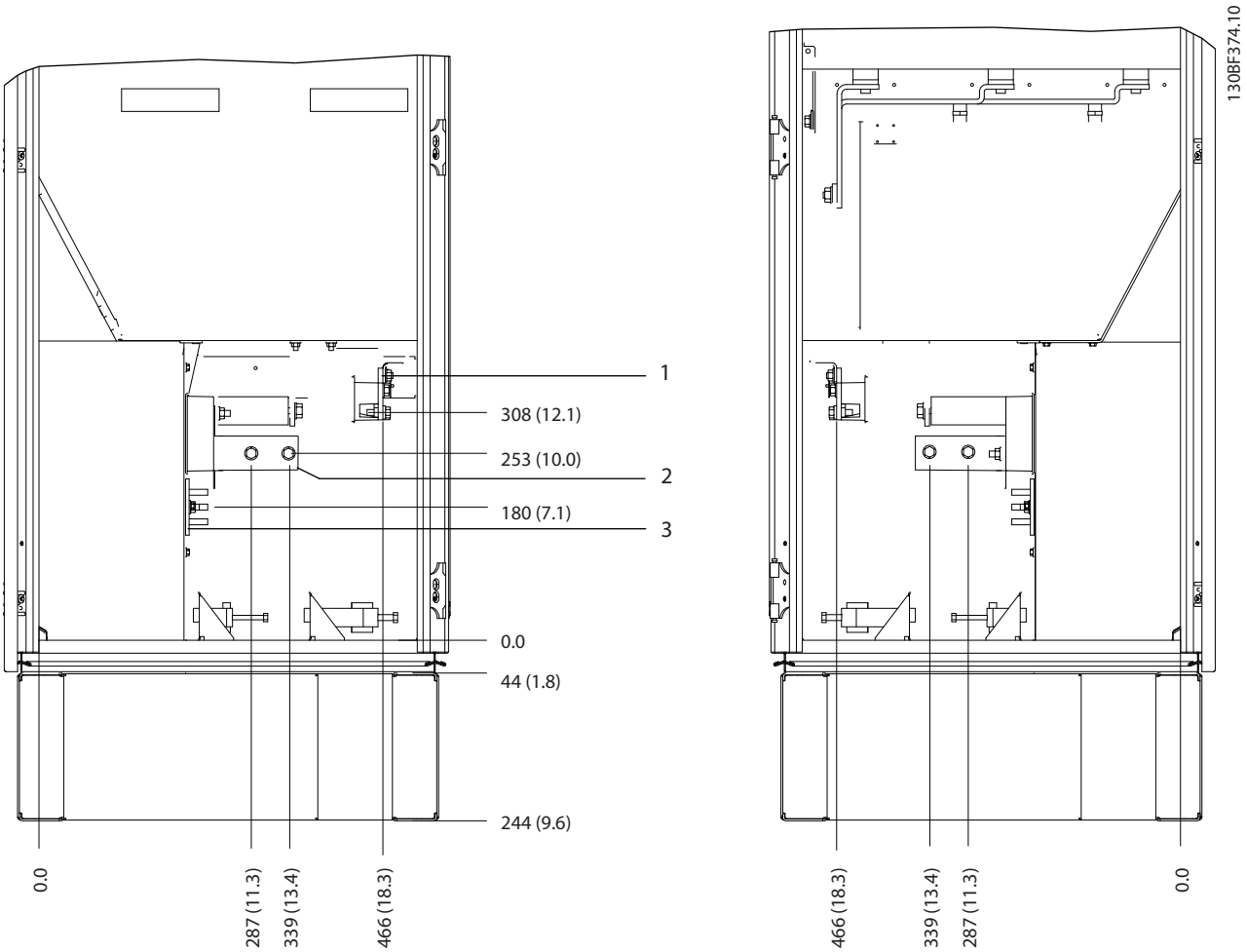
1	Nätplintar	3	Lastdelningsplintar (–)
2	Lastdelningsplintar (+)	–	–

Bild 8.41 Plintmått för likriktarskåp F3–F4, från sidan



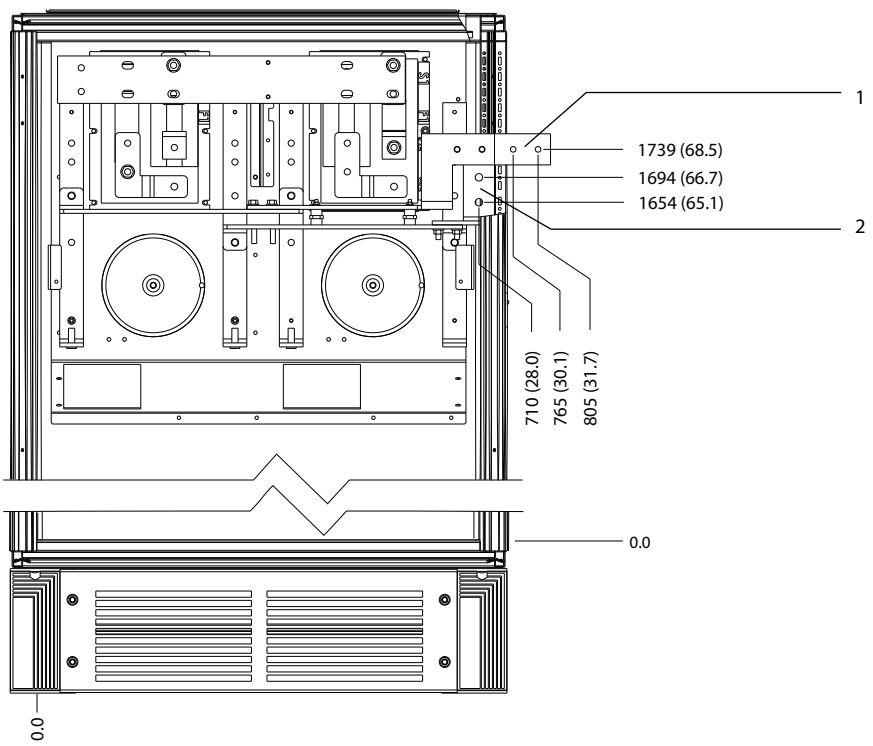
1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	–	–

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

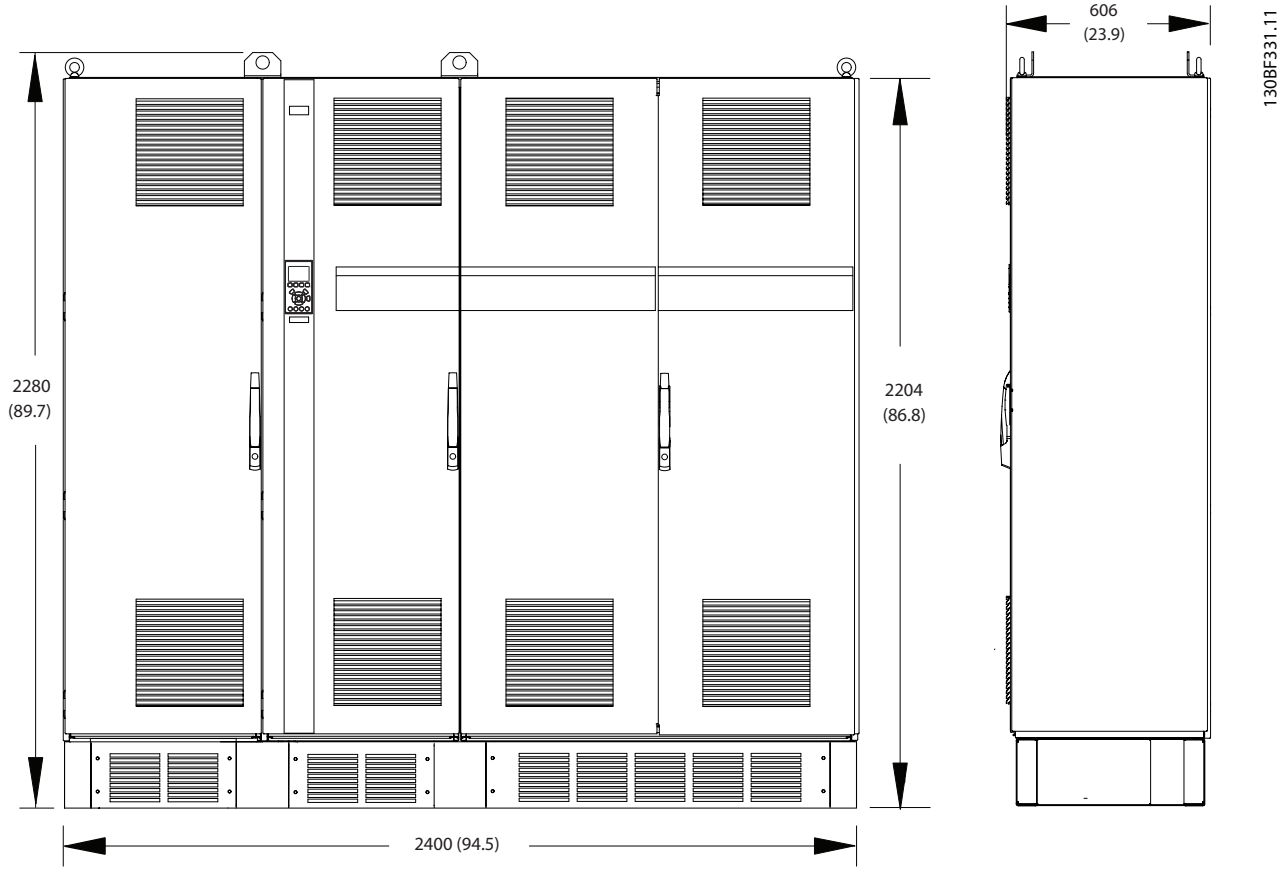


1	DC –	2	DC +

Bild 8.44 Plintmått för regenereringsplintar F1/F3, framifrån

8.6 Yttre mått och plintmått för F4

8.6.1 Yttre mått för F4



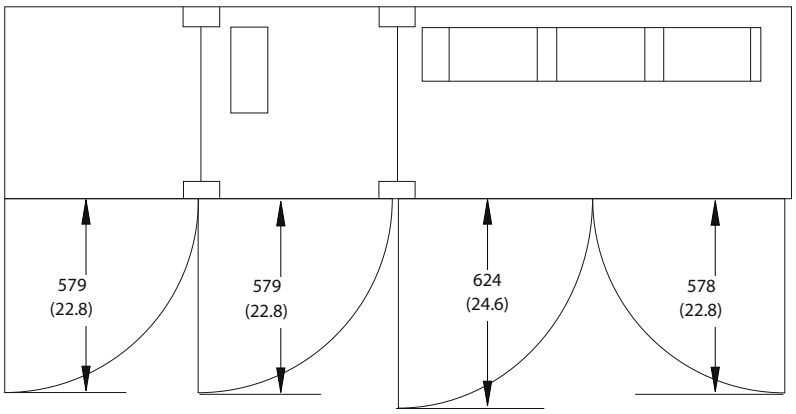
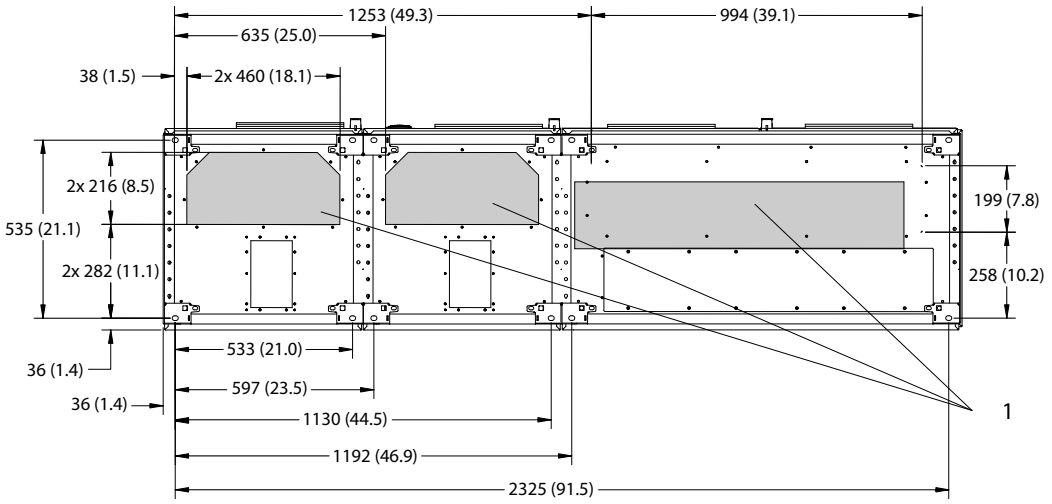


Bild 8.45 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för F4



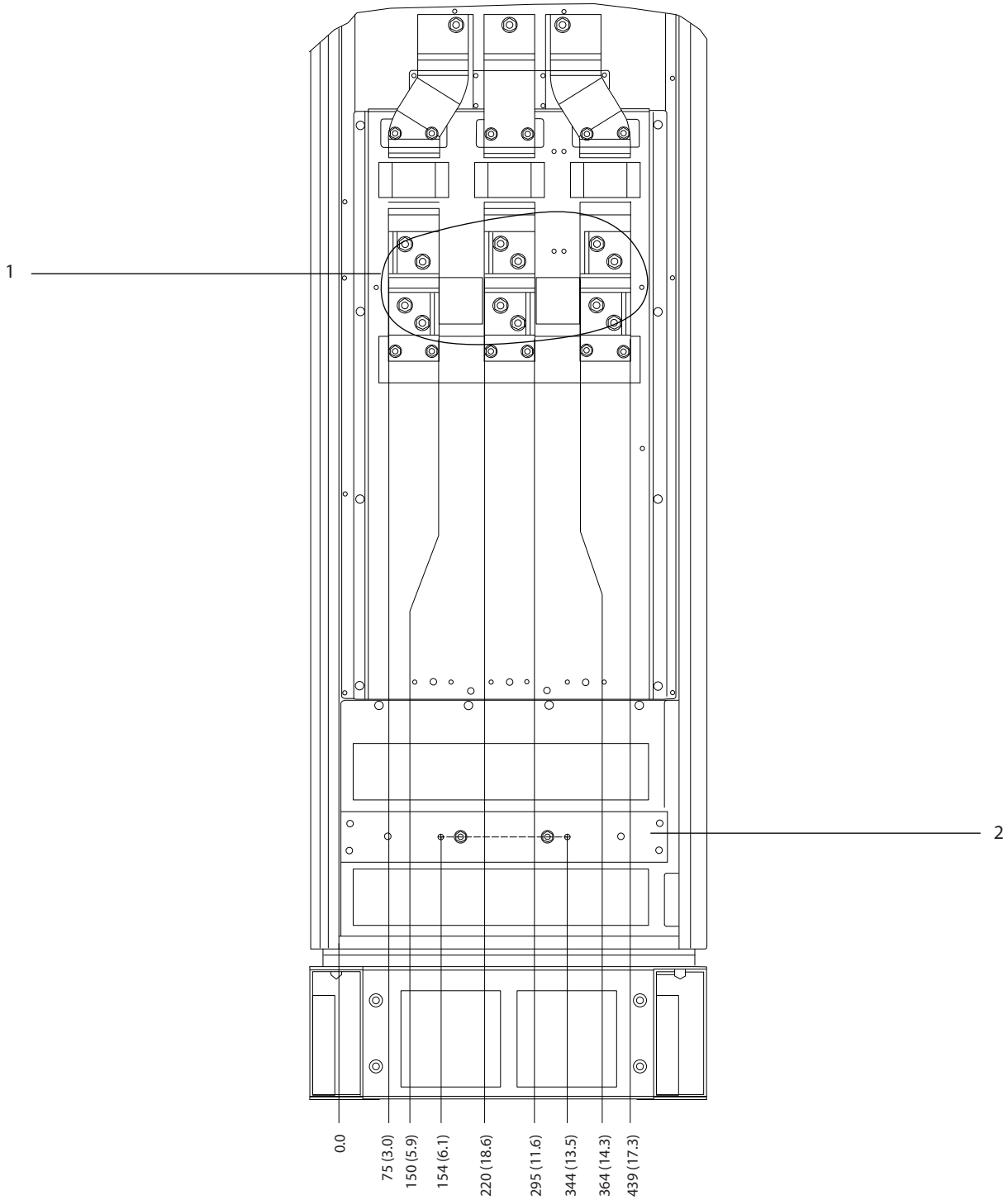
1	Nätsida	2	Motorsida

Bild 8.46 Kabelförskruvningsplåtens mått för F4

8

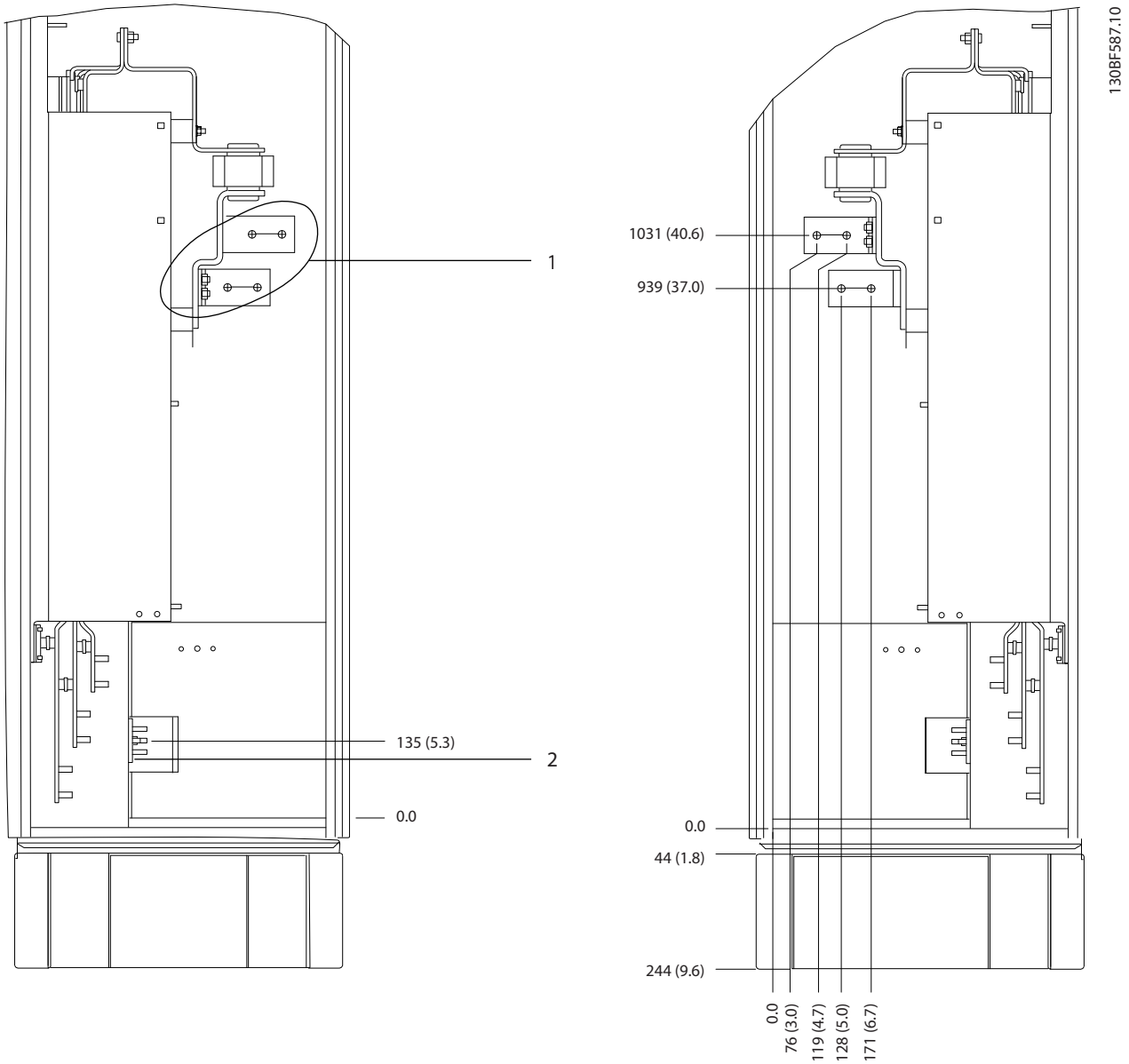
8.6.2 Plintmått för F4

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.



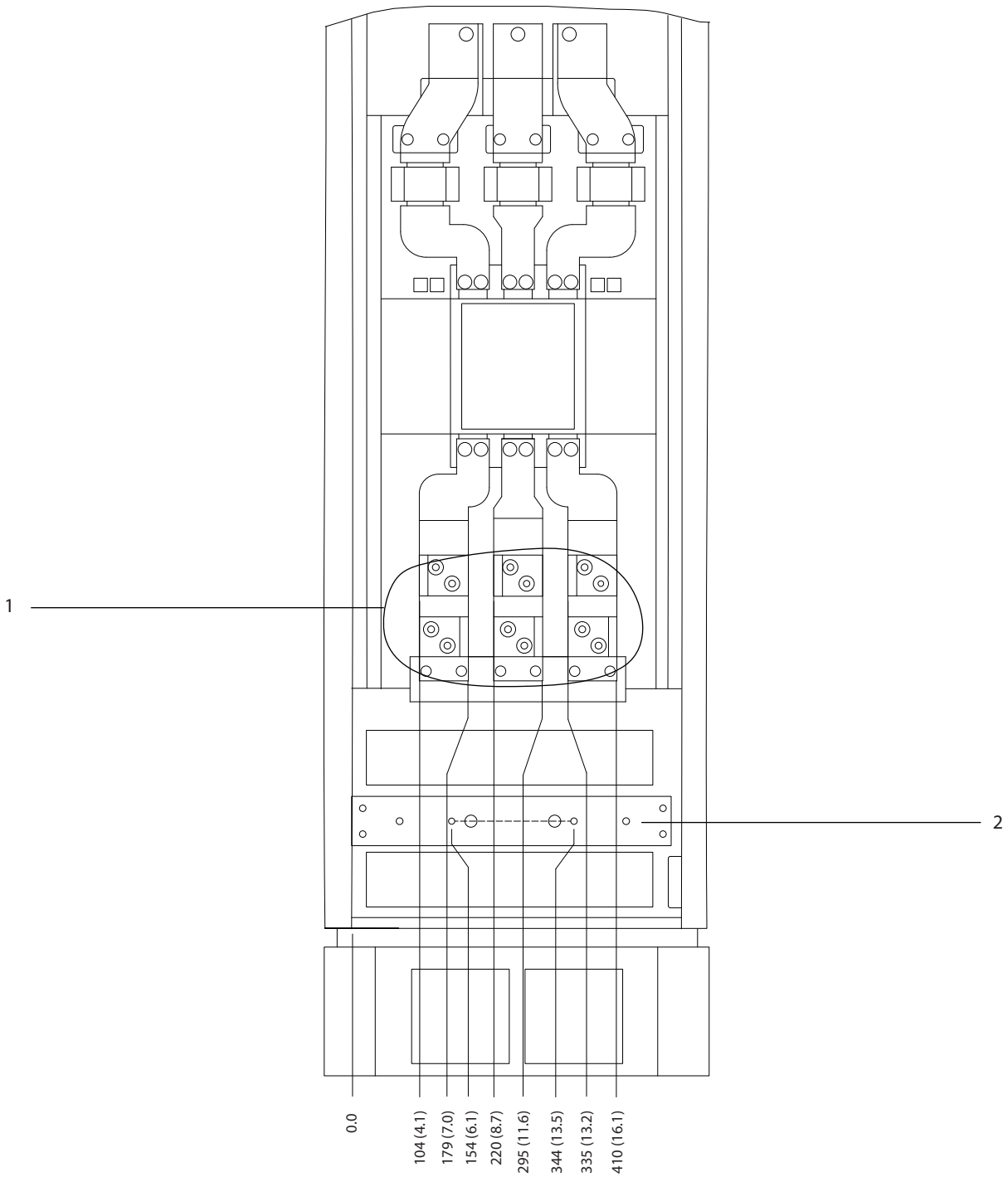
1	Nätplintar	2	Jordskena

Bild 8.47 Plintmått för tillvalsskåp F3–F4, framifrån



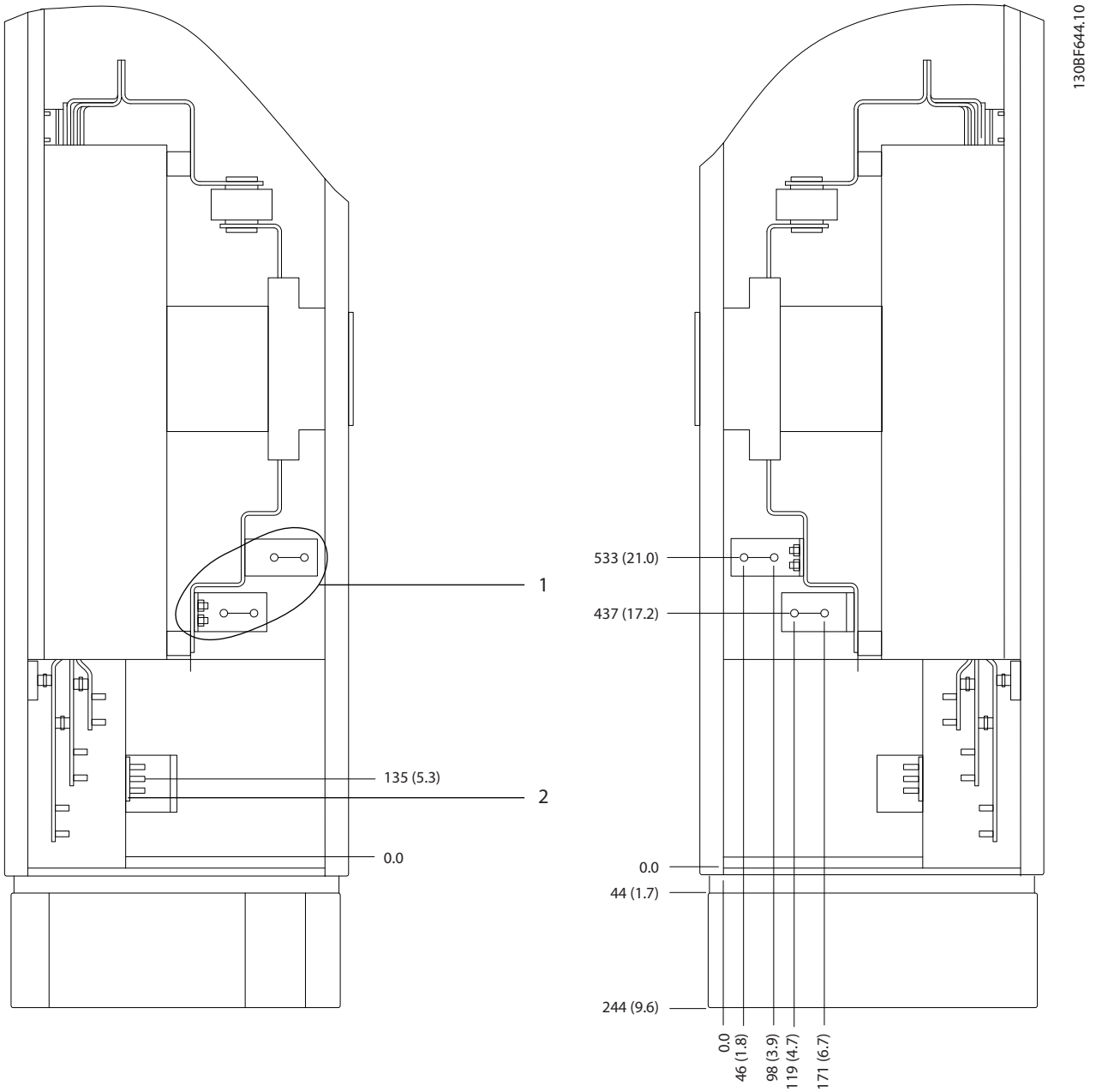
1	Nätplintar	2	Jordskena

Bild 8.48 Plintmått för tillvalsskåp F3–F4, från sidan



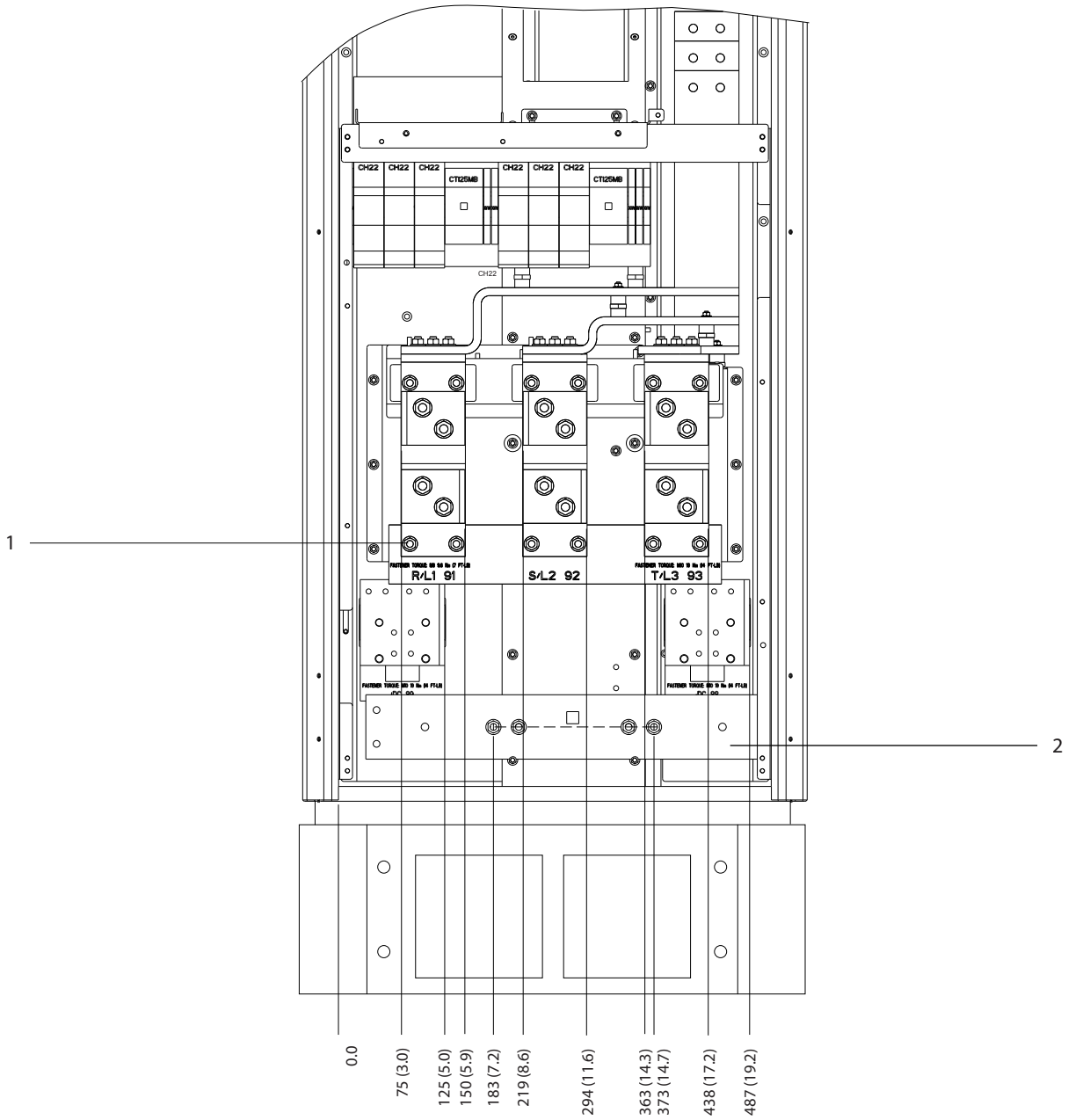
1	Nätplintar	2	Jordskena

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



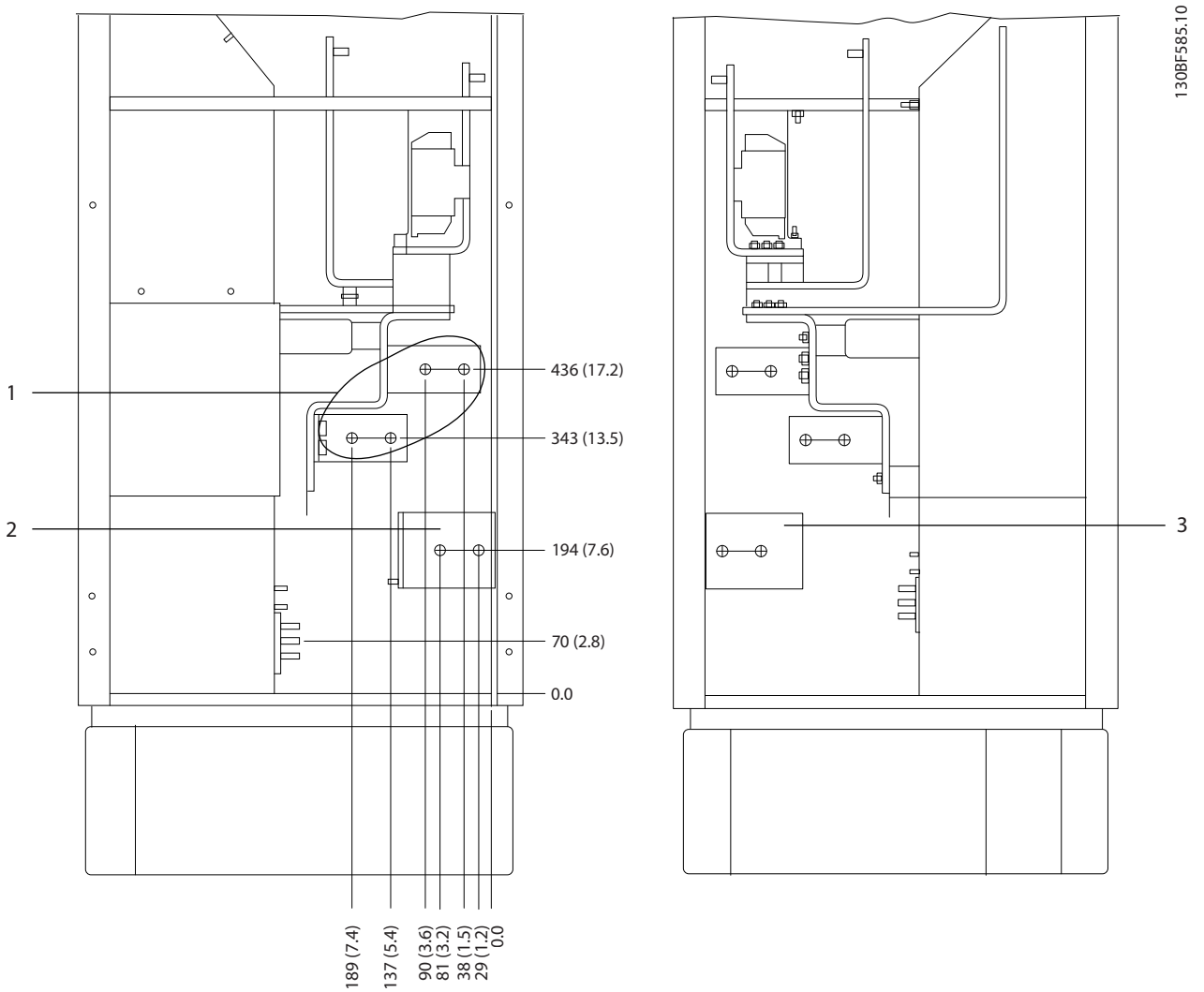
1	Nätplintar	2	Jordskena

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



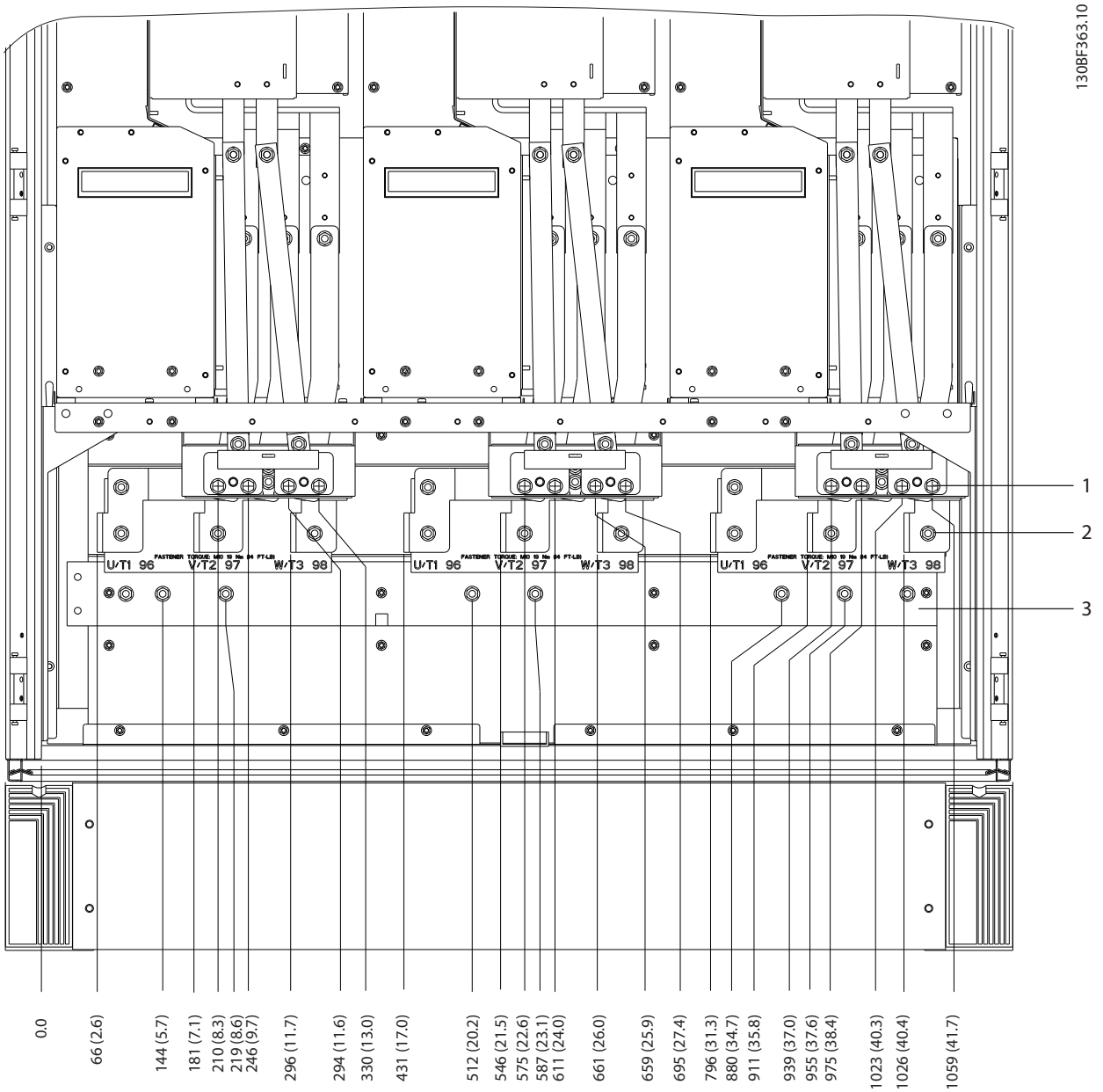
1	Nätplintar	2	Jordskena

Bild 8.51 Plintmått för likriktarskåp F1–F4, framifrån



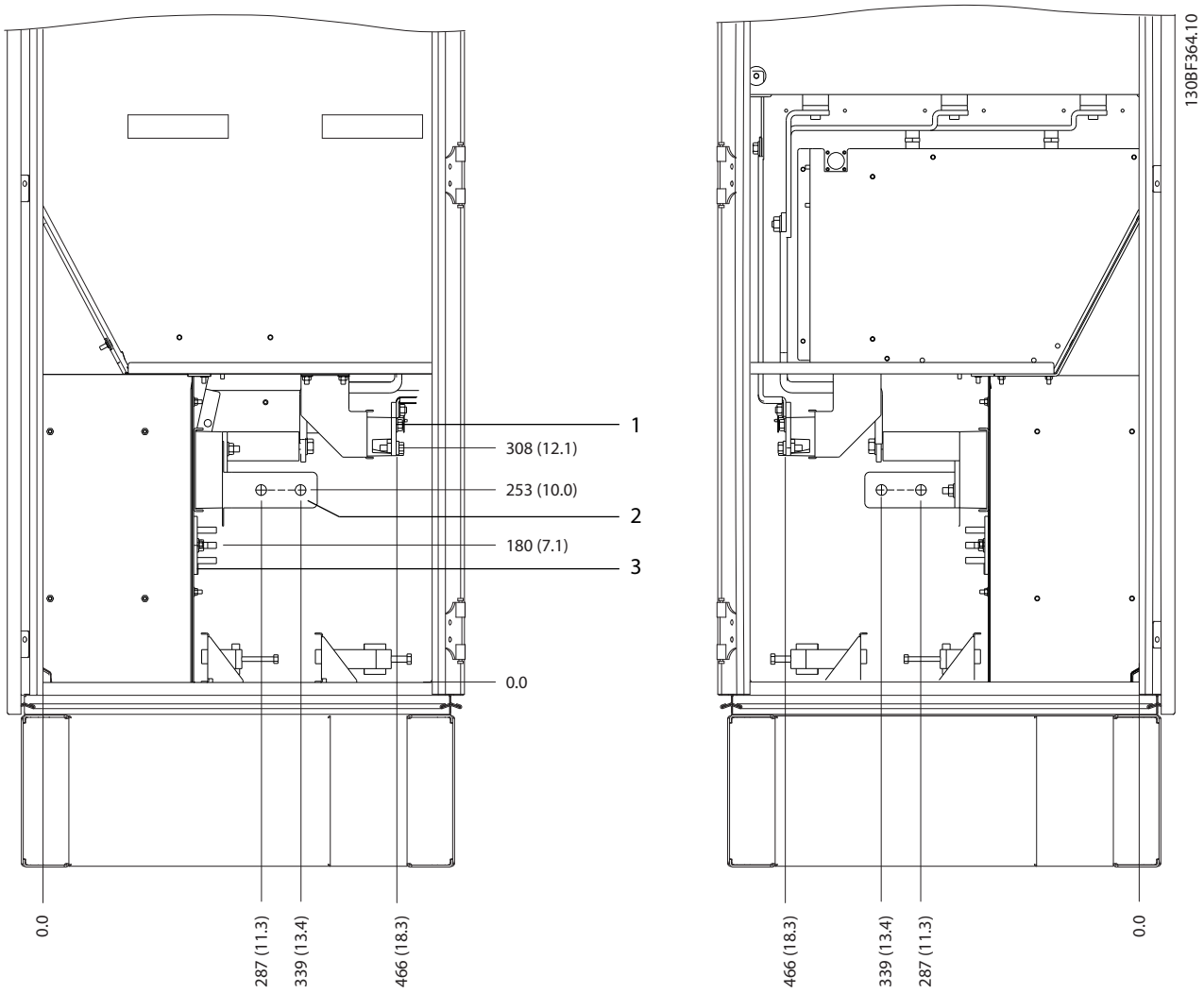
1	Nätplintar	3	Lastdelningsplintar (–)
2	Lastdelningsplintar (+)	–	–

Bild 8.52 Plintmått för likriktarskåp F3–F4, från sidan



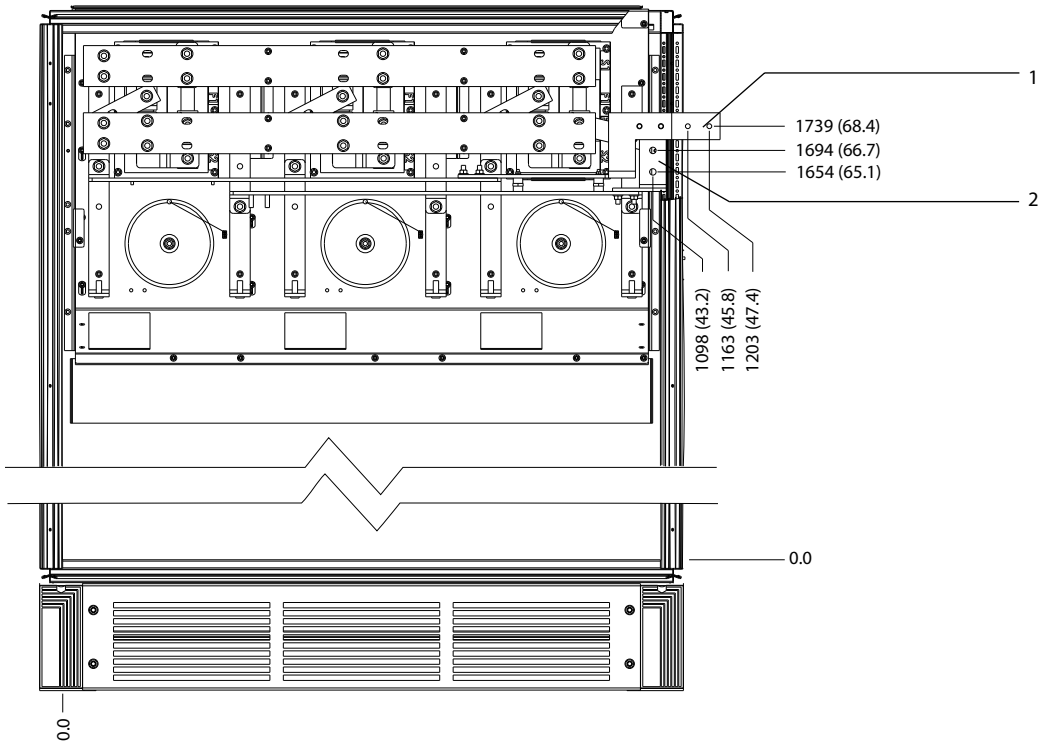
1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	–	–

Bild 8.53 Plintmått för växelriktarskåp F2/F4, framifrån



1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	–	–

Bild 8.54 Plintmått för växelriktarskåp F2/F4, från sidan



1	DC –	2	DC +

Bild 8.55 Plintmått för regenereringsplintar F2/F4, framifrån

8.7 Yttre mått och plintmått för F8

8.7.1 Yttre mått för F8

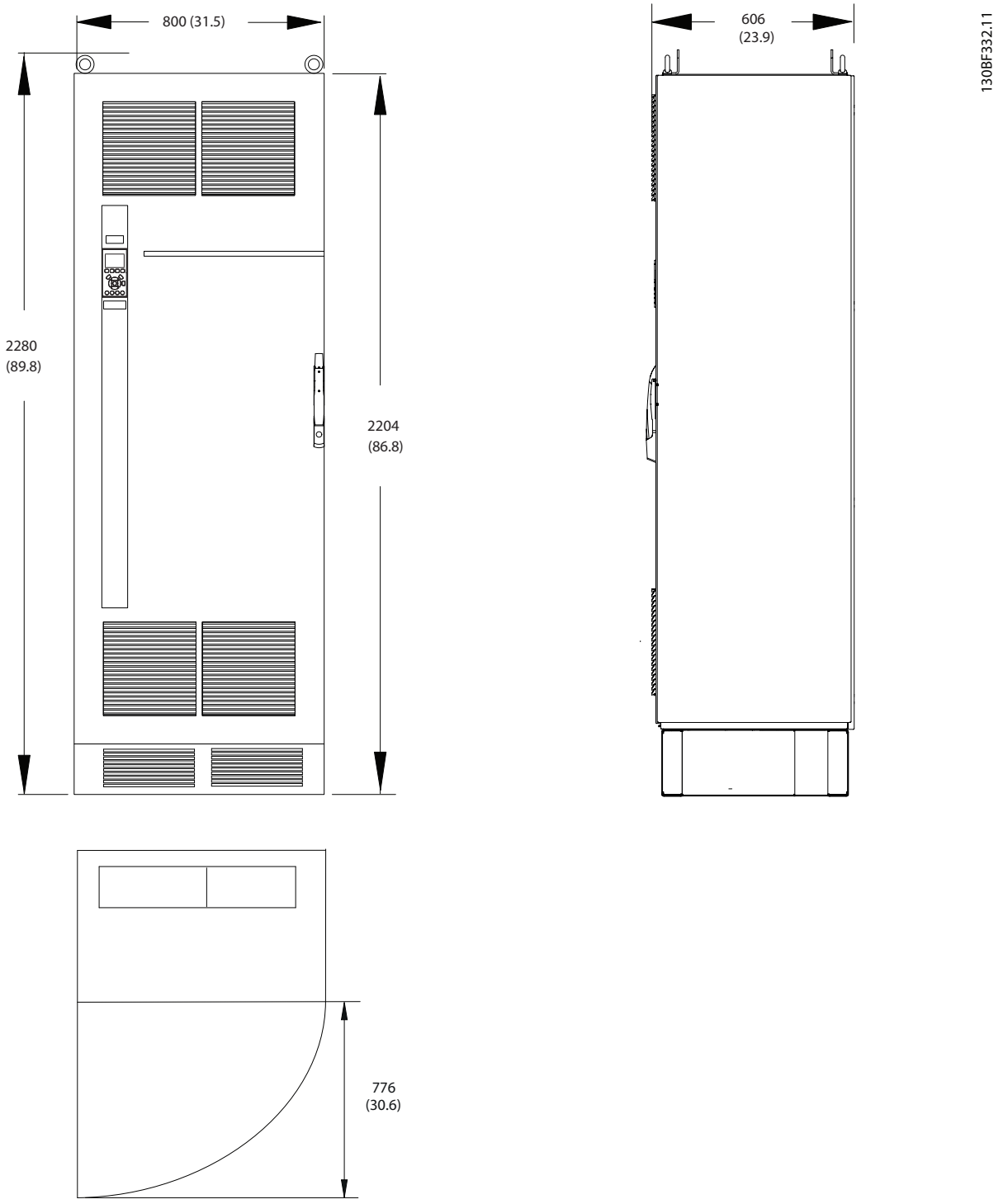
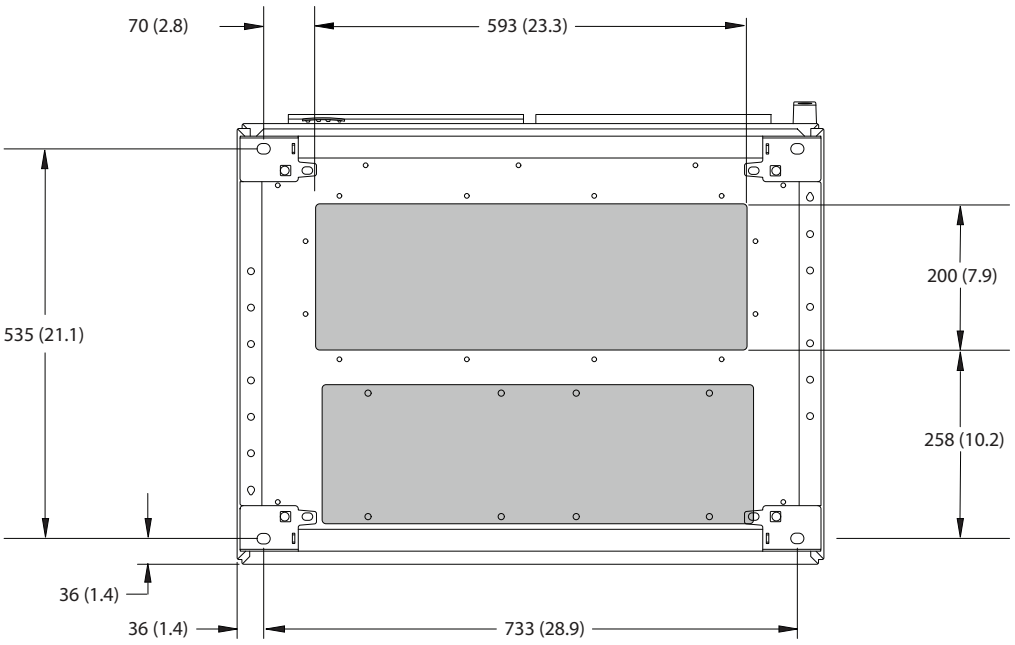


Bild 8.56 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för F8

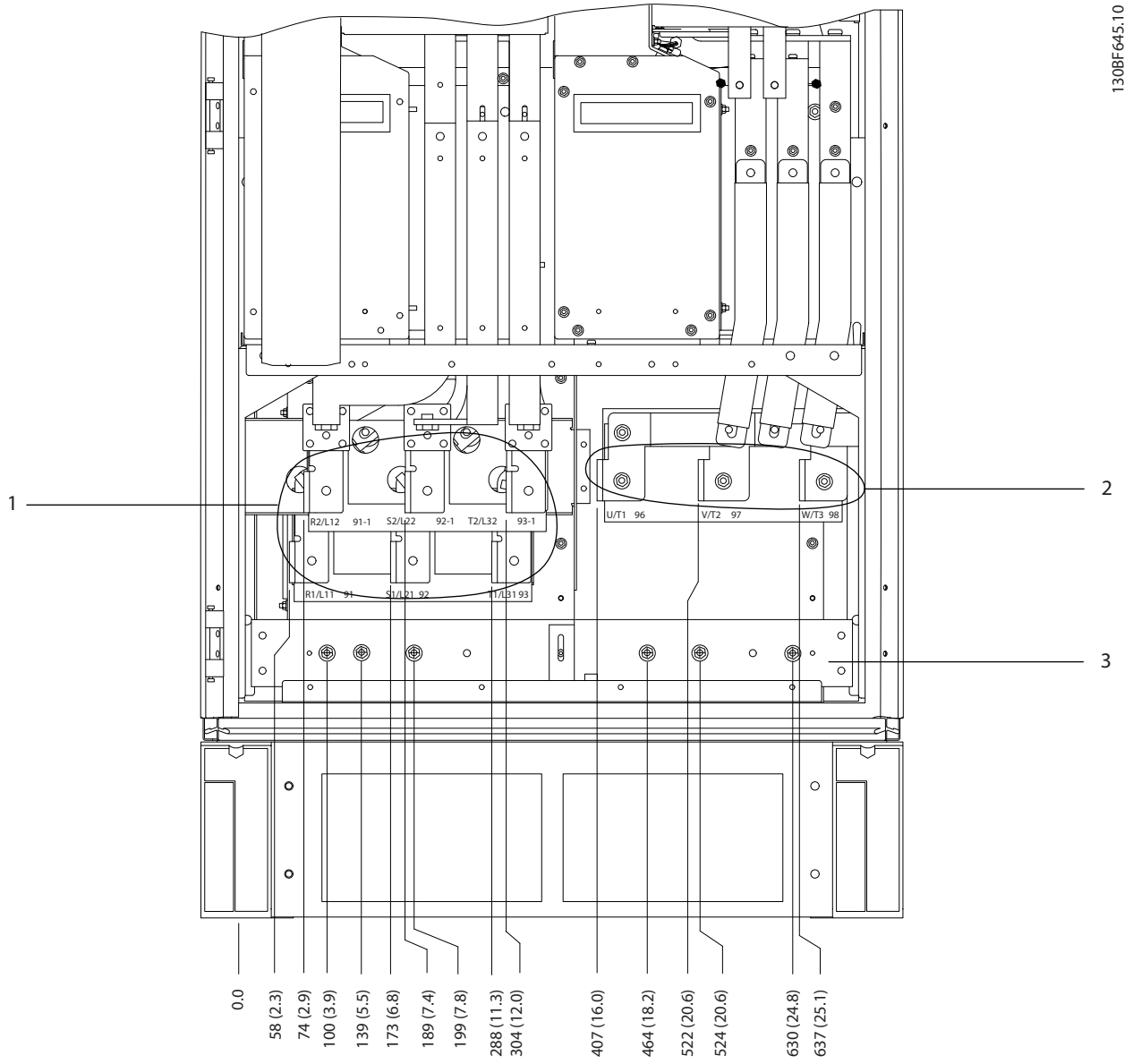


1	Nätsida	2	Motorsida

Bild 8.57 Kabelförskruvningsplåtens mått för F8

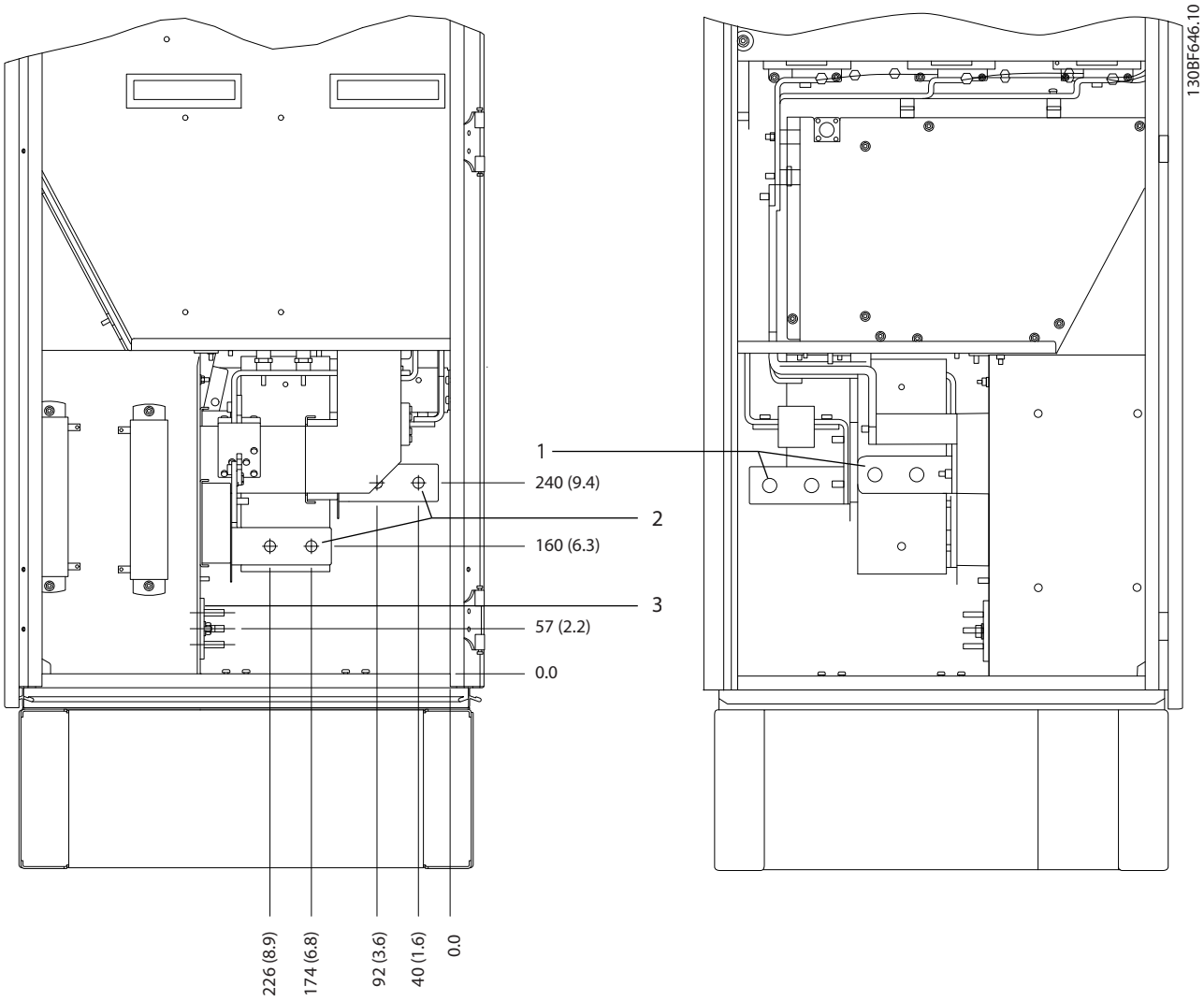
8.7.2 Plintmått för F8

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.



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

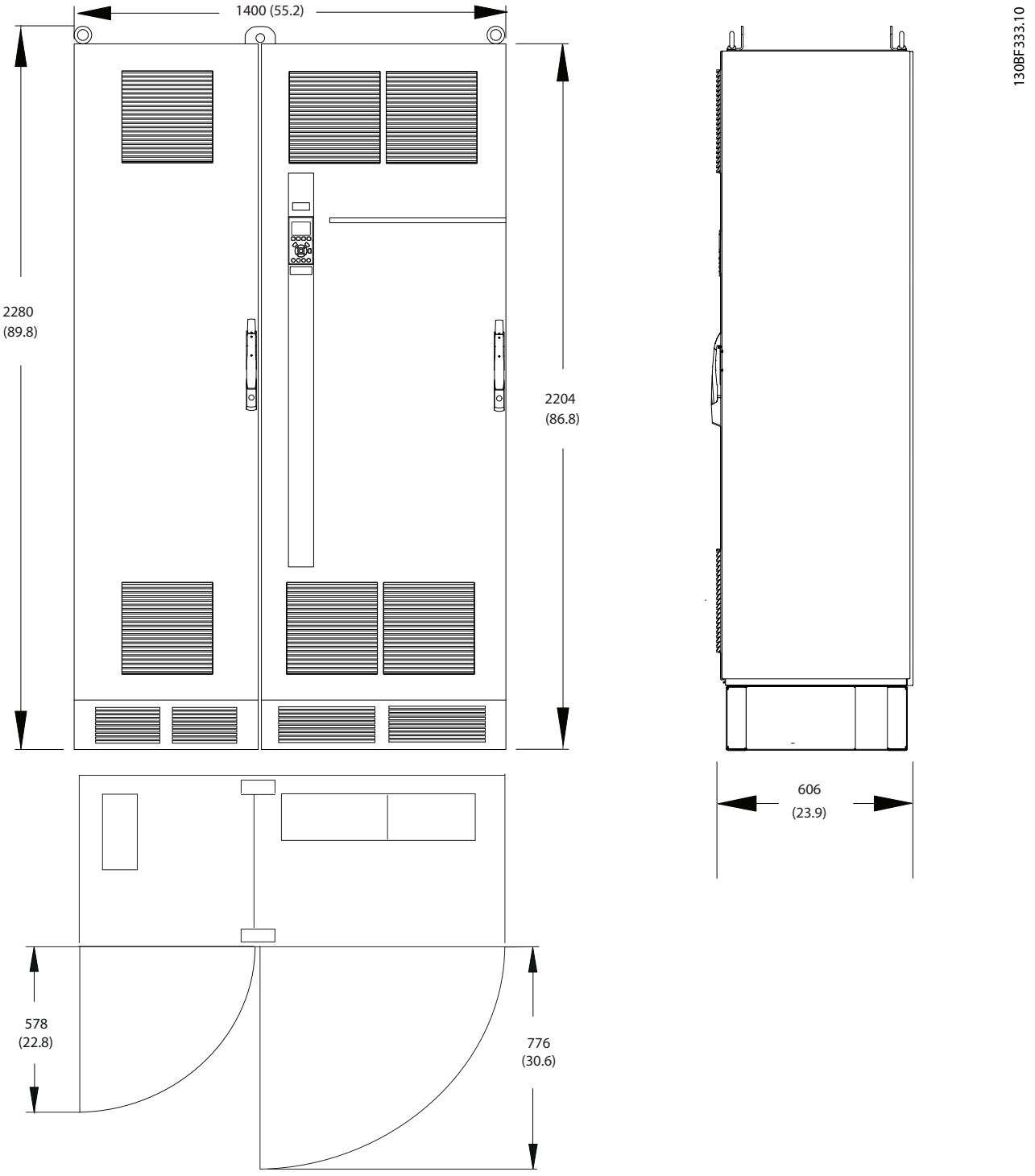
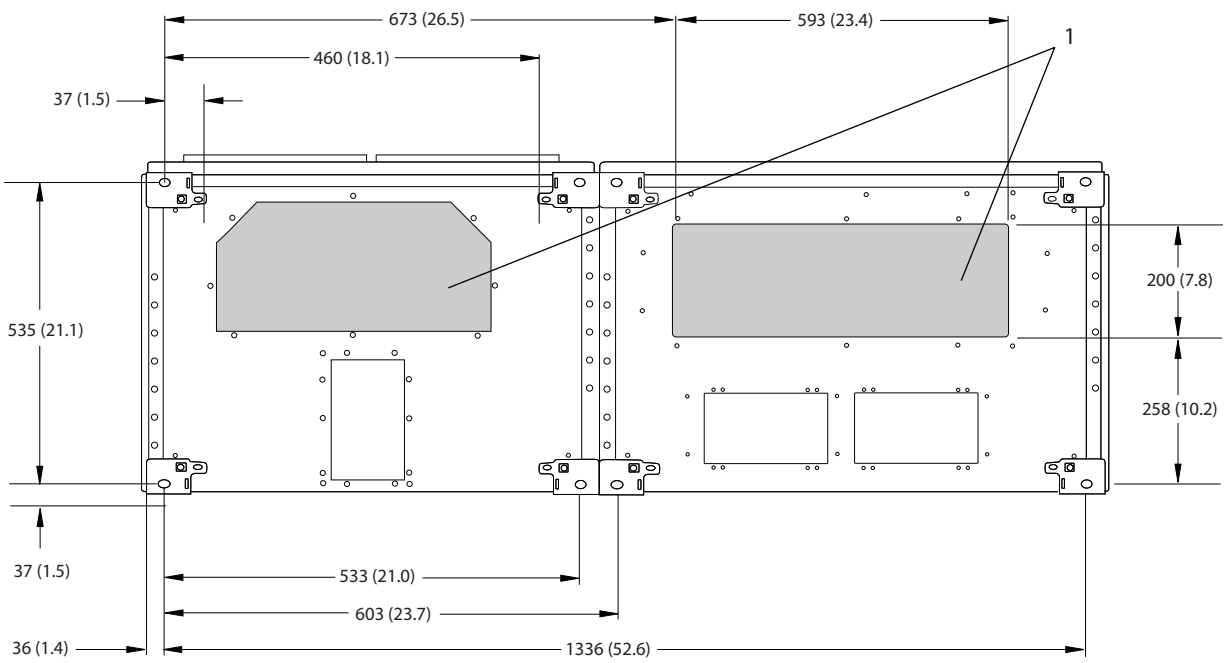


Bild 8.60 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för F9



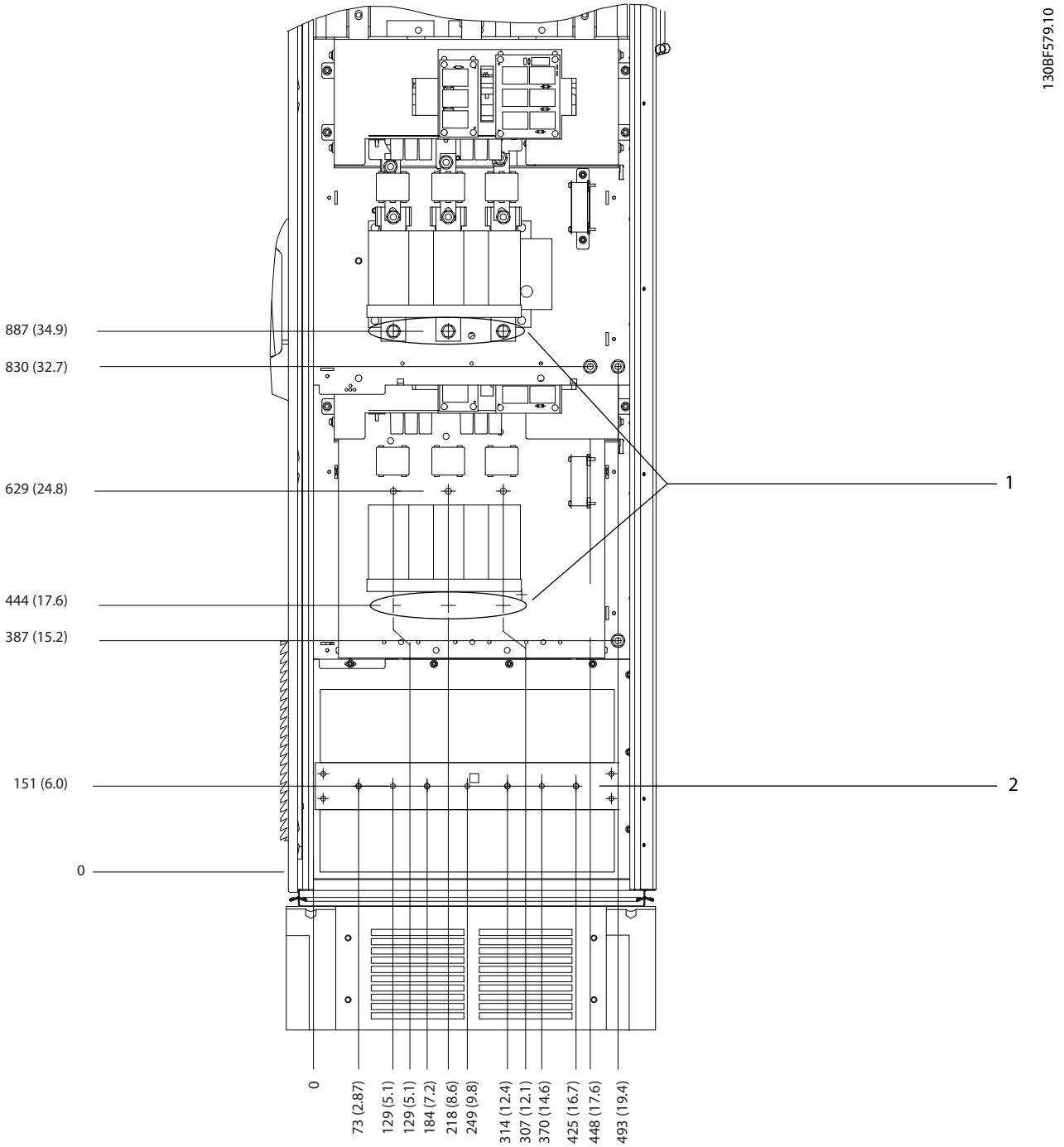
1	Nätsida	2	Motorsida

Bild 8.61 Kabelförskruvningsplåtens mått för F9

8

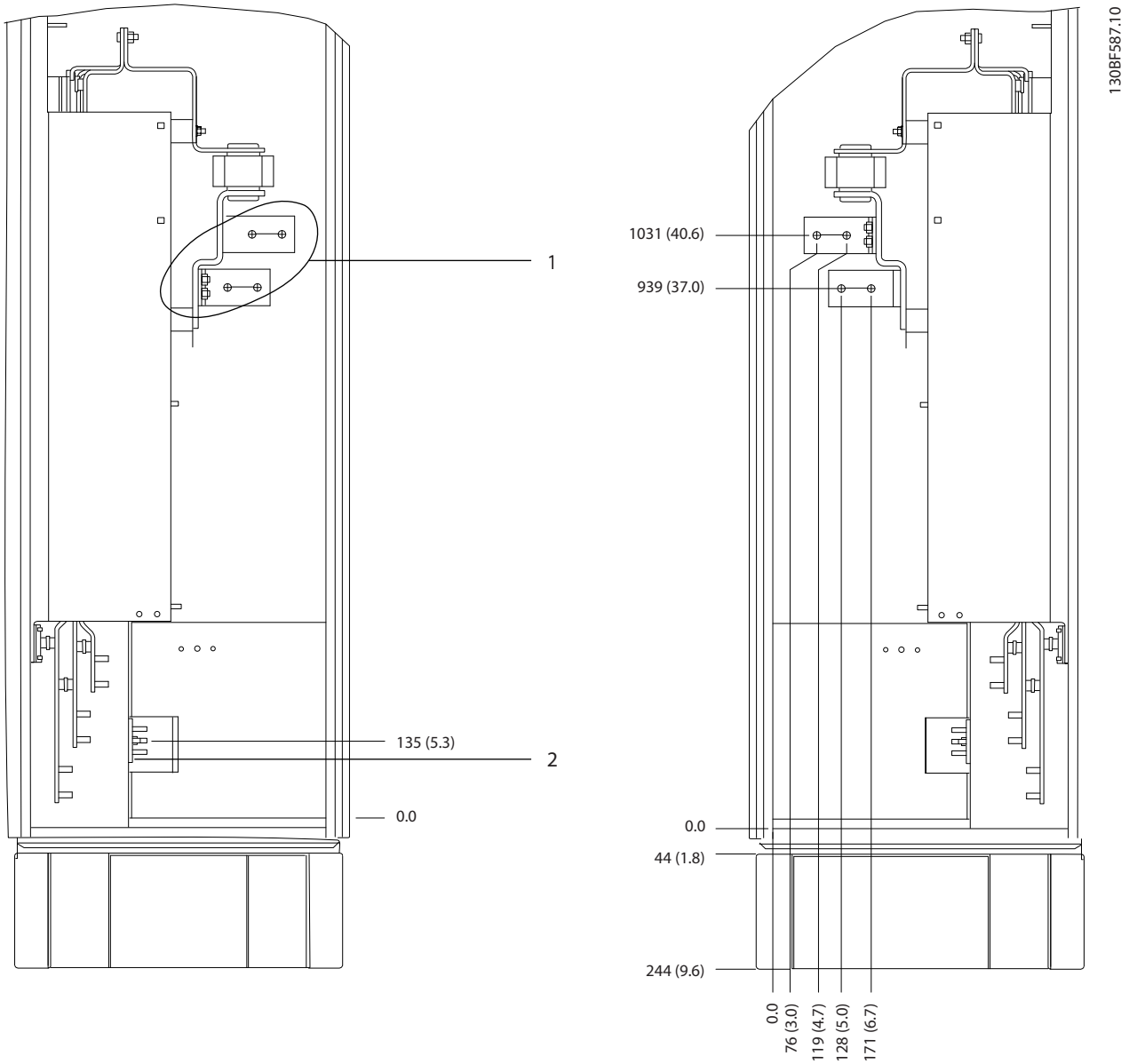
8.8.2 Plintmått för F9

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.



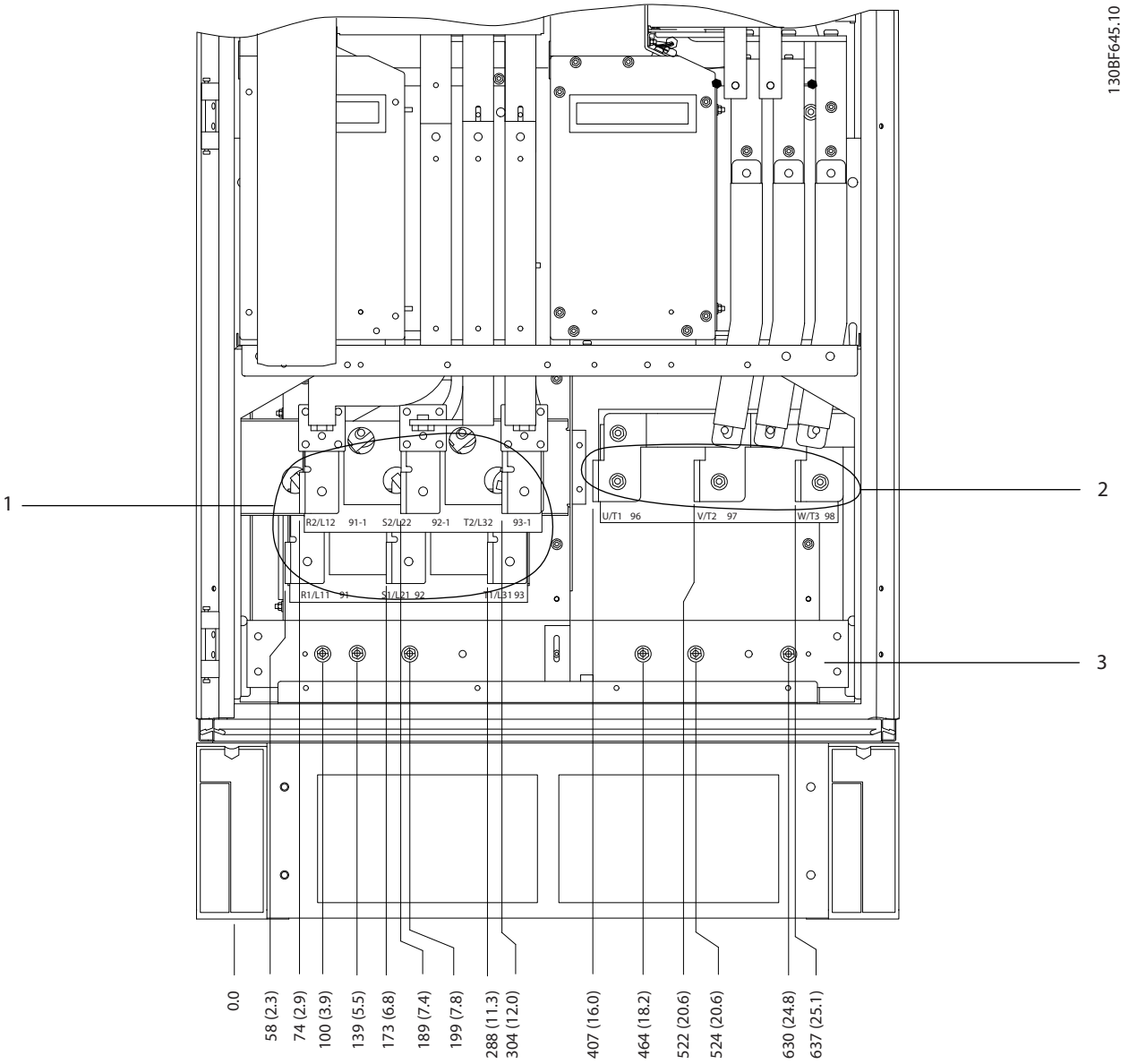
1	Nätplintar	2	Jordskena

Bild 8.62 Plintmått för tillvalsskåp F9, framifrån



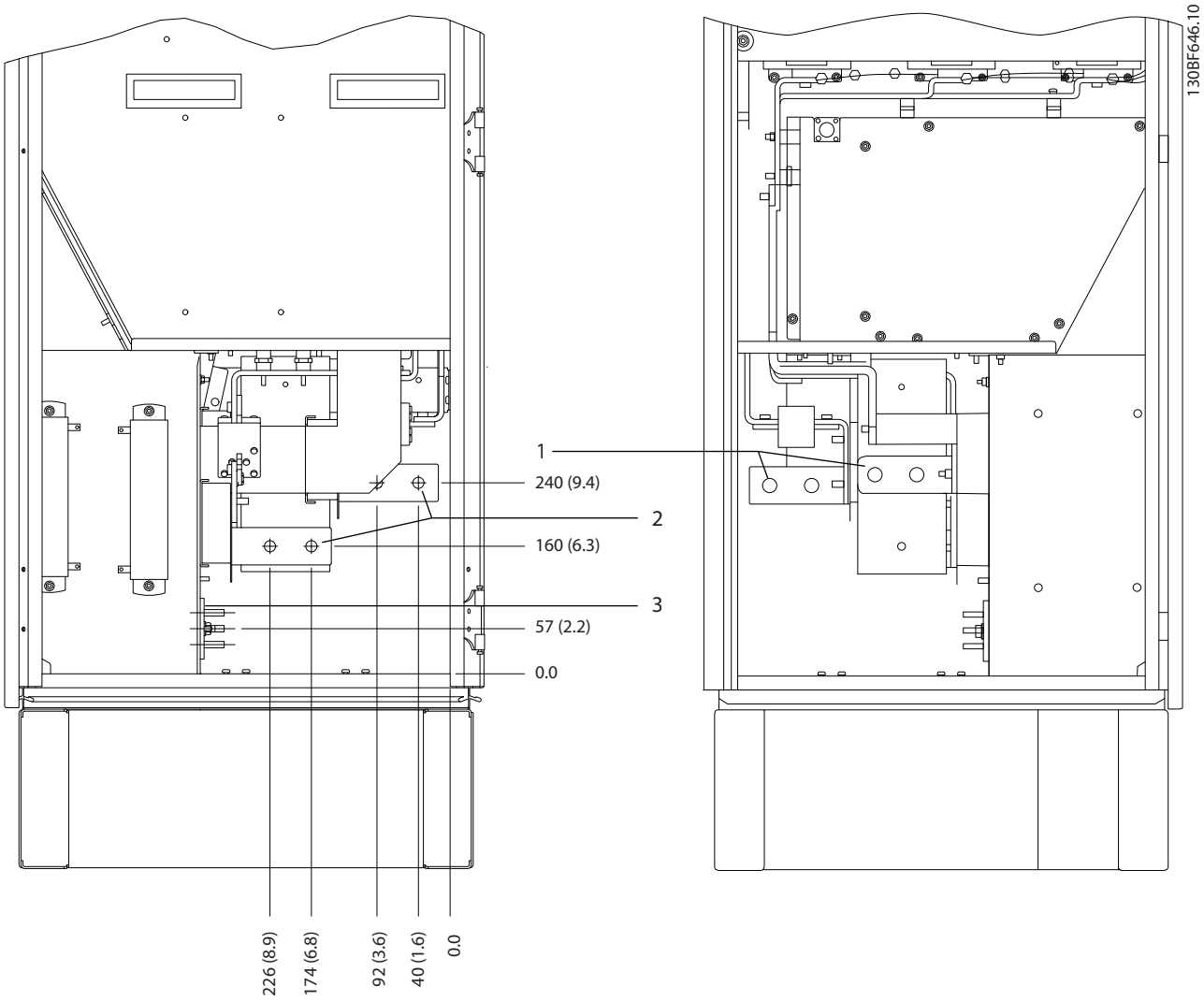
1	Nätplintar	2	Jordskena

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

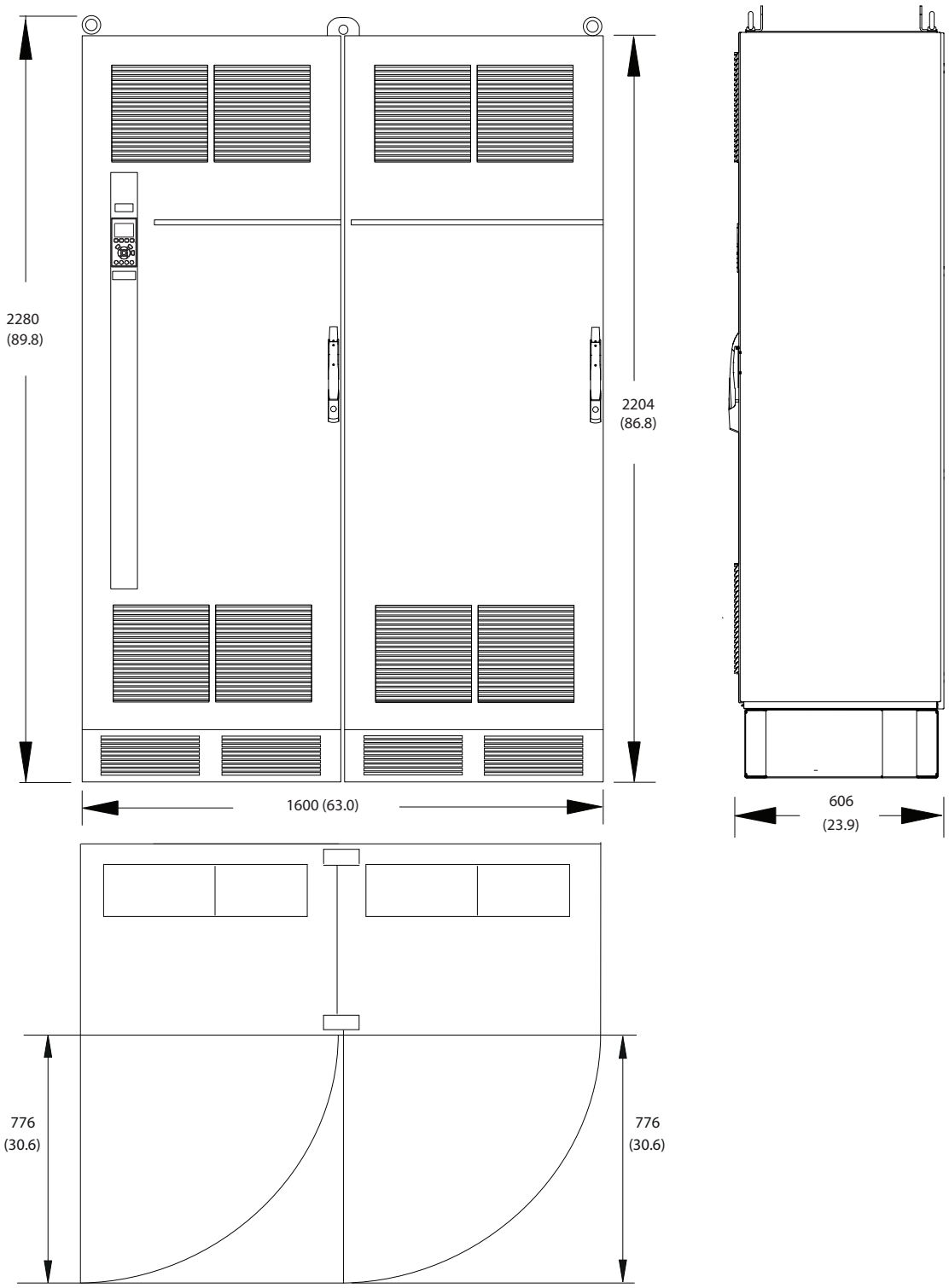
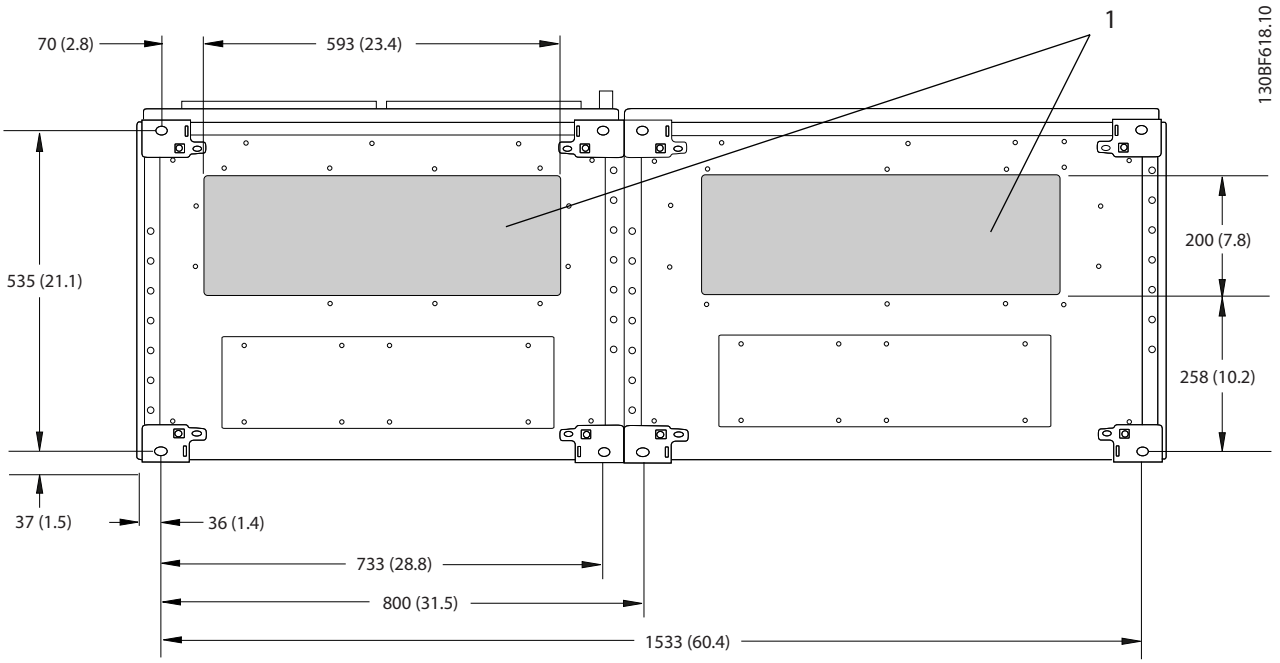


Bild 8.66 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för F10

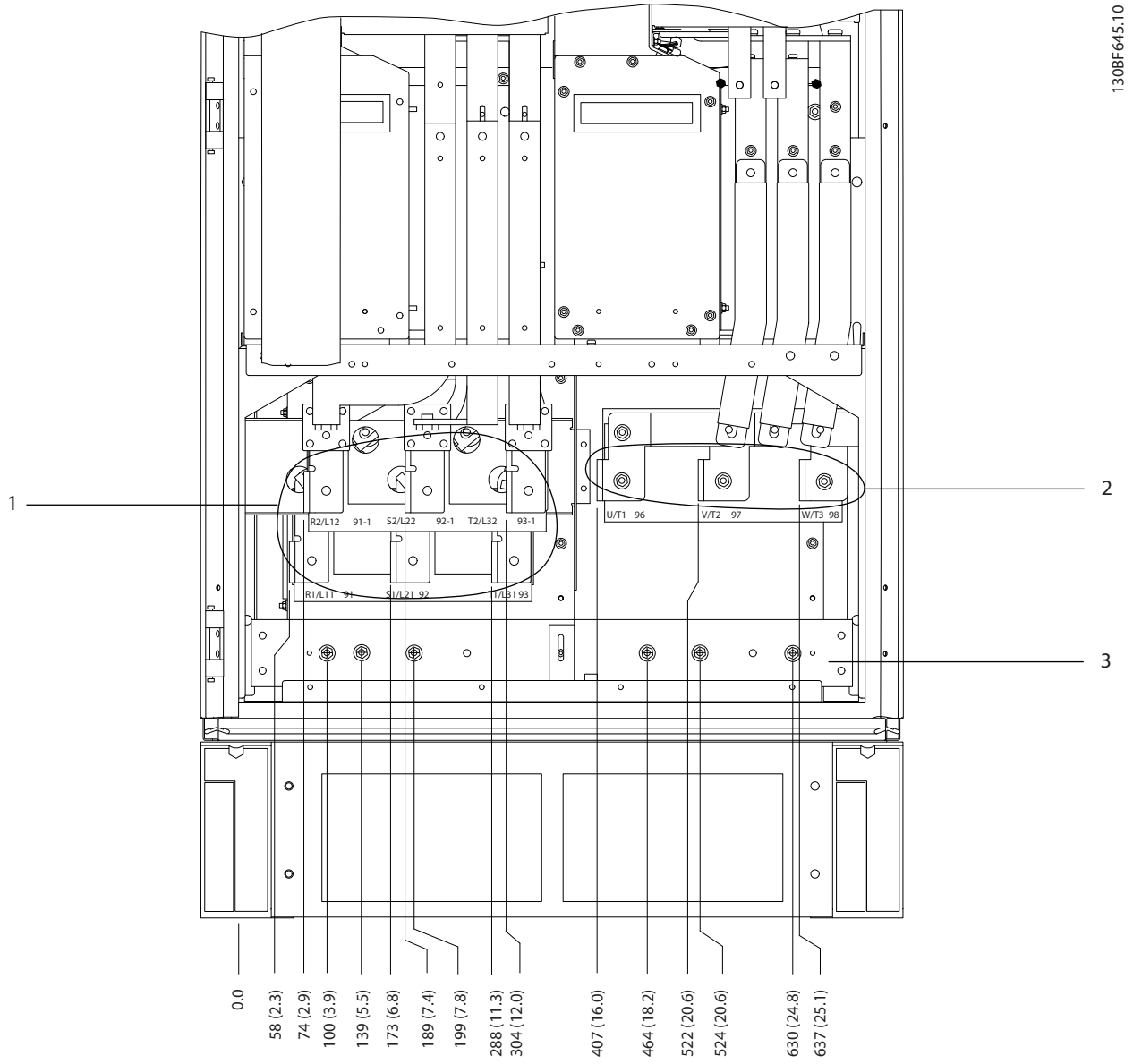


1	Nätsida	2	Motorsida

Bild 8.67 Kabelförskruvningsplåtens mått för F10

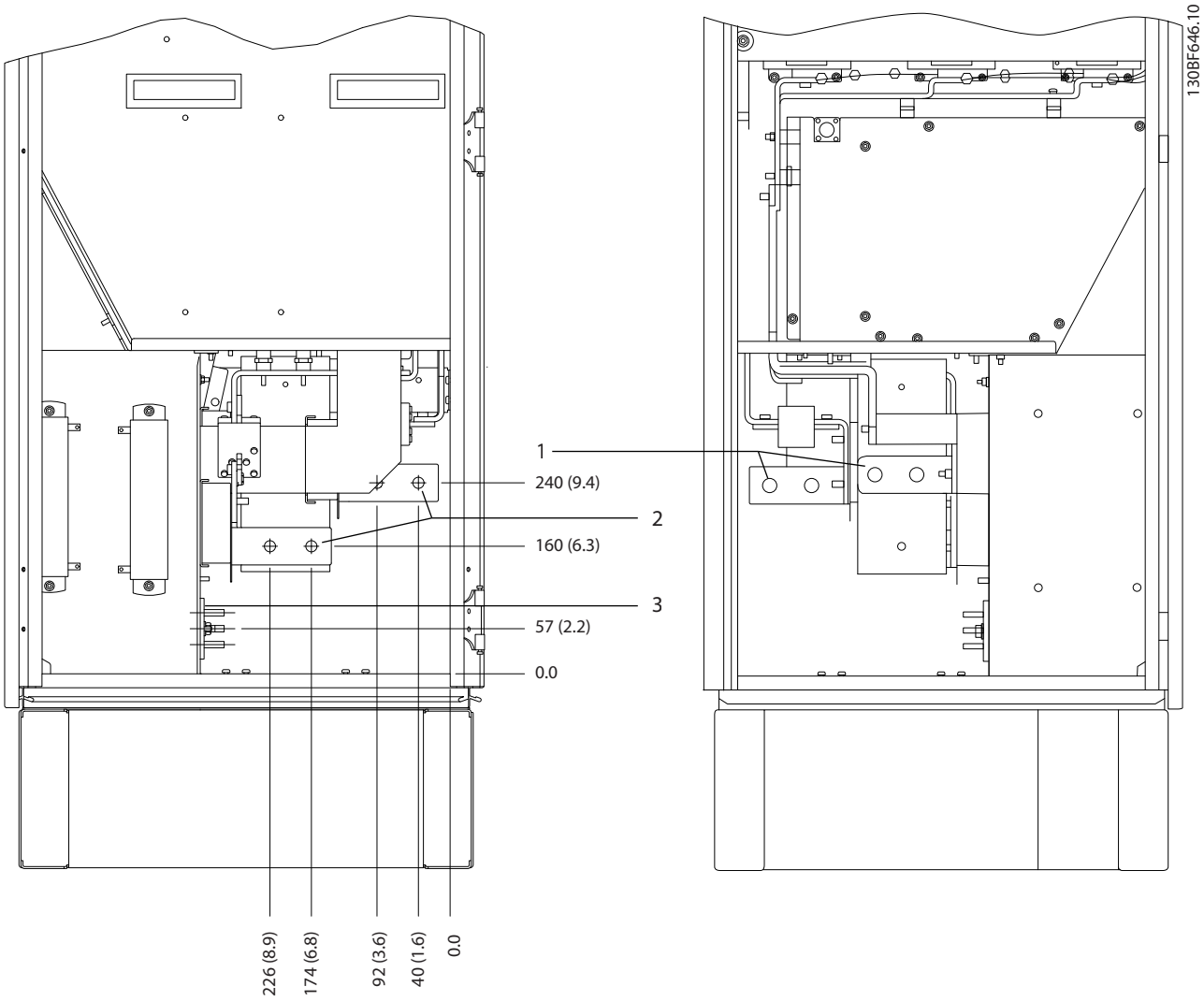
8.9.2 Plintmått för F10

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.



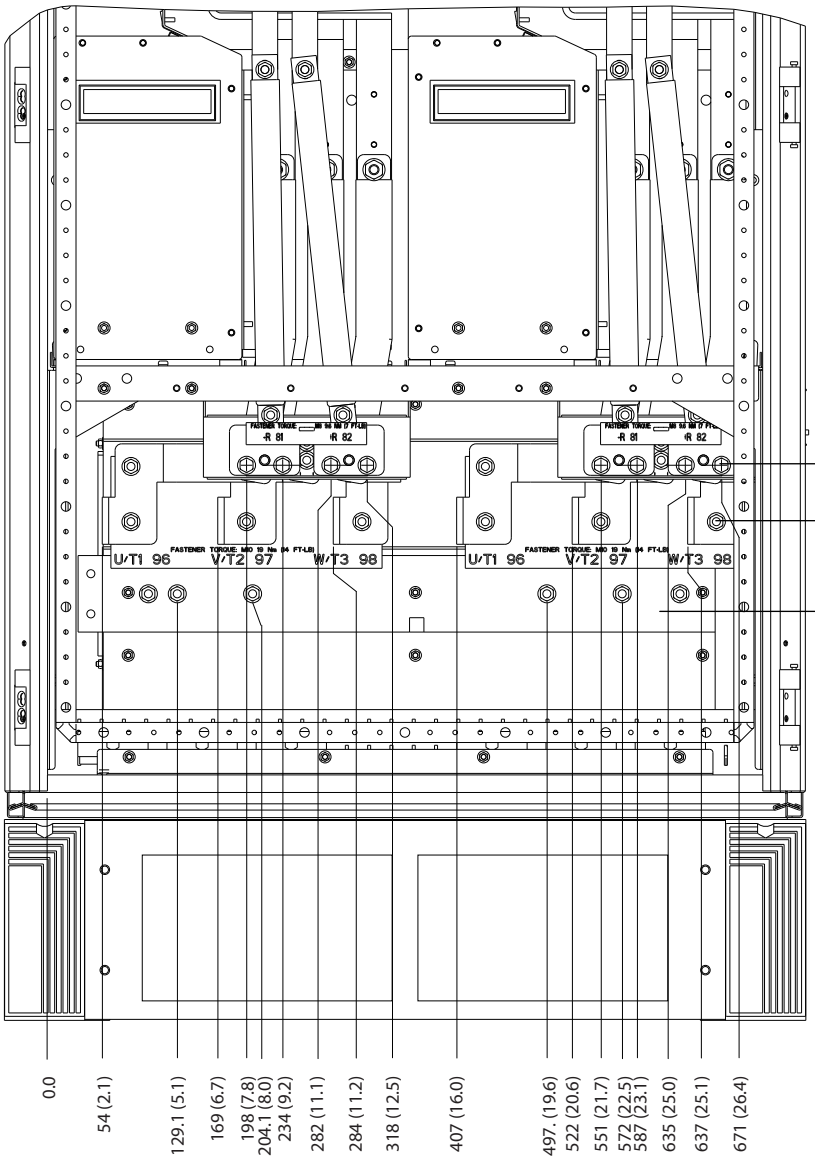
1	Nätplintar	2	Jordskena

Bild 8.68 Plintmått för likriktarskåp F10–F13, framifrån



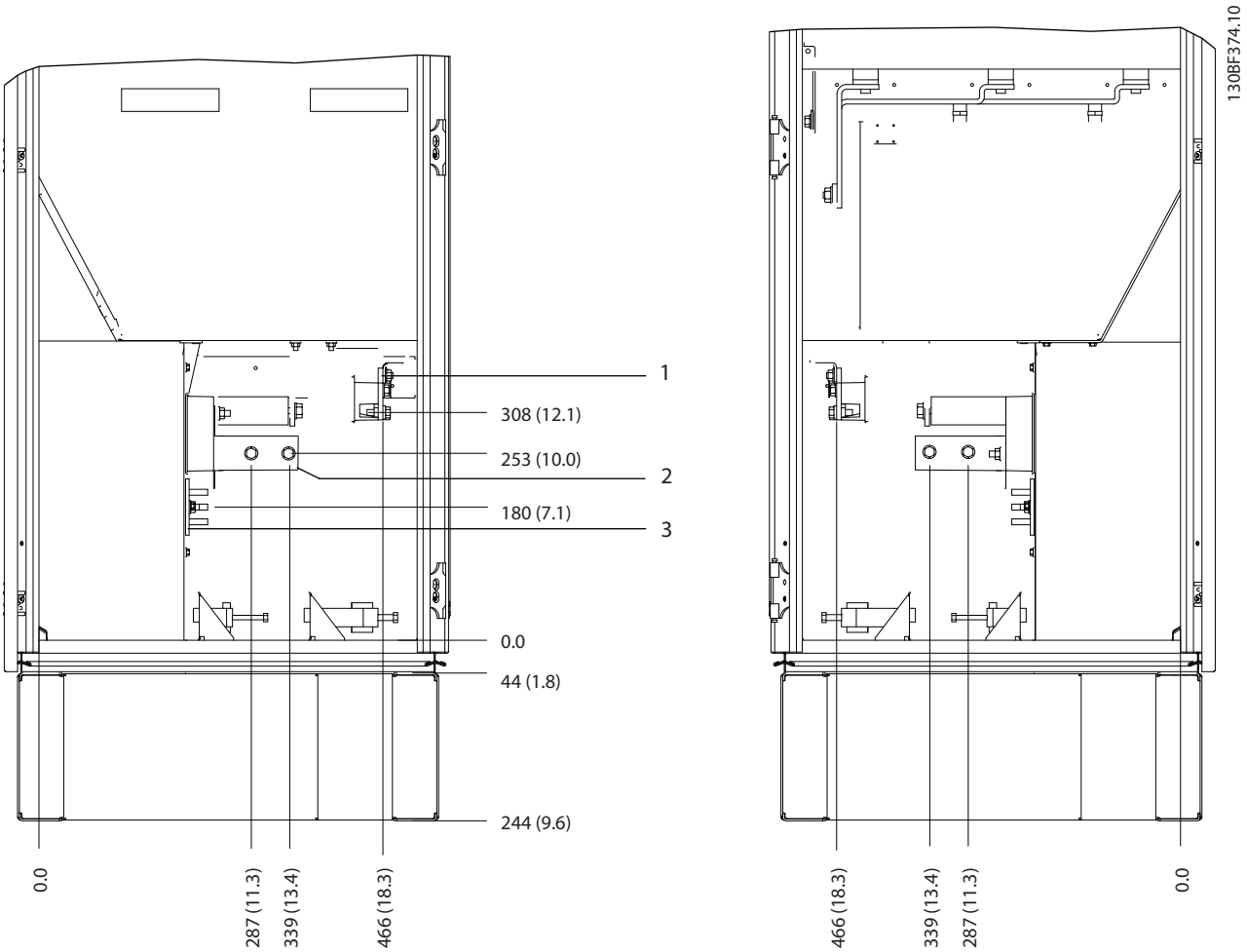
1	Nätplintar	2	Jordskena

Bild 8.69 Plintmått för likriktarskåp F10–F13, från sidan



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

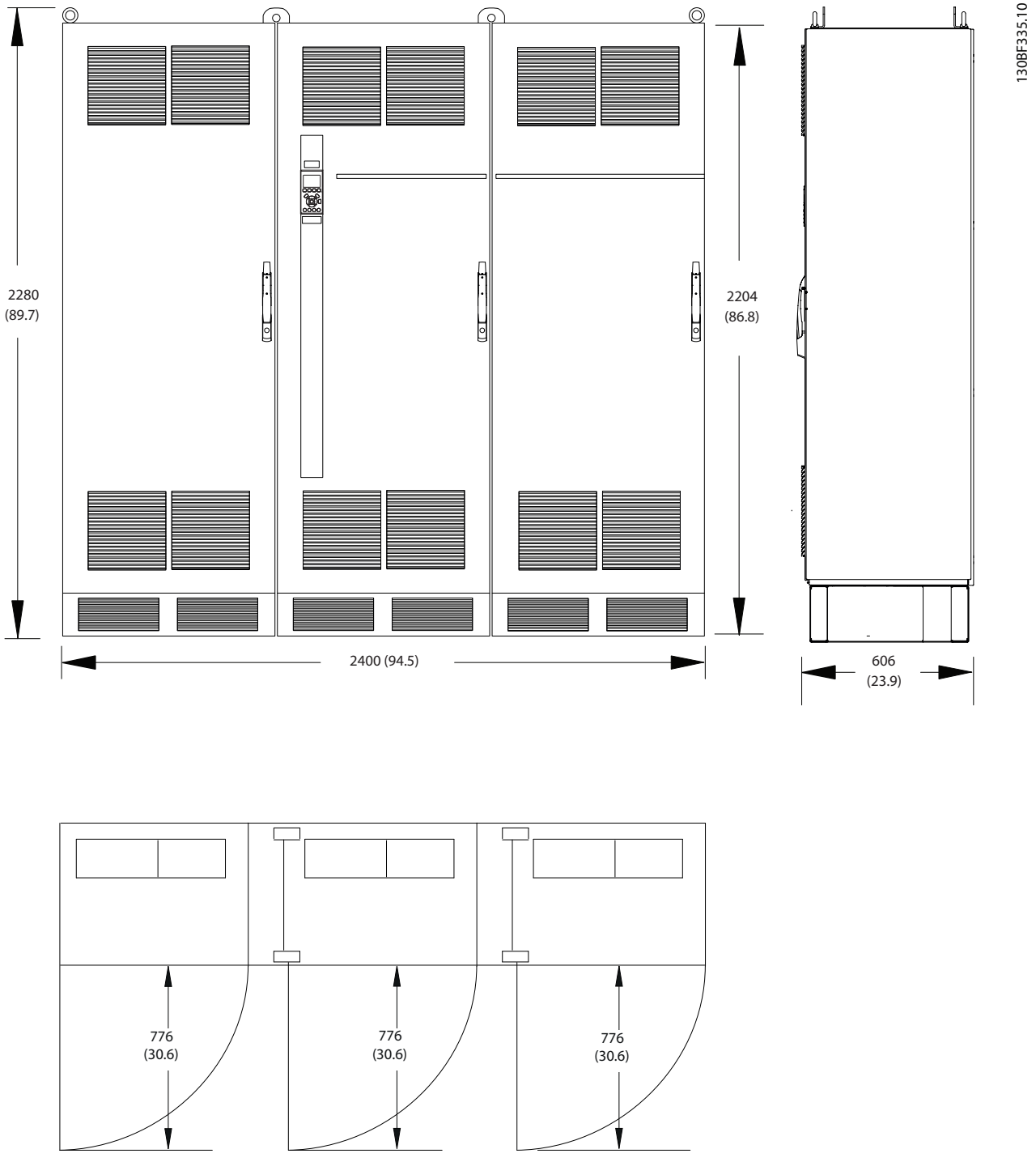
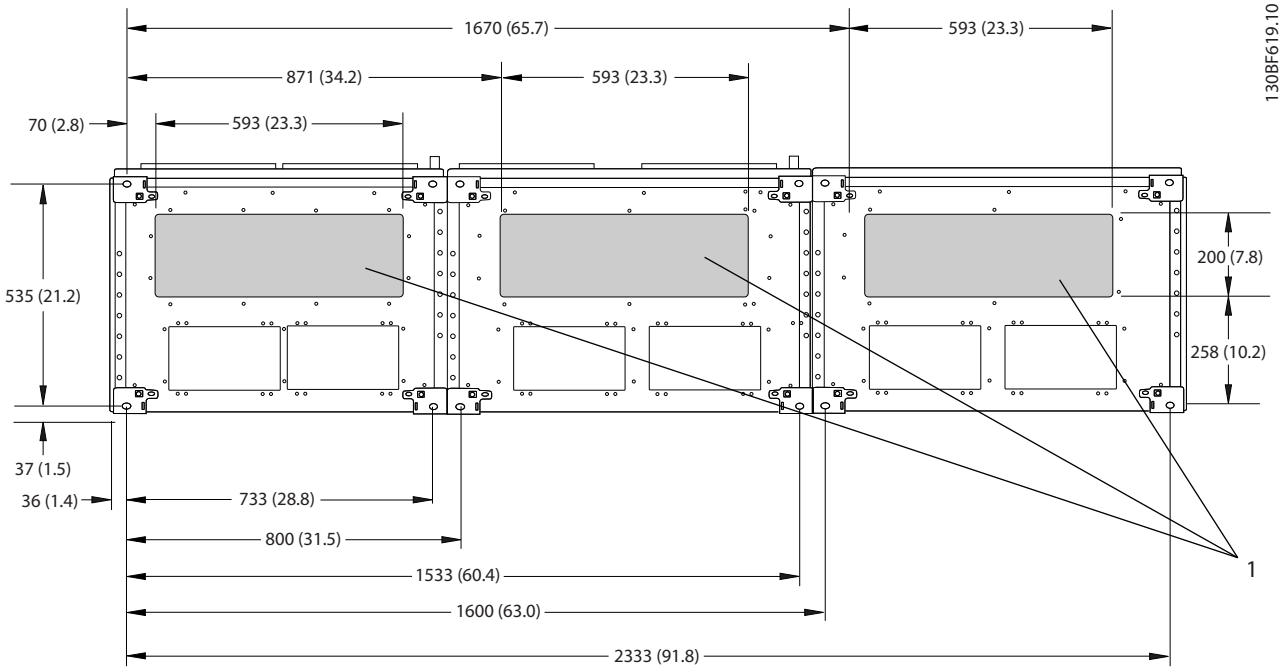


Bild 8.72 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för F11



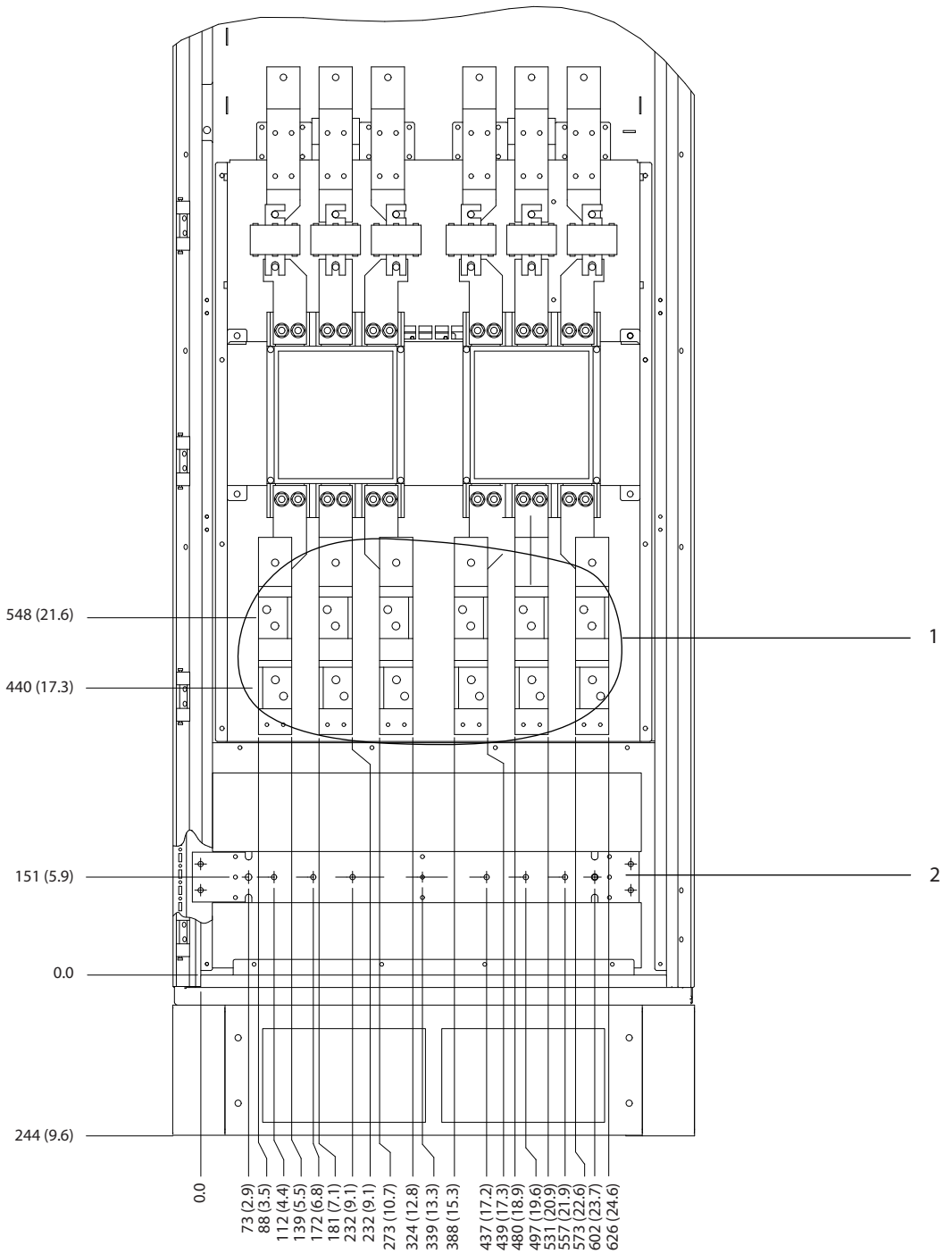
1	Nätsida	2	Motorsida

Bild 8.73 Kabelförskruvningsplåtens mått för F11

8

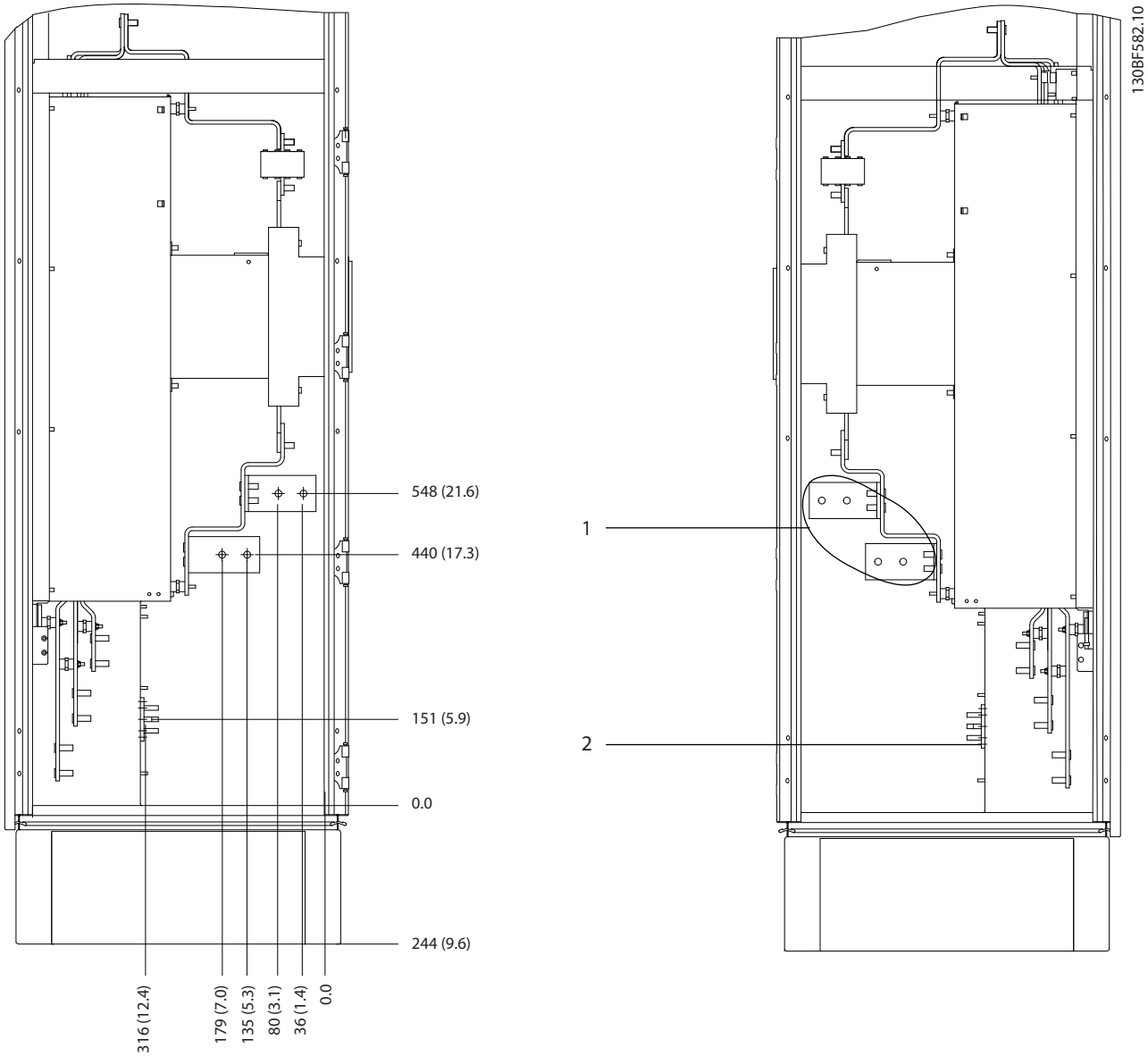
8.10.2 Plintmått för F11

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.



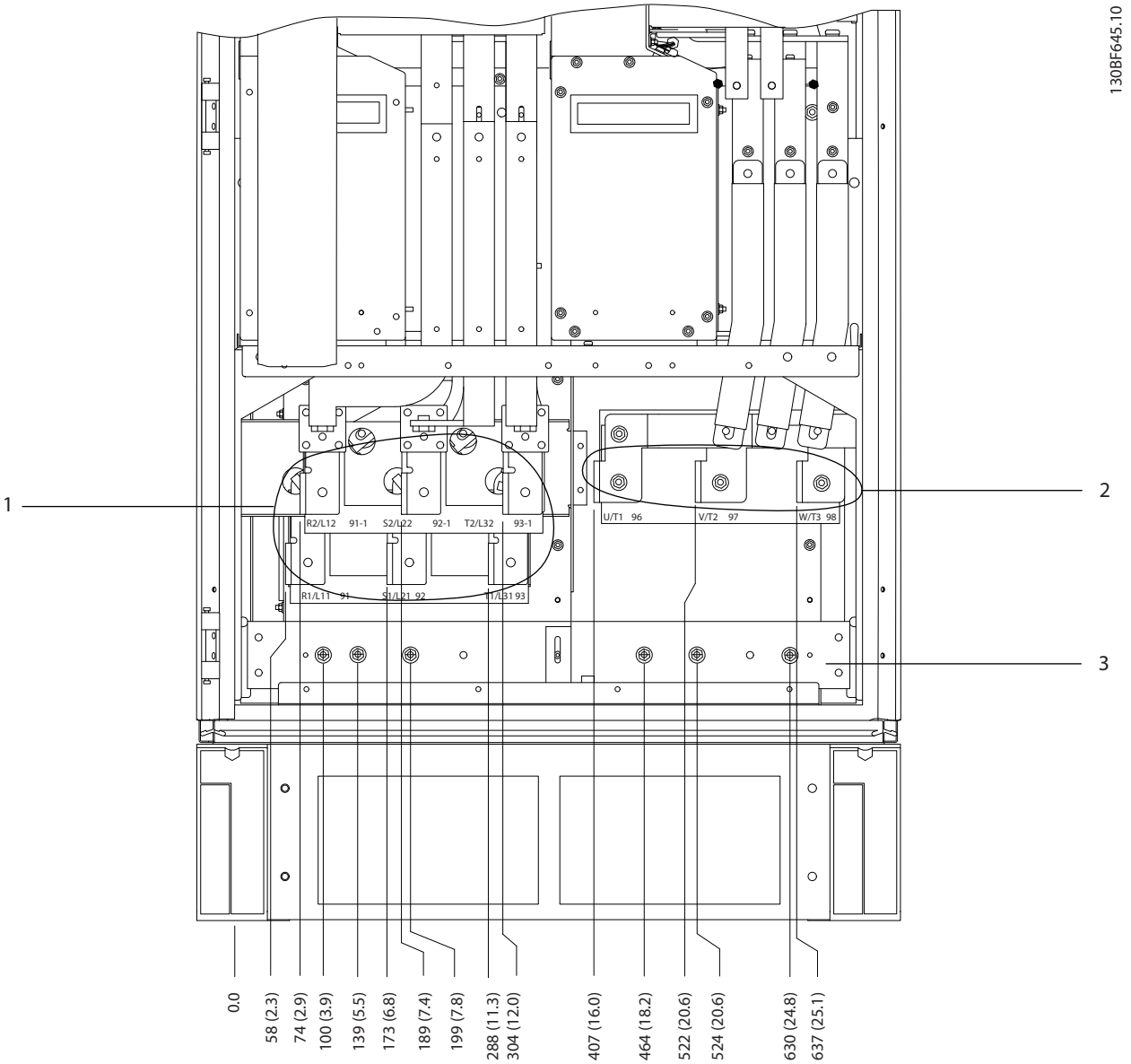
1	Nätplintar	2	Jordskena

Bild 8.74 Plintmått för tillvalsskåp F11/F13, framifrån



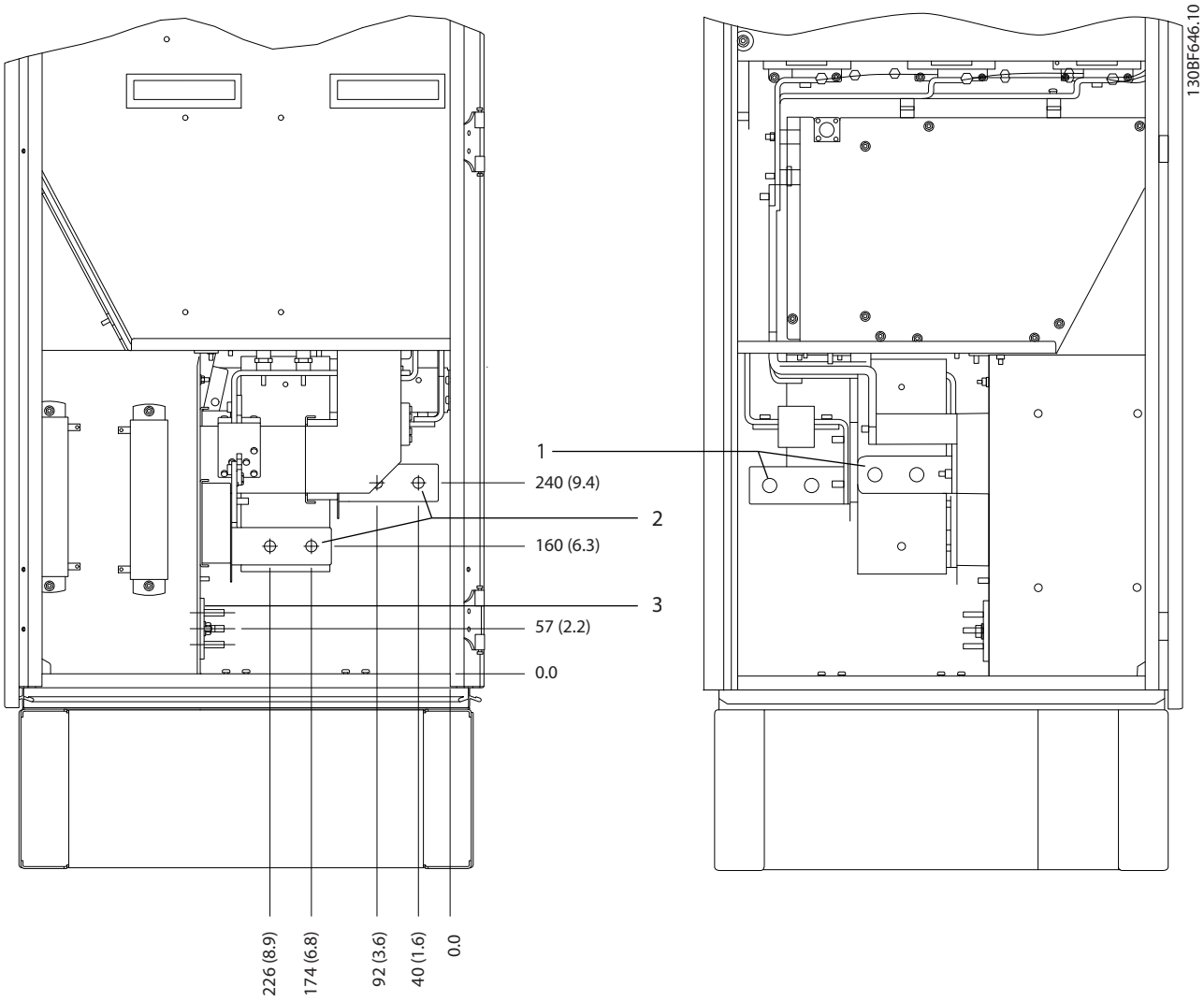
1	Nätplintar	2	Jordskena

Bild 8.75 Plintmått för tillvalsskåp F11/F13, från sidan



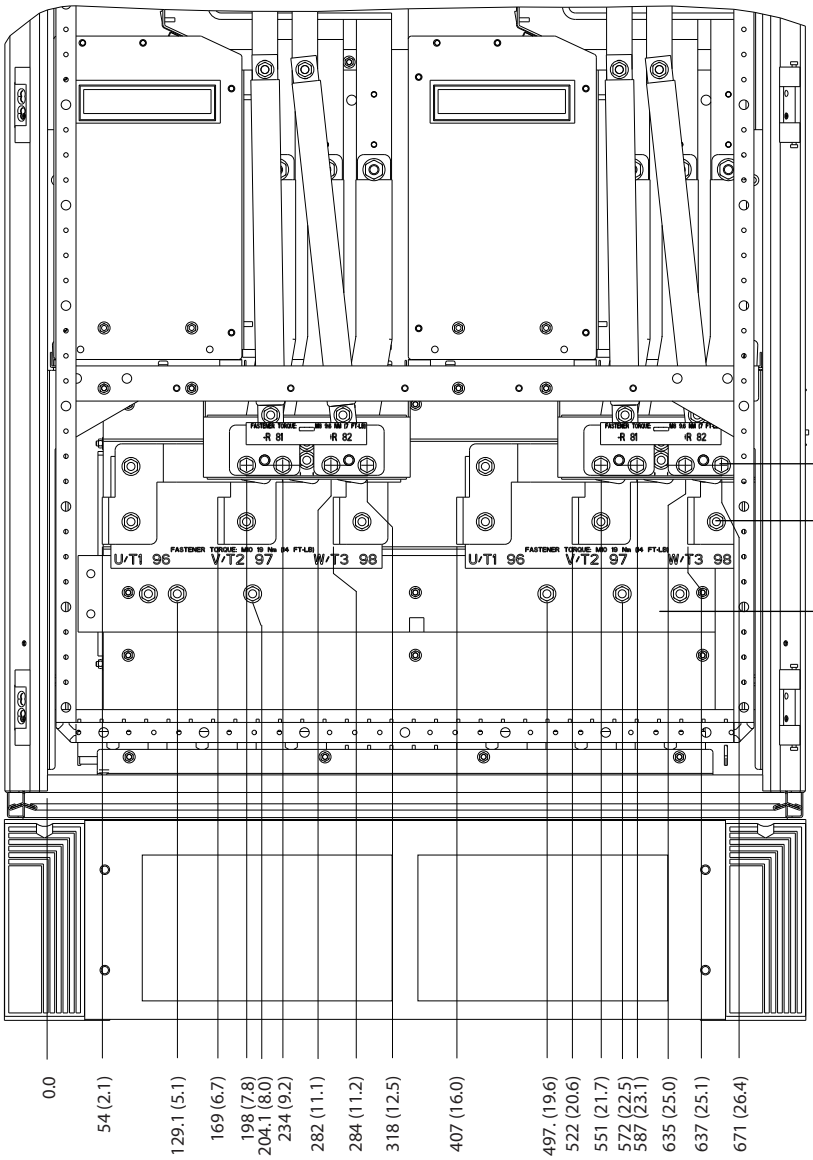
1	Nätplintar	2	Jordskena

Bild 8.76 Plintmått för likriktarskåp F10–F13, framifrån



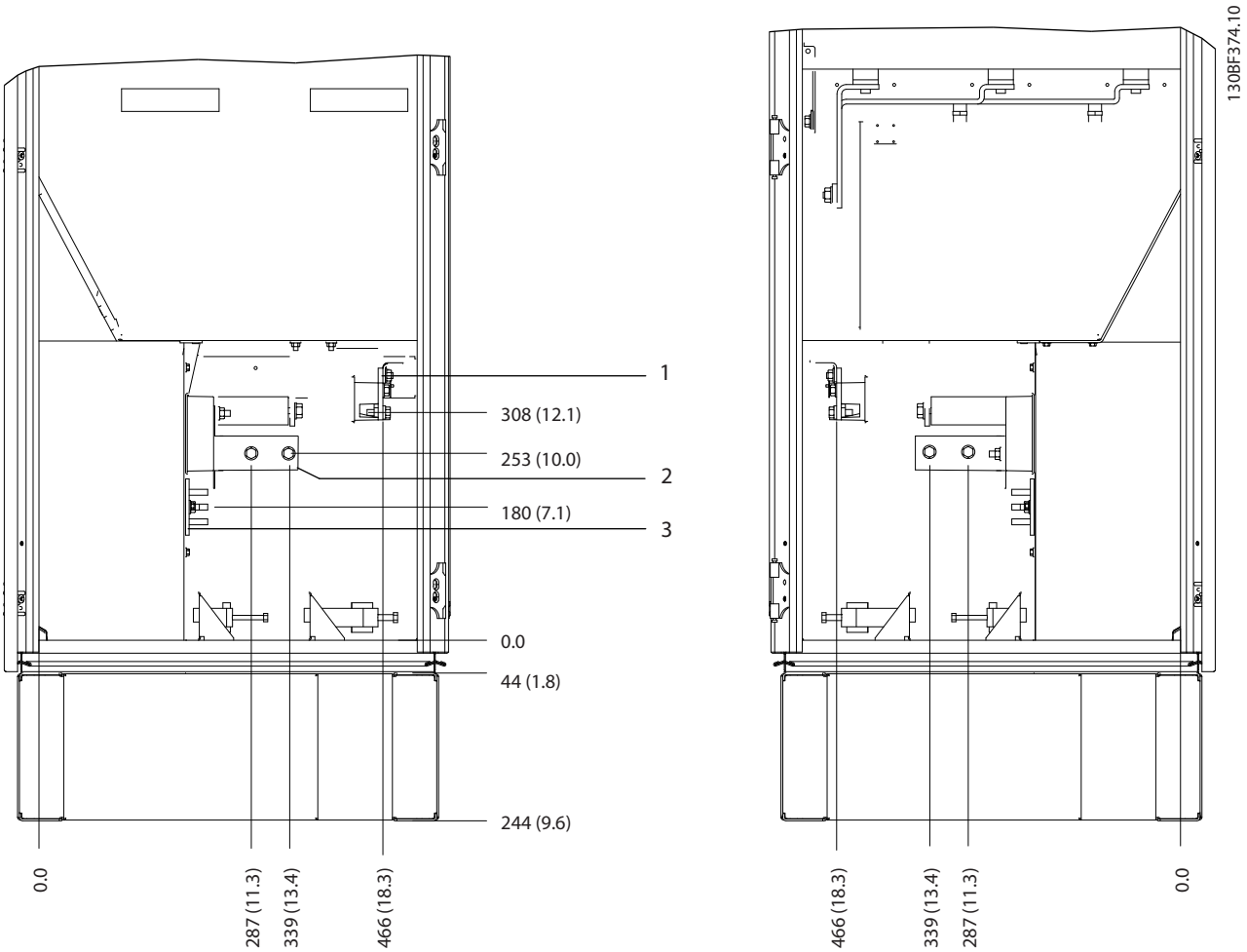
1	Nätplintar	2	Jordskena

Bild 8.77 Plintmått för likriktarskåp F10–F13, från sidan



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

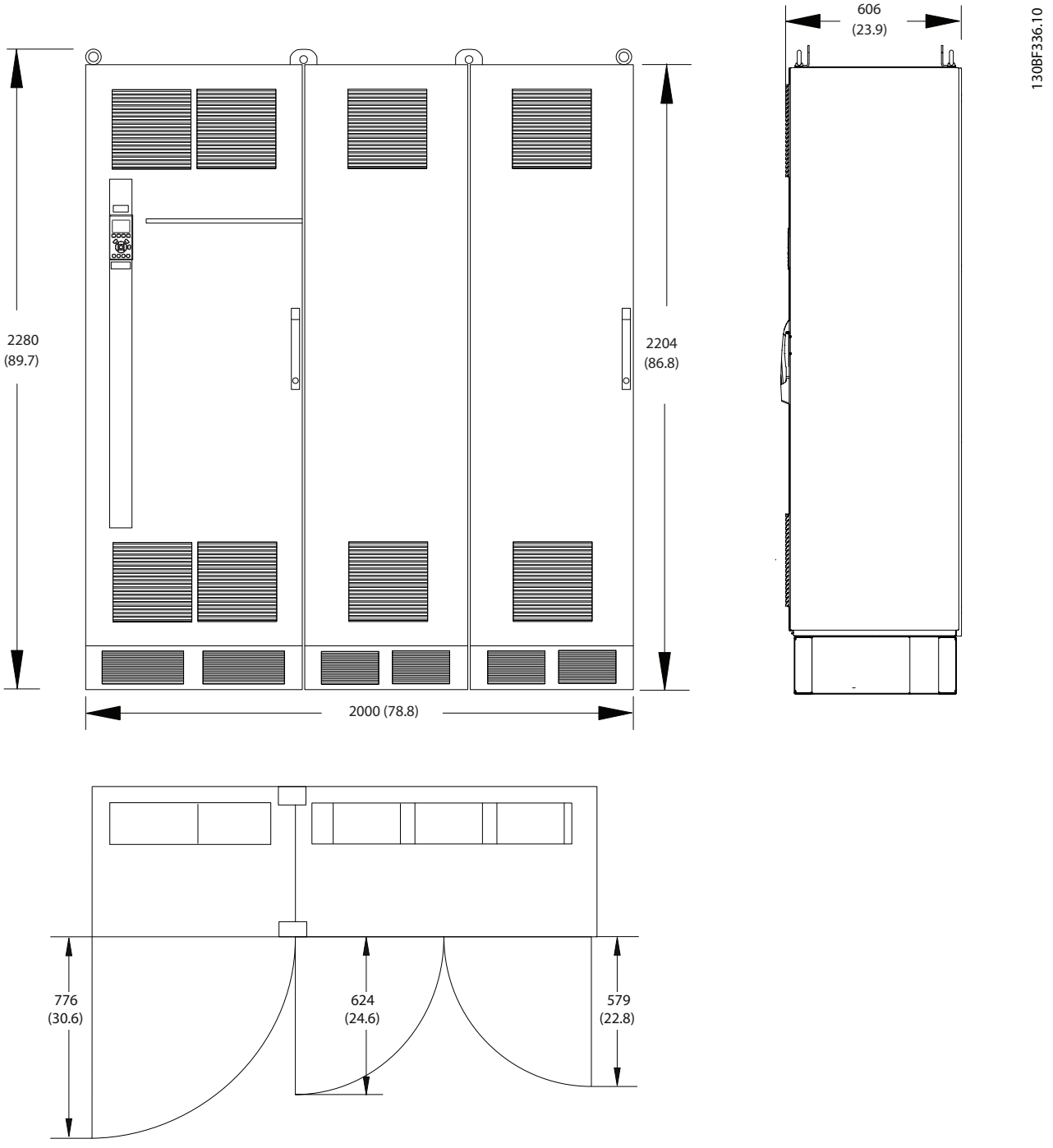
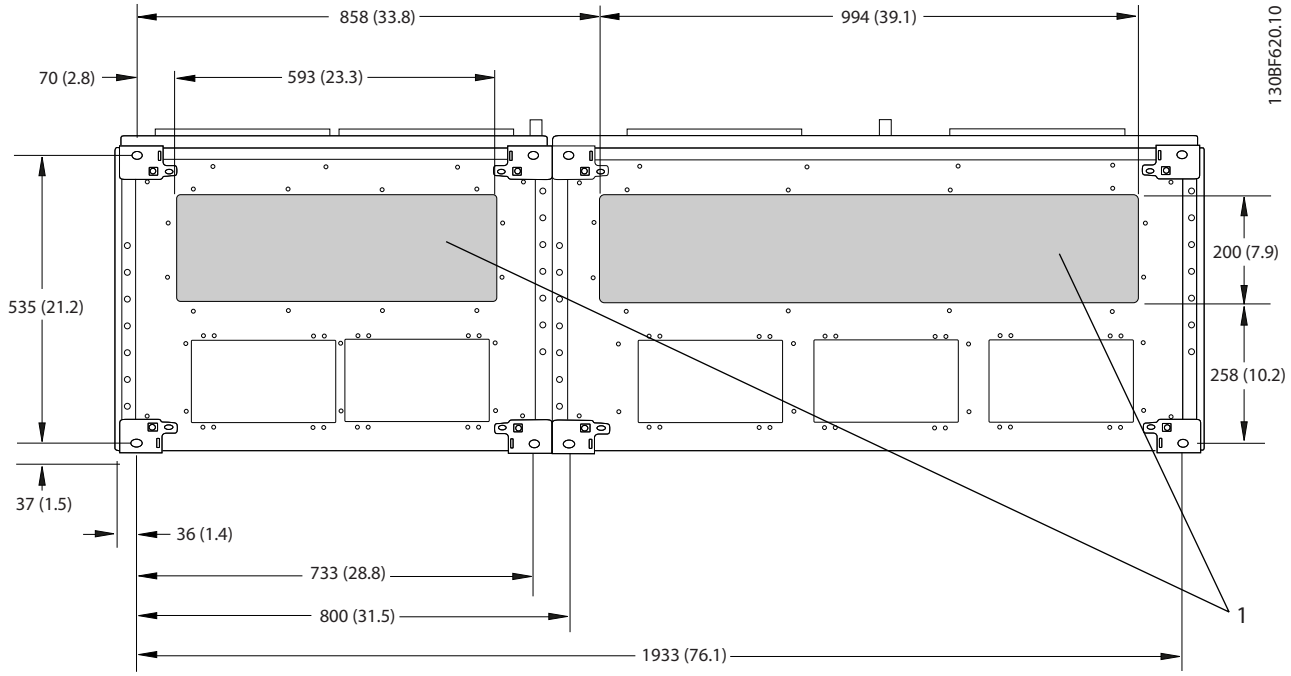


Bild 8.80 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för F12

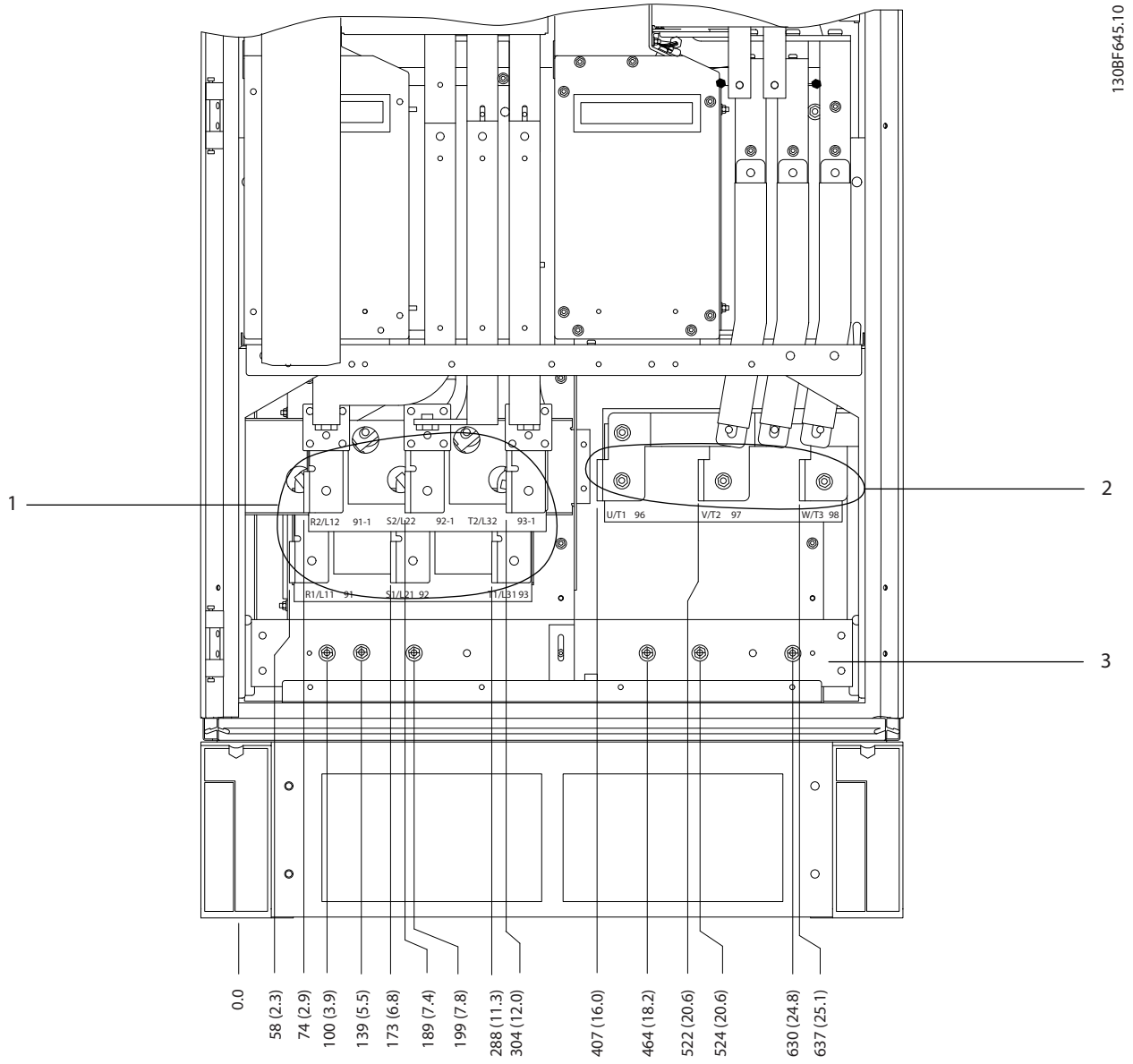


1	Nätsida	2	Motorsida

Bild 8.81 Kabelförskruvningsplåtens mått för F12

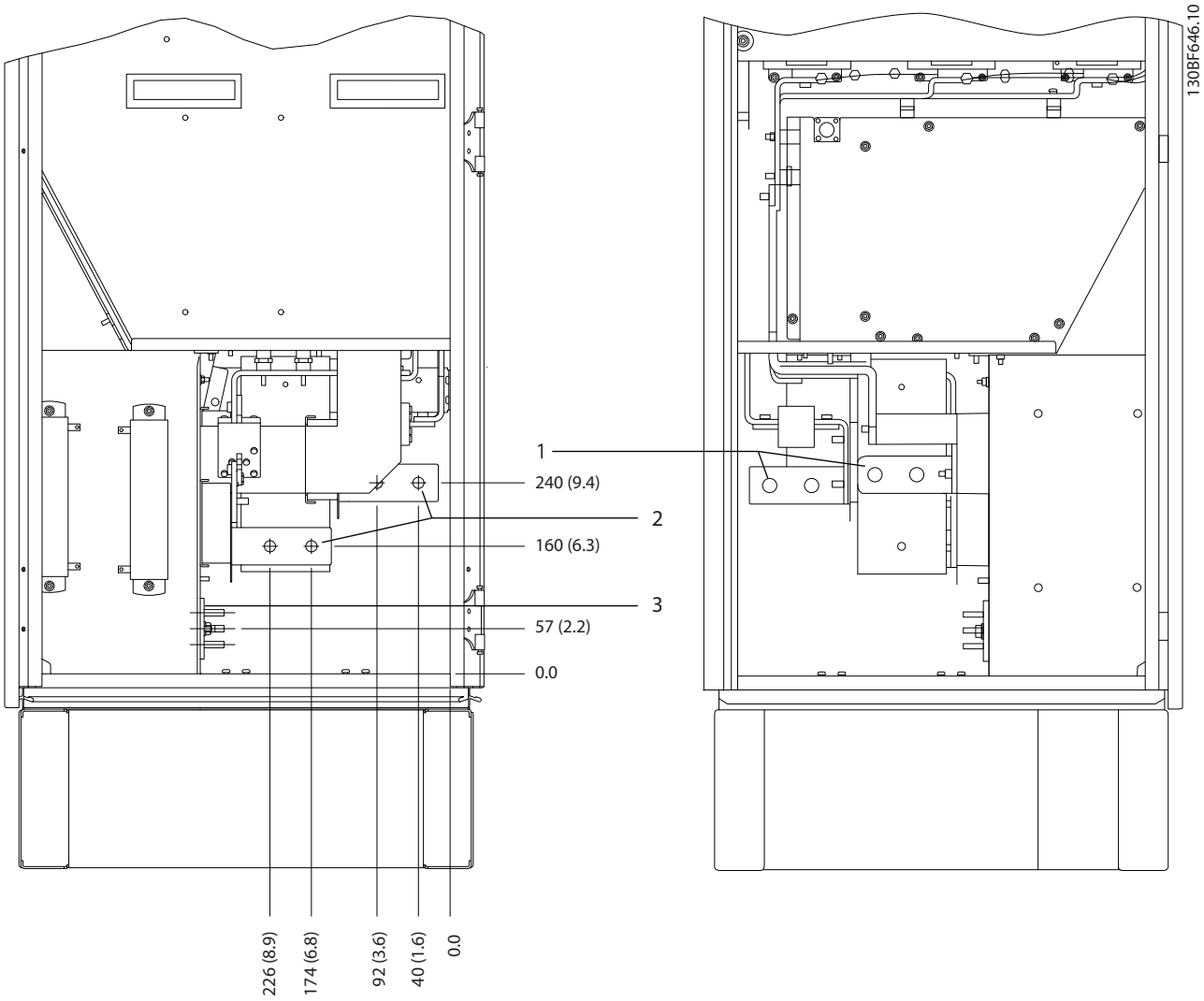
8.11.2 Plintmått för F12

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.



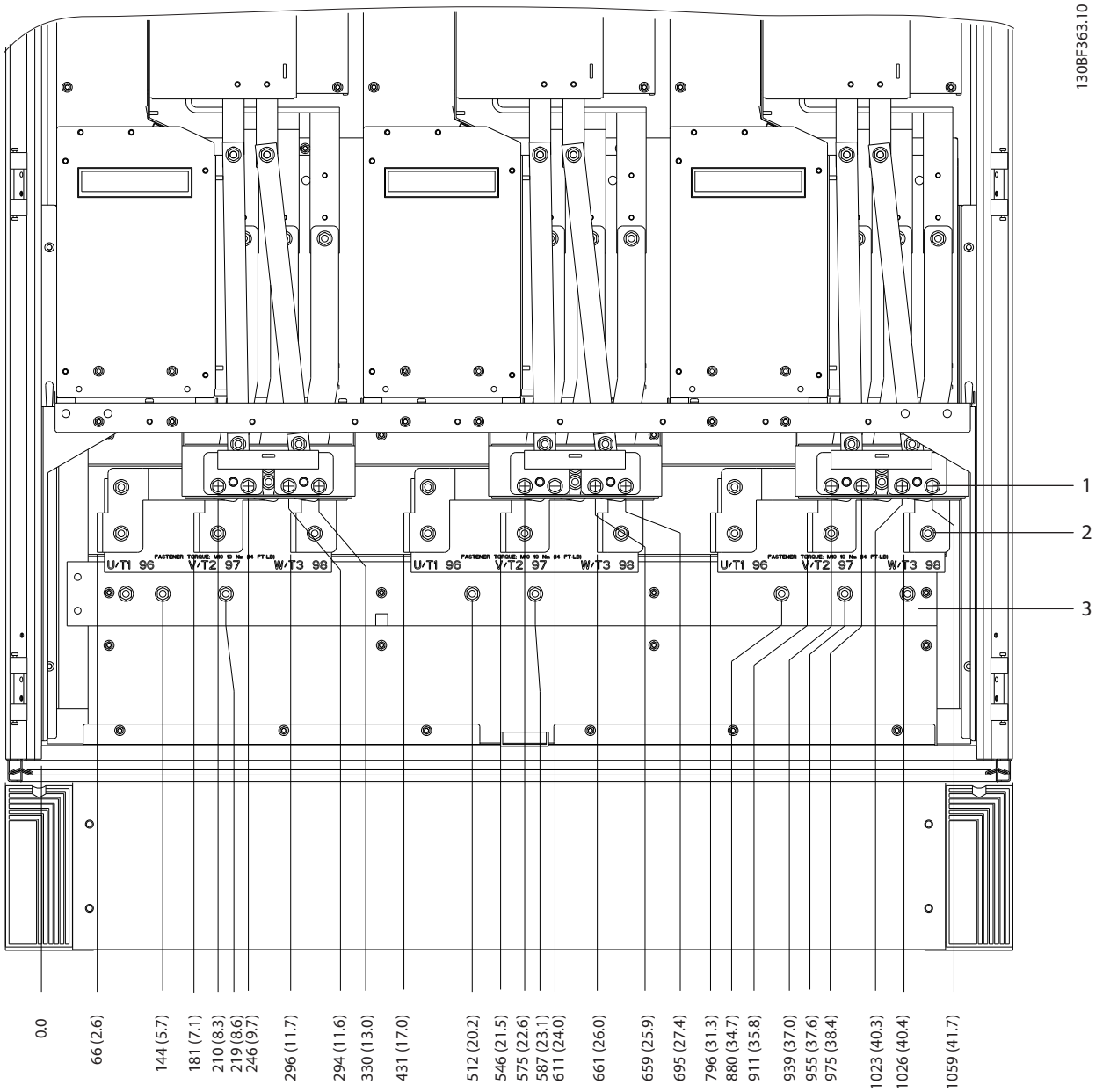
1	Nätplintar	2	Jordskena

Bild 8.82 Plintmått för likriktarskåp F10–F13, framifrån



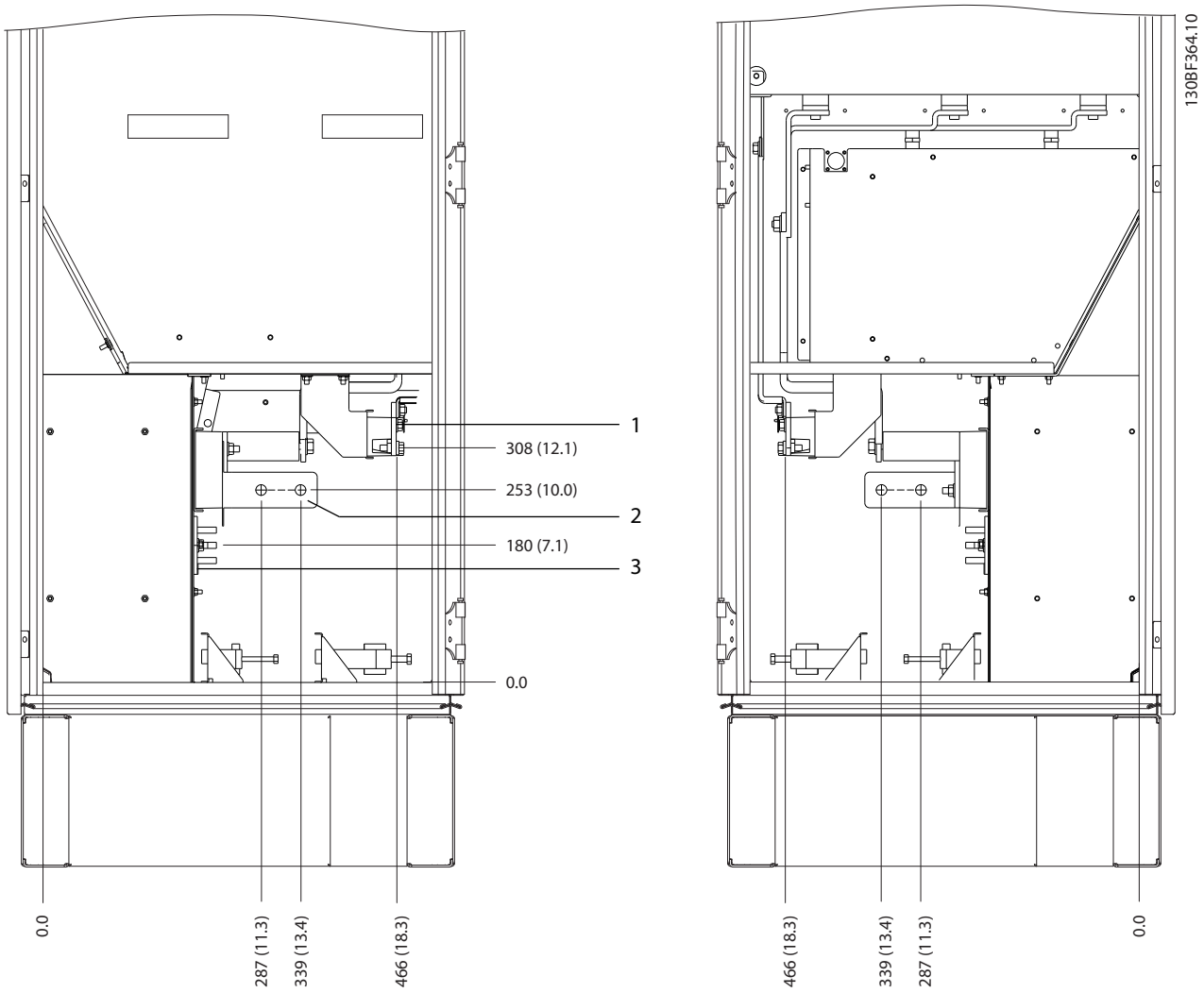
1	Nätplintar	2	Jordskena

Bild 8.83 Plintmått för likriktarskåp F10–F13, från sidan



1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	–	–

Bild 8.84 Plintmått för växelriktarskåp F12–F13, framifrån



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

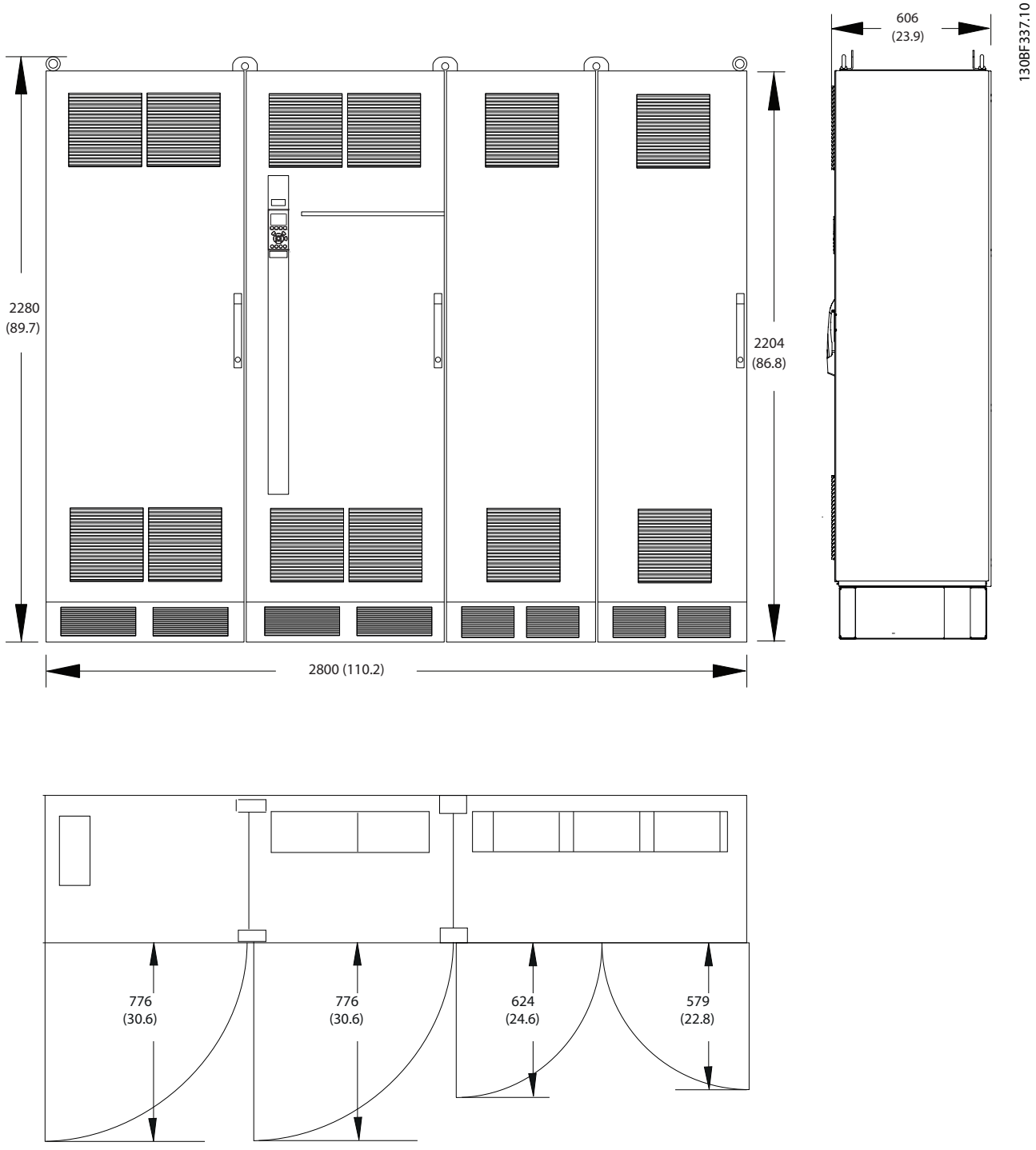
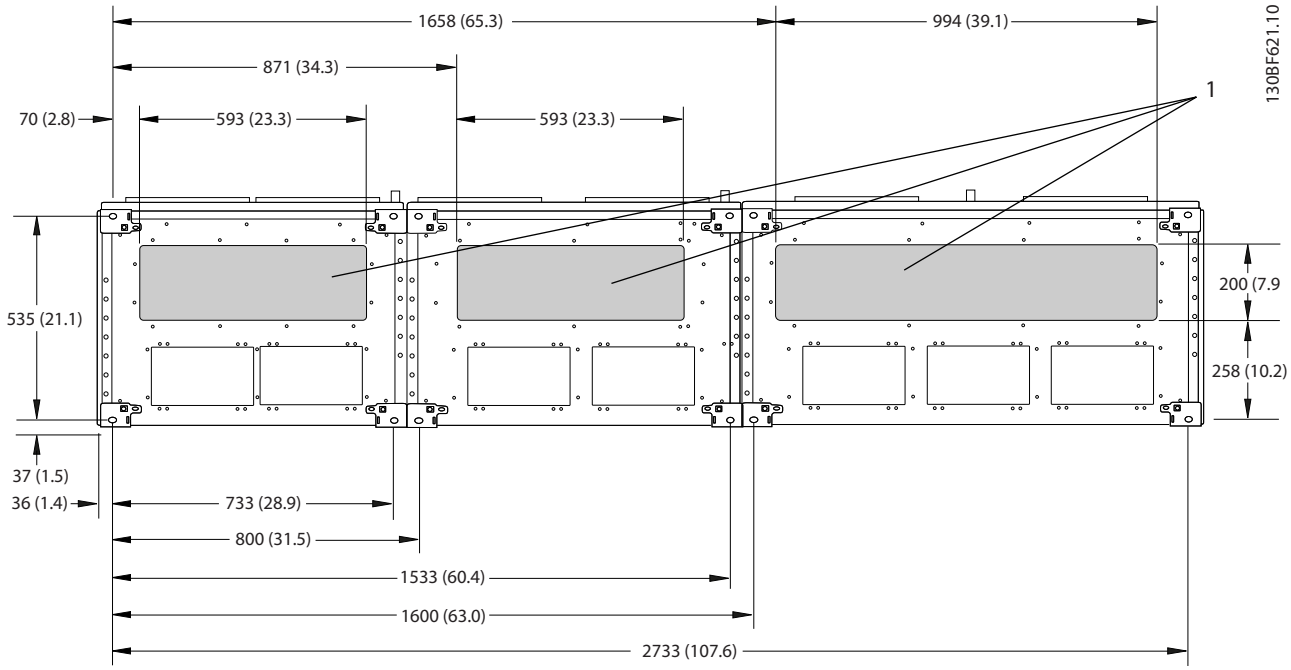


Bild 8.86 Mått för framsida, sida och fritt utrymme runt lucka för F13



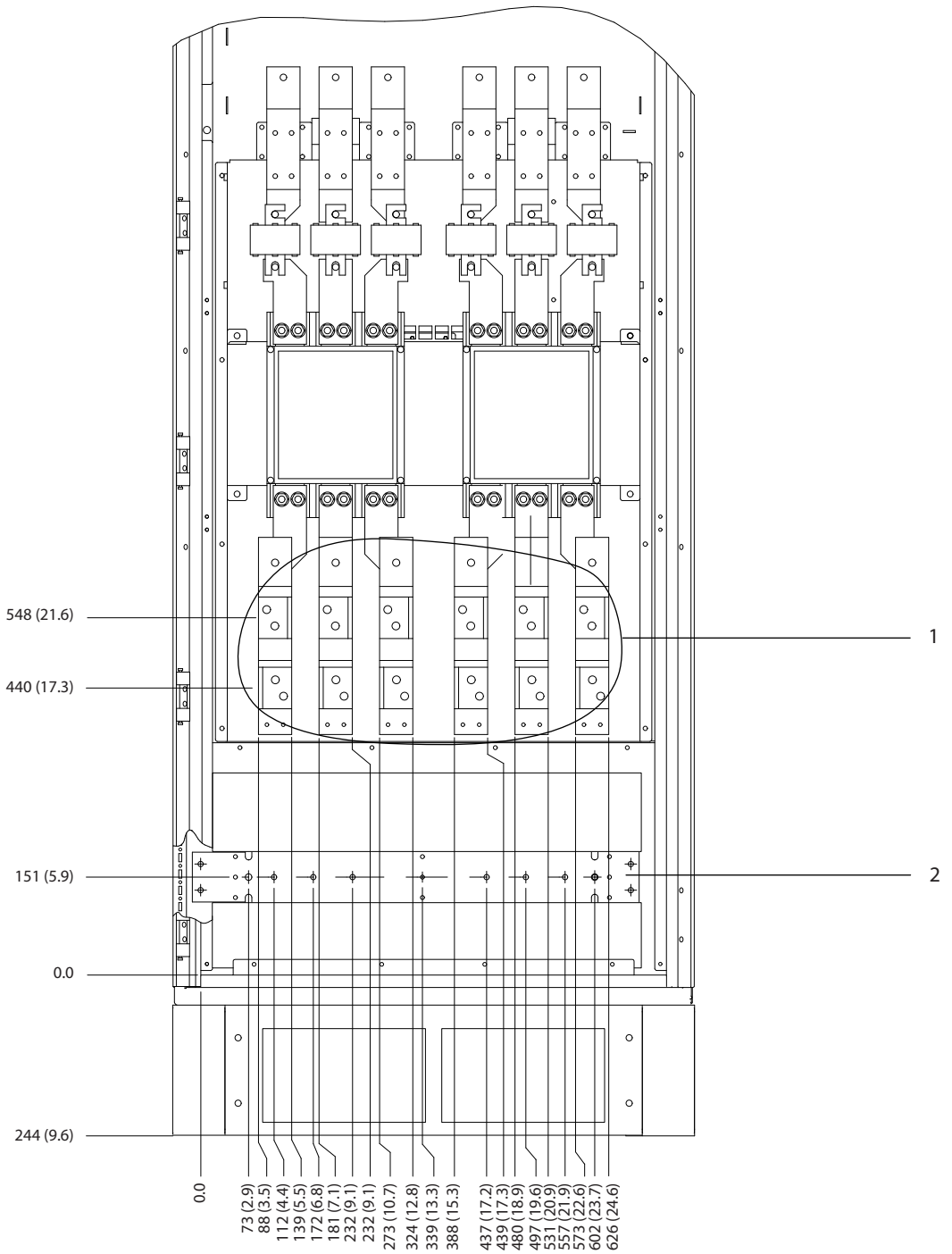
1	Nätsida	2	Motorsida

Bild 8.87 Kabelförskruvningsplåtens mått för F13

8

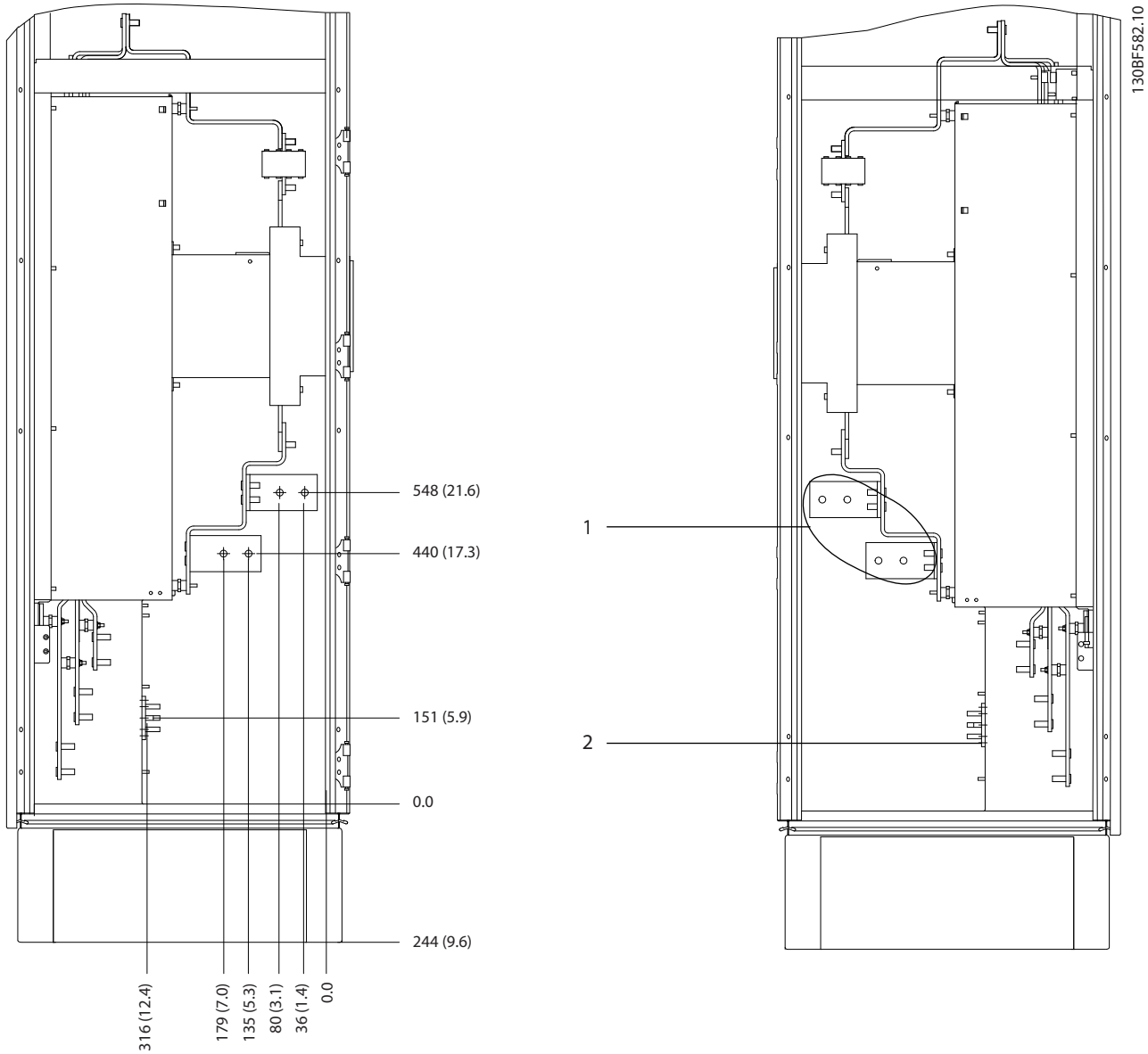
8.12.2 Plintmått för F13

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.



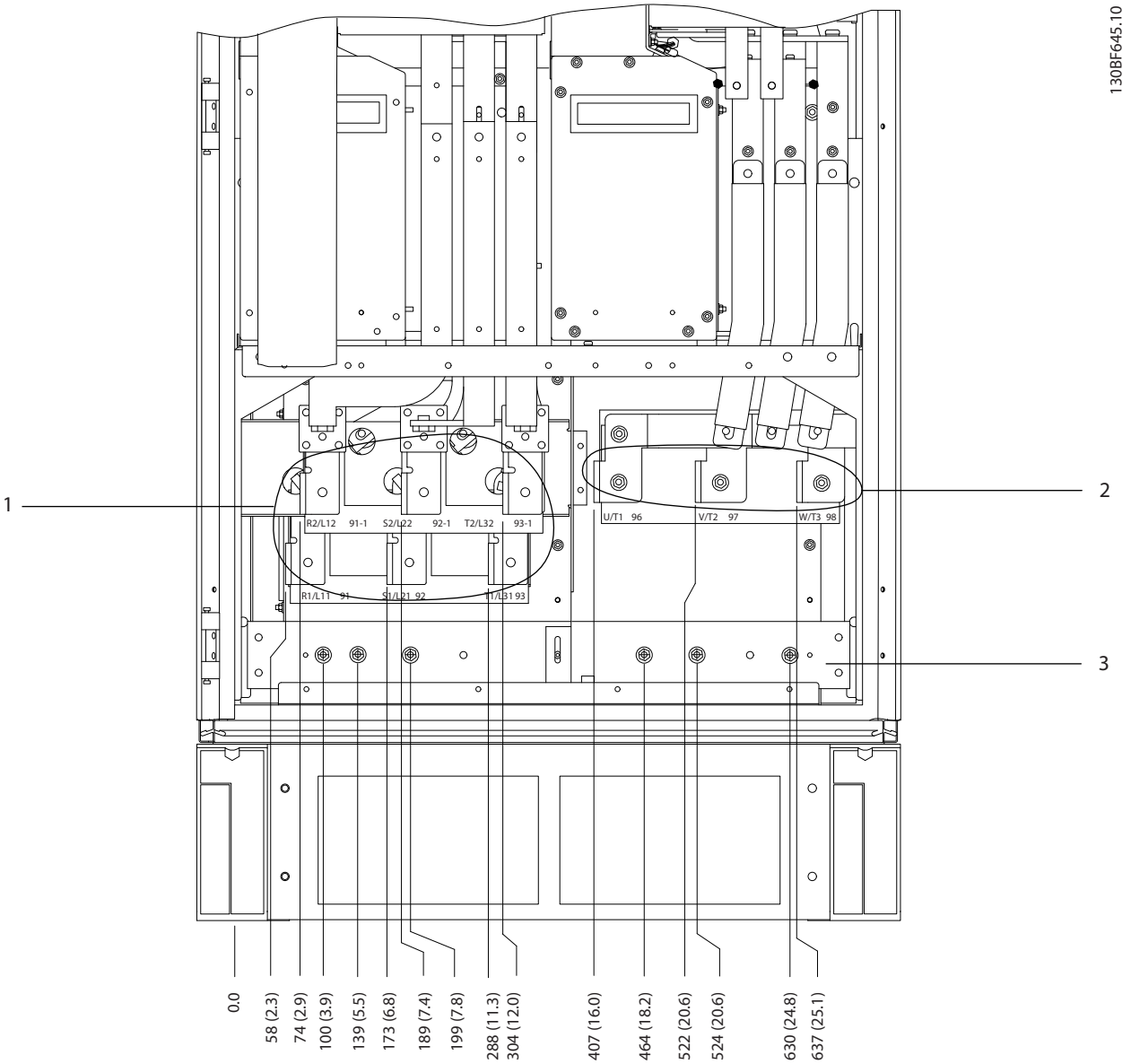
1	Nätplintar	2	Jordskena

Bild 8.88 Plintmått för tillvalsskåp F11/F13, framifrån



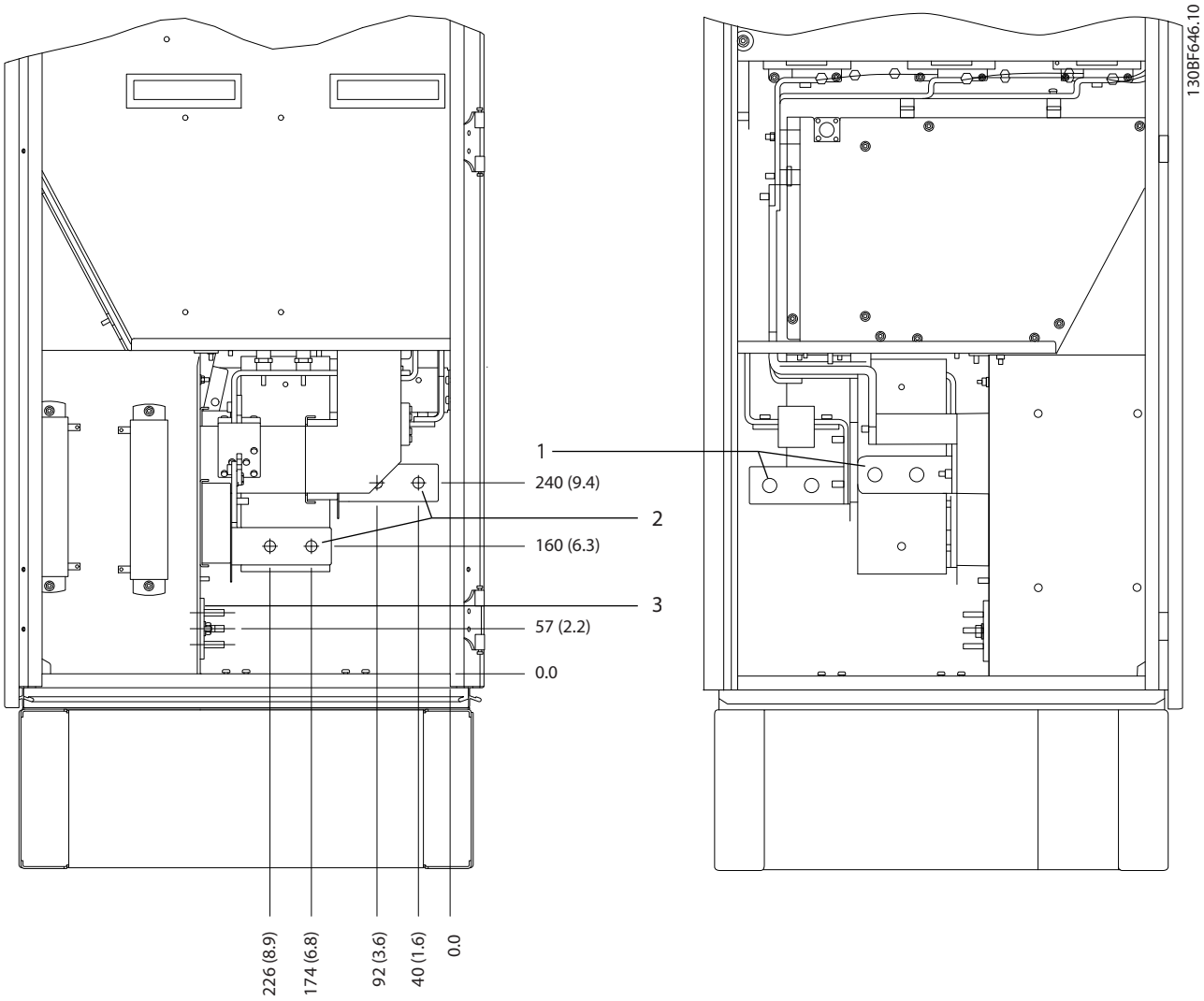
1	Nätplintar	2	Jordskena

Bild 8.89 Plintmått för tillvalsskåp F11/F13, från sidan



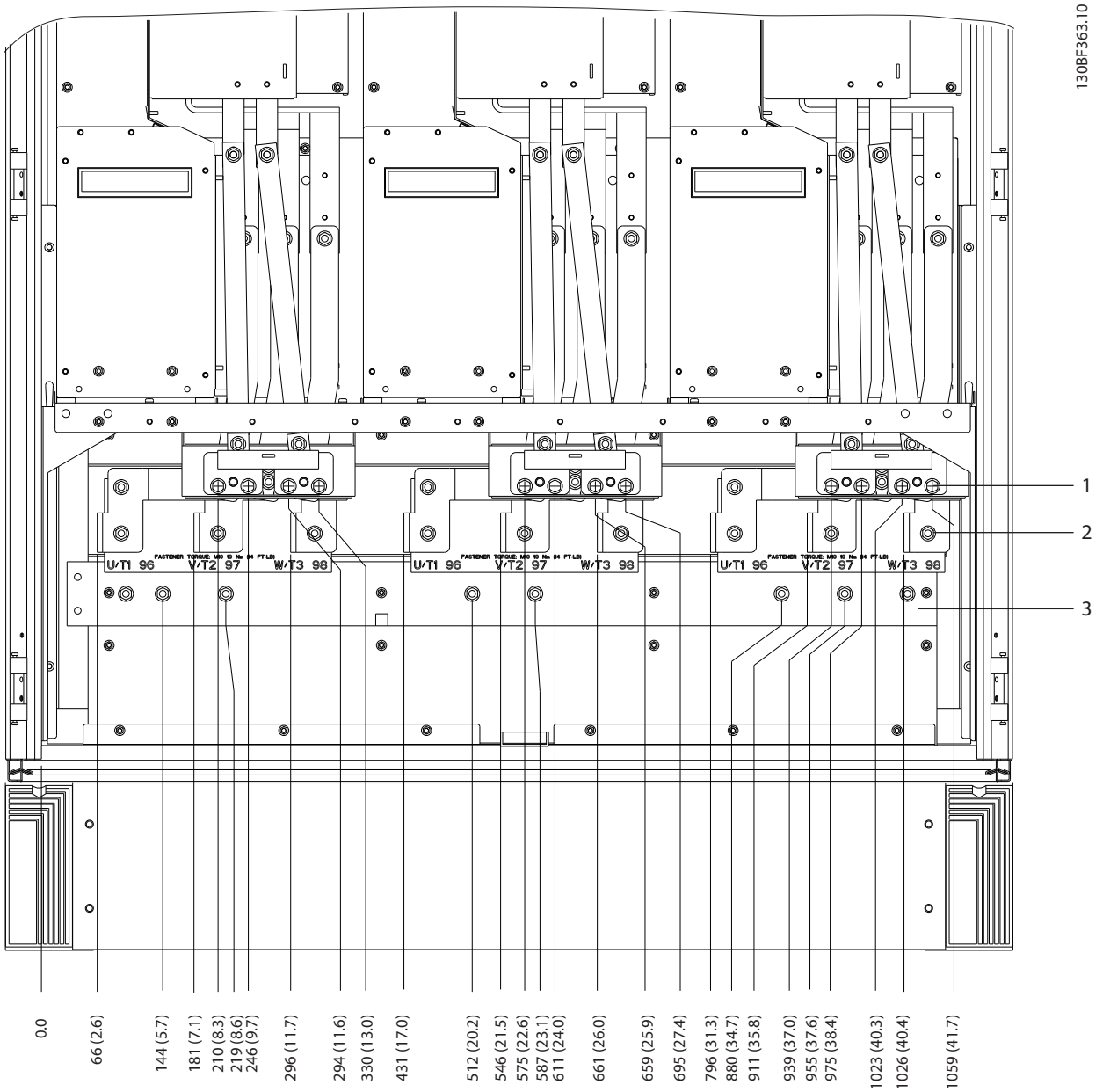
1	Nätplintar	2	Jordskena

Bild 8.90 Plintmått för likriktarskåp F10–F13, framifrån



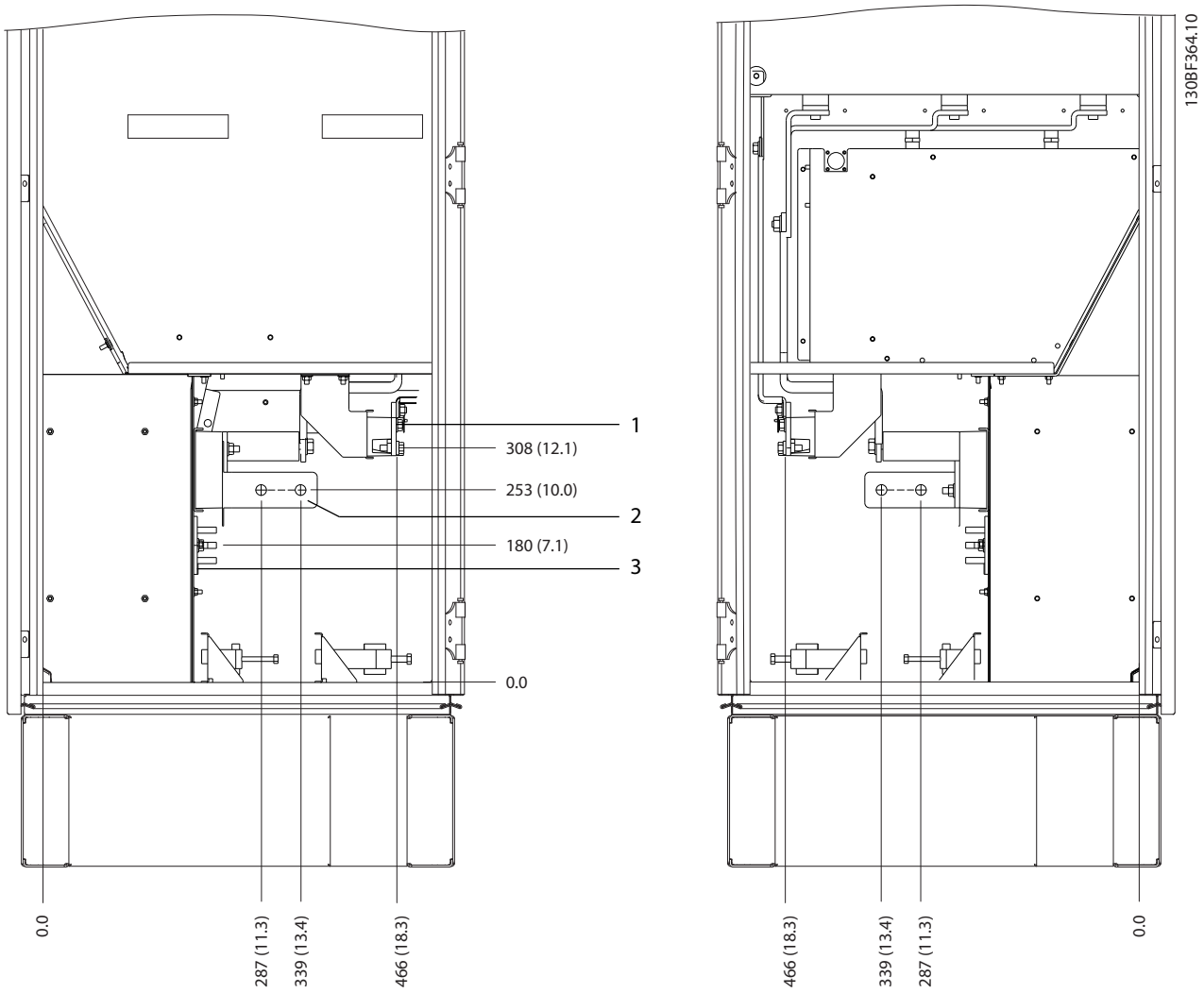
1	Nätplintar	2	Jordskena

Bild 8.91 Plintmått för likriktarskåp F10–F13, från sidan



1	Bromsplintar	3	Jordskena
2	Motorplintar	–	–

Bild 8.92 Plintmått för växelriktarskåp F12–F13, framifrån



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°.**

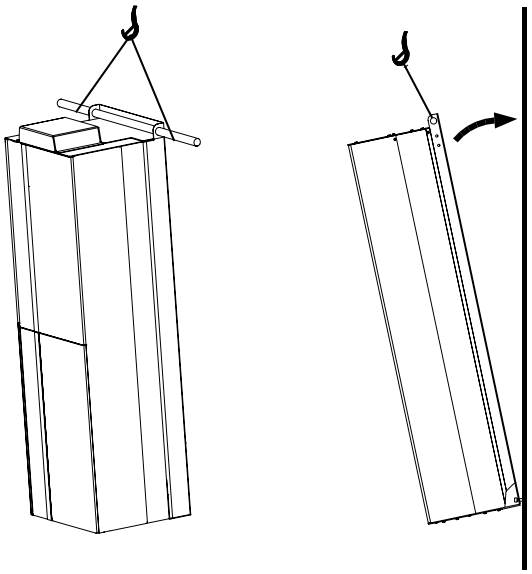


Bild 9.1 Rekommenderad lyftmetod för kapsling E1–E2

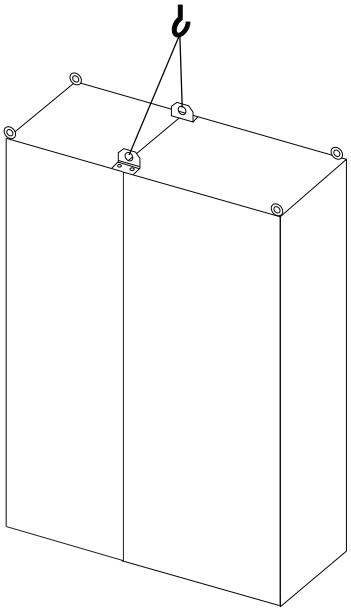


Bild 9.2 Rekommenderad lyftmetod för kapsling F1/F2/F9/F10

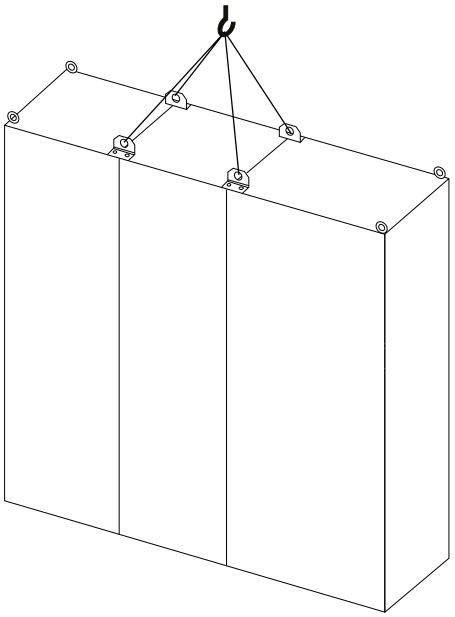


Bild 9.3 Rekommenderad lyftmetod för kapsling F3/F4/F11/F12/F13

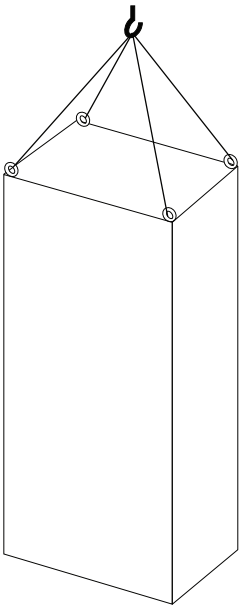


Bild 9.4 Rekommenderad lyftmetod för kapsling F8

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.**

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. Klassificeringsspecifikationer för godkända ytbeläggningar finns i *kapitel 7.5 Omgivande miljöförhållanden*.

9.3.2 Damm

Iaktta 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 atmosfär 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 piedestalmontering finns i *handboken*. Se även *kapitel 8 Yttre mått och plintmått*.

OBS!

Felaktig montering kan orsaka överhettning och reducerade prestanda.

Kapsling	Panel-/vägg-montering	Piedestalmontering (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:[1)]

- 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 9.4 Monteringskonfigurationer*.

- 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 kylluft. Kylplattans kylluft 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 kylluft 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 kylluft ledas ut ur rummet.

OBS!

Det måste finnas en dörrfläkt på kapslingen för att ventilera 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 [m³/hr (cfm)]	Kylplattefläkt [m³/hr (cfm)]
	380–500 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	Typ av skydd	Dörrfläkt/övre fläkt [m³/hr (cfm)]	Kylplattefläkt [m³/hr (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 Externt kanalsystem och nedstämpling

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

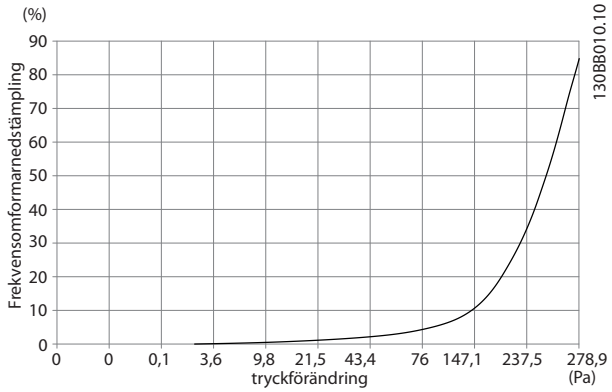


Bild 9.5 Nedstämpling kontra tryckförändring för kapslingar E1–E2, 380–500 V-modeller: P250 och 525–690 V-modeller: P355–P400. Luftflöde: 650 cfm (1105 m³/h)

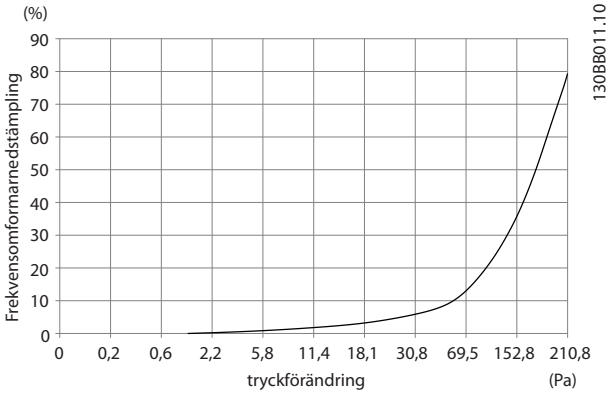


Bild 9.6 Nedstämpling kontra tryckförändring för kapslingar E1–E2, 380–500 V-modeller: P315–P400 och 525–690 V-modeller: P500–P560. Luftflöde: 850 cfm (1445 m³/h)

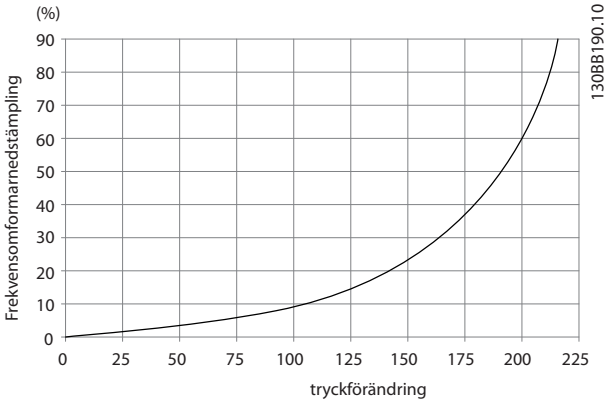


Bild 9.7 Nedstämpling kontra tryckförändring för kapslingar F1–E4. Luftflöde: 580 cfm (985 m³/h)

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 ledararea.

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 Utgångsfilter* är inställd på *[2] Sinusvågfilter 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 vida låga varvtal eftersom fläkten inuti motorn genererar mindre kylluft.

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 (kvadratiskt) 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*.

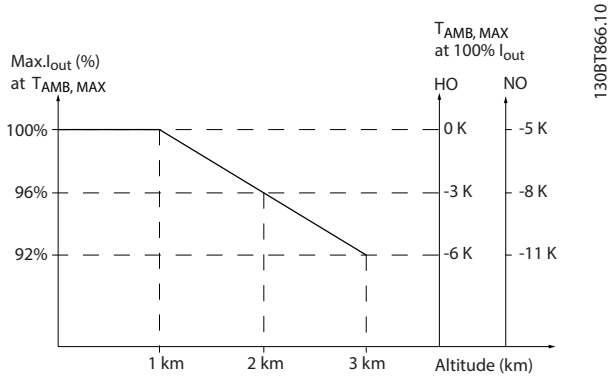


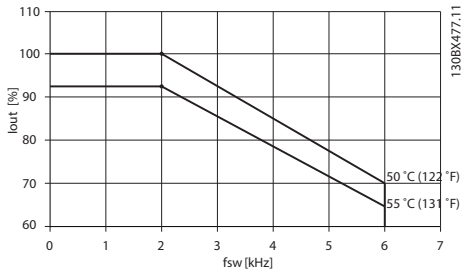
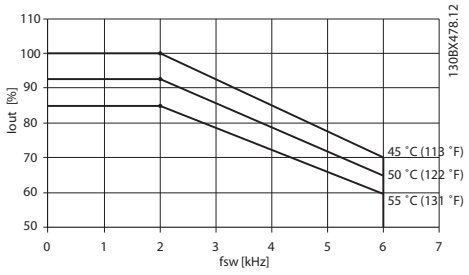
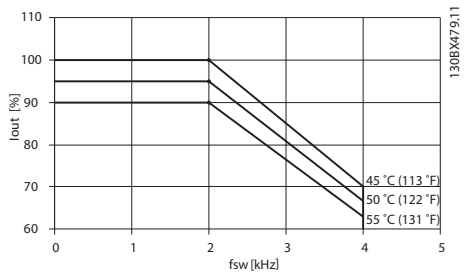
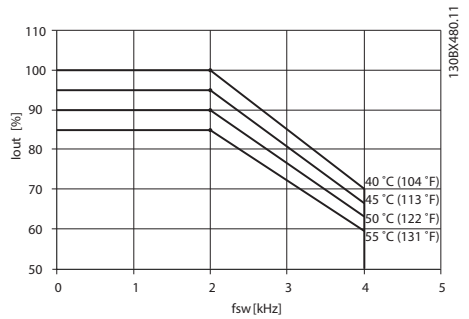
Bild 9.8 Nedstämpling av utström i förhållande till höjd vid $T_{AMB,MAX}$

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.

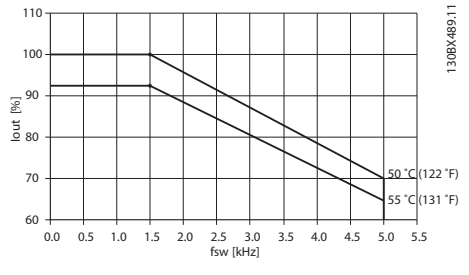
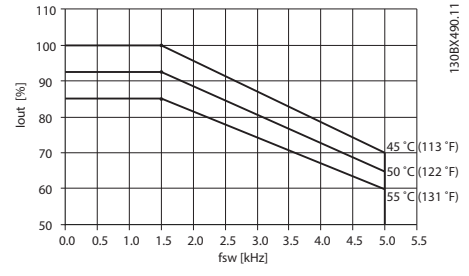
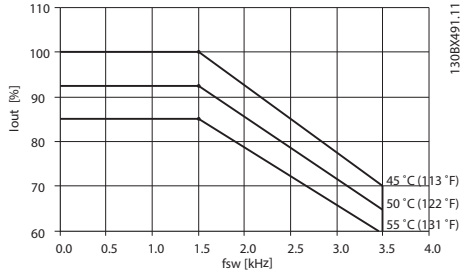
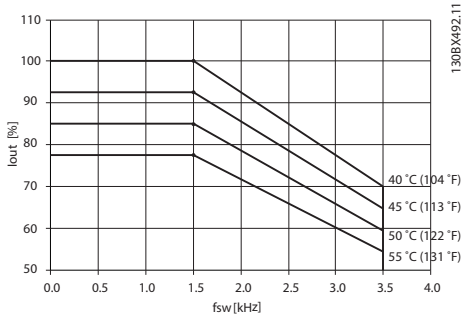
9

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 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 %
P315 till P1M2 380–500 V	60 AVM		
	SFAVM		

Tabell 9.4 Tabell för nedstämpling för omgivningstemperatur för kapslingarna E1–E2, F1–F4 och F8–F13, 380–500 V

Modell	Switch-mönster	Hög överbelastning HO, 150 %	Normal överbelastning NO, 110 %
P355 till P1M2 525–690 V	60 AVM		
	SFAVM		

Tabell 9.5 Tabell för nedstämpling för omgivningstemperatur för kapslingarna 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 kortslutningsskydd 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 ledarareor 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 Termiskt motorskydd* 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 Termiskt motorskydd* 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 Kopplingsschema

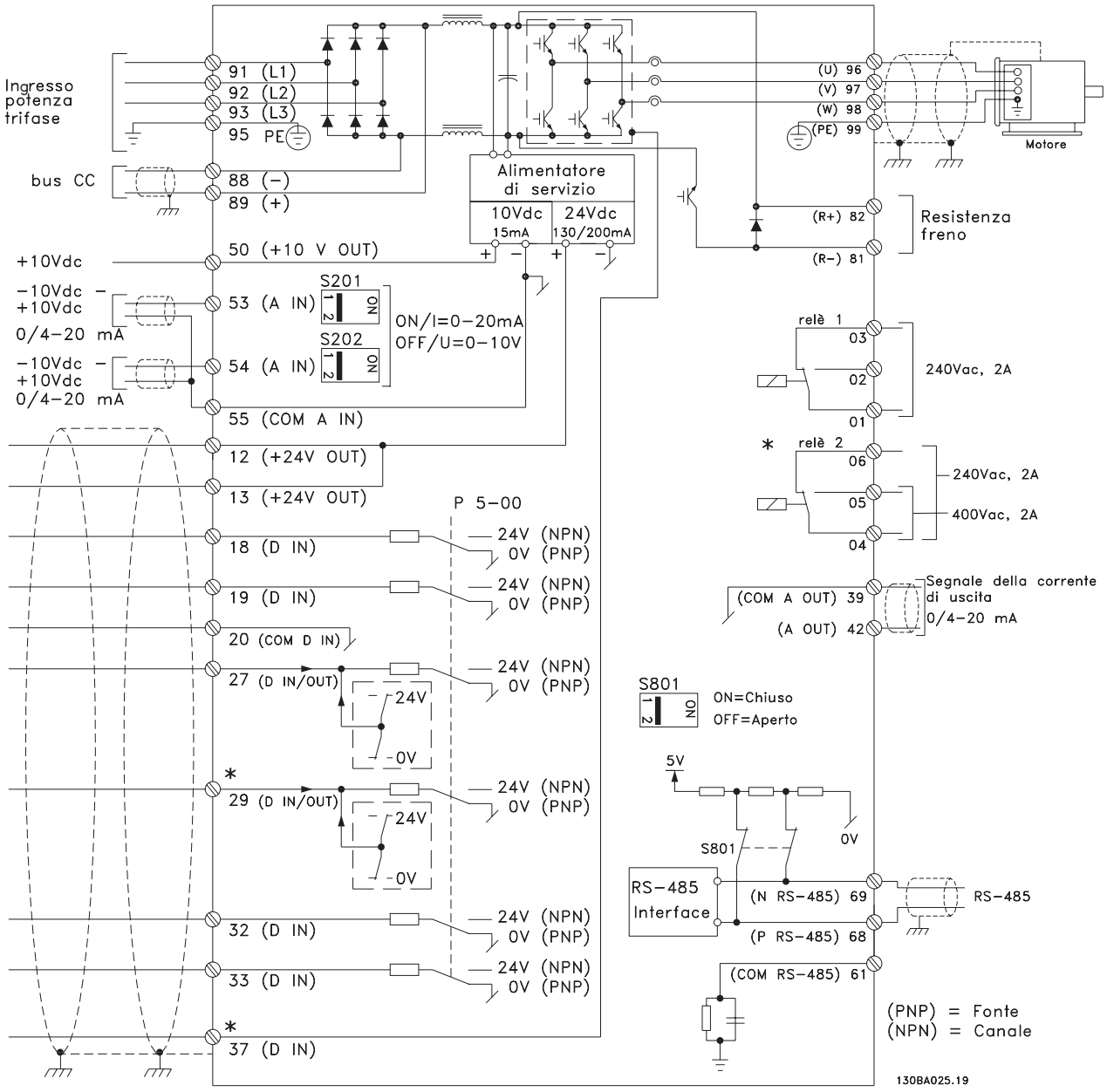


Bild 10.1 Grundläggande kopplingsschema

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 Connections

10.3.1 Nätanslutningar

OBS!

All kabeldragning måste uppfylla nationella och lokala föreskrifter gällande ledararеor 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.

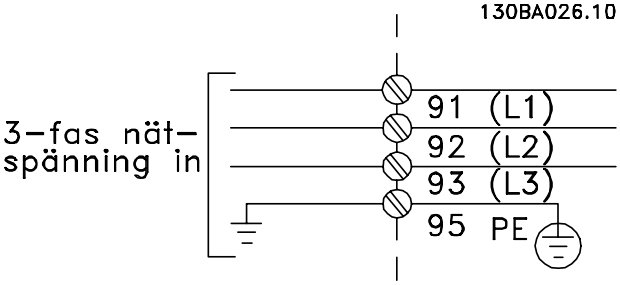


Bild 10.2 Anslutning av elnät, kapsling E1–E2 och F1–F4

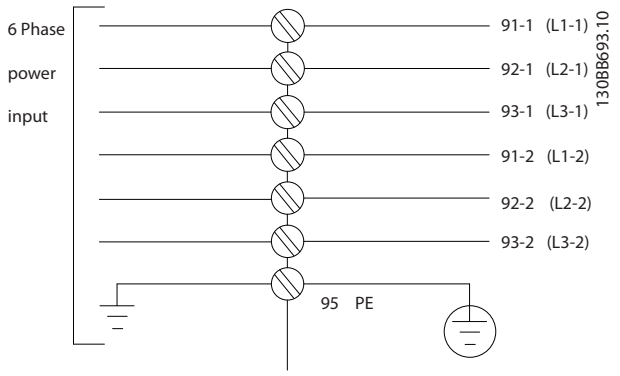
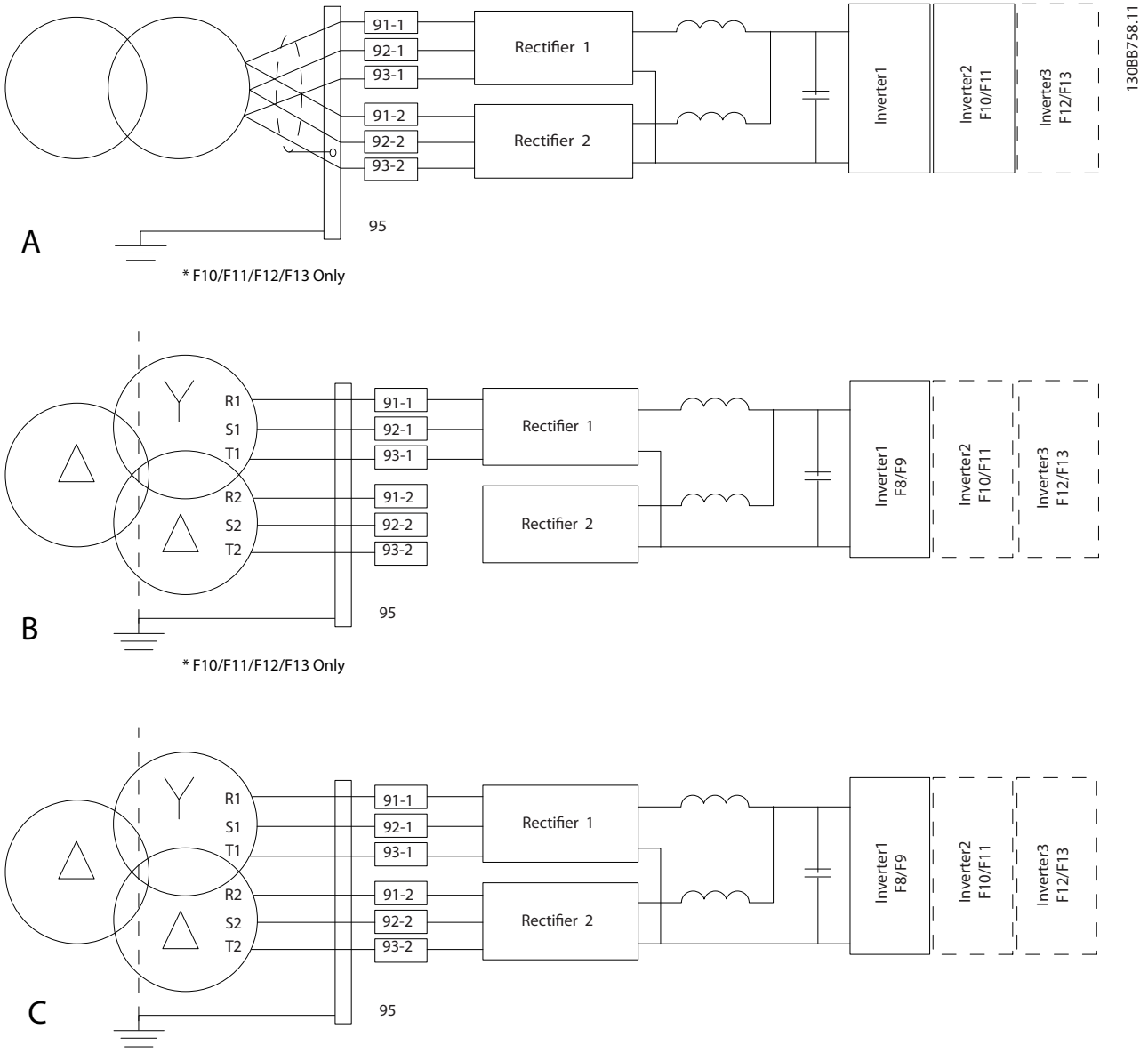


Bild 10.3 Anslutning av elnät, kapsling F8–F13



A	6-pulsanslutning[1), 2), 3)]
B	Modifierad 6-pulsanslutning[2), 3), 4)]
C	12-pulsanslutning[3), 5)]

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 samlingsskenor 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 Switchfrekvens*.

Plintar				Anslutningstyp
96	**97**	**98**	**99**	
U	V	W	PE[1)]	Motorspänning 0–100 % av nätspänningen. Tre ledningar från motorn.
U1	V1	W1	PE[1)]	Deltakopplad.
W2	U2	V2		Sex ledningar från motorn.
U1	V1	W1	PE[1)]	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[1)]	Motorspänning 0–100 % av nätspänningen. Tre ledningar från motorn.
U1	V1	W1	PE[1)]	Deltakopplad.
W2	U2	V2		Sex ledningar från motorn.
U1	V1	W1	PE[1)]	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.

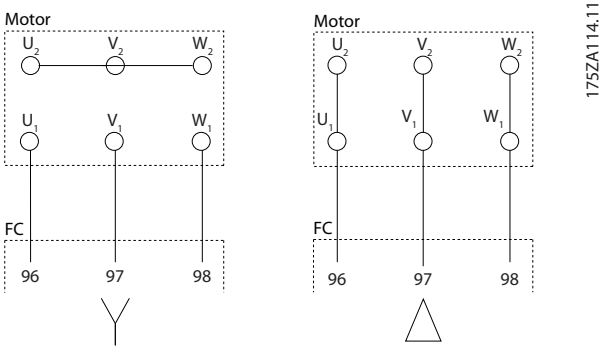


Bild 10.5 Motorkabelanslutning

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 5.5 Översikt över lastdelning*.

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 effektavgivning 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 ska vara lika långa (inom 10 %).

10

Anslutning	Dy11 d0 eller Dyn 11d0
Fasförskjutning mellan sekundära	30°
Spänningsskillnad 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*.

UBS 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 skärmanslutningen till datorns USB-port.

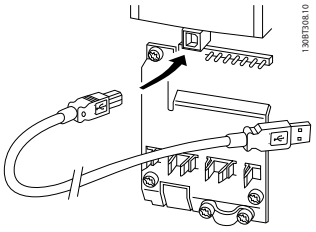
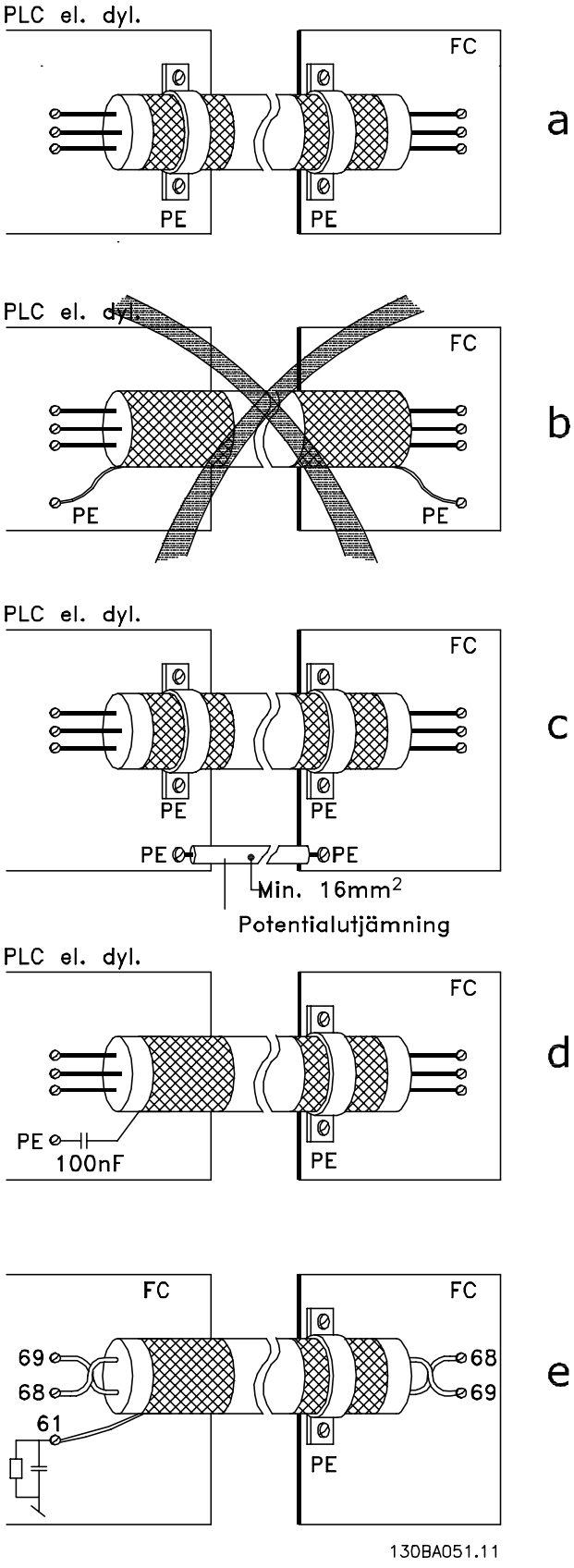


Bild 10.6 USB-anslutning

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 styrkablarna visas i *Bild 10.7*.



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^2 (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

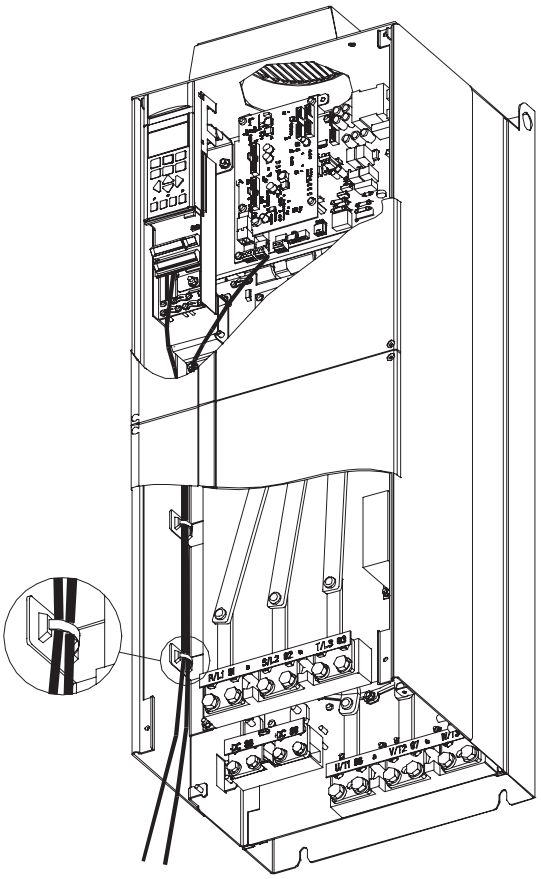


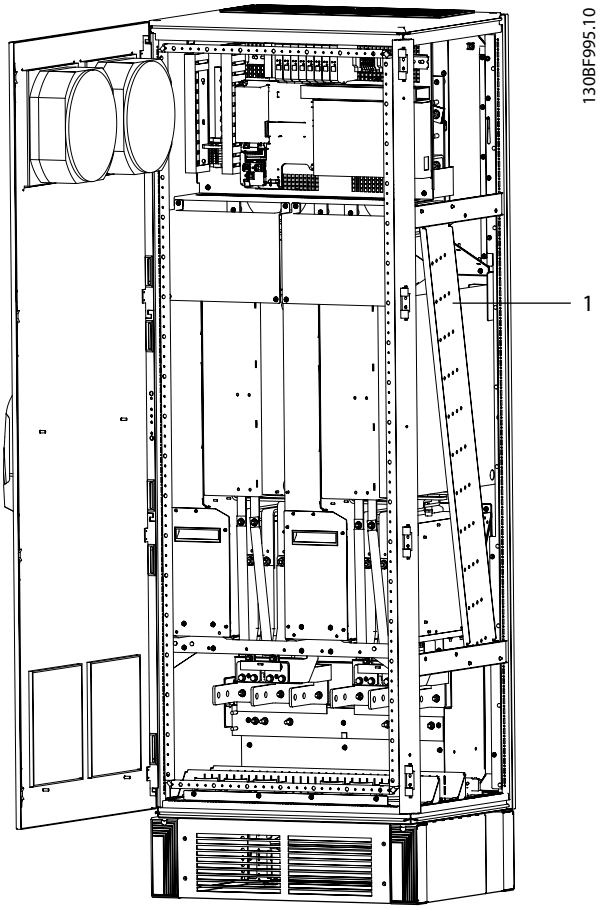
Bild 10.8 Kabeldragning för styrkort för kapsling E1 och E2

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 styrkablarna från starkströmskablarna.
- 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*.



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.

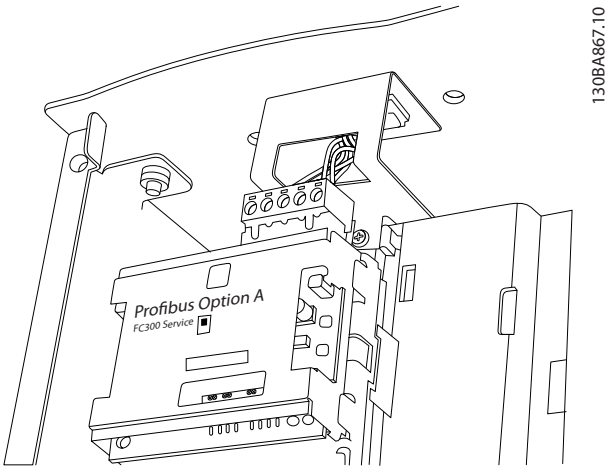


Bild 10.10 Toppanslutning för fältbuss

10.4.2 Styrplintar

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

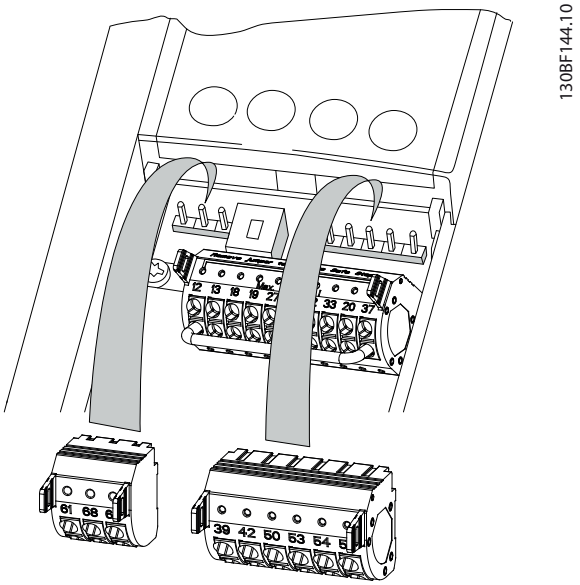
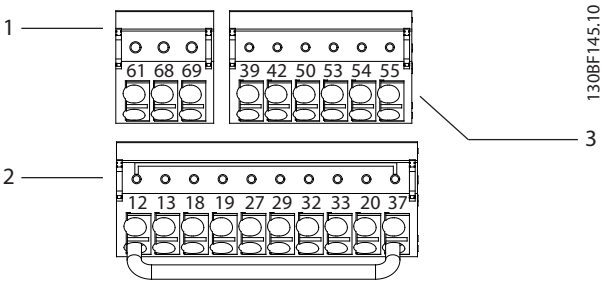


Bild 10.11 Placering av styrplint

10



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

Bild 10.12 Plintnummer placerade på kabelförskruvningarna

Plint	Parameter	Fabriks-inställning	Beskrivning
61	–	–	Integrerat RC-filter för kabelskärm. ENDAST för att ansluta skärmen vid EMC-problem.
68 (+)	*Parametergrupp 8-3*, FC-portinställn-ar*	–	RS485-gränssnitt. En brytare (BUS TER.) finns på styrkortet för bussavslutnings-motstånd.
69 (-)	*Parametergrupp 8-3*, FC-portinställn-ar*	–	
Reläer			
01, 02, 03	*Parameter 5-40 Funktionsrelä* [0]	*[0] Ingen funktion*	Reläutgång typ C. För växelström eller likspänning samt resistiva eller induktiva belastningar.
04, 05, 06	*Parameter 5-40 Funktionsrelä* [1]	*[0] Ingen funktion*	

Tabell 10.7 Beskrivningar av plintar för seriell kommunikation

Plint	Parameter	Fabriks-inställning	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.
18	*Parameter 5-10 Plint 18, digital ingång*	*[8] Start*	Digitala ingångar.
19	*Parameter 5-11 Plint 19, digital ingång*	*[10] Reversering*	
32	*Parameter 5-14 Plint 32, digital ingång*	*[0] Ingen funktion*	
33	*Parameter 5-15 Plint 33, digital ingång*	*[0] Ingen funktion*	
27	*Parameter 5-12 Plint 27, digital ingång*	*[2] Utrullning, invert.*	För digital ingång eller utgång. Fabriksinställningen är ingång.
29	*Parameter 5-13 Plint 29, digital ingång*	*[14] JOGG*	
20	–	–	Gemensam för digitala ingångar och 0 V-potential för 24 V-försörjning.
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.

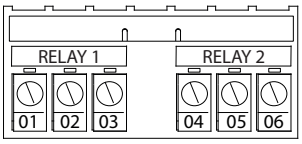
Tabell 10.8 Beskrivningar av digitala in-/utgångsplintar

Plint	Parameter	Fabriks-inställning	Beskrivning
39	–	–	Gemensam för analog utgång.
42	*Parameter 6-50 Plint 42, utgång*	*[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	Fabriks-inställning	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)*	Återkopplin g	
55	–	–	Gemensam för analog ingång.

Tabell 10.9 Beskrivningar av analoga in-/utgångsplintar

Reläplintar

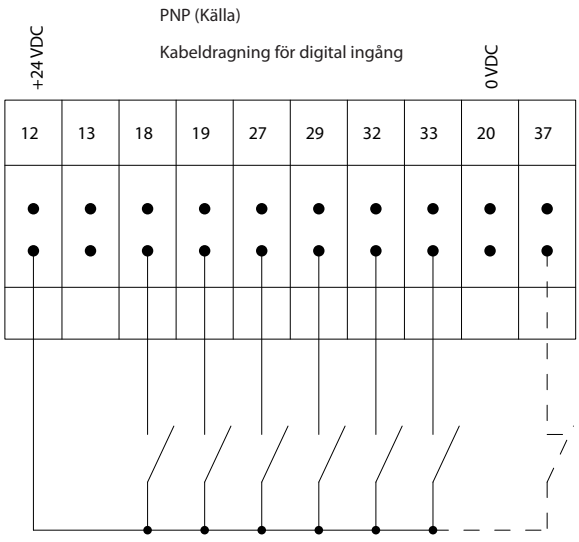


130BF156.10

Bild 10.13 Plintar för relä 1 och relä 2

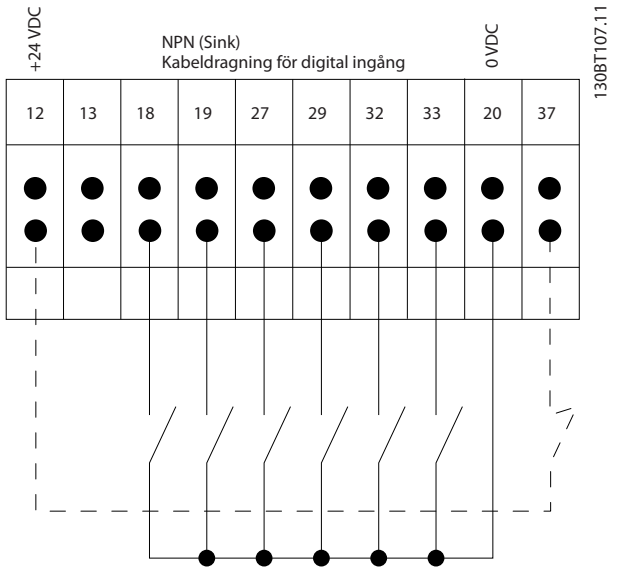
- Relä 1 och relä 2. Utgångarnas placering beror på frekvensomriktarens konfiguration. Mer information finns i *handboken*.
- Plintar på inbyggd tillvalsutrustning. Se instruktionerna som medföljer respektive utrustningstillval.

10.4.3 Styrkablarnas ingångspolaritet



130BT106.10

Bild 10.14 Styrplintarnas ingångspolaritet (PNP-källa)

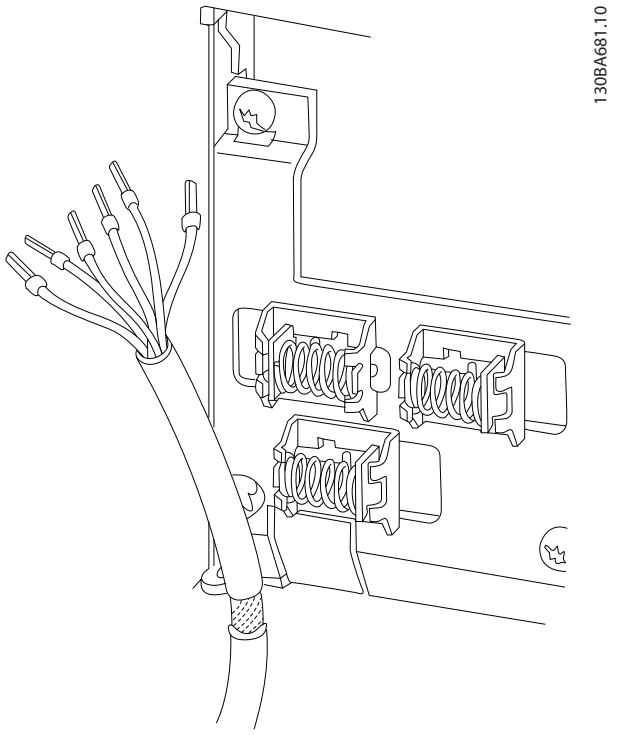


130BT107.11

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*.



130BA681.10

Bild 10.16 Skärmad avslutning och avlastning på styrkabel

10

10.4.4 Styrplintar med 12-puls

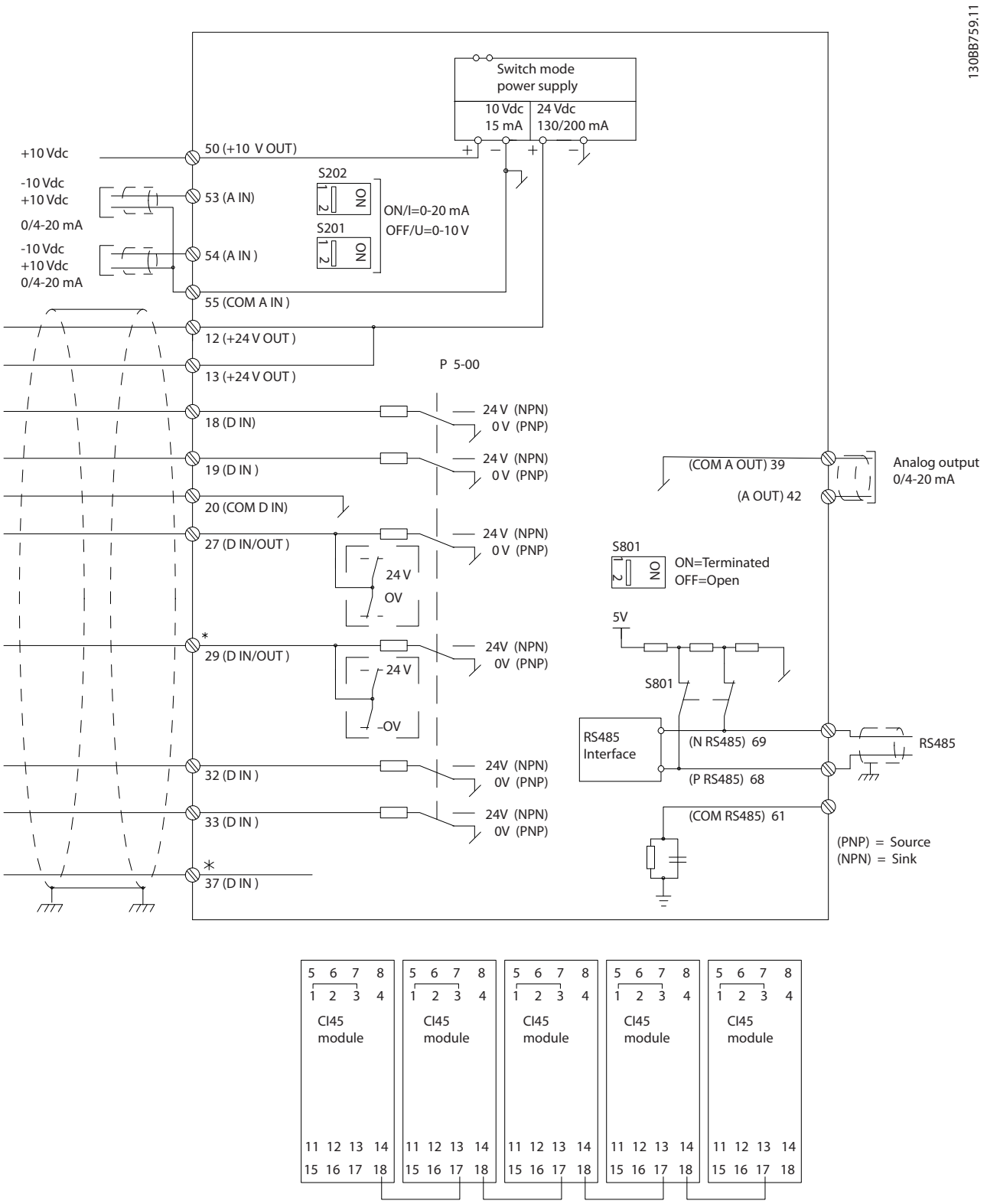


Bild 10.17 Styrplintar med 12-puls

10.4.5 NAMUR-styrplintar

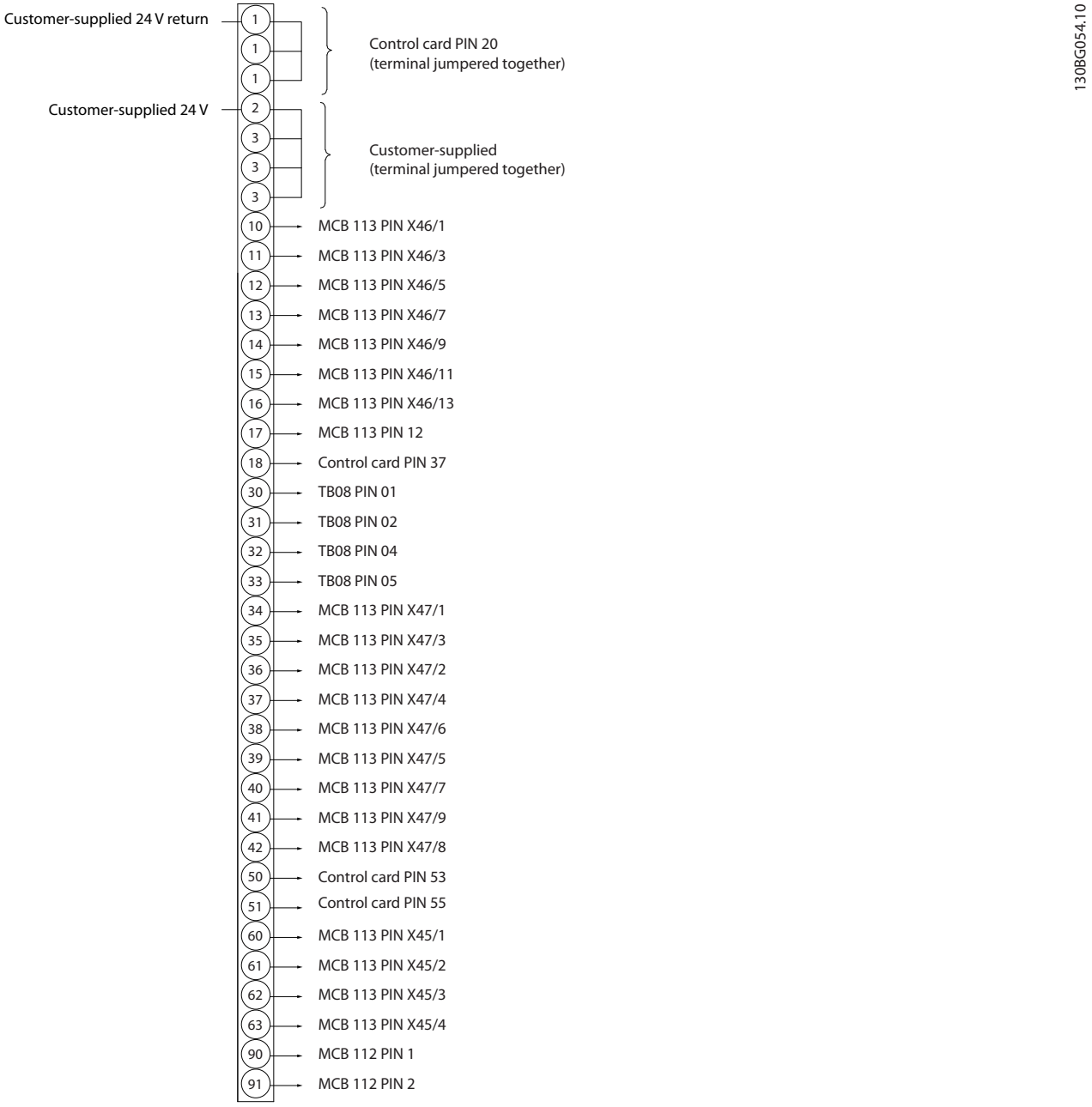


Bild 10.18 NAMUR-styrplintar

10.5 Säkringar och maximalbrytare

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

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

Säkringar och maximalbrytare är obligatoriska för att uppfylla IEC 60364.

Kapsling	FC 300-modell	Rekommenderad säkringsstorlek	Rekommenderad maximal säkring
E	P315	aR-900	aR-900
	P355	aR-900	aR-900
	P400	aR-900	aR-900
F	P450	aR-1600	aR-1600
	P500	aR-2000	aR-2000
	P560	aR-2500	aR-2500
	P630	aR-2500	aR-2500
	P710	aR-2500	aR-2500
	P800	aR-2500	aR-2500

Tabell 10.10 Rekommenderade säkringar för CE-överensstämmelse, 380–500 V

Kapsling	FC 300-modell	Rekommenderad säkringsstorlek	Rekommenderad maximal säkring
E	P355	aR-700	aR-700
	P400	aR-900	aR-900
	P500		
	P560		
F	P630	aR-1600	aR-1600
	P710	aR-2000	aR-2000
	P800	aR-2500	aR-2500
	P900		
	P1M0		

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

10

10.5.1 Effekt/Halvledare säkringsalternativ

Modell	Rekommenderad extern enhetssäkring Bussmann PN	Klassificering	Frekvensomriktare, 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 10.12 380–480/500 V, kapsling E, tillval för nätsäkringar för UL-överensstämmelse

Modell	Rekommenderad frekvensomriktare extern säkring Bussmann PN	Klassificering	Internt frekvensomformartillval Bussmann PN	Alternativ Siba PN
P450	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P500	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P560	170M7082	2000 A, 700 V	170M7082	20 695 32.2000
P630	170M7082	2000 A, 700 V	170M7082	20 695 32.2000
P710	170M7083	2500 A, 700 V	170M7083	20 695 32.2500
P800	170M7083	2500 A, 700 V	170M7083	20 695 32.2500

Tabell 10.13 380–480/500 V, kapsling F, tillval för nätsäkringar för UL-överensstämmelse

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 10.14 380–480/500 V, kapsling F, växelriktarmodul DC-bussäkringar

OBS!

För att uppnå fullständig UL-kompatibilitet 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 10.32*.

Modell	Rekommenderad extern enhetssäkring Bussmann PN	Klassificering	Frekvensomriktare, 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 UL-överensstämmelse

Modell	Rekommenderad frekvensomriktare extern säkring Bussmann PN	Klassificering	Internt frekvensomformartillval Bussmann PN	Alternativ Siba PN
P630	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P710	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P800	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P900	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P1000	170M7082	2000 A, 700 V	170M7082	20 695 32.2000
P1200	170M7083	2500 A, 700 V	170M7083	20 695 32.2500

Tabell 10.16 525–690 V, kapsling F, tillval för nätsäkringar för UL-överensstämmelse

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 listade säkringar med minst 500 V UL och motsvarande strömmärkdata kan användas för att uppfylla UL-kraven.

10.5.2 Kompletterande säkringar

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, 380–500 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, 380–500 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, 380–500 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, 380–500 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, 380–500 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, säkring för skyddad plint

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
F	GMC-800 mA	800 mA, 250 V

Tabell 10.23 NAMUR-säkring

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

Tabell 10.24 Säkring för säkerhetsreläspole med Pilz-relä

10.5.3 Nätsäkringar, F8–F13

Följande säkringar är lämpliga att användas på en krets som har kapacitet att leverera högst 100 000 A_{rms} (symmetriska), 240 V eller 480 V, eller 500 V, eller 600 V beroende på frekvensomriktarens spänningsmärkning. Med korrekt säkring är frekvensomriktarens kortslutningsvärde (SCCR) 100 000 A_{rms}.

Modell	Kapslings-storlek	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 10.25 Nätsäkringar, 380–500 V

Modell	Kapslings-storlek	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 10.26 Nätsäkringar, 525–690 V

Modell	Bussmann PN[1)]	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 10.27 Växelriktarmodul, DC-bussäkringar, 380-500 V

Modell	Bussmann PN[1)]	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 10.28 Växelriktarmodul, DC-bussäkringar, 525–690 V

1) 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 listade säkringar med minst 500 V UL och motsvarande strömmärkdata kan användas för att uppfylla UL-kraven.

Kapslin g	Modeller	Typ	Default brytarinställningar	
			Trippnivå [A]	Tid [s]
F3	380–500 V, modell: P450 525–690 V, modell: P630–P710	Merlin Gerin NPJF36120U31AABSCYP	1200	0,5
F3	380–500 V, modell: P500–P630 525–690 V, modell: P800	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	380–500 V, modell: P710 525–690 V, modell: P900–P1M2	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	380–500 V, modell: P800	Merlin Gerin NRJF36250U31AABSCYP	2500	0,5

Tabell 10.29 Maximalbrytare, F3–F4

10

10.6 Brytare och kontaktorer

10.6.1 Nätbrytare, E1–E2 och F3–F4

Kapslingsstorlek	Modell	Typ
380–500 V		
E1–E2	P315–P400	ABB OETL-NF800A
F3	P450	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P500–P630	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P710–P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
525–690 V		
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 10.30 Nätbrytare, kapslingar E1–E2 och F3–F4

10.6.2 Nätbrytare, F9/F11/F13

Kapslingsstorlek	Modell	Typ
380–500 V		
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
525–690 V		
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 10.31 Nätbrytare, kapslingar F9/F11/F13

10

10.6.3 Nätkontaktorer, F3–F4

Kapslingsstorlek	Modell och spänning	Kontaktor
F3	P450–P500, 380–500 V P630–P800, 525–690 V	Eaton XTCE650N22A
F3	P560, 380–500 V	Eaton XTCE820N22A
F3	P630. 380–500 V	Eaton XTCEC14P22B
F4	P900. 525–690 V	Eaton XTCE820N22A
F4	P710–P800. 380–500 V P1M2, 525–690 V	Eaton XTCEC14P22B

Tabell 10.32 Nätkontaktorer, kapslingar F3–F4

OBS!

Kundinstallerad 230 V-försörjning krävs för nätkontaktorerna.

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 10.33 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 Motorvarvtal, riktning*.

Motorrotationskontroll kan utföras med *parameter 1-28 Motor Rotation Check* och genom att följa stegen som visas i *Bild 10.19*.

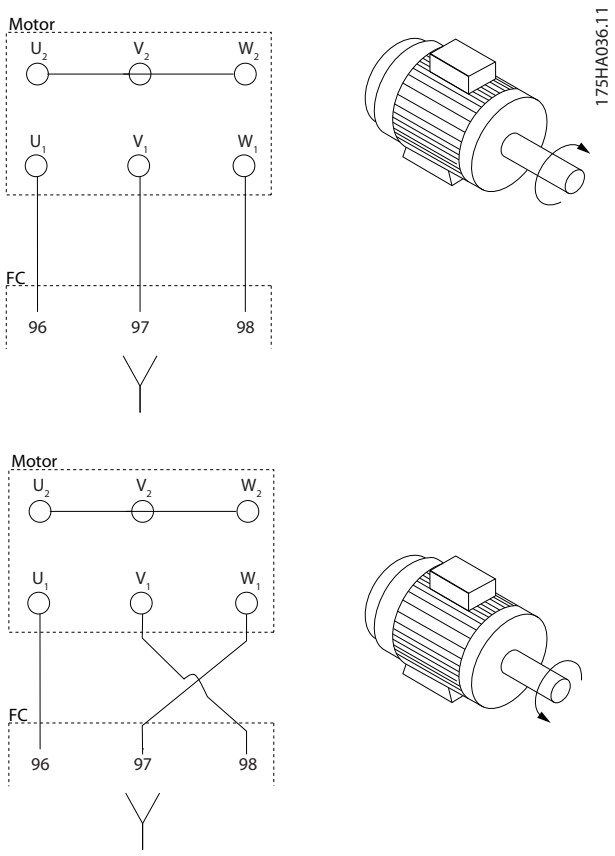


Bild 10.19 Ändra motorns rotation

Krav för kapsling F1/F3
Varje växelriktarmodul måste ha samma antal motorfaskablar 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 motorfaskablar 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

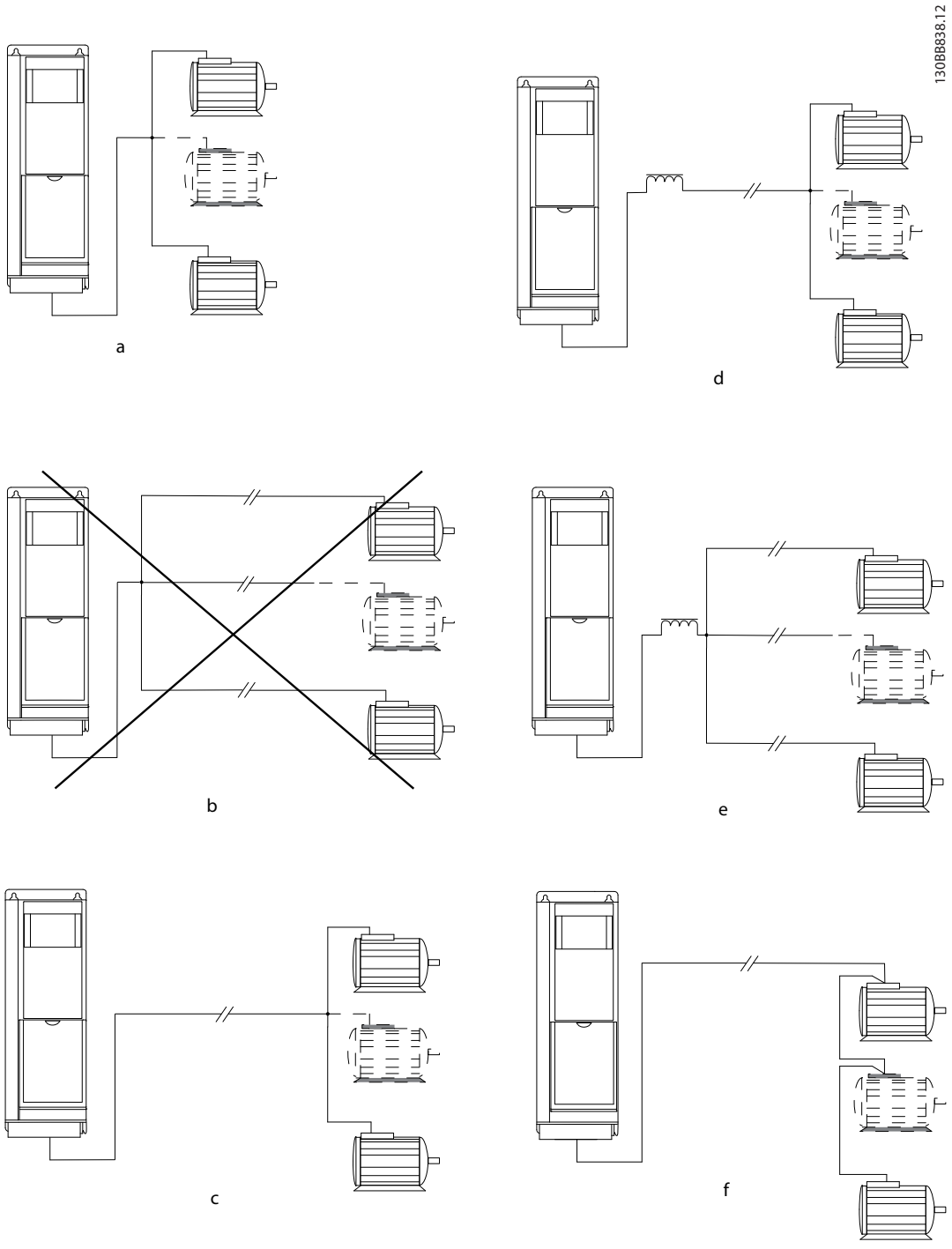
Det elektronisk-termiska reläet i frekvensomriktaren har erhållit UL-godkännande som överbelastningsskydd för enskilda motorer när *parameter 1-90 Termiskt motorskydd* har ställts in på *ETR-tripp* och *parameter 1-24 Motorström* har ställts in efter den nominella motorströmmen (se motorns märkskylt).
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 Termiskt motorskydd*, 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 10.20*.

Följande måste beaktas när parallell motorkoppling används:

- Kör tillämpningar med parallellkopplade motorer i U/F-läge (Volt per Hertz)
- Läget VCC+ 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 bimetallreläer.
- När motorerna är parallellkopplade kan *parameter 1-02 Flux motoråterkopplingskälla* inte användas och *parameter 1-01 Motorstyrningsprincip* 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 *kapitel 7.6 Kabelspecifikationer*.
C	Den totala motorkabellängd som anges i *kapitel 7.6 Kabelspecifikationer* 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 *kapitel 7.6 Kabelspecifikationer* är godkänd så länge som varje parallellkabel hålls kortare än 10 m (32 ft).

Bild 10.20 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 10.34* användas. Om en motor har lägre isoleringsmärkdata rekommenderar Danfoss att ett dU/dt- eller sinusvågfilter används.

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

Tabell 10.34 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.

10

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 högfrekvensanslutning 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 SFAVM.
- 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 motståndbromsning krävs ett bromsmotstånd. Bromsmotståndet absorberar den energin istället för frekvensomriktaren. 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 driftcykeln som används för bromsning (intermittent driftcykel). Motståndets intermittenta driftcykel är ett mått på hur stor del av driftcykeln motståndet belastas. *Bild 10.21* visar en typisk bromscykel.

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

Driftcykel = t_b/T

T=cykeltiden i sekunder
t_b är bromstiden i sekunder (av den totala cykeltiden)

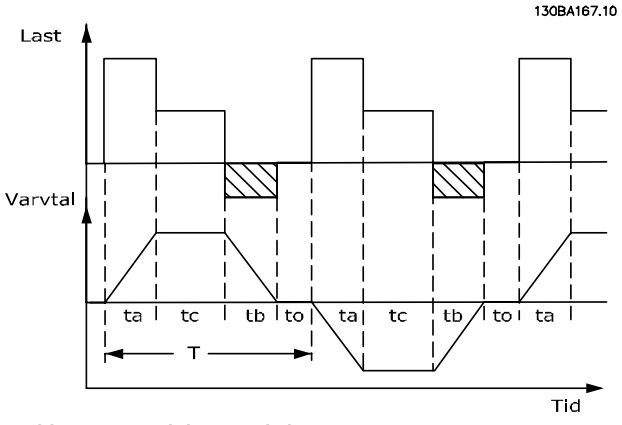


Bild 10.21 Typisk bromscykel

380–500 V-modell	Cykeltid (s)	Bromsdriftcykel vid 100 % moment	Bromsdriftcykel vid överbelastningsmoment (150/160 %)
P315–P800	600	40%	10%
525–690-modell	Cykeltid (s)	Bromsdriftcykel vid 100 % moment	Bromsdriftcykel vid överbelastningsmoment (150/160 %)
P500–P560	600	40%	10%
P630–P1M2	600	40%	10%

Tabell 10.35 Bromsning vid högt överbelastningsmoment

Danfoss ger 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 krävda bromstiden.

Maximalt tillåten belastning på bromsmotståndet anges som en toppeffekt vid en viss intermittent driftcykel. Bromsmotståndet beräknas enligt följande:

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

där

$P_{peak}=P_{motor}xM_{br}\,[\%]x\eta_{motor}x\eta_{VLT}[W]$

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

Storlek	Broms aktiv	Varning innan urkoppling	Urkoppling (tripp)
380–500 V[1)]	810 V	828 V	855 V
525–690 V	1 084 V	1 109 V	1 130 V

Tabell 10.36 FC 302 Bromsgränser

1) Beroende på effektstorlek

OBS!

Kontrollera om bromsmotståndet klarar en spänning på 410 V, 820 V, 850 V, 975 eller 1 130 V. Danfoss-bromsmotstånd kan användas med alla Danfoss-frekvensomriktare.

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

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

η_{motor} har normalt värdet 0,90
η_{VLT} har normalt värdet 0,98

För 200 V-, 480 V-, 500 V- och 600 V-frekvensomriktare skrivs R_{rec} vid en bromseffekt på160 % 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 som rekommenderas av Danfoss.

OBS!

Om kortslutning inträffar i bromstransistorn kan effektavgivningen i bromsmotståndet endast förhindras genom att frekvensomriktarens strömförsörjning kopplas från med en nätbrytare eller kontaktor, alternativt en brytare i bromskretsen. Oavbruten effektavgivning i bromsmotståndet kan 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.

Överspänningsstyrning (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 isolationsmotståndsövervakning (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 skyddsjordning 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

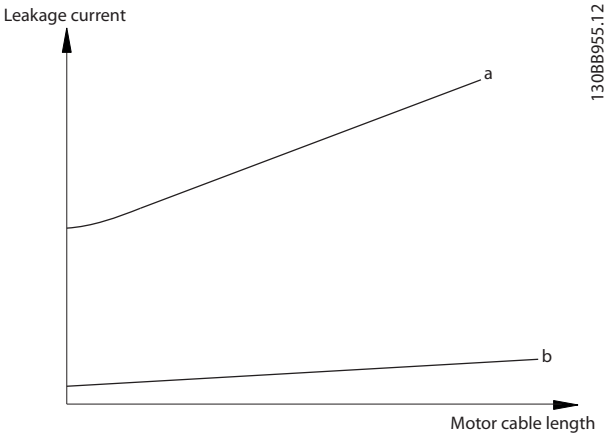


Bild 10.22 Motorkabelns längd och effektstorleken påverkar läckströmmen. Effektstorlek a > effektstorlek b.

Läckströmmen beror också på ledningsdistortionen.

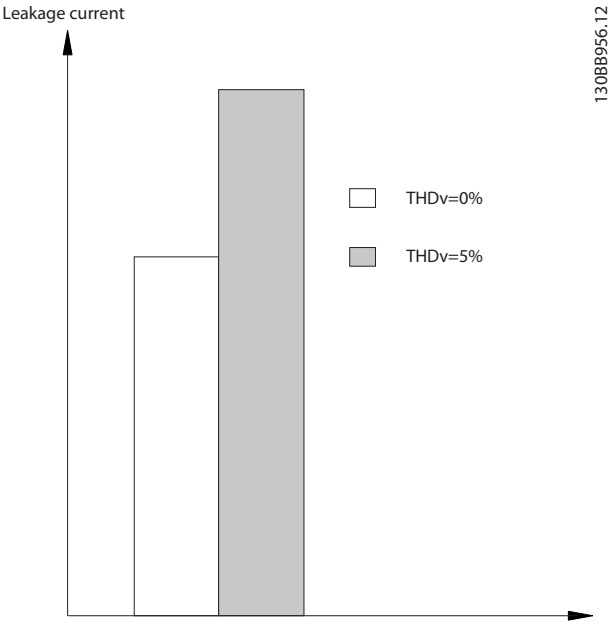


Bild 10.23 Ledningsdistorsion påverkar läckströmmen

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^2 (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.

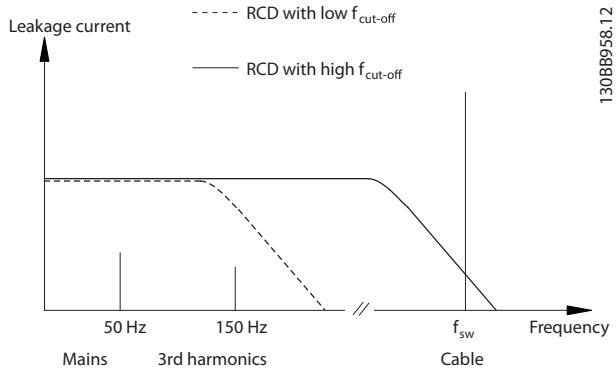


Bild 10.24 Huvudsakliga bidragande faktorer till läckström

Mängden läckström som detekteras av jordfelsbrytaren beror på jordfelsbrytarens gränsfrekvens.

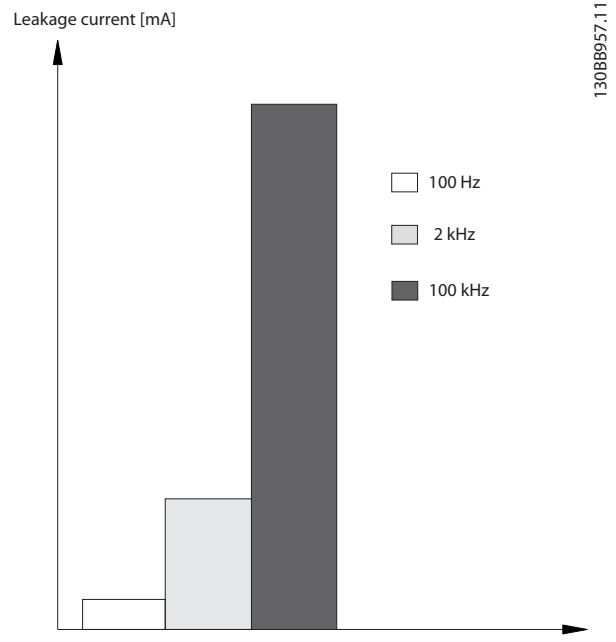


Bild 10.25 Påverkan av jordfelsbrytarens gränsfrekvens på läckström

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 (η_{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 10.26*. Faktorn i diagrammet ska multipliceras med den specifika verkningsgradsfaktorn som anges i specifikationstabellerna i *kapitel 7.1 Elektriska data, 380–500 V* och *kapitel 7.2 Elektriska data, 525–690 V*.

10

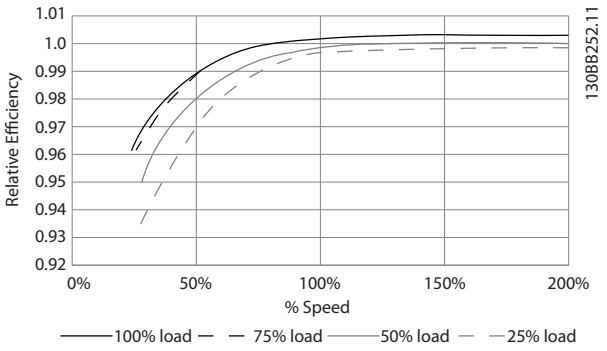


Bild 10.26 Typiska verkningsgradskurvor

Exempel: Anta en frekvensomriktare på 160 kW, 380–480/500 V AC vid 25 % belastning och 50 % varvtal. *Bild 10.26* visar 0,97. Verkningsgraden i en frekvensomriktare på 160 kW är 0,98. Den faktiska verkningsgraden är då: 0,97 x 0,98 = 0,95.

Motorns verkningsgrad (η_{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 (η_{SYSTEM})
Systemets verkningsgrad kan beräknas genom att frekvensomriktarens verkningsgrad (η_{VLT}) multipliceras med motorns verkningsgrad (η_{MOTOR}):
$\eta_{SYSTEM}=\eta_{VLT} \times \eta_{MOTOR}$

10.13 Ljudnivå

Ljudet från frekvensomriktaren kommer från tre källor:

- Likströmsspolar.
- Interna fläktar.
- RFI-filterdrossel.

Tabell 10.37 visar typiska ljudnivåer uppmätta på ett avstånd av 1 m (9 ft) från enheten.

Kapslingsstorlek	dBA vid full fläkthastighet
E1–E2[1)]	74
F1–F4 och F8–F13	80

Kapslingsstorlek	dBA vid full fläkthastighet
E1–E2[2)]	83
F1–F4 och F8–F13	80

Tabell 10.37 Ljudnivå

1) P355–P400, endast 525–690 V.
2) All andra kapslingar av modell E.

Test utfördes enligt SS-EN ISO 3744 för hörbar ljudstyrka i en kontrollerad miljö. Ljudnivån har fastställts med tekniska dataposter för maskinvaruprestanda enligt ISO 1996-2 Annex D.

10.14 dU/dt-villkor

OBS!

För att undvika för tidigt slitage av motorer som inte är konstruerade för att användas med frekvensomriktare, som motorer utan fasåtskillnadspapp eller isoleringsförstärkning, rekommenderar Danfoss att frekvensomriktarens utgång utrustas med ett dU/dt-filter eller ett sinusvågfilter. Ytterligare information om dU/dt- och sinusvågfilter finns i *Utgångsfilter Design Guide*.

När en transistor i växelriktaren växlar, stiger spänningen till motorn med ett dU/dt-förhållande som bestäms av:

- motorkabeln (typ, area, 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. Stigtiden och toppspänningen U_{PEAK} påverkar motorns livslängd. I synnerhet, motorer utan fasisolering i lindningarna om toppspänningen är för hög. Motorkabellängden påverkar stigtiden och toppspänningen. Om motorkabeln till exempel är kort (några få meter) blir stigtiden och toppspänningen relativt låga. Om motorkabeln är lång (100 m (328 ft)) ökar stigtiden och toppspänningen.

När IGBT-enheterna aktiveras utsätts motorplintarna för toppspänning. Frekvensomriktaren uppfyller IEC-60034-25 beträffande motorer utformade för att styras av frekvensomriktare. Frekvensomriktaren uppfyller också IEC-60034-17 beträffande normala motorer som styrs av frekvensomriktare.

Högeffektområde
Effektstorlekarna i *Tabell 10.38* och *Tabell 10.39* vid lämpliga nätspänningar uppfyller kraven i IEC 60034-17 gällande normala motorer som styrs av frekvensomriktare, IEC 60034-25 gällande motorer som är utformade för att styras av frekvensomriktare och NEMA MG 1-1998 Part 31.4.4.2 för motorer som styrs av växelriktare. Effektstorlekarna i *Tabell 10.38* och *Tabell 10.39* uppfyller inte NEMA MG 1-1998 Part 30.2.2.8 för motorer för allmänt bruk.

380–500 V

Modell	Kabel-längd [m (ft)]	Nät spänning [V]	Stig tid [µs]	Topp spänning [V]	dU/dt [V/µs]
P250–P800 (380–500 V)	30 (98,5)	500	0,71	1165	1389
	30 (98,5)	500[1)]	0,80	906	904
	30 (98,5)	400	0,61	942	1233
	30 (98,5)	400[1)]	0,82	760	743

Tabell 10.38 dU/dt, kapslingar E1–E2 och F1–F13, 380–500 V

1) Med Danfoss dU/dt-filter

525–690 V

Modell	Kabel-längd [m (ft)]	Nät spänning [V]	Stig tid [µs]	Topp spänning [V]	dU/dt [V/µs]
P355–P1M2 (525–690 V)	30 (98,5)	690	0,57	1611	2261
	30 (98,5)	575	0,25	–	2510
	30 (98,5)	690[1)]	1,13	1629	1150

Tabell 10.39 dU/dt, kapslingar E1–E2 och F1–F13, 525–690 V

1) Med dU/dt-filter från Danfoss.

10.15 Översikt över elektromagnetisk kompatibilitet (EMC)

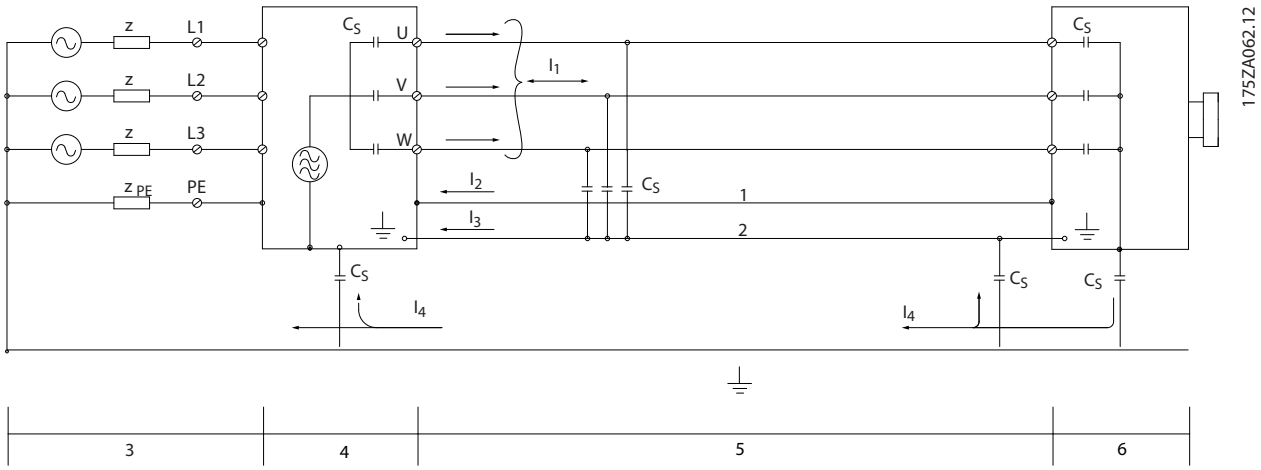
Elektriska enheter både genererar störningar och påverkas av störningar från andra genererande källor. Den elektromagnetisk kompatibiliteten (EMC) av denna påverkan beror på enhetens effekt och övertonsegenskaper.

Okontrollerad växelverkan mellan elektriska enheter i ett system kan försämra kompatibilitet och minska driftens pålitlighet. 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 10.27*. 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 elekromagnetiska emissionen sker främst i emissioner som understiger 5 MHz. Större delen av läckströmmen (I1) förs tillbaka till enheten via PE:n (I3), vilket innebär att endast ett litet elektromagnetiskt fält (I4) från den skärmade motorkabeln kvarstår. Skärmen reducerar luftburen störning, men ökar den lågfrekventa störningen i nätet.



1	Jordledning	Cs	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 10.27 Elektrisk modell som visar möjliga läckströmmar

10

10.15.1 EMC-testresultat

Följande testresultat har erhållits med en frekvensomriktare (med tillval om relevant), en skärmad styrkabel, en manöverlåda med potentiometer samt motor och 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** Indust-rimiljö	**Klass A Grupp 2** Industrimiljö	**Klass B** Bostäder, handel och lätt industri	**Klass A Grupp 1** Industrimiljö	**Klass A Grupp 2** Industrimiljö
	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
H2							
FC 302	90–500 kW 380–500 V	Nej	Nej	150 m (492 ft)	Nej	Nej	Ja
	90–710 kW 525–690 V	Nej	Nej	150 m (492 ft)	Nej	Nej	Ja
H4							
FC 302	90–500 kW 380–500 V	Nej	150 m (492 ft)	150 m (492 ft)	Nej	Ja	Ja
	90–710 kW 525–690 V	–	–	–	–	–	–

Tabell 10.40 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 10.41*.

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: • Nätspänning överstiger eller är lika med 1 000 V. • Nominell ström överstiger eller är lika med 400 A. • Avsedd för användning i komplexa system.	Ingen begränsning. En EMC-plan måste upprättas.

Tabell 10.41 Emissionskrav

När de generella emissonsstandarderna används måste frekvensomriktare stämma överens med *Tabell 10.42*.

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 10.42 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 skärmad styrkabel, en manöverlåda med potentiometer, motorkabel och motor. Testerna utfördes enligt följande grundstandarder. Mer information finns i *Tabell 10.43*.

- **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.

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
Acceptansvillkor	**B**	**B**	**B**	**A**	**A**
Ledning	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	–	–	10 V_{RMS}
Motor	4 kV CM	4 kV/2 Ω[1)]	–	–	10 V_{RMS}
Broms	4 kV CM	4 kV/2 Ω[1)]	–	–	10 V_{RMS}
Lastdelning	4 kV CM	4 kV/2 Ω[1)]	–	–	10 V_{RMS}
Styrledningar	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	–	–	10 V_{RMS}
Standardbuss	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	–	–	10 V_{RMS}
Reläledningar	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	–	–	10 V_{RMS}
Tillämpnings-/fältbusstillval	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	–	–	10 V_{RMS}
LCP-kabel	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	–	–	10 V_{RMS}
Extern 24 V DC	2 V CM	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	–	–	10 V_{RMS}
Kapsling	–	–	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	–

Tabell 10.43 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

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

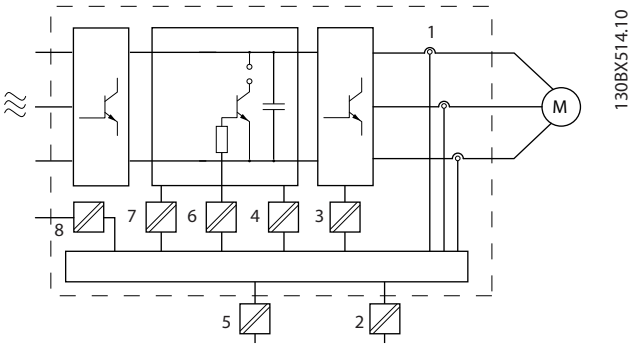
I bostadsmiljöer kan produkten orsaka radiostörningar, och lämpliga åtgärder för att minska störningarna kan behöva vidtas.

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 10.28*. Komponenterna som beskrivs uppfyller kraven för både PELV och galvanisk isolation.



1	Strömomvandlare
2	Galvanisk isolation för det standardmässiga bussgränssnittet RS485
3	Växelriktare för IGBT-enheter
4	Försörjning (SMPS) inkluderar signalisolering av V DC som indikerar mellanliggande strömspänning
5	Galvanisk isolation för 24 V säkerhetskopiering
6	Optokopplare, bromsmodul (tillval)
7	Kretsar för mätning av interna strömmar, RFI och temperatur
8	Kundreläer

Bild 10.28 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 10.29*.

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 skyddsrör av metall användas.

OBS!

SKÄRMADE KABLAR

Om skärmade kablar eller skyddsrör 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 kommunikationsledningar och kommando-/styrledningar 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 styrplintsanslutningar 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 försämrad prestanda. Ett avstånd på minst 200 mm (7,9 in) måste finnas mellan nätkablar, motorkablar och styrkablar.

OBS!

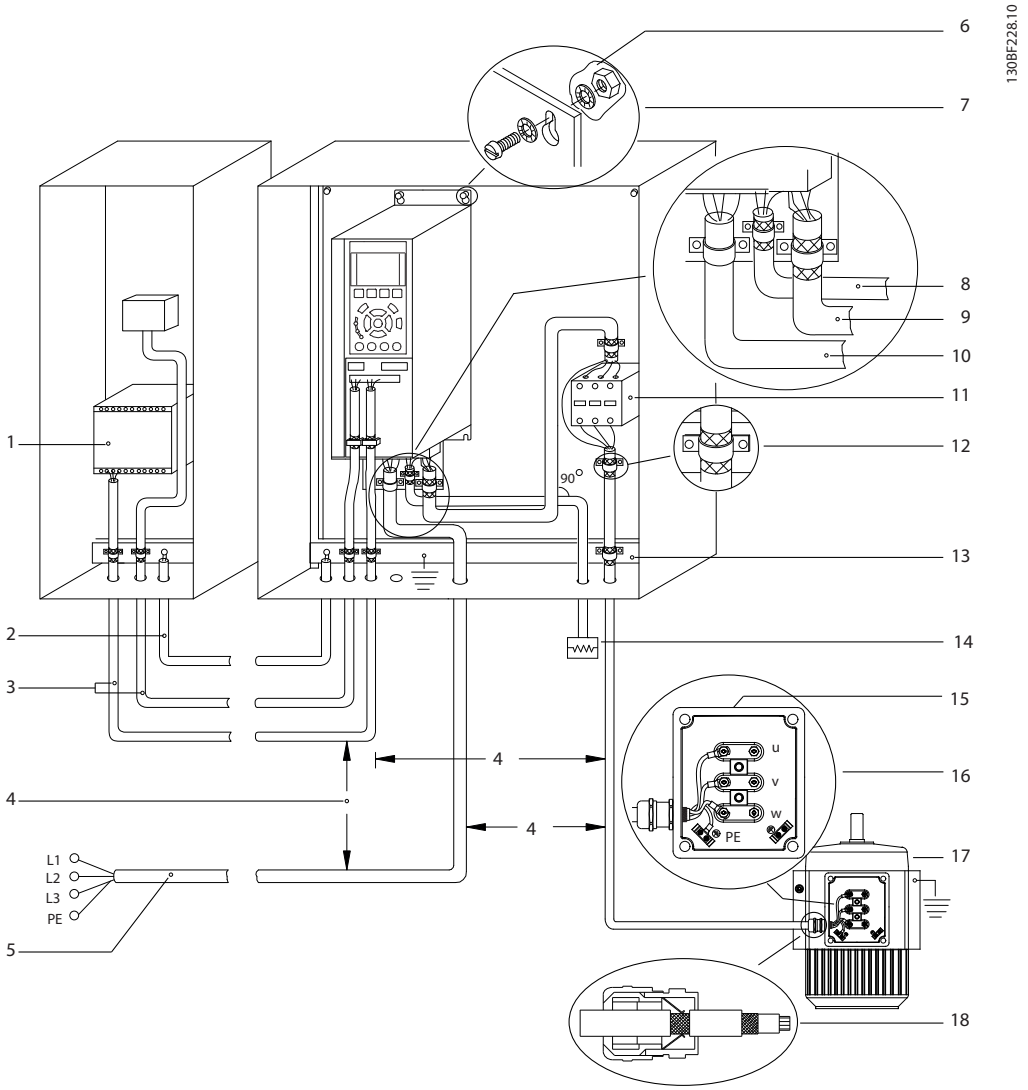
INSTALLATION VID HÖG HÖJD

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 mm² (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 10.29 Exempel på korrekt EMC-installation

10.17 Övertonsöversikt

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, induktansspolarna och kablaget. 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 10.44 Övertonsrelaterade förkortningar

	Grundström (I_1)	Övertonsström (I_n)		
Ström	I_1	I_5	I_7	I_{11}
Frekvens	50 Hz	250 Hz	350 Hz	550 Hz

Tabell 10.45 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

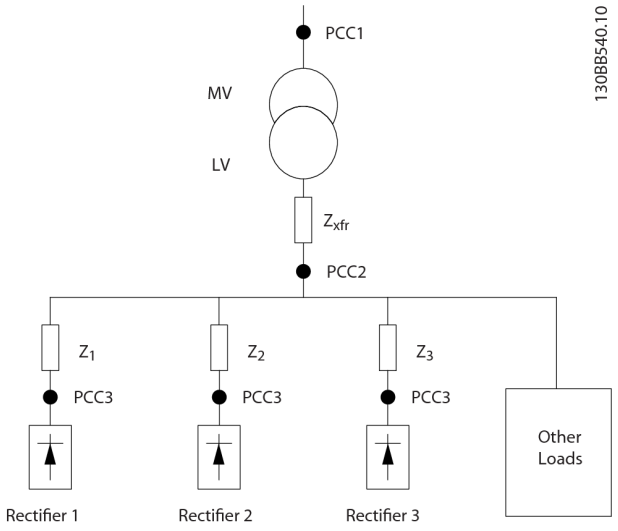
Tabell 10.46 Övertonsströmmar kontra RMS-inström

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

$$THDi = \frac{\sqrt{U25 + U27 + \ldots + U2n}}{U}$$

10.17.2 Övertonseffekter i ett strömdistributionssystem

I *Bild 10.30* är en transformator ansluten på primärsidan till en förbindelsepunkt PCC1 på medelnätspänning. 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 kablaget

Bild 10.30 Litet distributionssystem

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

Strömdistortion påverkar maskinprestanda och påverkar den individuella lasten. Spänningsdistortion påverkar systemets prestanda. Det går inte att fastställa 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

10

förhållandet mellan den synbara kortslutningseffekten vid nätanslutningen på PCC (S_{sc}) och den beräknade synbara effekten för lasten. (S_{equ}).$R_{sce} = \frac{S_{sc}}{S_{equ}}$

där $S_{sc} = \frac{U^2}{Z_{supply}}$ 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 strömförsörjningsinstallationer.

Tabell 10.47 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 växelströmsystem 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 $V_{k\ Line}$<10 %).

Övertons-ordning (h)	Klass 1 (V_h%)	Klass 2 (V_h%)	Klass 3 (V_h%)
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 10.48 Kompatibilitetsnivåer för övertoner

	Klass 1	Klass 2	Klass 3
THDv	5%	8%	10%

Tabell 10.49 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*.

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 varvtal när motorns belastning förändras. Frekvensomriktaren kan även stoppa och starta en motor utan den mekaniska påfrestning som en linjestart innebär.

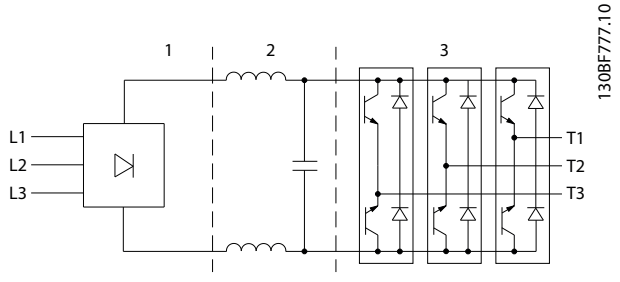
I sin grundläggande form kan frekvensomriktaren delas in i fyra huvudområden:

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 (varvtal, 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/digital 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 Referensplats*. Se *Bild 11.2* och *Tabell 11.1*.

Mer information finns i *programmeringshandboken*.

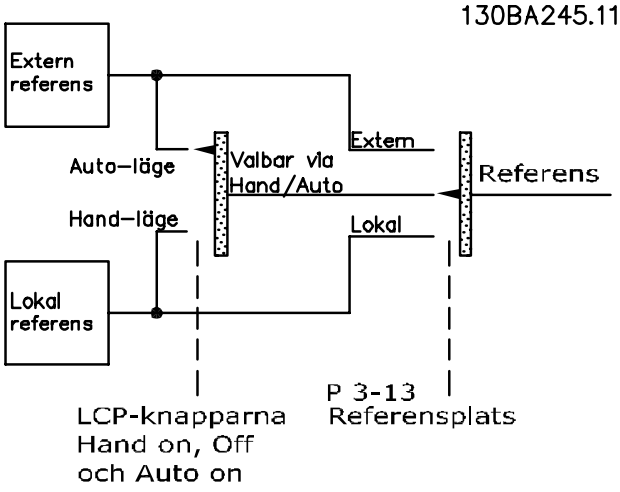


Bild 11.2 Välja aktiv referens

LCP-knappar	*Parameter 3-13 Referenspl ats*	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. Referenskällorna 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:

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

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.

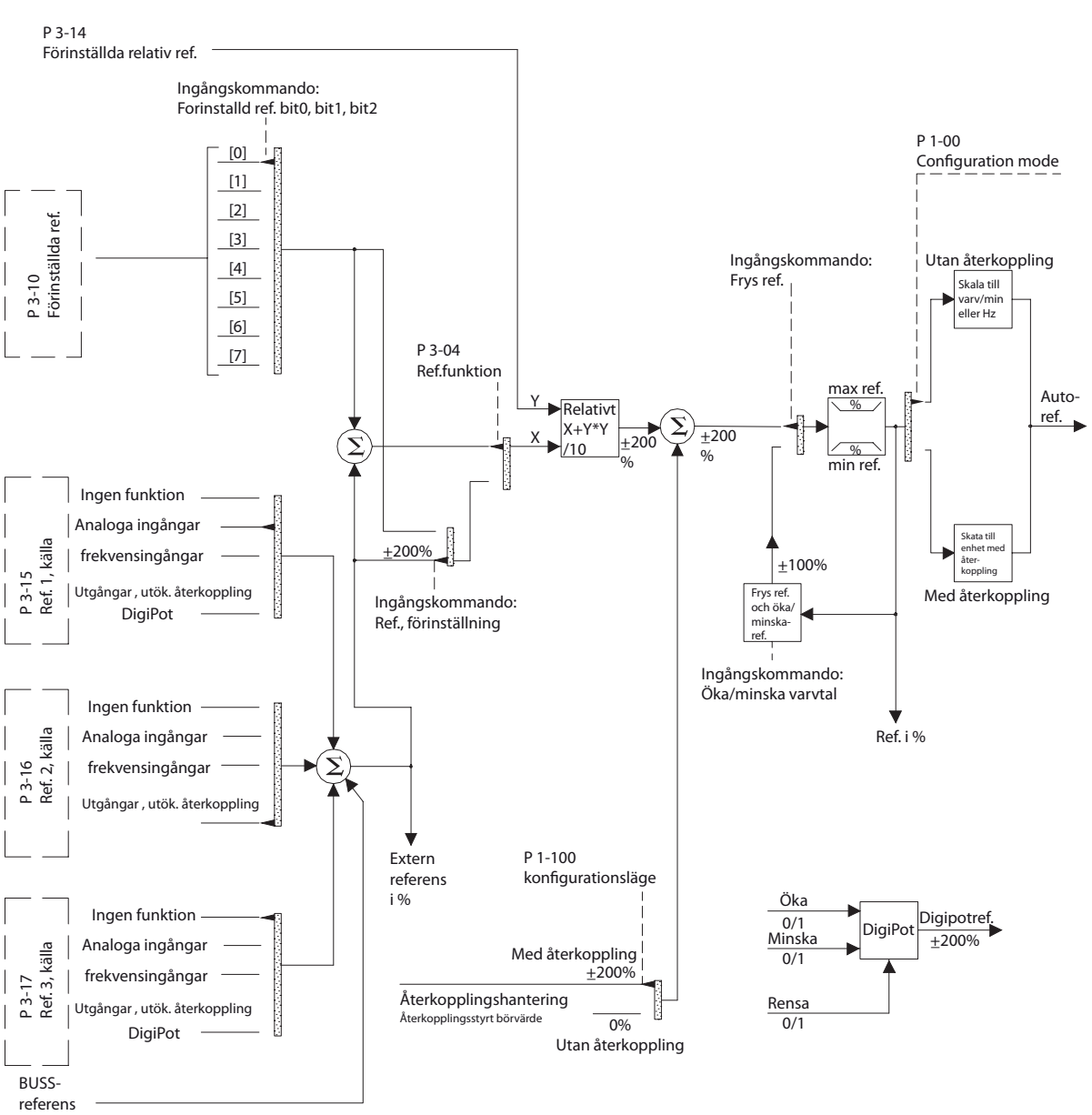


Bild 11.3 Extern hantering av referens

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 genomsnittsberäknas. 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).

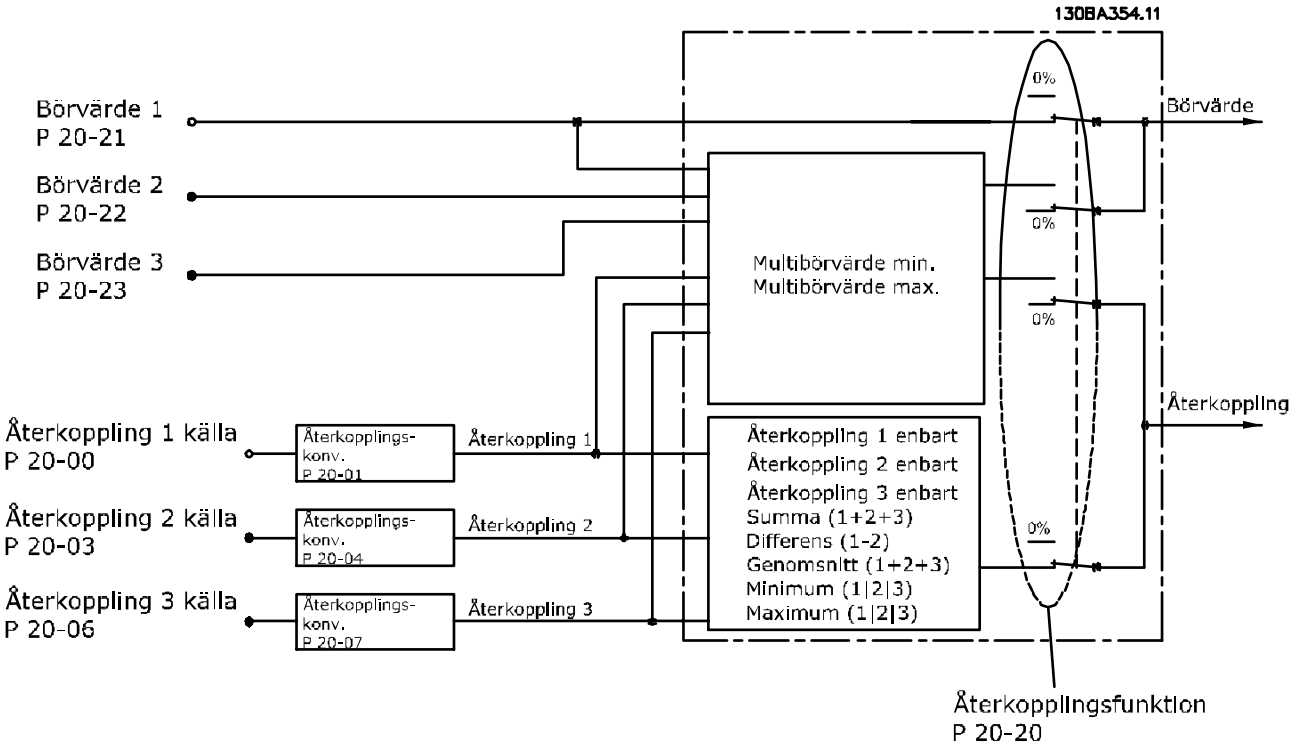


Bild 11.4 Blockdiagram över behandlingen av återkopplingssignalen

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*.

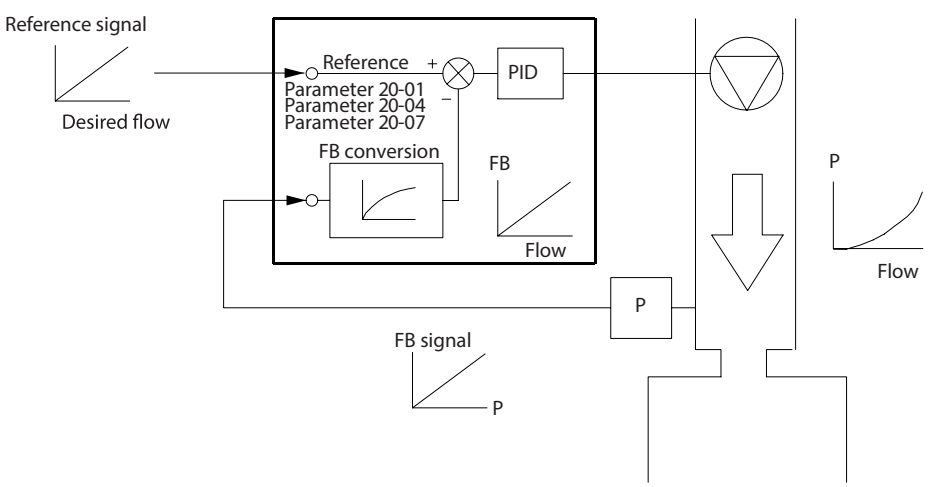


Bild 11.5 Återkopplingskonvertering

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 Konfigurationsläge*.

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+-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)
- uppramp- och nedramptider

- riktning för motorrotation

Referensen skickas sedan vidare för att styra motorn.

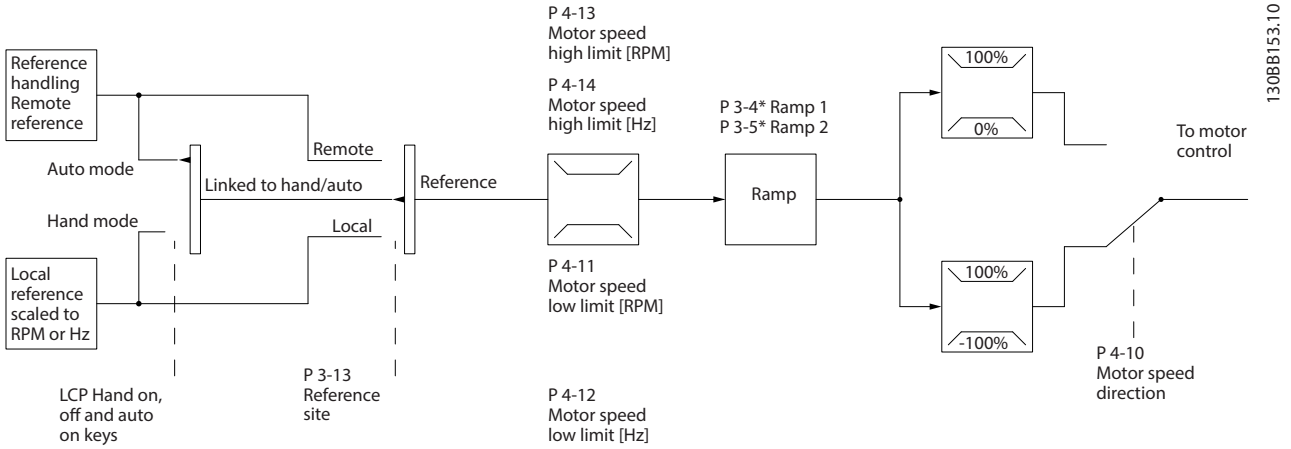


Bild 11.6 Blockdiagram över en styrstruktur utan återkoppling

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 frekvensomriktare 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.

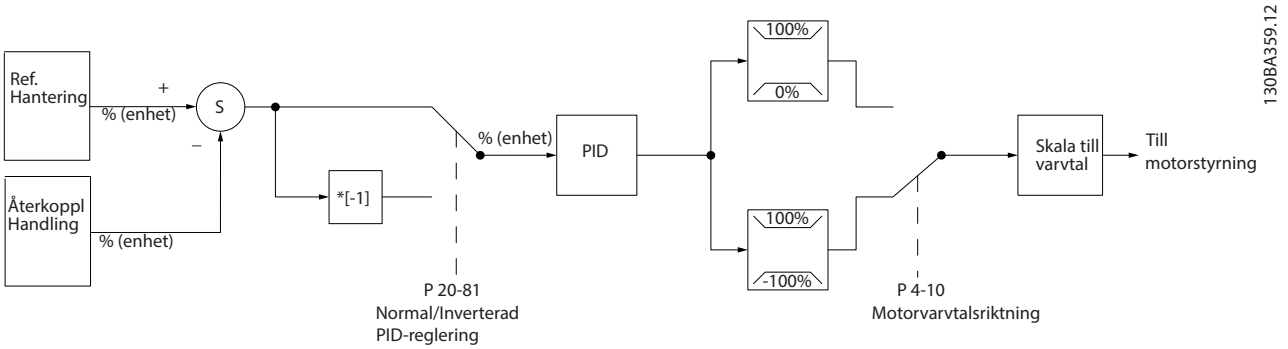


Bild 11.7 Blockdiagram över regulator med återkoppling

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 återkopplingssignal är hög.
- Startfrekvens – låter snabbt systemet nå driftstatus innan PID-regulatorn tar vid.
- Inbyggt lågpassfilter – minskar störningar i återkopplingssignal.

11.2.7 Styrningskonfiguration

I *Aktiva/inaktiva parametrar i olika styrningslägen för frekvensomrikare* i *Programmeringshandboken* finns en översikt över tillgänglig styrningskonfiguration, beroende på inställningen av växelströmsmotor eller PM-motor (ej särpräglad).

11

11.2.7.1 Styrstruktur i VVC+

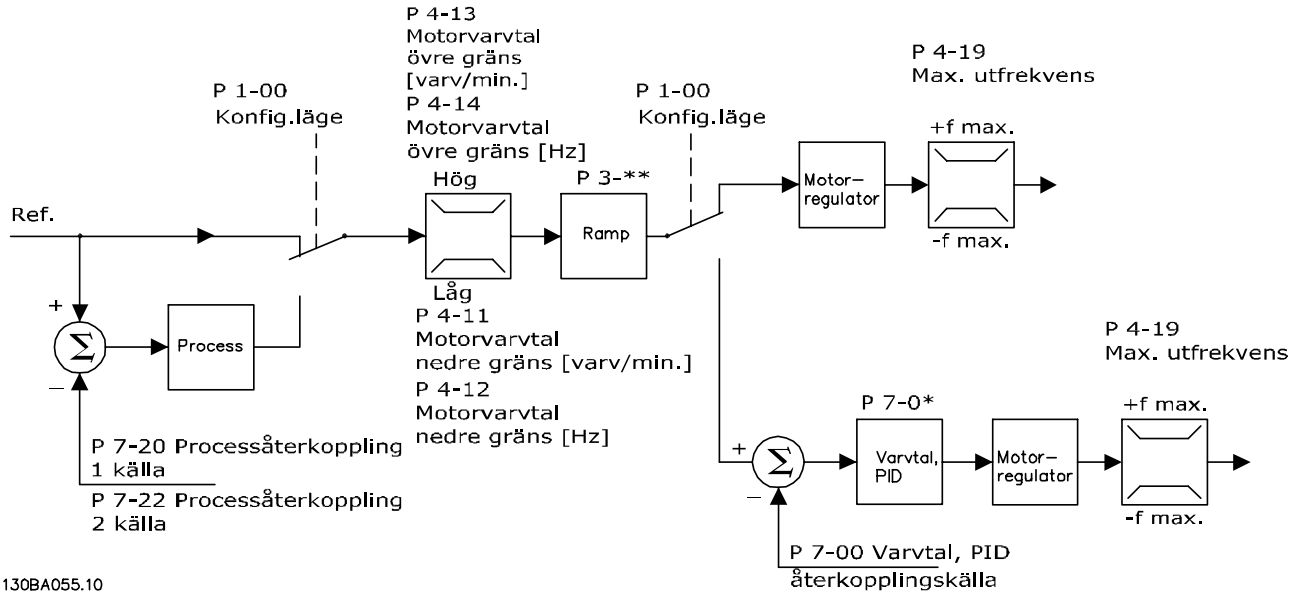


Bild 11.8 Styrstruktur i VVC+-konfigurationer med eller utan återkoppling

I *Bild 11.8* visas hur resulterande referens från referenshanteringssystemet tas 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 Motorstyrningsprincip har angetts till *[1] VVC+* och *parameter 1-00 Konfigurationsläge* har angetts till *[0] Varvtal utan återk*. Om *parameter 1-00 Konfigurationsläge* har angetts till *[1] Med återkoppling* kommer den resulterande referensen att skickas från ramp- och varvtalsgränsen till en varvtal PID-styrning. PID-styrningsparametrarna för varvtalet finns i *parametergruppen 7-0* Varvtal, PID-reg*. Resulterande referens från varvtalets PID-styrning skickas till motorstyrningen och begränsas av frekvensgränsen.

Välj *[3] Process* i *parameter 1-00 Konfigurationsläge* för att använda process-PID-regulatorn för styrning med återkoppling, t.ex. av varvtal eller tryck i den styrda tillämpningen. Process-PID-parametrarna finns i *parametergruppen 7-2* Processregl, återk*. och *7-3*Process-PID regl*.

11.2.7.2 Styrstruktur i Flux utan återkoppling

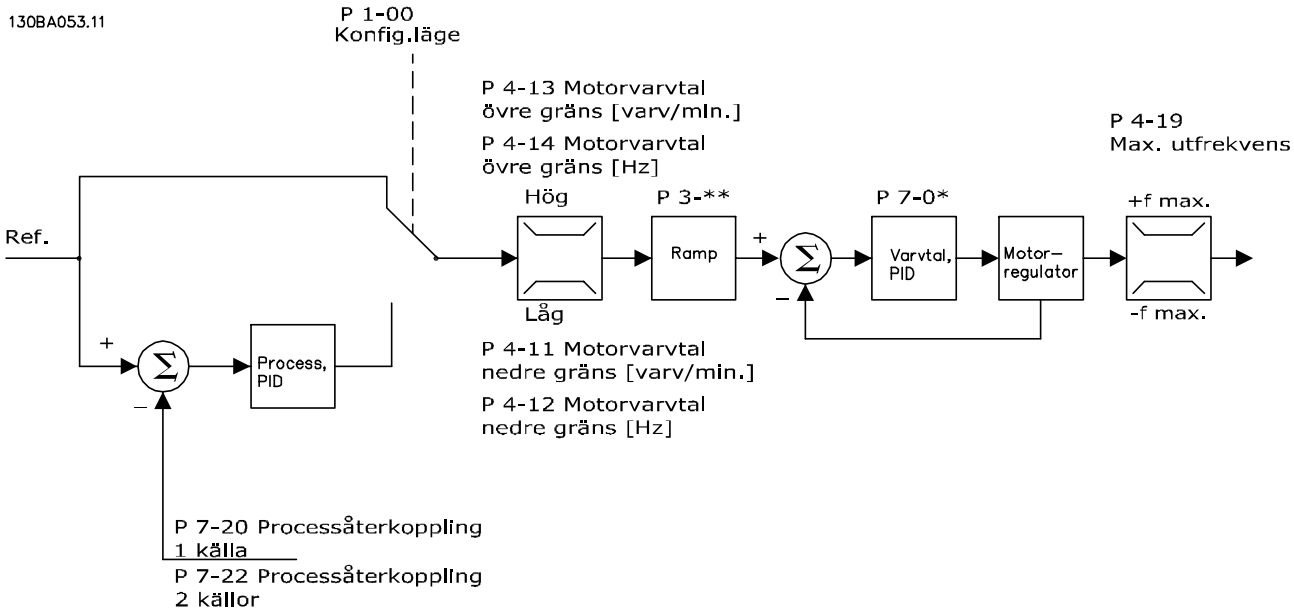


Bild 11.9 Styrstruktur i konfigurationerna Flux utan återkoppling och med återkoppling.

I *Bild 11.9* visas hur resulterande referens från referenshanteringssystemet matas genom ramp- och varvtalsgränsen i enlighet med angivna parameterinställningar.

Parameter 1-01 Motorstyrningsprincip har angetts till *[2] Flux Sensorless* och *parameter 1-00 Konfigurationsläge* har angetts till *[0] Varvtal utan återk*. En uppskattad varvtalsåterkoppling genereras och skickas till varvtals-PID för styrning av den utgående frekvensen. För varvtals-PID måste parametrarna för P, I och D anges (*parametergrupp 7-0* Varvtal, PID-reg*.).

Välj *[3] Process* i *parameter 1-00 Konfigurationsläge* för att använda process-PID-styrning för styrning med återkoppling, t.ex. av varvtal eller tryck i den styrda tillämpningen. Process-PID-parametrarna finns i *parametergruppen 7-2*Processregl, återk*. och *7-3*Process-PID regl*.

11.2.7.3 Styrstruktur i Flux med motoråterkoppling

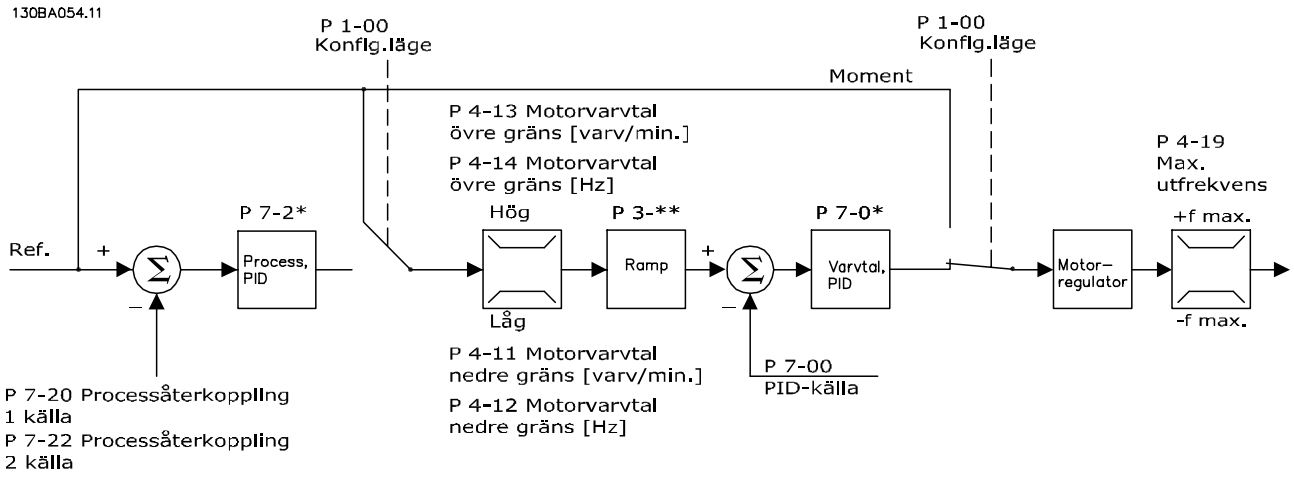


Bild 11.10 Styrstruktur i konfigurationen Flux med motoråterkoppling

I *Bild 11.10* visas hur motorstyrningen i den här konfigurationen använder en återkopplingssignal från en pulsgivare eller resolver monterad direkt på motorn (som ställs in i *parameter 1-02 Flux motoråterkopplingskälla*). Den resulterande referensen kan användas som ingångsvärde för varvtals-PID-styrningen, eller direkt som en momentreferens.

Parameter 1-01 Motorstyrningsprincip har angetts till *[3] Flux m. motoråterk*. och *parameter 1-00 Konfigurationsläge* till *[1] Varvtal med återk.* PID-styrningsparametrarna för varvtalet finns i parametergruppen *7-0* Varvtal, PID-reg.*

Momentstyrningen kan endast väljas i konfigurationen *Flux m. motoråterk.* (*parameter 1-01 Motorstyrningsprincip*). När detta läge valts använder referensen enheten Nm. Den kräver ingen momentåterkoppling eftersom det verkliga momentet beräknas baserat på aktuell mätning av frekvensomriktaren.

Process-PID-styrning kan användas för styrning med återkoppling eller tryck i den styrda tillämpningen. Process-PID-parametrarna finns i *parametergruppen 7-2* Processregl, återk. Återkoppling* och *7-3* Process-PID regl.*

11

11.2.7.4 Intern strömreglering i VVC+-läge

När motormomentet överstiger momentgränserna som är programmerade i *parameter 4-16 Momentgräns, motordrift*, *parameter 4-17 Momentgräns, generatordrift* och *parameter 4-18 Strömbegränsning* aktiveras den inbyggda strömbegränsningsstyrningen.
När frekvensomriktaren körs på strömgränsen med motordrift eller återkopplingsdrift, försöker den att 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 bygelledning behövs mellan plint 12 och plint 37 för STO när fabriksinställda programmeringsvärden används.

12.1 Programmera frekvensomriktarsystem med återkoppling

Ett frekvensomriktarsystem med återkoppling består vanligen av följande:

- Motor
- Frekvensomriktare
- Pulsgivare som återkoppling
- Mekanisk broms
- Bromsmotstånd för dynamisk bromsning
- Transmission
- Växellåda
- Belastning

Tillämpningar som kräver mekanisk bromsstyrning behöver vanligen ett bromsmotstånd.

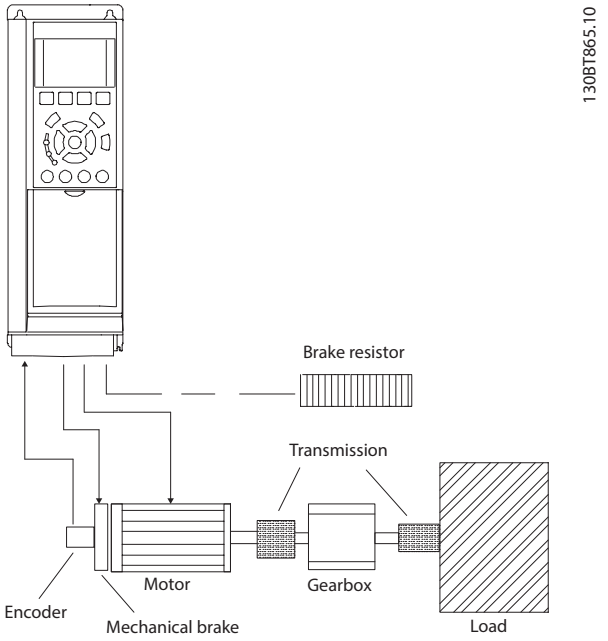
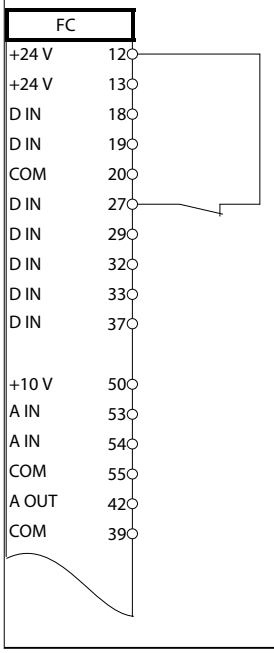


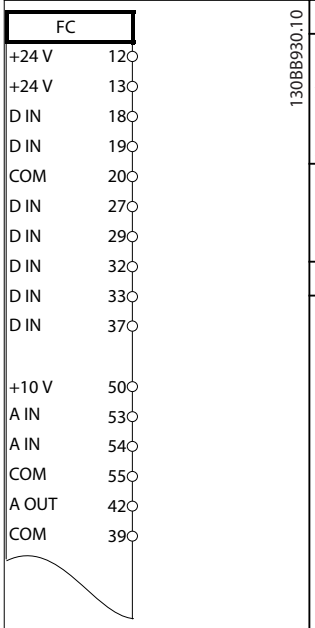
Bild 12.1 Grundkonfiguration för FC 302 – varvtalsreglering med återkoppling

12.2 Kabeldragningar för automatisk motoranpassning (AMA)



	Parametrar	
	Funktion	**Inställning**
	Parameter 1-29 Automatisk motoran-passning (AMA)	*[1] Aktivera fullst. AMA*
	Parameter 5-12 Plint 27, digital ingång	*[2]* Utrullning, invert.*
	* = Standardvärde	
	Anteckningar/kommentarer: Ställ in *parametergrupp 1-2* Motordata* enligt motorns märkskylt.	

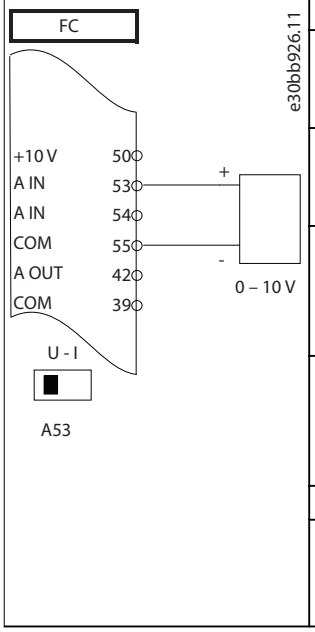
Tabell 12.1 Kabeldragning för AMA med T27 ansluten



Parametrar	
Funktion	**Inställning**
Parameter 1-29 Automatisk motoran-passning (AMA)	*[1] Aktivera fullst. AMA*
Parameter 5-12 Plint 27, digital ingång	*[0] Ingen funktion*
* = Standardvärde	
Anteckningar/kommentarer: Ställ in *parametergrupp 1-2* Motordata* enligt motorns märkskylt.	

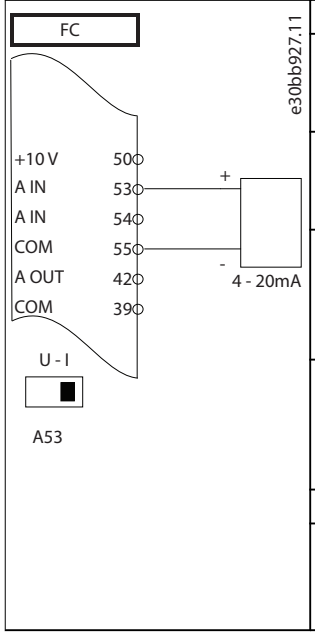
Tabell 12.2 Kabeldragning för AMA utan T27 ansluten

12.3 Kabeldragningar för analog varvtalsreferens



Parametrar	
Funktion	**Inställning**
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:	

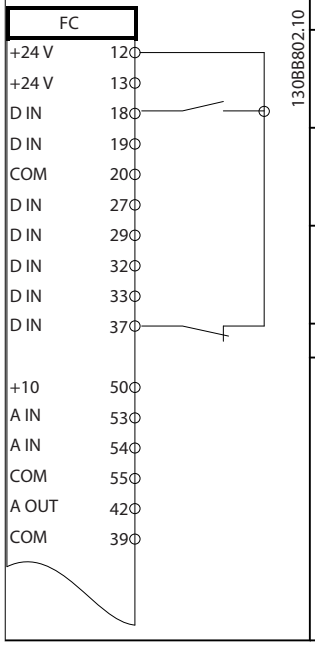
Tabell 12.3 Kabeldragning för analog varvtalsreferens (Spänning)



Parametrar	
Funktion	**Inställning**
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)

12.4 Kabeldragningar för start/stopp



Parametrar	
Funktion	**Inställning**
Parameter 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[8] Start**
Parameter 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[0] Ingen funktion*
Parameter 5-19 Plint 37 Säkerhetsstopp	*[1] Larm, säk.stopp*
* = Standardvärde	
Anteckningar/kommentarer: Om *parameter 5-12 Terminal 27 Digital Input* är inställd på *[0] Ingen funktion* behövs ingen bygelledning till plint 27.	

Tabell 12.5 Kabeldragning för start-/stoppkommando med Safe Torque Off

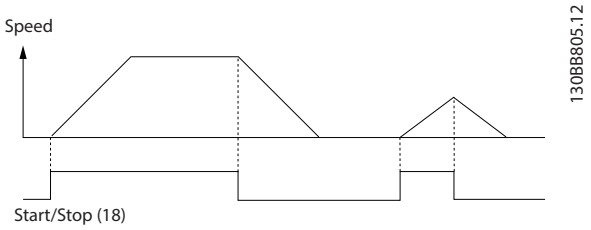
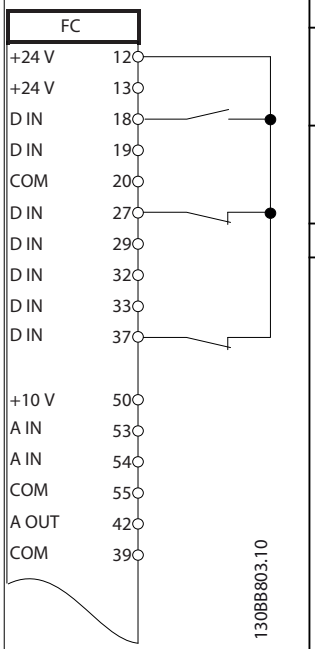


Bild 12.2 Start/stopp med Safe Torque Off



	Parametrar	
	Funktion	**Inställning**
	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

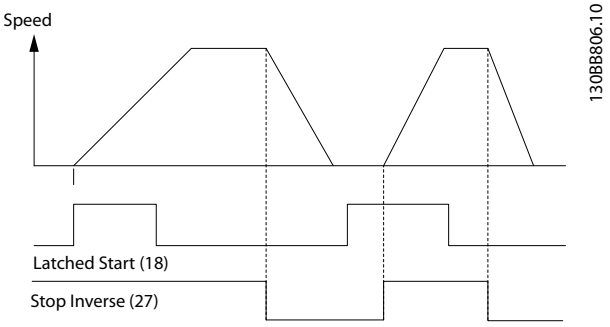
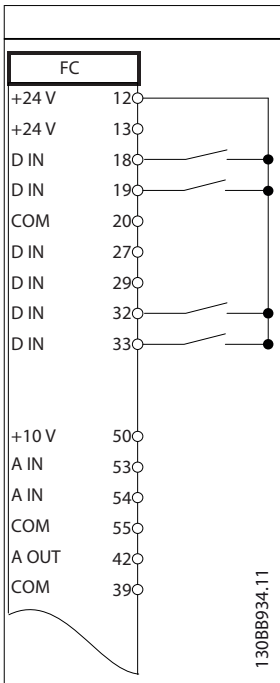


Bild 12.3 Pulsstart/-stopp, inverterat

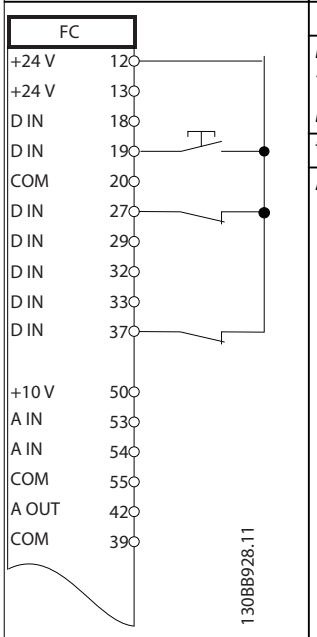


	Parametrar	
	Funktion	**Inställning**
	Parameter 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[8] Start*
	Parameter 5-11 Plint 19, digital ingång	*[10] Reversering**
	Parameter 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[0] Ingen funktion*
	Parameter 5-14 Plint 32, digital ingång	*[16] Förinst ref bit 0*
	Parameter 5-15 Plint 33, digital ingång	*[17] Förinst ref bit 1*
	Parameter 3-10 Förinställd referens	
	Förinställd ref. 0 Förinställd ref. 1 Förinställd ref. 2 Förinställd ref. 3	25% 50% 75% 100%
	* = Standardvärde	
	Anteckningar/kommentarer:	

Tabell 12.7 Kabeldragning för start/stopp med reversering och fyra förinställda varvtal

12

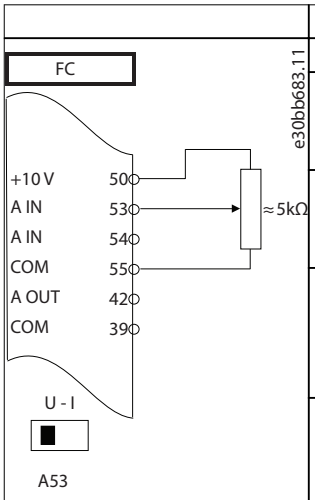
12.5 Kabeldragning för extern larmåterställning



	Parametrar	
	Funktion	**Inställning**
	Parameter 5-11 Terminal 19 Digital Input	*[1] Återställning*
	* = Standardvärde	
	Anteckningar/kommentarer:	

Tabell 12.8 Kabeldragning för extern larmåterställning

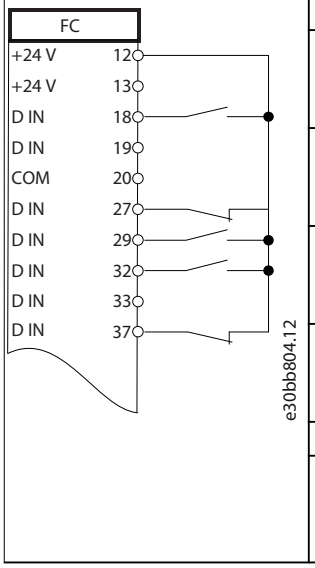
12.6 Kabeldragning för varvtalsreferens med hjälp av en manuell potentiometer



	Parametrar	
	Funktion	**Inställning**
	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)

12.7 Kabeldragning för öka/minska varvtal



	Parametrar	
	Funktion	**Inställning**
	Parameter 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[8] Start**
	Parameter 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[19] Frys referens*
	Parameter 5-13 Plint 29, digital ingång	*[21] Öka varvtal*
	Parameter 5-14 Plint 32, digital ingång	*[22] Minska varvtal*
	* = Standardvärde	
	Anteckningar/kommentarer:	

Tabell 12.10 Kabeldragning för öka/minska varvtal

12

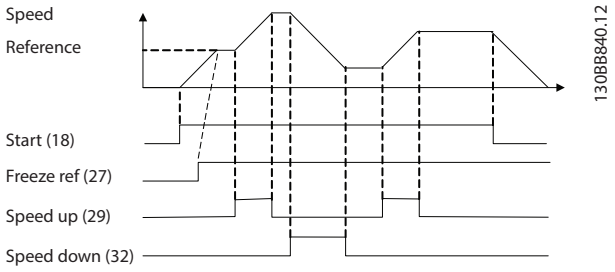
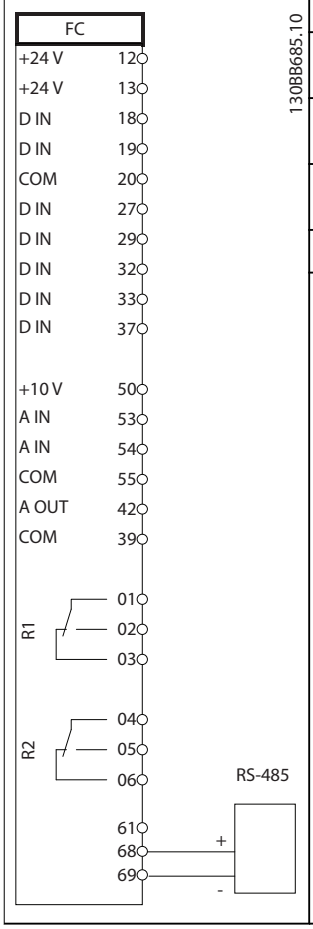


Bild 12.4 Öka/minska varvtal

12.8 Kabeldragning för RS485-nätverksanslutning



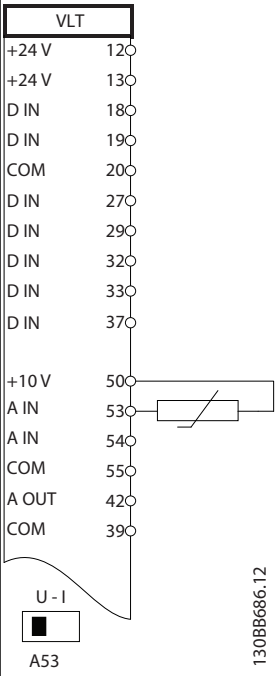
	Parametrar
Funktion	**Inställning**
Parameter 8-30 Protocol	FC*
Parameter 8-31 Address	1*
Parameter 8-32 Baud Rate	9600*
* = Standardvärde	
Anteckningar/kommentarer: Välj protokoll, adress och baudhastighet i parametrarna.	

Tabell 12.11 Kabeldragning för RS485-nätverksanslutning

12.9 Kabeldragning för motortermistor

OBS!

Termistorer måste använda förstärkt eller dubbel isolering för att uppfylla PELV-isoleringskraven.

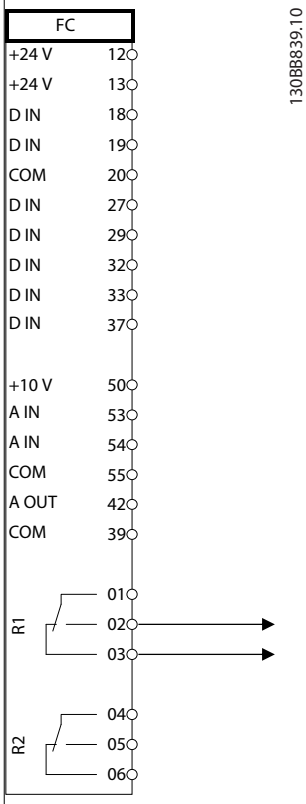


	Parametrar	
	Funktion	**Inställning**
	Parameter 1-90 Motor Thermal Protection	*[2] Termis-tortripp*
	Parameter 1-93 T hermistor Source	*[1] analog ingång 53*
	* = Standardvärde	
	Anteckningar/kommentarer: Om bara en varning önskas ska *parameter 1-90 Motor Thermal Protection* ställas in på *[1] Termistorvarning*.	

Tabell 12.12 Kabeldragning för motortermistor

12

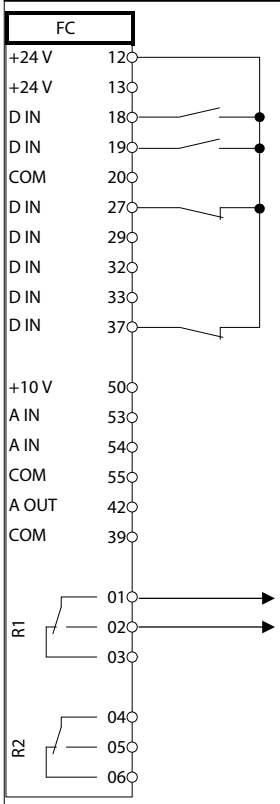
12.10 Kabeldragning för en reläkonfiguration med Smart Logic Control



	Parametrar	
	Funktion	**Inställning**
	Parameter 4-30 Funktion för motoråterk.bort fall	*[1] Varning*
	Parameter 4-31 Motoråterk.varv tal, fel	100 varv/minut
	Parameter 4-32 Timeout för motoråterk.bort fall	5 s
	Parameter 7-00 Varvtal PID-återkopplingskä lla	*[2] MCB 102*
	Parameter 17-1 1 Upplösning (PPR)	1024*
	Parameter 13-0 0 SL Controller Mode	*[1] På*
	Parameter 13-0 1 Starthändelse	*[19] Varning*
	Parameter 13-0 2 Stopphändels e	*[44] Reset-knapp*
	Parameter 13-1 0 Komparatoro-perand	*[21] Varnings-nummer*
	Parameter 13-1 1 Komparatoro-perator	*[1] ≈ (lika med)**
	Parameter 13-1 2 Comparator Value	90
	Parameter 13-5 1 SL Controller-villkor	*[22] Komparator 0*
	Parameter 13-5 2 SL Controller-funktioner	*[32] Ange dig. ut. A låg*
	Parameter 5-40 Funktionsrelä	*[80] SL, digital utgång A*
	* = Standardvärde	
Anteckningar/kommentarer: Om gränsvärdet i återkopplingsövervakningen överskrids 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 återkopp-lingsfelet 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 styrning av mekanisk broms



	Parametrar	
	Funktion	**Inställning**
	Parameter 5-40 F unktionsrelä	*[32] Mek. bromsstyrning*
	Parameter 5-10 T erminal 18 Digital Input	*[8] Start**
	Parameter 5-11 Plint 19, digital ingång	*[11] Starta reverserat*
	Parameter 1-71 S tartfördr.	0,2
	Parameter 1-72 S tartfunktion	*[5] VVC+/ FLUX medurs*
	Parameter 1-76 S tartström	$I_{m,n}$
	Parameter 2-20 F rikoppla broms, ström	Tillämpnings-beroende
	Parameter 2-21 Aktivera bromsvarvtal [v/m]	Hälften av motorns nominella eftersläpning
	* = Standardvärde	
Anteckningar/kommentarer:		

Tabell 12.14 Kabeldragning för styrning av mekanisk broms

12

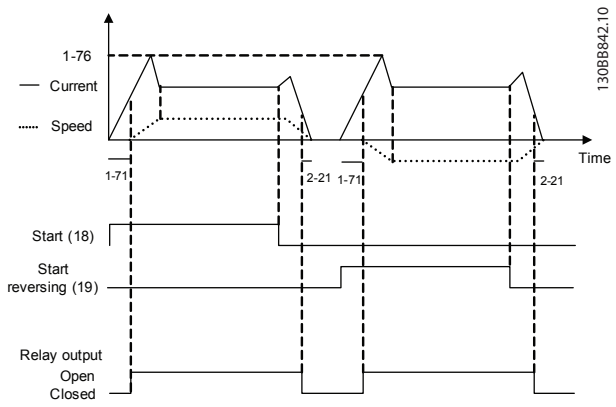


Bild 12.5 Styrning av mekanisk broms

12.12 Kabeldragning för pulsgivare

Pulsgivarriktningen, som identifieras genom att titta in i axeländen, bestäms av den ordning som pulserna skickas till frekvensomriktaren med. Se *Bild 12.6*.

- Medurs riktning (CW - Clock wise) innebär att kanal A är 90 elektriska grader före kanal B.
- Moturs riktning (CCW - Counter Clock wise) innebär att kanal B är 90 elektriska grader före kanal A.

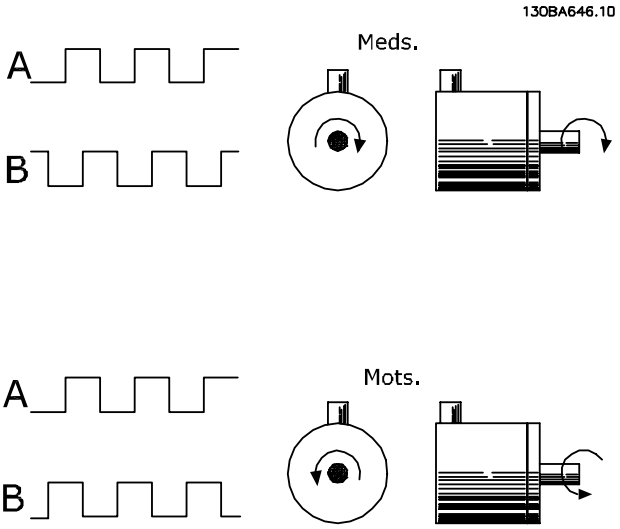


Bild 12.6 Bestämma pulsgivarens rotationsriktning

OBS!

Maximal kabellängd 5 m (16 ft).

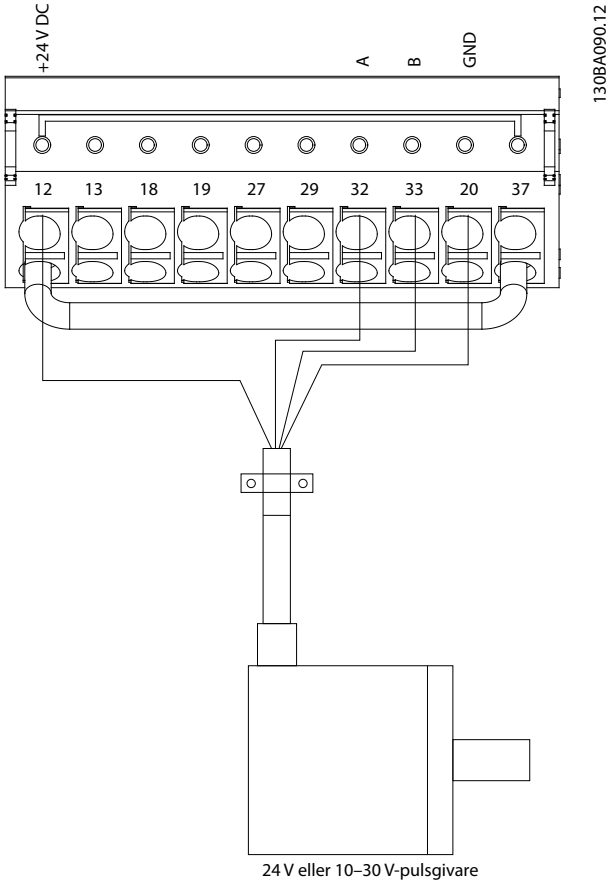


Bild 12.7 Kabeldragning för pulsgivare

12.13 Kabeldragning för moment- och stoppgräns

I tillämpningar med en extern elektromekanisk broms, till exempel lyfttillämpningar, är det möjligt att stoppa frekvensomriktaren via ett "standardstoppkommando" och simultant aktivera den externa elektromekaniska bromsen. *Bild 12.8* visar hur frekvensomriktarens anslutningar ska konfigureras.

Om ett stoppkommando är aktivt via plint 18 och frekvensomriktaren inte körs på momentgränsen, rampar motorn ned till 0 Hz.
Om frekvensomriktaren körs på momentgränsen och ett stoppkommando aktiveras, aktiveras utgången till plint 29 (programmerad till *[27] Momentgräns & stop*). Signalen till plint 27 ändras från logisk 1 till logisk 0 och motorn påbörjar en utrullning. Det gör att lyftningen stoppas, även om frekvensomriktaren själv inte klarar det moment som krävs, t.ex. på grund av kraftig överbelastning.

12

Anslut följande plintar för att programmera stopp- och momentgräns:

- Start/stopp via plint 18
  (*Parameter 5-10 Plint 18, digital ingång [8] Start*).
- Snabbstopp via plint 27
  (*Parameter 5-12 Plint 27, digital ingång [2] Inverterat utrullningsstopp*).
- Plint 29 utgång
  (*Parameter 5-02 Plint 29, funktion [1] Plint 29 lägesutgång parameter 5-31 Plint 29, digital utgång [27] Momentgräns & stopp).*
- Reläutgång [0] (Relä 1)
  (*Parameter 5-40 Funktionsrelä [32] Mek. bromsstyrning).*

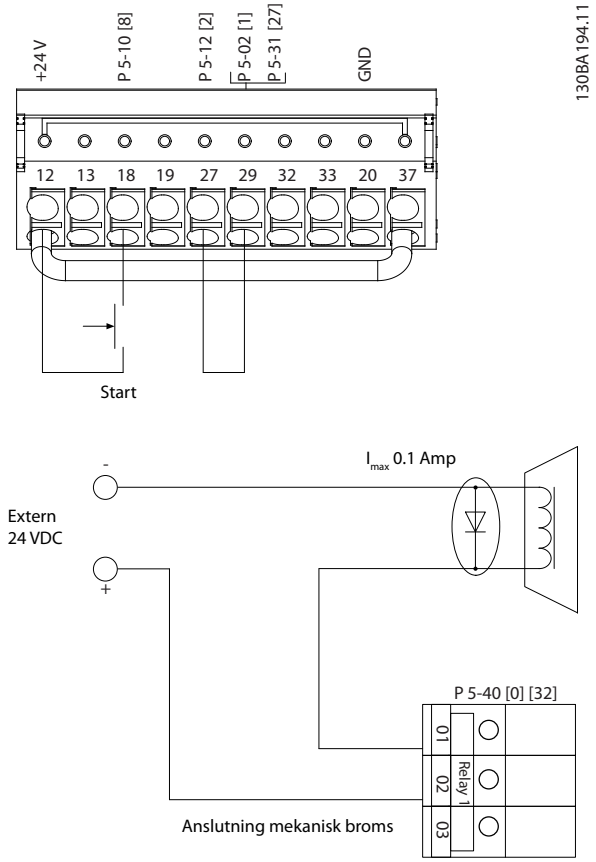
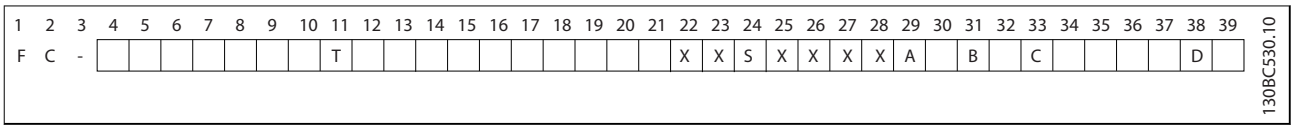


Bild 12.8 Kabeldragning för moment- och stoppgräns

12

13 Så här beställer du en frekvensomriktare

13.1 Drive Configurator



Tabell 13.1 Typkod

Produktgrupp	1–6	
Modell	7–10	
Mains Voltage	11–12	
Kapsling	13–15	
Hårdvarukonfiguration	16–23	
RFI-filter/Low Harmonic-frekvensomriktare/ 12-puls	16–17	
Broms	18	
Display (LCP)	19	
Ytbeläggning, PCB	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 vid beställning av en frekvensomriktare

Konfigurera rätt frekvensomriktare för rätt tillämpning genom att använda den internetbaserade Drive Configurator. Du hittar programmet Drive Configurator på den globala webbplatsen: *www.danfoss.com/drives*. Drive Configurator kommer att generera en typkod och ett åttasiffrigt försäljningsnummer som kan vidarebefordras till ditt lokala försäljningskontor. Dessutom kan du skapa en projektlista med flera produkter och skicka den till någon av Danfoss försäljningsrepresentanter.

Ett exempel på en typkodsträng är:

FC-302P450T5E54H4CGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

Betydelsen av tecknen i strängen definieras i det här kapitlet. I ovanstående exempel har en F3-frekvensomriktare konfigurerats med följande alternativ:

- RFI-filter
- Safe Torque Off med Pilz-relä
- Ytbehandlad, PCB
- PROFIBUS DP-V1

Frekvensomriktare levereras med ett språkpaket som är relevant för den region där beställningen gjordes. Fyra regionala språkpaket täcker följande språk:

Språkpaket 1
Engelska, tyska, franska, danska, holländska, spanska, svenska, italienska och finska.

Språkpaket 2
Engelska, tyska, kinesiska, koreanska, japanska, thailändska, traditionell kinesiska och bahasa indonesiska.

Ingår i språkpaket 3
Engelska, tyska, slovenska, bulgariska, serbiska, rumänska, ungerska, tjeckiska och ryska.

Ingår i 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 kapslingar E1–E2

Beskrivning	Pos	Möjligt alternativ
Produktgrupp	1–6	FC-302
Modell	7–10	P315–P560
Nätspänning	11–12	T5: 380–500 V AC T7: 525–690 V AC
Kapsling	13–15	E00: IP00 (chassi - för installation i kapsling) C00: IP00/chassi med bakre kanal 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[1)] 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
Ytbeläggning, PCB	20	C: Ytbehandlad, PCB
Nättillval	21	X: Inget nättillval 3: Nätströmbrytare och säkring 5: Nätbrytare, 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 kapslingar E1–E2[2)]

1) Endast tillgänglig för 380–500 V.

2) Kontakta fabriken för tillämpningar som kräver certifiering för marin användning.

13.1.2 Beställningstypkod för kapslingar F1–F4 och F8–F13

Beskrivning	Pos	Möjligt alternativ
Produktgrupp	1–6	FC-302
Märkeffekt	7–10	P250–P1200 kW
Nätspänning	11–12	T5: 380–500 V AC T7: 525–690 V AC

Beskrivning	Pos	Möjligt alternativ
Kapsling	13–15	C21: IP21/NEMA typ 1 med bakre kanal av rostfritt stål C54: IP54/typ 12 bakre kanal av rostfritt stål E21: IP 21/ NEMA Type 1 E54: IP 54/ NEMA Type 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 IEC 115 V-eluttag L5A: IP54/NEMA 12 med belysning i apparatskåpet och IEC 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 hk: IRM med NAMUR-plintar och RFI-filter, klass A1 N2: Low Harmonic-frekvensomriktare med RFI-filter, klass A2 N4: Low Harmonic-frekvensomriktare 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 + klass A1 RFI BF: 12-puls + RCD för TN/TT-nät + klass A1 RFI BG: 12-puls + IRM för IT-nät + klass A2 RFI BH: 12-puls + IRM för IT-nät + klass A1 RFI BM: 12-puls + RCD för TN/TT-nät + NAMUR-plintar + klass A1 RFI[1)]
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 IGBT-broms R: Regen-plintar M: IEC-nödstoppsknapp (med Pilz-säkerhetsrelä) N: IEC-nödstoppsknapp med broms-IGBT och bromsplintar P: IEC-nödstoppknapp med regenerativa plintar
Display	19	G: Grafisk lokal manöverpanel (LCP)
Ytbeläggning, PCB	20	C: Ytbehandlad, PCB

Beskrivning	Pos	Möjligt alternativ
Nättillval	21	X: Inget nättillval 3: Nätströmbrytare och säkring 5: Nätbrytare, säkring och lastdelning 7: Säkring A: Säkring och lastdelning D: Lastdelning E: Huvudströmbrytare, kontaktor och säkringar F: Maximalbrytare, kontaktor och säkringar G: Nätbrytare, kontaktor, lastdelningsplintar och säkringar H: Maximalbrytare, kontaktor, lastdelningsplintar och säkringar J: Maximalbrytare och säkringar K: Maximalbrytare, lastdelningsplintar och säkringar
Kraftanslutningar och motorstartare	22	X: Inget tillval E 30 A, säkringsskyddade strömplintar F: 30 A, säkringsskyddade strömplintar och 2,5–4 A manuell motorstart G: 30 A, säkringsskyddade strömplintar och 4–6,3 A manuell motorstart H: 30 A, säkringsskyddade strömplintar och 6,3–10 A manuell motorstart J: 30 A, säkringsskyddade strömplintar och 10–16 A manuell motorstart 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 kapslingar F1–F4 och F8–F13[2)]

1) Kräver VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 och VLT® Extended Relay Card MCB 113.

13

13.1.3 Beställningsaltenativ för alla VLT® AutomationDrive FC 302-kapslingar

Beskrivning	Pos	Möjligt alternativ
A-tillval	29–30	AX: Inget A-tillval A0: VLT® PROFIBUS DP MCA 101 (standard) A4: VLT® DeviceNet MCA 104 (standard) A6: VLT® CANopen MCA 105 (standard) A8: VLT® EtherCAT MCA 124 AT: VLT® PROFIBUS Converter MCA 113 AU: VLT® PROFIBUS Converter MCA 114 AL: VLT® PROFINET MCA 120 AN: VLT® EtherNet/IP MCA 121 AQ: VLT® Modbus TCP MCA 122 AY: VLT® Powerlink MCA 123

Beskrivning	Pos	Möjligt alternativ
B-tillval	31–32	BX: Inget tillval
		B2: VLT® PTC Thermistor Card MCB 112
		B4: VLT® Sensor Input MCB 114
		B6: VLT® Safety Option MCB 150
		B7: VLT® Safety Option MCB 151
		B8: VLT® Safety Option MCB 152
		BK: VLT® General Purpose I/O MCB 101
		BP: VLT® Relay Card MCB 105
		BR: VLT® Encoder Input MCB 102 MCB 102
		BU: VLT® Resolver Input MCB 103
		BZ: VLT® Safe PLC I/O MCB 108
C-tillval	33–34	CX: Inget tillval
		C4: VLT® Motion Control Option MCO 305
C1-tillval	35	X: Inget tillval
		R: VLT® Extended Relay Card MCB 113
C-tillval, programvara	36–37	XX: Standardregulator
		10: VLT® Synchronizing Controller MCO 350 (kräver tillval-C4)
		11: VLT® Position Controller MCO 351 (kräver tillval C4)
D-tillval	38–39	DX: Inget tillval
		D0: VLT® 24 V DC Supply MCB 107

Tabell 13.5 Beställningstypkod för FC 302-tillval

13.2 Beställningsnummer för tillval/satser

13.2.1 Beställningsnummer för A-tillval: Fältbussar

Beskrivning	Beställningsnummer	
	Ej ytbehandlad	Ytbehandlad
VLT® PROFIBUS DP MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® CANopen MCA 105	130B1103	130B1205
VLT® PROFIBUS Converter MCA 113	–	130B1245
VLT® PROFIBUS Converter MCA 114	–	130B1246
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® EtherCAT MCA 124	130B5546	130B5646

Tabell 13.6 Beställningsnummer för A-tillval

Kontakta din Danfoss-leverantör om du vill få information om fältbussars och tillämpningstillvalens kompatibilitet med äldre programvaruversioner.

13.2.2 Beställningsnummer för B-tillval: Funktionella förlängningar

Beskrivning	Beställningsnummer	
	Ej ytbehandlad	Ytbehandlad
VLT® General Purpose I/O MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® Encoder Input MCB 102	130B1115	130B1203
VLT® Resolver Input MCB 103	130B1127	130B1227
VLT® Relay Card MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® Safe PLC I/O MCB 108	130B1120	130B1220
VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	–	130B1137
VLT® Sensor Input MCB 114	130B1172	130B1272
VLT® Safety Option MCB 150	–	130B3280
VLT® Safety Option MCB 151	–	130B3290
VLT® Safety Option MCB 152	–	130B9860

Tabell 13.7 Beställningsnummer för B-tillval

13.2.3 Beställningsnummer för C-tillval: Rörelsekontroll och styrkort

Beskrivning	Beställningsnummer	
	Ej ytbehandlad	Ytbehandlad
VLT® Motion Control Option MCO 305	130B1134	130B1234
VLT® Synchronizing Controller MCO 350	130B1152	130B1252
VLT® Position Controller MCO 351	130B1153	120B1253
VLT® Center Winder MCO 352	130B1165	130B1166
VLT® Extended Relay Card MCB 113	130B1164	130B1264

Tabell 13.8 Beställningsnummer för C-tillval

13.2.4 Beställningsnummer för D-tillval: 24 V-reservförsörjning

Beskrivning	Beställningsnummer	
	Ej ytbehandlad	Ytbehandlad
VLT® 24 V DC Supply MCB 107	130B1108	130B1208

Tabell 13.9 Beställningsnummer för D-tillval

13

13.2.5 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 13.10 Beställningsnummer för programvarutillval

13.2.6 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 – fältbusskablar, E2	Möjliggör toppanslutning av fältbusskablarna 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

13

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 kylluft 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
Satser för bakkanalskylning		
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 installations-anvisningar.	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
LCP		
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

13

Tabell 13.11 Tillgängliga satser för kapsling E1–E2 och F1–F13

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*) 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_{JOG}	Motorfrekvens när joggfunktion är aktiverad
f_M	Motorfrekvens
f_{MAX}	Maximal utfrekvens som frekvensomriktaren använder på sin utgång
f_{MIN}	Lägsta motorfrekvens från frekvensomriktaren
$f_{M,N}$	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_{INV}	Nominell växelriktarutström
I_{LIM}	Strömbegränsning
$I_{M,N}$	Nominell motorström
$I_{VLT,MAX}$	Maximal utström
$I_{VLT,N}$	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
η_{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_s	Synkront motorvarvtal
Online-/ offlinepara-metrar	Ändringar i onlineparametrar aktiveras omedelbart efter att datavärdet ändrats
$P_{br,cont.}$	Bromsmotståndets märkeffekt (genomsnittlig effekt vid kontinuerlig bromsning)
PCB	Ytbehandlat kretskort
PCD	Processdata
PDS	Drivsystem: CDM och en motor
PELV	Protective Extra Low Voltage
P_m	Frekvensomriktarens nominella uteffekt som hög överbelastning (HO)
$P_{M,N}$	Nominell motoreffekt
PM-motor	Permanentmagnetmotor
Process-PID	PID-regulator (Proportional Integrated Differential) som upprätthåller önskat varvtal, tryck, önskad temperatur osv.
$R_{br,nom}$	Nominellt motståndsvärde som säkerställer en bromseffekt på motoraxeln på 150/160 % under 1 minut
RCD	Jordfelsbrytare
Regen	Regenerativa plintar
R_{min}	Minsta tillåtna bromsmotstånd efter frekvensomriktare
RMS	Effektivvärde
varv/minut	Varv per minut
R_{rec}	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_{LIM}	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-busspänningen och en bromschopper ser till att effekten avsätts i bromsmotståndet.

Startmoment

$$n_s = \frac{2 \times par.\ 1-23 \times 60\ s}{par.\ 1-39}$$

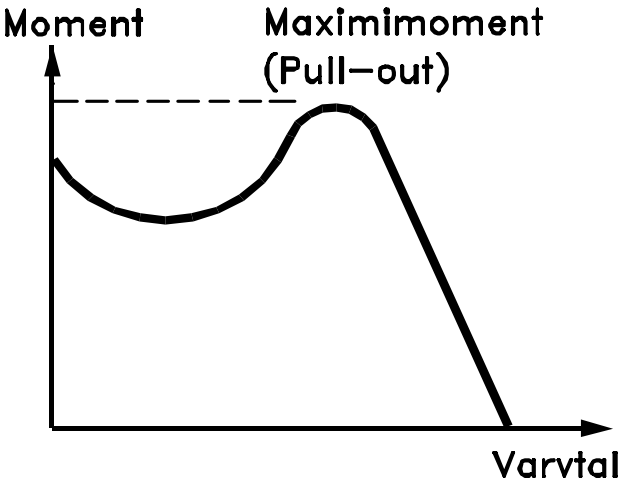


Bild 14.1 Diagram för startmoment

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 Driftläge*) 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.

$$\cos\phi = \frac{P\,(\mathrm{kW})}{P\,(\mathrm{kVA})} = \frac{U\lambda\ x\ I\lambda\ x\ \cos\phi}{U\lambda\ x\ I\lambda}$$

Cos phi kallas även förskjuten 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 likströmsspolar 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 Protokoll*.

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 frekven-

somriktare 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.

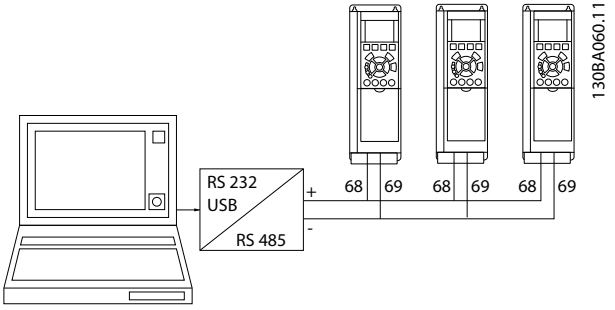


Bild 14.2 Parallellkopplingar

Undvik potentialutjämningsströmmar i skärmen genom att förbinda kabelskärmen till jord via plint 61, som är ansluten till kapslingen via en RC-länk.

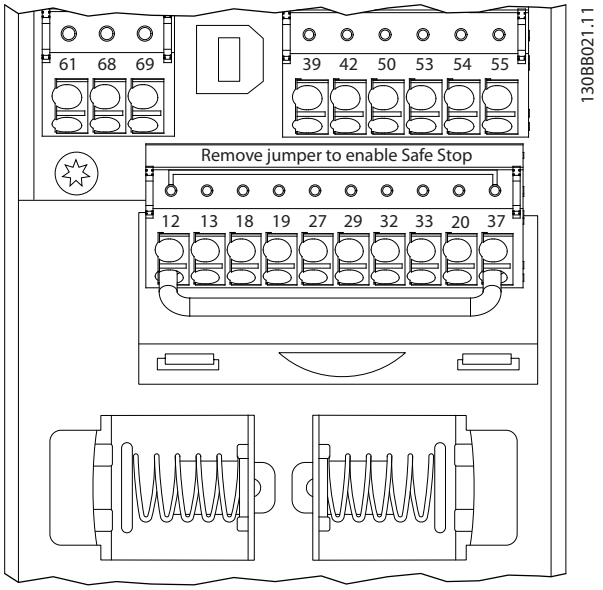


Bild 14.3 Styr korts plintar

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 Protokoll*.

14

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-kommunikationskabeln 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.

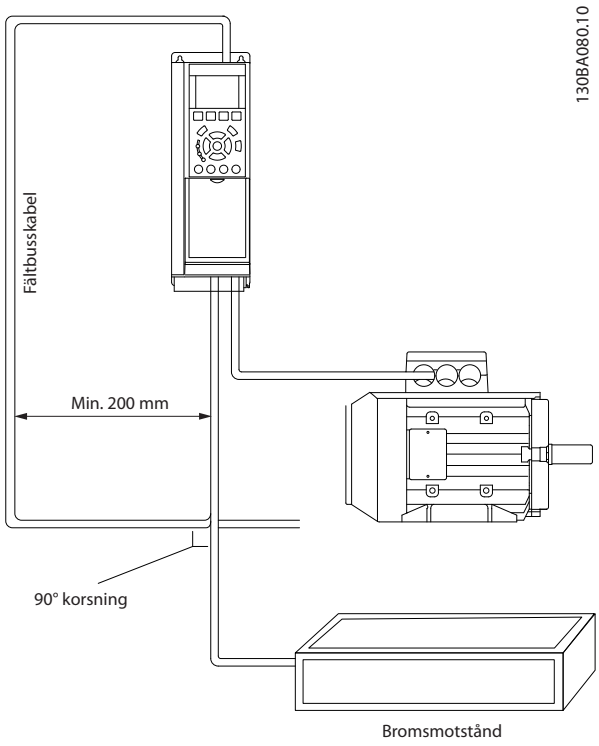


Bild 14.4 EMC -säkerhetsåtgärder

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

Tabell 14.3 FC-protokollparametrar

14.5 RS485: Telegramstruktur för FC-protokollet

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.

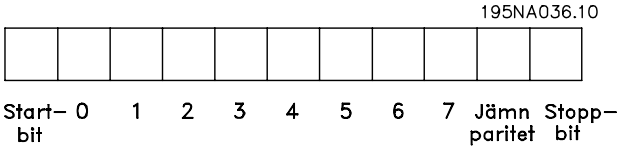


Bild 14.5 Tecken (byte)

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).

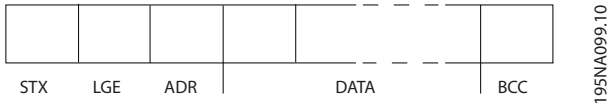


Bild 14.6 Telegramstruktur

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).

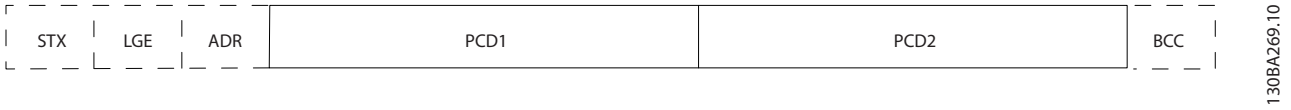


Bild 14.7 PCD

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

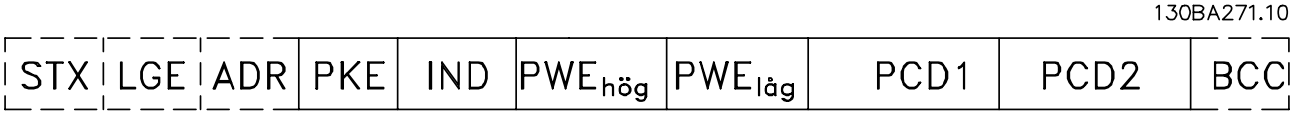


Bild 14.8 Parameterblock

Textblock
Textblocket används för att läsa eller skriva text via datablocket.

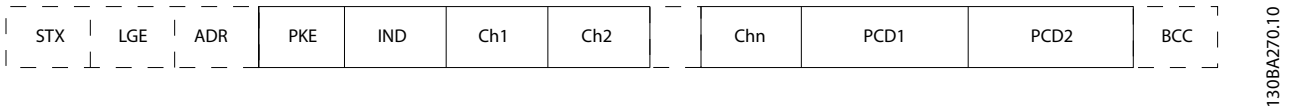


Bild 14.9 Textblock

14

14.5.7 PKE-fält

PKE-fältet innehåller två delfält:

- Parameterkommando och svars-AK.
- Parameternummer PNU.

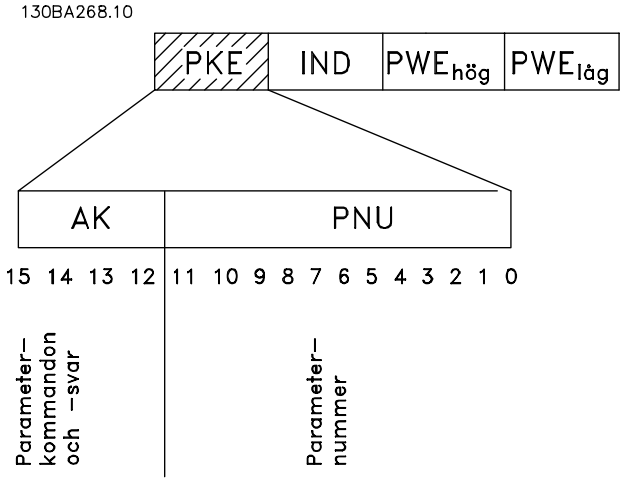


Bild 14.10 PKE-fält

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.

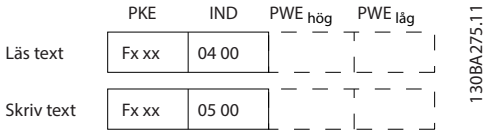


Bild 14.11 PWE

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: Exempel på FC-protokollparameter

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_{high}=0000 hex
PWE_{low}=03E8 hex - Datavärde 1 000, motsvarande 100 Hz, se *kapitel 14.5.12 Konvertering*.

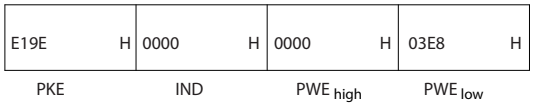


Bild 14.12 Telegram

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 Motorvarvtal, övre gräns [Hz]* är 19E hexadecimalt.**

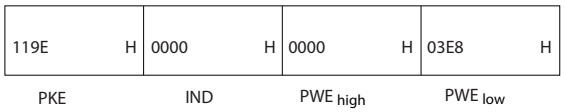


Bild 14.13 Svar från master till slav

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_{high}=0000 hex
PWE_{low}=0000 hex

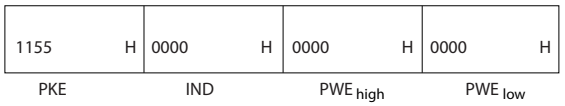


Bild 14.14 Parametervärde

Om värdet i *parameter 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* är 10 s, blir svaret från slaven till mastern:

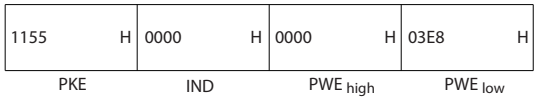


Bild 14.15 Svar från slav till master

3E8 hex motsvarar1 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 regulatorn 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.
- Utvinner alla data eller all annan information som finns i meddelandet.

Om ett svar krävs kommer regulatorn att utforma ett svarsmeddelande och skicka iväg det.
Regulatorer kommunicerar enligt en master-slav-princip där endast 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 värde som mottogs i CRC-fältet. Om de två värdena inte är desamma uppstår en busstimeout. Felkontrollfältet innehåller ett 16-bitars binärt värde som uttrycks med två 8-bitars byte. 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	Styrord för frekvensomriktare (se *Tabell 14.14*).	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 *Tabell 14.14*).	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).	Master till slav
	0 = Parameterändringar skrivs till frekvensomriktarens RAM.	
	1 = Parameterändringar skrivs till frekvensomriktarens RAM och EEPROM.	
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 Styrord 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[1)].
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-meddelanden

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: Exempel på FC-protokollparameter*.

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

14.11 RS485: FC-styrprofil

14.11.1 Styrord enligt FC-profil

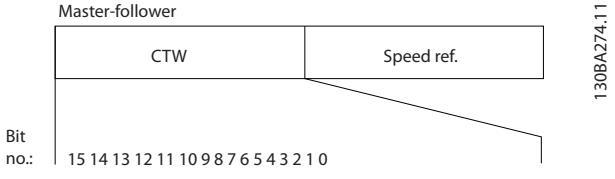


Bild 14.16 Master till slav medurs

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] *parameter 3-10 Preset Reference*	0	0
2	[1] *parameter 3-10 Preset Reference*	0	1
3	[2] *parameter 3-10 Preset Reference*	1	0
4	[3] *parameter 3-10 Preset Reference*	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

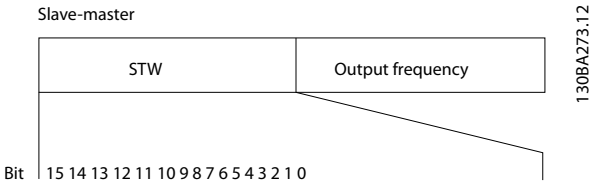


Bild 14.17 Slav till master, STW

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	Tripplåsning
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 ≠ 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.

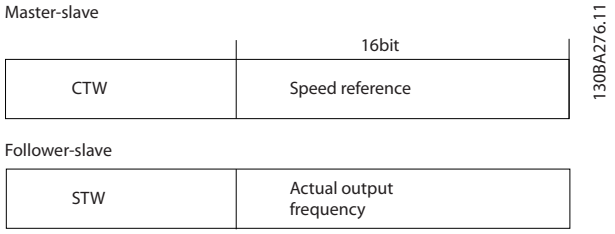


Bild 14.18 Referensvärde för bussvarvtal

Referensen och MAV skalas på samma sätt i *Bild 14.19*.

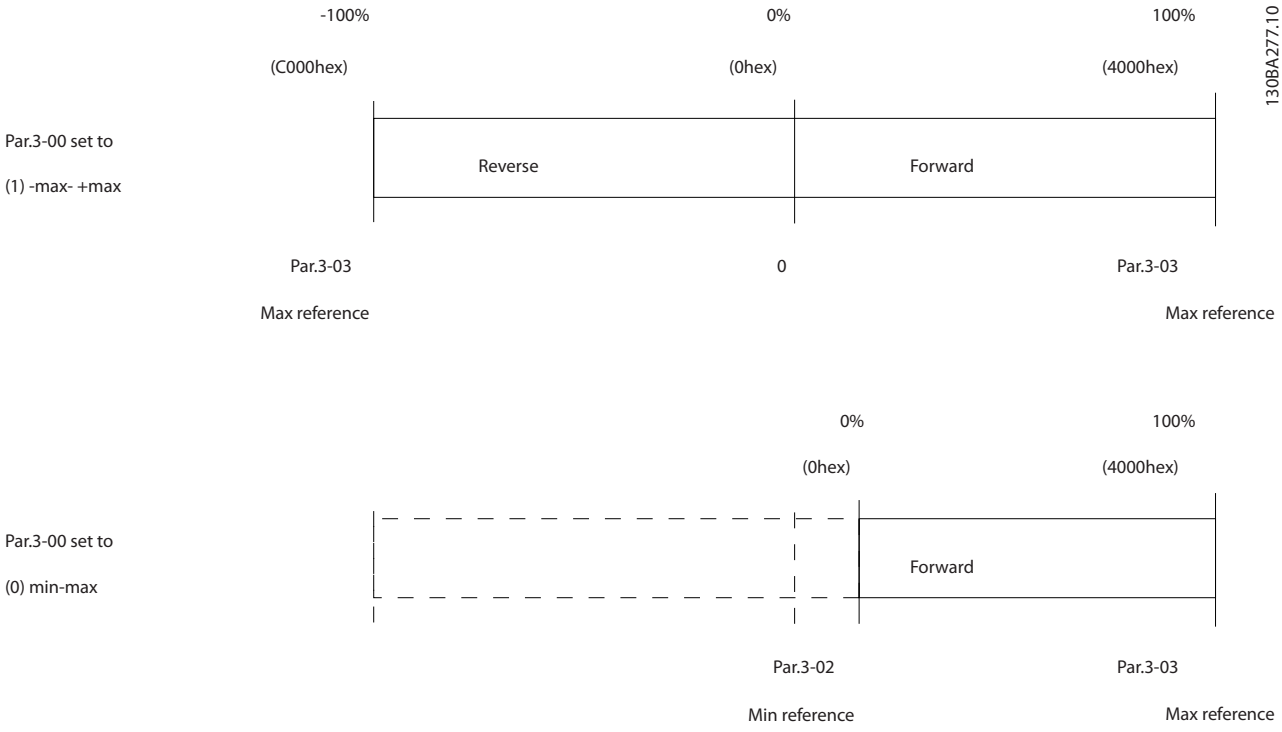


Bild 14.19 Referens och MAV

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 Funktionsrelä*.
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 Funktionsrelä*.
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 Snabbstopp, ramptid*.
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 Funktionsrelä*.
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 Välj utrullning* bestämmer hur bit 03 länkas till motsvarande funktion för digitala ingångar.

Bit 04, Snabbstopp/ramp
Snabbstopp med ramptiden från *parameter 3-81 Snabbstopp, ramptid*.
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 Välj snabbstopp* 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 reglerings-funktionen 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 Funktionsrelä*.
Bit 06 = 0 leder till stopp.
När bit 06 = 1 kan frekvensomriktaren startas om övriga startvillkor är uppfyllda.

OBS!

Valet i *parameter 8-53 Välj start* 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 Bussjogg 1, varvtal*. 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 Bussjogg 2, varvtal*. JOGG 2 kan bara användas när bit 04 = 0 och bit 00–03 = 1.

Bit 10, Data ogiltiga/giltiga
Används för att bestämma om frekvensomriktaren ska använda 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 Öka/minska-värde*.
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 Öka/minska-värde*.
När bit 12 = 0 ändras inte referensvärdet.
När bit 12 = 1 ökas referensvärdet.
Om både minskning och acceleration är aktiverade (bit 11 och 12 = 1) har minskning högsta prioritet, dvs. varvtalets referensvärde minskas.

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 Aktiv meny*. Valet i *parameter 8-55 Menyval* bestämmer hur bit 13 och 14 länkas till motsvarande funktion för digitala ingångar. Det går endast att växla meny under körning om menyerna har länkats i *parameter 0-12 Menyn är länkad till*.

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 Välj reversering*.

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] PROFIdrive-profil* har valts i *parameter 8-10 Profil för styrord*, 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 ≠ 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 Referensplats*.
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 Varning, lågt varvtal* och *parameter 4-53 Varning, högt varvtal*.
När bit 10 = 1 ligger utfrekvensen inom de angivna gränserna.

Bit 11, Ej i drift/i drift
När bit 11 = 0 roterar inte motorn.
När bit 11 = 1 har 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 Momentgräns, motordrift* och *parameter 4-17 Momentgräns, generatordrift*.
När bit 14 = 1 är den gräns som valts i *parameter 4-16 Momentgräns, motordrift* eller *parameter 4-17 Momentgräns, generatordrift* överskriden.

Bit 15, Timer OK/timer överskriden
När bit 15 = 0 har timern för termiskt motorskydd och timern för termiskt frekvensomriktarskydd inte överstigit 100 %.
När bit 15 = 1 har någon av dem överstigit 100 %.

Index

A

AC-broms ... 25

Aktiv referens ... 190

Analog
- Beskrivningar av in-/utgångar och fabriksinställningar ... 165
- Ingångsspecifikationer ... 51
- Kabeldragning för varvtalsreferens ... 200
- Utgångsspecifikationer ... 52

Användarinmatning ... 190

Å

Återkoppling
- Hantering ... 192
- Konvertering ... 193
- Signal ... 195

A

ATEX-övervakning ... 22, 150

Auto on ... 190

Automatisk energioptimering (AEO) ... 20

Automatisk motoranpassning (AMA)
- Kabeldragning ... 199
- Översikt ... 21

Automatisk switchfrekvensmodulering ... 21

B

Bakkanalkylning ... 151

Behörig personal ... 6

Beräkningar
- Bromsmoment ... 177
- Bromsmotstånd ... 177
- Bromsmotståndets driftcykel ... 176
- Kortslutningsförhållande ... 188
- Programvara för övertoner ... 189
- Skalad referens ... 191
- THDi ... 187

Bostadsmiljö ... 183

Bromsmotstånd
- Beställa ... 214
- Definition ... 216
- Design Guide ... 5
- Formel för märkeffekt ... 215
- Kopplingsschema ... 156
- Översikt ... 35
- Plintar ... 160
- Säkerhet ... 6, 177
- Välja ... 176

Bromsmotstånd ... 25

Bromsning
- Använd som en alternativ bromsfunktion ... 178
- Dynamisk bromsning ... 25
- Elektromagnetisk broms ... 26
- Elektromekanisk broms ... 205
- Gränser ... 177
- Kabeldragning för mekanisk broms ... 204
- Mekanisk hållbroms ... 26
- Statisk bromsning ... 26
- Styrning med bromsfunktion ... 177

Brytare
- A53 och A54 ... 51, 165
- Strömbrytare ... 37

C

CANopen ... 31

CE-märkning ... 8

Common mode-filter ... 35

D

Dator ... 161

Datoranslutning ... 161

DC-broms ... 25, 228

DC-buss
- Driftsbeskrivning ... 190
- Plintar ... 159

DeviceNet ... 31, 211

Digital
- Beskrivningar av in-/utgångar och fabriksinställningar ... 164
- Ingångsspecifikationer ... 51
- Utgångsspecifikationer ... 52

Drift vid lågt varvtal ... 153

Driftcykel
- Beräkning ... 176
- Definition ... 216

DU/dt ... 180

E

EAC-märkning ... 9

Effekt
- Anslutningar ... 157
- Brytare ... 20
- Faktor ... 216
- Förluster ... 38, 44
- Klassificering ... 11, 38, 44
- Kontaktor ... 179, 186
- Specifikationer ... 52

Eftersläpningskompensation ... 216

Elektrisk installation ... 165

Elektromagnetiska störningar ... 21

Elektromekanisk broms ... 205

Elektronisk-termisk överbelastning ... 22

Elektronisk-termiskt relä (ETR)... 155
EMC
Allmänt... 181
Direktiv... 8
Installation... 186
Kompatibilitet... 184
Säkerhetsåtgärder för RS485-installation... 218
Störning... 185
Testresultat... 182
Emissionskrav... 183
Energi
Verkningsgradsklass... 50
ErP-direktivet... 8
EtherCAT... 32
EtherNet/IP... 32
Explosiv atmosfär... 150
Extern referens... 191

F

Fältbuss... 31, 162
FC-profil... 228
Filter
Beställa... 214
Common mode-filter... 35
DU/dt-filter... 35
Övertonsfilter... 35
RFI-filter... 184
Sinusvågfilter... 35, 159
Fläktar
Extern försörjning... 160
Luftflöde som behövs... 151
Temperaturstyrda fläktar... 21
Flux
Styrstruktur i Flux med motoråterkoppling... 198
Styrstruktur i Flux utan återkoppling... 197
Flygande start... 24
Förbindelsepunkt... 187
Föreskrifter för exportkontroll... 9
Förkortningar... 216
Formel
Bromsmotståndets märkeffekt... 215
Frekvensomriktarens verkningsgrad... 215
Strömbegränsning... 215
Utström... 215
Förvärmning... 24
Fourierserieanalys... 187
Frekvenshopp... 24
Frekvensomriktare
Avståndskrav... 151
Beställa... 207
Konfigurator... 207
Märkeffekter... 12, 13
Översikt... 12, 13
Fritt utrymme runt lucka... 57
Fukt... 149

G

Galvanisk isolation... 21, 52, 184
Gaser... 149
Generellt I/O-kort... 32
Givaringångstillval... 33
Gränssnittstillvalet Safe PLC... 33

H

Hand on... 190
Handbok... 5
Höjd... 153

I

Immunitetskrav... 183
Ingångsspecifikationer... 51
Installation
Behörig personal... 6
Elektrisk... 155
Krav... 150
Installation på hög höjd... 185
IP-klassificering... 9
Isolering... 176
IT-nät... 179

J

Jordfelsbrytare... 178, 179
Jordning... 21, 161, 178

K

Kabeldragning för extern larmåterställning... 202
Kabeldragning för start/stopp... 200, 201
Kabelförskruvningsplåt... 57
Kabelklämma... 161
Kablar
Broms... 160
Kabeldragning... 162
Max. antal kablar och dimension per fas... 38, 44
Motorkablar... 173
Nätanslutningar... 157
Öppning... 57
Reglering... 161
Skärmning... 159, 185
Specifikationer... 38, 44, 51
Typ och klassificeringar... 155
Utjämning... 162
Kanalkylning... 151

Kapsling E1
Kabelförskruvningsplåt... 58
Plintmått... 59
Yttre mått... 57
Kapsling E2
Kabelförskruvningsplåt... 66
Plintmått... 66
Yttre mått... 65
Kapsling F1
Kabelförskruvningsplåt... 74
Plintmått... 75
Yttre mått... 73
Kapsling F10
Kabelförskruvningsplåt... 121
Plintmått... 122
Yttre mått... 120
Kapsling F11
Kabelförskruvningsplåt... 127
Plintmått... 128
Yttre mått... 126
Kapsling F12
Kabelförskruvningsplåt... 135
Plintmått... 136
Yttre mått... 134
Kapsling F13
Kabelförskruvningsplåt... 141
Plintmått... 142
Yttre mått... 140
Kapsling F2
Kabelförskruvningsplåt... 81
Plintmått... 82
Yttre mått... 80
Kapsling F3
Kabelförskruvningsplåt... 88
Plintmått... 89
Yttre mått... 87
Kapsling F4
Kabelförskruvningsplåt... 100
Plintmått... 101
Yttre mått... 99
Kapsling F8
Kabelförskruvningsplåt... 111
Plintmått... 112
Yttre mått... 110
Kapsling F9
Kabelförskruvningsplåt... 115
Plintmått... 116
Yttre mått... 114
Kapslingsskydd... 9
Kinetisk back-up... 24
Kommersiell miljö... 183
Kondensation... 149
Kondensatorförvaring... 148
Kopplingsschema
Exempel på typiska tillämpningar... 199
Frekvensomriktare... 156
NAMUR-plintar... 167
Nätanslutningar... 157
Styrplintar med 12-puls... 166
Kortslutning
Beräkna förhållande... 188
Bromsning... 26, 177
Definition... 217
SCCR-värde... 169
Skydd... 19, 167
Kylning
Dammvarning... 149
Krav... 151
Luftflöden för kapsling... 151
Översikt av bakkanalkylning... 151
Kylplatta
Luftflöde som behövs... 151
Överhettningstrippunkt... 38, 44
Rengöring... 149

L

Läckström... 6, 178
Låg spänning
Direktiv... 8
Lagring... 148
Larmåterställning... 202
Lastdelning
Kopplingsschema... 156
Kortslutningsskydd... 19
Översikt... 29
Plintar... 30, 159
Varning... 6
Ledningar... 155
se även *Kablar*
Ledningsburen emission... 182
Likriktare... 190
Ljudnivå... 180
Luftburen emission... 182
Luftflöde
Bakkanal... 55, 56
Externt kanalsystem... 152
Kapsling... 55, 56
Som behövs... 151
Lyft... 26, 27, 148

M

Marin certifiering... 9
Maskindirektivet... 8

Mått
Kapsling E1 ... 57
Kapsling E2 ... 65
Kapsling F1 ... 73
Kapsling F10 ... 120
Kapsling F11 ... 126
Kapsling F12 ... 134
Kapsling F13 ... 140
Kapsling F2 ... 80
Kapsling F3 ... 87
Kapsling F4 ... 99
Kapsling F8 ... 110
Kapsling F9 ... 114
Tabell ... 12, 13
Maximalbrytare ... 167, 172, 179
Med återkoppling ... 194, 195, 199
Mekanisk broms
Använda styrning med återkoppling ... 27
Använda styrning utan återkoppling ... 26
Kabeldragning ... 204
Miljö ... 50, 149
Modbus
Funktionskoder för RTU-meddelande ... 227
Översikt över RTU ... 223
Telegramstruktur ... 224
Tillval ... 32
Modulering ... 21, 215
Moment
Egenskap ... 50
Kabeldragning för moment- och stoppgräns ... 205
Reglering ... 195
Monteringskonfigurationer ... 150
Motor
Återkoppling ... 198
Detektering av fas saknas ... 20
Ex-e ... 23, 33
Fullt moment ... 24
Isolering ... 176
Kabeldragning för termistor ... 203
Kablar ... 159, 173, 178
Klasskydd ... 150
Kopplingsschema ... 156
Läckström ... 178
Märkskylt ... 23
Parallellkoppling ... 174
Reducera lagerströmmar ... 176
Rotation ... 174
Startmoment ... 216
Termiskt skydd ... 22, 174
Utgångsspecifikationer ... 50

N

NAMUR-plintar ... 167
Nät
Avbrott ... 23
Fluktuationer ... 21
Kontaktor ... 173
Skärm ... 7
Specifikationer ... 50
Strömbrytare ... 172
Nätverksanslutning ... 217
Nedstämpling
Automatisk funktion ... 20
Drift vid lågt varvtal ... 153
Externt kanalsystem ... 152
Höjd ... 153
Översikt och orsaker ... 152
Specifikationer ... 51, 151
Tabeller ... 154

O

Omgivande miljöförhållanden
Översikt ... 149
Specifikationer ... 50
Omstart ... 24
Omvandlare ... 164

Ö

Överbelastning
Elektronisk-termisk överbelastning ... 22
Gränser ... 20
Problem med övertoner ... 187
Överensstämmelse
Direktiv ... 8
Med ADN ... 7
Överhettning ... 216
Överspänning
Alternativ bromsfunktion ... 178
Bromsning ... 35
Skydd ... 19
Överströmsskydd ... 155
Övertoner
Begränsning ... 189
Definition av effektfaktor ... 216
EN-standarder ... 188
Filter ... 35
IEC-standarder ... 188
Översikt ... 187

P

PELV ... 21, 52, 184
Periodisk formering ... 148
PID
Regulator ... 22, 193, 196
PLC ... 162

Plintar
Analog ingång/utgång... 165
Bromsmotstånd... 160
Digital ingång/utgång... 164
Lastdelning... 159
Mått för kapsling E1... 59
Mått för kapsling E2... 66
Mått för kapsling F1... 75
Mått för kapsling F10... 122
Mått för kapsling F11... 128
Mått för kapsling F12... 136
Mått för kapsling F13... 142
Mått för kapsling F2... 82
Mått för kapsling F3... 89
Mått för kapsling F4... 101
Mått för kapsling F8... 112
Mått för kapsling F9... 116
NAMUR... 167
Plint 37... 164
Reläplintar... 165
RS485... 164
Seriell kommunikation... 164
Styrbeskrivningar och fabriksinställningar... 163
Positioneringsregulator... 34
Potentiometer... 164, 202
POWERLINK... 32
Praxis... 5
Processreglering... 195
PROFIBUS... 31, 211
PROFINET... 31
Programmeringshandbok... 5
Programvaruversioner... 211
Protokollöversikt... 218
PTC-termistorkort... 33
Puls
Ingångsspecifikationer... 52
Kabeldragning för start/stopp... 201
Pulsgivare
Definition... 216
Konfiguration... 205
Pulsgivarens rotationsriktning... 205
VLT® Encoder Input MCB 102... 33

R

Radiofrekvensstörningar... 21
RCM-märkning... 9
Referens
Aktiv referens... 190
Extern hantering av... 191
Extern referens... 191
Varvtalsinmatning... 200
Regen
Översikt... 30
Plintar... 79, 86, 98, 109, 208
Tillgänglighet... 12, 13
Reglering
Driftsbeskrivning... 190
Egenskaper... 53
Typer av... 195
Regulator... 34
Relä
ADN-korrekt installation... 7
Kort... 34
Plintar... 165
Specifikationer... 53
Tillval... 33
Tillval för utökat reläkort... 35
Reservdelar... 214
Resonansdämpning... 21
RFI
Använd brytare med IT-nät... 179
Filter... 184
Rörelsestyrningstillval... 34
Rotor... 20
RS485
Installation... 217
Kabeldragning... 203
Kopplingsschema... 156
Översikt... 217
Parametervärden... 228
Plintar... 164

S

Safe Torque Off
Handbok... 5
Kabeldragning... 200
Kopplingsschema... 156
Överensstämmelse med maskindirektivet... 8
Översikt... 25
Plintplacering... 164
Säkerhet
Instruktioner... 6, 155
Tillval... 33
Säkringar
Effekt/halvledare... 168
Fläkt... 170
För användning med nätanslutningar... 157
Kompletterande... 170
Manuell motorregulator... 170
NAMUR... 170
Nät... 171
Nätkontaktor... 173
Nätströmbrytare... 172
Överensstämmelse... 167
Pilz-relä... 171
Specifikationer för 380–500 V... 38
Specifikationer för 525–690 V... 44
Styrtransformator... 170
Tillval... 168
Varning om överströmsskydd... 155
Satser
Beskrivningar... 214
Beställningsnummer... 214
Tillgängliga kapslingar... 18

Seriell kommunikation ... 164
Sinusvågfilter ... 35, 159
Skalad referens ... 191
Skärmade ... 165
Skärmning
  Kablar ... 159, 161
  Nät ... 7
  Tvinnade skärmändar ... 185
Skydd
  Brake function ... 19
  Kapslingsklass ... 12, 13
  Klassificering ... 9
  Kortslutning ... 19
  Motor, termisk ... 22
  Obalans i nätspänning ... 20
  Överbelastning ... 20
  Överspänning ... 19
  Överström ... 155
Skydd för förgreningsenhet ... 167
Skyddsklassificeringen NEMA ... 9
Smart Logic Control
  Kabeldragning ... 0 , 204
  Översikt ... 24
Spänningsobalans ... 20
Språkpaket ... 207
Startmoment ... 216
Stigtid ... 180
STO ... 5
  se även *Safe Torque Off*
Ström
  Distortion ... 187
  Formel för strömbegränsning ... 215
  Grundläggande ström ... 187
  Intern strömreglering ... 198
  Läckström ... 178
  Nominell utström ... 215
  Övertonsström ... 187
  Störningsminskning i motor ... 176
  Transient jord ... 179
Styrkablar ... 161, 165
Styrkort
  Överhettningstrippunkt ... 38, 44
  RS485 – specifications ... 52
  Specifikationer ... 53
Styrning
  Strukturer ... 194
Styrplintar ... 163
Switchfrekvens
  Använda med jordfelsbrytare ... 179
  Nätanslutningar ... 159
  Nedstämpling ... 20
  Sinusvågfilter ... 35, 159
Synkroniseringsregulator ... 34

T

Telegram längd (LGE) ... 219
Temperatur ... 149
Termistor
  Definition ... 216
  Kabeldragning ... 162, 203
  Plintplacering ... 164
Tillval
  Beställa ... 35, 211, 212
  Fältbuss ... 31
  Funktionella förlängningar ... 32
  Kapslingstillgänglighet ... 12, 13
  Reläkort ... 34
  Rörelsekontroll ... 34
  Säkringar ... 168
Tillval, resolver ... 33
Transformator
  Anslutning ... 160
  Effekter av övertoner ... 187
Tripp
  Definition ... 216
  Punkter för 380–500 V-frekvensomriktare ... 38
  Punkter för 525–690 V-frekvensomriktare ... 44
TÜV-certifikat ... 9
Tvinnade skärmändar ... 185
Typgodkännandet CSA/cUL ... 9
Typkod ... 207
Typkod för beställningsformulär ... 207

U

UKrSEPRO-certifikat ... 9
UL
  Kapslingens skyddsklassificering ... 9
  Märkning ... 8
Underhåll ... 149
Urladdningstid ... 6
USB-specifikationer ... 54
Utan återkoppling ... 194
Utökat reläkort ... 35
Utrullning ... 228

V

Värmare
  Användning ... 149
  Kopplingsschema ... 156
Varning för högspänning ... 6
Varningar ... 6, 155
Varvtal
  Kabeldragning för öka/minska varvtal ... 202
  Kabeldragning för varvtalsreferens ... 202
  PID-återkoppling ... 195
  Reglering ... 195

Växelriktare..... 190

Verkningsgrad
Använda AMA..... 21
Beräkning..... 179
Formel för frekvensomriktarens verkningsgrad..... 215
Specifikationer..... 38, 44

VVC+..... 196, 198

Y

Yttre mått (bilder)..... 57

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 innestående 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

130R0280 MG34S307 11/2017