



# Guia de Design

## VLT<sup>®</sup> AutomationDrive FC 302

### 315–1200 kW





## Índice

<b>1 Introdução</b>	<b>5</b>
1.1 Objetivo do Guia de Design	5
1.2 Recursos adicionais	5
1.3 Versão de Software e Documento	5
1.4 Convenções	5
<b>2 Segurança</b>	<b>6</b>
2.1 Símbolos de Segurança	6
2.2 Pessoal qualificado	6
2.3 Segurança e Precauções	6
<b>3 Aprovações e certificações</b>	<b>8</b>
3.1 Aprovações de conformidade/regulamentares	8
3.2 Características nominais de proteção do gabinete	9
<b>4 Visão geral do produto</b>	<b>11</b>
4.1 Drives VLT® High-power	11
4.2 Tamanho do gabinete pelo valor nominal da potência	11
4.3 Visão geral dos gabinetes, 380–500 V	12
4.4 Visão geral dos gabinetes, 525–690 V	15
4.5 Disponibilidade do kit	18
<b>5 Recursos do produto</b>	<b>19</b>
5.1 Recursos operacionais automatizados	19
5.2 Recursos de aplicação personalizada	22
5.3 Visão geral da frenagem dinâmica	26
5.4 Visão geral do freio mecânico de retenção	26
5.5 Visão geral da divisão da carga	29
5.6 Visão geral de Regen	31
<b>6 Visão geral de opcionais e acessórios</b>	<b>32</b>
6.1 Dispositivos de fieldbus	32
6.2 Extensões funcionais	33
6.3 Controle de movimento e placas de relé	35
6.4 Resistores de Freio	36
6.5 Filtros de onda senoidal	36
6.6 Filtros dU/dt	36
6.7 Filtros do modo comum	36
6.8 Filtros de Harmônicas	36
6.9 Opcionais de gabinete integrado	37
6.10 Kits de alta potência	39

<b>7 Especificações</b>	40
7.1 Dados elétricos, 380–500 V	40
7.2 Dados elétricos, 525–690 V	46
7.3 Alimentação de rede elétrica	52
7.4 Saída do motor e dados do motor	52
7.5 Condições do ambiente	52
7.6 Especificações de Cabo	53
7.7 Entrada/saída de controle e dados de controle	53
7.8 Pesos do gabinete	56
7.9 Fluxo de ar para gabinetes E1–E2 e F1–F13	57
<b>8 Dimensões externas e do terminal</b>	59
8.1 Dimensões externas e do terminal E1	59
8.2 Dimensões externas e do terminal E2	67
8.3 Dimensões externas e do terminal F1	75
8.4 Dimensões externas e do terminal F2	82
8.5 Dimensões externas e do terminal F3	89
8.6 Dimensões externas e do terminal F4	101
8.7 Dimensões externas e do terminal F8	112
8.8 Dimensões externas e do terminal F9	116
8.9 Dimensões externas e do terminal F10	122
8.10 Dimensões externas e do terminal F11	128
8.11 Dimensões externas e do terminal F12	136
8.12 Dimensões externas e do terminal F13	142
<b>9 Considerações de instalação mecânica</b>	150
9.1 Armazenagem	150
9.2 Elevação da unidade	150
9.3 Ambiente operacional	151
9.4 Configurações de montagem	152
9.5 Resfriamento	153
9.6 Derating	154
<b>10 Considerações de instalação elétrica</b>	157
10.1 Instruções de Segurança	157
10.2 Esquemática de Fiação	158
10.3 Conexões	159
10.4 Terminais e fiação de controle	163
10.5 Fusíveis e disjuntores	170
10.6 Desconexões e contadores	175
10.7 Motor	177

10.8 Frenagem	179
10.9 Dispositivos de corrente residual (RCD) e monitor de resistência de isolamento (IRM)	181
10.10 Corrente de Fuga	181
10.11 Grade de TI	182
10.12 Eficiência	183
10.13 Ruído Acústico	183
10.14 Condições dU/dt	184
10.15 Visão geral da compatibilidade eletromagnética (EMC)	185
10.16 Instalação compatível com EMC	190
10.17 Visão geral das harmônicas	192
<b>11 Princípios básicos da operação de um drive</b>	<b>195</b>
11.1 Descrição da Operação	195
11.2 Controles do drive	195
<b>12 Exemplos de Aplicações</b>	<b>204</b>
12.1 Programar um sistema do drive de malha fechada	204
12.2 Configurações de fiação para Adaptação Automática do Motor (AMA)	204
12.3 Configurações de fiação para Referência de Velocidade Analógica	205
12.4 Configurações de fiação para Partida/Parada	205
12.5 Configuração de fiação para um Reset de Alarme Externo	207
12.6 Configuração de fiação para a referência de velocidade usando um potenciômetro manual	207
12.7 Configuração de fiação para aceleração/desaceleração	207
12.8 Configuração de fiação para conexão de rede RS485	208
12.9 Configuração de fiação para um termistor do motor	208
12.10 Configuração de fiação para um setup de relé com smart logic control	209
12.11 Configuração de fiação para o controle do freio mecânico	209
12.12 Configuração de fiação para o encoder	210
12.13 Configuração de fiação para limite de torque e parada	210
<b>13 Como comprar um drive</b>	<b>212</b>
13.1 Configurador do Drive	212
13.2 Números da solicitação de pedido para opcionais/kits	216
13.3 Números da solicitação de pedido para filtros e resistores do freio	219
13.4 Peças de Reposição	219
<b>14 Apêndice</b>	<b>220</b>
14.1 Abreviações e símbolos	220
14.2 Definições	221
14.3 Instalação e setup do RS485	222

14.4 RS485: Visão Geral do Protocolo Danfoss FC	223
14.5 RS485: Estrutura do telegrama do protocolo Danfoss FC	224
14.6 RS485: Exemplos de parâmetro do protocolo Danfoss FC	228
14.7 RS485: Visão Geral do Modbus RTU	228
14.8 RS485: Estrutura do telegrama Modbus RTU	229
14.9 RS485: Códigos de função de mensagem do Modbus RTU	233
14.10 RS485: Parâmetros do Modbus RTU	233
14.11 RS485: Perfil de Controle do FC da	234
<b>Índice</b>	<b>241</b>

# 1 Introdução

## 1.1 Objetivo do Guia de Design

Este Guia de Design destina-se a:

- Engenheiros de sistemas e projetos.
- Consultores de design.
- Especialistas em aplicação e produto.

O Guia de Design fornece informações técnicas para entender as capacidades do conversor para integração nos sistemas de controle e monitoramento do motor.

VLT® é uma marca registrada.

## 1.2 Recursos adicionais

Outros recursos estão disponíveis para entender a operação avançada do conversor, a programação e a conformidade com as diretivas.

- O *guia de operação* fornece informações detalhadas para a instalação e inicialização do conversor.
- O *guia de programação* fornece maiores detalhes sobre como trabalhar com parâmetros e contém muitos exemplos de aplicações.
- O *Guia de Operação do VLT® FC Series - Safe Torque Off* descreve como usar os conversores Danfoss em aplicações de segurança funcional. Este manual é fornecido com o conversor quando o opcional Safe Torque Off está presente.
- O *Guia de Design do VLT® Brake Resistor MCE 101* descreve como selecionar o resistor de frenagem ideal.
- O *Guia de Design do VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010* e o princípio de funcionamento do filtro avançado de harmônicas. Este guia também descreve como selecionar o filtro avançado de harmônicas correto para uma aplicação específica.
- O *Guia de Design dos Filtros de Saída* explica porque é necessário usar filtros de saída em determinadas aplicações e como selecionar o filtro de onda senoidal ou dU/dt ideal.
- Está disponível equipamento opcional que pode alterar algumas das informações descritas nestas publicações. Para obter requisitos específicos, consulte as instruções fornecidas com os opcionais.

Publicações e manuais complementares estão disponíveis em Danfoss. Consulte [drives.danfoss.com/downloads/portal/#/](http://drives.danfoss.com/downloads/portal/#/) para obter as listas.

## 1.3 Versão de Software e Documento

Este manual é revisado e atualizado regularmente. Todas as sugestões para melhorias são bem-vindas. *Tabela 1.1* mostra a versão do documento e a versão de software correspondente.

Edição	Observações	Versão de software
MG3453xx	Conteúdo D1h–D8h removido e implementada uma nova estrutura.	8.03

Tabela 1.1 Versão de Software e Documento

## 1.4 Convenções

- Listas numeradas indicam os procedimentos.
- Listas de itens indicam outras informações e a descrição das ilustrações.
- O texto em *itálico* indica:
  - Referência cruzada.
  - Link.
  - Rodapé.
  - Nome do parâmetro, nome do grupo do parâmetro, opcional de parâmetro.
- Todas as dimensões nos desenhos estão em mm.
- Um asterisco (\*) indica a configuração padrão de um parâmetro.

## 2

## 2 Segurança

## 2.1 Símbolos de Segurança

Os seguintes símbolos são usados neste guia:

**⚠️ ADVERTÊNCIA**

Indica uma situação potencialmente perigosa que poderia resultar em morte ou ferimentos graves.

**⚠️ CUIDADO**

Indica uma situação potencialmente perigosa que poderia resultar em ferimentos leves ou moderados. Também pode ser usado para alertar contra práticas inseguras.

**AVISO!**

Indica informações importantes, incluindo situações que possam resultar em danos ao equipamento ou à propriedade.

## 2.2 Pessoal qualificado

Somente pessoal qualificado tem permissão para instalar ou operar este equipamento.

O pessoal qualificado é definido como pessoal treinado, o qual está autorizado a instalar, comissionar e manter equipamentos, sistemas e circuitos de acordo com as leis e regulamentos pertinentes. Além disso, o pessoal deve estar familiarizado com as instruções e as medidas de segurança descritas neste manual.

## 2.3 Segurança e Precauções

**⚠️ ADVERTÊNCIA****ALTA TENSÃO**

Os conversores contêm alta tensão quando conectados à rede elétrica CA de entrada, alimentação CC, Load Sharing ou motores permanentes. Não utilizar pessoal qualificado na instalação, inicialização ou manutenção do conversor pode resultar em morte ou ferimentos graves.

- Somente pessoal qualificado deve instalar, inicializar e manter o conversor.

**⚠️ ADVERTÊNCIA****PERIGO DE CORRENTE DE FUGA**

As correntes de fuga excedem 3,5 mA. Falha em aterrar o conversor corretamente pode resultar em morte ou ferimentos graves.

- Assegure o aterramento correto do equipamento por um electricista certificado.

**⚠️ ADVERTÊNCIA****TEMPO DE DESCARGA**

O conversor contém capacitores de barramento CC, que podem permanecer carregados até mesmo quando o conversor não estiver ligado. Pode haver alta tensão presente mesmo quando as luzes LED de advertência estiverem apagadas. Não aguardar 40 minutos após a energia ter sido removida antes de prestar serviço de manutenção pode resultar em morte ou ferimentos graves.

1. Pare o motor.
2. Desconecte a rede elétrica CA e as fontes remotas do barramento CC, incluindo backups de bateria, UPS e conexões de barramento CC a outros conversores.
3. Desconecte ou trave o motor.
4. Aguarde 40 minutos para os capacitores descarregarem completamente.
5. Antes de realizar qualquer serviço de manutenção, use um dispositivo de medição de tensão apropriado para ter certeza de que os capacitores estejam completamente descarregados.

**⚠️ ADVERTÊNCIA****RISCO DE INCÊNDIO**

Os resistores de frenagem esquentam durante e depois da frenagem. Não colocar o resistor de frenagem em uma área segura pode resultar em danos à propriedade e/ou ferimentos graves.

- Garanta que o resistor de frenagem seja colocado em um ambiente seguro, para prevenir risco de incêndio.
- Não toque no resistor de frenagem durante ou após a frenagem para evitar queimaduras graves.

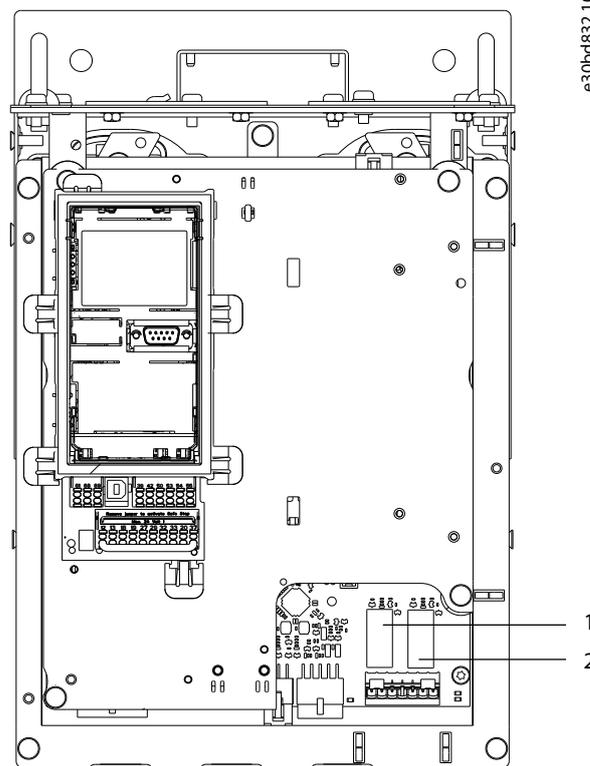
**AVISO!****OPCIONAL DE SEGURANÇA PARA BLINDAGEM DA REDE ELÉTRICA**

Um opcional de blindagem da rede elétrica está disponível para gabinetes com características nominais de proteção de IP21/IP54 (Tipo 1/Tipo 12). A blindagem da rede elétrica é uma tampa instalada dentro do gabinete para proteger contra o toque acidental dos terminais de energia, de acordo com a BGV A2, VBG 4.

**2.3.1 Instalação compatível com ADN**

Para evitar a formação de centelhas em conformidade com o Acordo Europeu relativo ao Transporte Internacional de Produtos Perigosos por Vias Fluviais (ADN), tome precauções para os conversores com classificação de proteção IP00 (Chassi), IP20 (Chassi), IP21 (Tipo 1) ou IP54 (Tipo 12).

- Não instale um interruptor de rede elétrica.
- Garanta que *parâmetro 14-50 Filtro de RFI* esteja programado para [1] On (Ligado).
- Remova todos os plugues de relé marcados com *RELAY* (RELÉ). Consulte o *Ilustração 2.1*.
- Verifique quais opcionais de relé estão instalados, se houver. O único opcional de relé permitido é o VLT® Extended Relay Card MCB 113.



e30bd832.10

2

1, 2	Plugues do relé
------	-----------------

**Ilustração 2.1** Localização dos plugues do relé

## 3 Aprovações e certificações

Esta seção fornece uma breve descrição das várias aprovações e certificações que são encontradas nos conversores Danfoss. Nem todas as aprovações são encontradas em todos os conversores.

### 3.1 Aprovações de conformidade/ regulamentares

#### **AVISO!**

#### LIMITAÇÕES IMPOSTAS NA FREQUÊNCIA DE SAÍDA

A partir da versão de software 6.72, a frequência de saída do drive é limitada em 590 Hz devido às regulamentações do controle de exportação. As versões de software 6.xx também limitam a frequência de saída máxima em 590 Hz, mas essas versões não podem ser instaladas; isso é, não é possível atualizá-las nem retorná-las para uma versão anterior.

#### 3.1.1.1 Marcação CE

A marcação CE (Conformité Européenne) indica que o fabricante do produto está em conformidade com todas as diretivas aplicáveis da UE. As diretivas da UE aplicáveis à concepção e fabricação de conversores estão listadas em Tabela 3.1.

#### **AVISO!**

A marcação CE não regula a qualidade do produto. Não se pode deduzir especificações técnicas da marcação CE.

Diretiva da UE	Versão
Diretiva de baixa tensão	2014/35/EU
Diretiva EMC	2014/30/EU
Diretiva de maquinaria <sup>1)</sup>	2014/32/EU
Diretiva ErP	2009/125/EC
Diretiva ATEX	2014/34/EU
Diretiva RoHS	2002/95/EC

Tabela 3.1 Diretivas da UE aplicáveis a conversores

1) A conformidade da diretiva de maquinaria é necessária somente para conversores com uma função de segurança integrada.

#### **AVISO!**

Conversores com uma função de segurança integrada, como Safe Torque Off (STO), devem estar em conformidade com a diretiva de maquinaria.

Declarações de conformidade estão disponíveis mediante solicitação.

#### Diretiva de baixa tensão

Os conversores devem possuir a etiqueta de CE em conformidade com a Diretiva de baixa tensão de 1º de janeiro de 2014. A diretiva de baixa tensão se aplica a todos os equipamentos elétricos nas faixas de tensão de 50 a 1.000 V CA e de 75 a 1.500 V CC.

O objetivo da diretiva é garantir segurança pessoal e evitar danos à propriedade ao operar equipamentos elétricos instalados, mantidos e usados conforme o previsto.

#### Diretiva EMC

O objetivo da Diretiva EMC (compatibilidade eletromagnética) é reduzir a interferência eletromagnética e aumentar a imunidade de equipamentos e instalações elétricas. O requisito básico de proteção da Diretiva EMC é que os dispositivos que geram interferência eletromagnética (EMI) ou cuja operação pode ser afetada por EMI devem ser projetados para limitar a geração de interferências eletromagnéticas. Os dispositivos devem ter um grau adequado de imunidade à EMI quando instalados, mantidos e usados adequadamente conforme previsto.

Dispositivos de equipamentos elétricos usados isoladamente, ou como parte de um sistema, devem conter a marcação CE. Os sistemas não precisam ter a marcação CE, mas devem cumprir os requisitos básicos de proteção da Diretiva EMC.

#### Diretiva de maquinaria

O objetivo da Diretiva de maquinaria é garantir segurança pessoal e evitar danos materiais aos equipamentos mecânicos utilizados na aplicação pretendida. A Diretiva de maquinaria se aplica a uma máquina constituída por um agregado de componentes ou dispositivos interconectados, dos quais pelo menos 1 possui movimentação mecânica.

Conversores com uma função de segurança integrada devem estar em conformidade com a Diretiva de maquinaria. Conversores que não possuem uma função de segurança não são classificados segundo a Diretiva de maquinaria. Se um conversor for integrado ao sistema de maquinaria, a Danfoss pode fornecer informações sobre os aspectos de segurança relacionados ao conversor.

Ao usar conversores em máquinas com pelo menos 1 parte móvel, o fabricante da máquina deve fornecer uma declaração indicando que está em conformidade com todos os estatutos relevantes e medidas de segurança.

#### 3.1.1.2 Diretiva ErP

A Diretiva ErP é a European Ecodesign Directive para produtos relacionados à energia, incluindo conversores. O objetivo da diretiva é aumentar a eficiência energética e o nível de proteção do ambiente, enquanto aumenta a segurança da fonte de energia. O impacto ambiental de

produtos relacionados a energia inclui o consumo de energia através de todo o ciclo útil do produto.

### 3.1.1.3 Listagem UL

A marcação Underwriters Laboratory (UL) certifica a segurança de produtos e suas declarações ambientais com base em testes padronizados. Os conversores de tensão T7 (525 a 690 V) possuem a certificação UL somente para 525 a 600 V.

### 3.1.1.4 CSA/cUL

A aprovação CSA/cUL é para conversores de frequência com tensão nominal de 600 V ou menos. A norma garante que, quando o conversor for instalado de acordo com o guia de operação/instalação fornecido, o equipamento atende às normas da UL para segurança elétrica e térmica. Essa marcação certifica que o produto desempenha de acordo com todas as especificações de engenharia e testes necessários. Um certificado de conformidade é fornecida mediante solicitação.

### 3.1.1.5 EAC

A marcação EurAsian Conformity (EAC) indica que o produto está em conformidade com todos os requisitos e regulamentações técnicas aplicáveis ao produto de acordo com a EurAsian Customs Union, que é composta pelos estados membros da EurAsian Economic Union.

O logo da EAC deve estar na etiqueta do produto e da embalagem. Todos os produtos utilizados dentro da área da EAC, deve ser adquiridos na Danfoss dentro da área da EAC.

### 3.1.1.6 UKrSEPRO

O certificado UKrSEPRO garante a qualidade e segurança de produtos e serviços, além da estabilidade de produção de acordo com as normas regulatórias ucranianas. O certificado UkrSepro é um documento exigido para autorizar alfândega para qualquer produto entrando ou saindo do território da Ucrânia.

### 3.1.1.7 TÜV

TÜV SÜD é uma organização europeia de segurança que certifica a segurança funcional do conversor de acordo com a EN/IEC 61800-5-2. A TÜV SÜD testa produtos e monitora sua produção para garantir que as empresas estejam em conformidade com seus regulamentos.

### 3.1.1.8 RCM

A Regulatory Compliance Mark (RCM) indica que está em conformidade com equipamentos de telecomunicações e EMC/comunicações de rádio conforme notificação de etiquetagem EMC das autoridades de Mídia e Comunicações da Austrália. RCM é agora uma única marcação de conformidade que abrange as marcações de conformidade A-Tick e C-Tick. A conformidade RCM é necessária para colocar dispositivos elétricos e eletrônicos no mercado da Austrália e Nova Zelândia.

### 3.1.1.9 Marítima

Para que navios e plataformas de petróleo e gás recebam uma licença e seguro de regulamentação, uma ou mais associações de certificação marítima devem certificar essas aplicações. Até 12 associações de classificação marítima diferentes possuem séries de conversores Danfoss certificados.

Para visualizar ou imprimir aprovações e certificados marítimos, vá para a área de download em [drives.danfoss.com/industries/marine-and-offshore/marine-type-approvals/#/](http://drives.danfoss.com/industries/marine-and-offshore/marine-type-approvals/#/).

## 3.1.2 Regulamentos de controle de exportação

Os conversores podem estar sujeitos a regulamentos de controle de exportação regionais e/ou nacionais.

Um número ECCN é usado para classificar todos os conversores que estão sujeitos a regulamentos de controle de exportação. O número ECCN é fornecido nos documentos que acompanham o conversor.

Em caso de uma nova exportação, o exportador é responsável por assegurar o cumprimento dos regulamentos de controle de exportação relevantes.

## 3.2 Características nominais de proteção do gabinete

As séries de conversores VLT® estão disponíveis em diferentes proteções de gabinete para acomodar as necessidades da aplicação. Essas características nominais de proteção do gabinete são fornecidas de acordo com 2 padrões internacionais:

- O tipo UL valida que os gabinetes atendem aos padrões NEMA (National Electrical Manufacturers Association). Os requisitos de construção e testes para gabinetes são fornecidos na Publicação dos Padrões NEMA 250-2003 e UL 50, 11ª edição.
- Classificações de IP (Proteção de entrada) definidas pela IEC (International Electrotechnical Commission) no restante do mundo.

As séries de conversores Danfoss VLT® padrão estão disponíveis em diferentes proteções de gabinete para atender aos requisitos de IP00 (Chassi), IP20 (Chassi protegido), IP21 (Tipo UL 1) ou IP54 (Tipo UL 12). Neste manual, Tipo UL é escrito como Tipo. Por exemplo, IP21/Tipo 1.

#### Padrão do tipo UL

Tipo 1 – Gabinetes construídos para uso em ambientes fechados para fornecer um grau de proteção pessoal contra contato acidental com as unidades internas e um grau de proteção contra queda de sujeira.

Tipo 12 – Os gabinetes de uso geral são destinados para uso em ambientes fechados para proteger as unidades internas do seguinte:

- Fibras
- Fiapos
- Poeira e sujeira
- Respingos leves
- Infiltração
- Gotejamento e condensação externa de líquidos não corrosivos

Não pode haver furos no gabinete, nem aberturas ou cortes em conduítes, exceto quando usados com juntas resistentes a óleo para montar mecanismos a prova de óleo ou poeira. As portas são também fornecidas com juntas resistentes a óleo. Além disso, os gabinetes metálicos para controladores combinados têm portas articuladas, com abertura horizontal, e necessidade de uma ferramenta para abrir.

#### Padrão IP

A *Tabela 3.2* fornece uma referência cruzada entre os 2 padrões. A *Tabela 3.3* demonstra como ler o número de IP e depois define os níveis de proteção. Os conversores atendem aos requisitos de ambos.

NEMA e UL	IP
Chassi	IP00
Chassi protegido	IP20
Tipo 1	IP21
Tipo 12	IP54

**Tabela 3.2** Referência cruzada de NEMA e Número de IP

1º dígito	2º dígito	Nível de proteção
0	–	Sem proteção.
1	–	Protegido até 50 mm (2,0 pol.). Nenhuma mão poderia acessar o gabinete.
2	–	Protegido até 12,5 mm (0,5 pol.). Nenhum dedo poderia acessar o gabinete.
3	–	Protegido até 2,5 mm (0,1 pol.). Nenhuma ferramenta poderia acessar o gabinete.
4	–	Protegido até 1,0 mm (0,04 pol.). Nenhum fio poderia acessar o gabinete.
5	–	Protegido contra poeira – entrada limitada.
6	–	Protegido totalmente contra poeira.
–	0	Sem proteção.
–	1	Protegido contra gotejamento de água na vertical.
–	2	Protegido contra gotejamento de água em um ângulo de 15°.
–	3	Protegido contra água em um ângulo de 60°.
–	4	Protegido contra respingos de água.
–	5	Protegido contra jatos de água.
–	6	Protegido contra jatos fortes de água.
–	7	Protegido contra imersão temporária.
–	8	Protegido contra imersão permanente.

**Tabela 3.3** Detalhamento do Número de IP

## 4 Visão geral do produto

### 4.1 Drives VLT® High-power

Os conversores Danfoss VLT® descritos neste manual estão disponíveis como unidades independentes, montadas em parede ou em painéis elétricos. Cada conversor VLT® pode ser configurado, compatibilizado e otimizado em termos de eficiência com todos os tipos de motores padrão, o que evita as restrições de ofertas de pacotes de motor/conversor. Estes conversores vêm em 2 configurações de front-end. 6 pulsos e 12 pulsos.

#### Benefícios dos conversores VLT® 6-pulse

- Disponíveis em vários tamanhos de gabinete e características nominais de proteção.
- 98% de eficiência reduz os custos operacionais.
- O projeto exclusivo de resfriamento do canal traseiro reduz a necessidade de mais equipamentos de resfriamento, resultando em menores custos de instalação e recorrentes.
- Menor consumo de energia para o equipamento de resfriamento da sala de controle.
- Custos de propriedade reduzidos.
- Interface de usuário consistente em toda a gama de conversores Danfoss.
- Assistentes de inicialização orientados a aplicações.
- Interface do usuário em vários idiomas.

#### Benefícios dos conversores VLT® 12-pulse

O VLT® 12-pulse é um conversor de frequência de alta eficiência que fornece redução harmônica sem adicionar componentes capacitivos ou indutivos, o que muitas vezes exige análises de rede para evitar potenciais problemas de ressonância do sistema. O conversor de 12 pulsos é construído com o mesmo projeto modular que o conhecido conversor VLT® de 6 pulsos. Para obter mais métodos de redução harmônica, consulte o *Guia de Design do VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005/AHF 010*.

O conversor de 12 pulsos oferece os mesmos benefícios que o de 6 pulsos, além de ser:

- Robusto e altamente estável em todas as condições de rede e de operação.
- Ideal para aplicações em que uma diminuição da tensão média ou o isolamento da grade é necessário.

- Excelente imunidade contra transientes de entrada.

### 4.2 Tamanho do gabinete pelo valor nominal da potência

kW <sup>1)</sup>	Hp <sup>1)</sup>	Gabinetes disponíveis	
		6 pulsos	12 pulsos
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

Tabela 4.1 Valor nominal da potência do gabinete, 380–500 V

1) Todos os valores nominais da potência são tomados em alta sobrecarga.

A saída é medida a 400 V (kW) e 460 V (hp).

kW <sup>1)</sup>	Hp <sup>1)</sup>	Gabinetes disponíveis	
		6 pulsos	12 pulsos
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

Tabela 4.2 Valor nominal da potência do gabinete, 525–690 V

1) Todos os valores nominais da potência são tomados em alta sobrecarga.

A saída é medida a 690 V (kW) e 575 V (hp).

## 4.3 Visão geral dos gabinetes, 380–500 V

4

Tamanho do gabinete	E1	E2
<b>Valor nominal da potência <sup>1)</sup></b>		
Saída a 400 V (kW)	315–400	315–400
Saída a 460 V (hp)	450–550	450–550
<b>Configuração de front-end</b>		
6 pulsos	S	S
12 pulsos	–	–
<b>Características nominais de proteção</b>		
IP	IP21/54	IP00
Tipo UL	Tipo 1/12	Chassi
<b>Opções de hardware<sup>3)</sup></b>		
Canal traseiro de aço inoxidável	–	O
Blindagem da rede elétrica	O	–
Aquecedor de espaço e termostato	–	–
Luz do painel elétrico com tomada de energia	–	–
Filtro de RFI (Classe A1)	O	O
Terminais NAMUR	–	–
Monitor de resistência de isolamento (IRM)	–	–
Monitor de corrente residual (RCM)	–	–
Circuito de frenagem (IGBTs)	O	O
Safe Torque Off	S	S
Terminais Regen	O	O
Terminais do motor comuns	–	–
Parada de emergência com relé de segurança Pilz	–	–
Safe Torque Off com relé de segurança Pilz	–	–
Sem LCP	–	–
LCP Gráfico	S	S
LCP Numérico	O	O
Fusíveis	O	O
Terminais de divisão da carga	O	O
Terminais de divisão da carga + fusíveis	O	O
Desconexão	O	O
Disjuntores	–	–
Contatores	–	–
Starters de motor manual	–	–
30 A, terminais protegidos por fusível	–	–
Alimentação de 24 V CC (SMPS, 5 A)	O	O
Monitoramento da temperatura externa	–	–
<b>Dimensões</b>		
Altura, mm (pol)	2000 (78,8)	1547 (60,9)
Largura, mm (pol)	600 (23,6)	585 (23,0)
Profundidade, mm (pol)	494 (19,4)	498 (19,5)
Peso, kg (lb)	270–313 (595–690)	234–277 (516–611)

Tabela 4.3 Drives E1–E2, 380–500 V

1) Todos os valores nominais da potência são tomados em alta sobrecarga. A saída é medida a 400 V (kW) e 460 V (hp).

2) Se o gabinete for configurado com divisão da carga ou terminais regen, as características nominais de proteção são de IP00, caso contrário as características nominais são de IP20.

3) S = padrão, O = opcional, e um traço indica que a opção não está disponível.

Tamanho do gabinete	F1	F2	F3	F4
<b>Valor nominal da potência <sup>1)</sup></b>				
Saída a 400 V (kW)	315–400	450–500	315–400	450–500
Saída a 460 V (hp)	450–550	600–650	450–550	600–650
<b>Configuração de front-end</b>				
6 pulsos	S	S	S	S
12 pulsos	-	-	-	-
<b>Características nominais de proteção</b>				
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
Tipo UL	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12
<b>Opções de hardware<sup>3)</sup></b>				
Canal traseiro de aço inoxidável	O	O	O	O
Blindagem da rede elétrica	-	-	-	-
Aquecedor de espaço e termostato	O	O	O	O
Luz do painel elétrico com tomada de energia	O	O	O	O
Filtro de RFI (Classe A1)	-	-	O	O
Terminais NAMUR	O	O	O	O
Monitor de resistência de isolamento (IRM)	-	-	O	O
Monitor de corrente residual (RCM)	-	-	O	O
Circuito de frenagem (IGBTs)	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S
Terminais Regen	O	O	O	O
Terminais do motor comuns	O	O	O	O
Parada de emergência com relé de segurança Pilz	-	-	O	O
Safe Torque Off com relé de segurança Pilz	O	O	O	O
Sem LCP	-	-	-	-
LCP Gráfico	S	S	S	S
LCP Numérico	-	-	-	-
Fusíveis	O	O	O	O
Terminais de divisão da carga	O	O	O	O
Terminais de divisão da carga + fusíveis	O	O	O	O
Desconexão	-	-	O	O
Disjuntores	-	-	O	O
Contatores	-	-	O	O
Starters de motor manual	O	O	O	O
30 A, terminais protegidos por fusível	O	O	O	O
Alimentação de 24 V CC (SMPS, 5 A)	O	O	O	O
Monitoramento da temperatura externa	O	O	O	O
<b>Dimensões</b>				
Altura, mm (pol)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)
Largura, mm (pol)	1400 (55,1)	1800 (70,9)	2000 (78,7)	2400 (94,5)
Profundidade, mm (pol)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Peso, kg (lb)	1017 (2242,1)	1260 (2777,9)	1318 (2905,7)	1561 (3441,5)

Tabela 4.4 Drives F1-F4, 380-500 V

1) Todos os valores nominais da potência são tomados em alta sobrecarga. A saída é medida a 400 V (kW) e 460 V (hp).

2) Se o gabinete for configurado com divisão da carga ou terminais regen, as características nominais de proteção são de IP00, caso contrário as características nominais são de IP20.

3) S = padrão, O = opcional, e um traço indica que a opção não está disponível.

Tamanho do gabinete	F8	F9	F10	F11	F12	F13
<b>Valor nominal da potência <sup>1)</sup></b>						
Saída a 400 V (kW)	90–132	160–250	450–630	450–630	710–800	710–800
Saída a 460 V (hp)	125–200	250–350	600–900	600–900	1000–1200	1000–1200
<b>Configuração de front-end</b>						
6 pulsos	–	–	–	–	–	–
12 pulsos	S	S	S	S	S	S
<b>Características nominais de proteção</b>						
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12
<b>Opções de hardware<sup>2)</sup></b>						
Canal traseiro de aço inoxidável	–	–	–	–	–	–
Blindagem da rede elétrica	–	–	–	–	–	–
Aquecedor de espaço e termostato	–	–	O	O	O	O
Luz do painel elétrico com tomada de energia	–	–	O	O	O	O
Filtro de RFI (Classe A1)	–	O	–	–	O	O
Terminais NAMUR	O	O	O	O	O	O
Monitor de resistência de isolamento (IRM)	–	O	–	–	O	O
Monitor de corrente residual (RCM)	–	O	–	–	O	O
Circuito de frenagem (IGBTs)	O	O	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S	S	S
Terminais Regen	–	–	–	–	–	–
Terminais do motor comuns	–	–	O	O	O	O
Parada de emergência com relé de segurança Pilz	–	–	–	–	–	–
Safe Torque Off com relé de segurança Pilz	O	O	O	O	O	O
Sem LCP	–	–	–	–	–	–
LCP Gráfico	S	S	S	S	S	S
LCP Numérico	–	–	–	–	–	–
Fusíveis	O	O	O	O	O	O
Terminais de divisão da carga	–	–	–	–	–	–
Terminais de divisão da carga + fusíveis	–	–	–	–	–	–
Desconexão	–	O	O	O	O	O
Disjuntores	–	–	–	–	–	–
Contatores	–	–	–	–	–	–
Starters de motor manual	–	–	O	O	O	O
30 A, terminais protegidos por fusível	–	–	O	O	O	O
Alimentação de 24 V CC (SMPS, 5 A)	O	O	O	O	O	O
Monitoramento da temperatura externa	–	–	O	O	O	O
<b>Dimensões</b>						
Altura, mm (pol)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)
Largura, mm (pol)	800 (31,5)	1400 (55,2)	1600 (63,0)	2400 (94,5)	2000 (78,7)	2800 (110,2)
Profundidade, mm (pol)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Peso, kg (lb)	447 (985,5)	669 (1474,9)	893 (1968,8)	1116 (2460,4)	1037 (2286,4)	1259 (2775,7)

**Tabela 4.5 Drives F8–F13, 380–500 V**

1) Todos os valores nominais da potência são tomados em alta sobrecarga. A saída é medida a 400 V (kW) e 460 V (hp).

2) S = padrão, O = opcional, e um traço indica que a opção não está disponível.

#### 4.4 Visão geral dos gabinetes, 525–690 V

Tamanho do gabinete	E1	E2
<b>Valor nominal da potência <sup>1)</sup></b>		
Saída a 690 V (kW)	355–560	355–560
Saída a 575 V (hp)	400–600	400–600
<b>Configuração de front-end</b>		
6 pulsos	S	S
12 pulsos	–	–
<b>Características nominais de proteção</b>		
IP	IP21/54	IP00
Tipo UL	Tipo 1/12	Chassi
<b>Opções de hardware<sup>3)</sup></b>		
Canal traseiro de aço inoxidável	–	O
Blindagem da rede elétrica	O	–
Aquecedor de espaço e termostato	–	–
Luz do painel elétrico com tomada de energia	–	–
Filtro de RFI (Classe A1)	O	O
Terminais NAMUR	–	–
Monitor de resistência de isolamento (IRM)	–	–
Monitor de corrente residual (RCM)	–	–
Circuito de frenagem (IGBTs)	O	O
Safe Torque Off	S	S
Terminais Regen	O	O
Terminais do motor comuns	–	–
Parada de emergência com relé de segurança Pilz	–	–
Safe Torque Off com relé de segurança Pilz	–	–
Sem LCP	–	–
LCP Gráfico	S	S
LCP Numérico	O	O
Fusíveis	O	O
Terminais de divisão da carga	O	O
Terminais de divisão da carga + fusíveis	O	O
Desconexão	O	O
Disjuntores	–	–
Contatores	–	–
Starters de motor manual	–	–
30 A, terminais protegidos por fusível	–	–
Alimentação de 24 V CC (SMPS, 5 A)	O	O
Monitoramento da temperatura externa	–	–
<b>Dimensões</b>		
Altura, mm (pol)	2000 (78,8)	1547 (60,9)
Largura, mm (pol)	600 (23,6)	585 (23,0)
Profundidade, mm (pol)	494 (19,4)	498 (19,5)
Peso, kg (lb)	263–313 (580–690)	221–277 (487–611)

**Tabela 4.6 Drives E1–E2, 525–690 V**

1) Todos os valores nominais da potência são tomados em alta sobrecarga. A saída é medida a 690 V (kW) e 575 V (hp).

2) Se o gabinete for configurado com divisão da carga ou terminais regen, as características nominais de proteção são de IP00, caso contrário as características nominais são de IP20.

3) S = padrão, O = opcional, e um traço indica que a opção não está disponível.

Tamanho do gabinete	F1	F2	F3	F4
<b>Valor nominal da potência <sup>1)</sup></b>				
Saída a 690 V (kW)	630–800	900–1200	630–800	900–1200
Saída a 575 V (hp)	650–950	1050–1350	650–950	1050–1350
<b>Configuração de front-end</b>				
6 pulsos	S	S	S	S
12 pulsos	-	-	-	-
<b>Características nominais de proteção</b>				
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
Tipo UL	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12
<b>Opções de hardware<sup>3)</sup></b>				
Canal traseiro de aço inoxidável	O	O	O	O
Blindagem da rede elétrica	-	-	-	-
Aquecedor de espaço e termostato	O	O	O	O
Luz do painel elétrico com tomada de energia	O	O	O	O
Filtro de RFI (Classe A1)	-	-	O	O
Terminais NAMUR	O	O	O	O
Monitor de resistência de isolamento (IRM)	-	-	O	O
Monitor de corrente residual (RCM)	-	-	O	O
Circuito de frenagem (IGBTs)	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S
Terminais Regen	O	O	O	O
Terminais do motor comuns	O	O	O	O
Parada de emergência com relé de segurança Pilz	-	-	O	O
Safe Torque Off com relé de segurança Pilz	O	O	O	O
Sem LCP	-	-	-	-
LCP Gráfico	S	S	S	S
LCP Numérico	-	-	-	-
Fusíveis	O	O	O	O
Terminais de divisão da carga	O	O	O	O
Terminais de divisão da carga + fusíveis	O	O	O	O
Desconexão	-	-	O	O
Disjuntores	-	-	O	O
Contatores	-	-	O	O
Starters de motor manual	O	O	O	O
30 A, terminais protegidos por fusível	O	O	O	O
Alimentação de 24 V CC (SMPS, 5 A)	O	O	O	O
Monitoramento da temperatura externa	O	O	O	O
<b>Dimensões</b>				
Altura, mm (pol)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)
Largura, mm (pol)	1400 (55,1)	1800 (70,9)	2000 (78,7)	2400 (94,5)
Profundidade, mm (pol)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Peso, kg (lb)	1017 (2242,1)	1260 (2777,9)	1318 (2905,7)	1561 (3441,5)

**Tabela 4.7 Drives F1–F4, 525–690 V**

1) Todos os valores nominais da potência são tomados em alta sobrecarga. A saída é medida a 690 V (kW) e 575 V (hp).

2) Se o gabinete for configurado com divisão da carga ou terminais regen, as características nominais de proteção são de IP00, caso contrário as características nominais são de IP20.

3) S = padrão, O = opcional, e um traço indica que a opção não está disponível.

Tamanho do gabinete	F8	F9	F10	F11	F12	F13
<b>Valor nominal da potência <sup>1)</sup></b>						
Saída a 690 V (kW)	355–560	355–560	630–800	630–800	900–1200	900–1200
Saída a 575 V (hp)	400–600	400–600	650–950	650–950	1050–1350	1050–1350
<b>Configuração de front-end</b>						
6 pulsos	–	–	–	–	–	–
12 pulsos	S	S	S	S	S	S
<b>Características nominais de proteção</b>						
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12
<b>Opções de hardware<sup>2)</sup></b>						
Canal traseiro de aço inoxidável	–	–	–	–	–	–
Blindagem da rede elétrica	–	–	–	–	–	–
Aquecedor de espaço e termostato	–	–	O	O	O	O
Luz do painel elétrico com tomada de energia	–	–	O	O	O	O
Filtro de RFI (Classe A1)	–	O	–	–	O	O
Terminais NAMUR	O	O	O	O	O	O
Monitor de resistência de isolamento (IRM)	–	O	–	–	O	O
Monitor de corrente residual (RCM)	–	O	–	–	O	O
Circuito de frenagem (IGBTs)	O	O	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S	S	S
Terminais Regen	–	–	–	–	–	–
Terminais do motor comuns	–	–	O	O	O	O
Parada de emergência com relé de segurança Pilz	–	–	–	–	–	–
Safe Torque Off com relé de segurança Pilz	O	O	O	O	O	O
Sem LCP	–	–	–	–	–	–
LCP Gráfico	S	S	S	S	S	S
LCP Numérico	–	–	–	–	–	–
Fusíveis	O	O	O	O	O	O
Terminais de divisão da carga	–	–	–	–	–	–
Terminais de divisão da carga + fusíveis	–	–	–	–	–	–
Desconexão	–	O	O	O	O	O
Disjuntores	–	–	–	–	–	–
Contatores	–	–	–	–	–	–
Starters de motor manual	–	–	O	O	O	O
30 A, terminais protegidos por fusível	–	–	O	O	O	O
Alimentação de 24 V CC (SMPS, 5 A)	O	O	O	O	O	O
Monitoramento da temperatura externa	–	–	O	O	O	O
<b>Dimensões</b>						
Altura, mm (pol)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)
Largura, mm (pol)	800 (31,5)	1400 (55,1)	1600 (63,0)	2400 (94,5)	2000 (78,7)	2800 (110,2)
Profundidade, mm (pol)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Peso, kg (lb)	447 (985,5)	669 (1474,9)	893 (1968,8)	1116 (2460,4)	1037 (2286,4)	1259 (2775,7)

Tabela 4.8 Drives F8–F13, 525–690 V

1) Todos os valores nominais da potência são tomados em alta sobrecarga. A saída é medida a 690 V (kW) e 575 V (hp).

2) S = padrão, O = opcional, e um traço indica que a opção não está disponível.

## 4.5 Disponibilidade do kit

4

Descrição do kit <sup>1)</sup>	E1	E2	F1	F2	F3	F4	F8	F9	F10	F11	F12	F13
USB na porta	O	-	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
LCP, numérico	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
LCP, gráfico <sup>2)</sup>	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Cabo do LCP, 3 m (9 pés)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Kit de montagem do LCP numérico (LCP, fixadores, gaxeta e cabo)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Kit de montagem do LCP gráfico (LCP, fixadores, gaxeta e cabo)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Kit de montagem para todos os LCPs (fixadores, gaxeta e cabo)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Entrada superior para os cabos do motor	-	-	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Entrada superior para cabos de rede elétrica	-	-	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Entrada superior para cabos de rede elétrica com desconexão	-	-	-	-	O	O	-	-	-	-	-	-
Entrada superior para cabos do fieldbus	-	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Terminais do motor comuns	-	-	O	O	O	O	-	-	-	-	-	-
Gabinete 3R NEMA	-	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pedestal	O	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Placa de opções de entrada	O	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conversão IP20	-	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resfriamento de saída superior (somente)	-	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resfriamento do canal traseiro (entrada traseira/ saída traseira)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Resfriamento do canal traseiro (entrada inferior/ saída superior)	-	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Tabela 4.9 Kits disponíveis para gabinetes metálicos E1–E2, F1–F4 e F8–F13**

1) S = padrão, O = opcional, e um traço indica que o kit não está disponível para esse gabinete. Para descrições e números de peças do kit, consulte capítulo 13.2 Números da solicitação de pedido para opcionais/kits.

2) O LCP gráfico vem por padrão com os gabinetes E1–E2, F1–F4 e F8–F13. Se for necessário mais de 1 LCP gráfico, o kit está disponível para compra.

## 5 Recursos do produto

### 5.1 Recursos operacionais automatizados

Os recursos operacionais automatizados estão ativos quando o conversor está em funcionamento. A maioria deles não exige programação ou configuração. O conversor possui uma gama de funções de proteção integradas para se proteger e para proteger o motor quando ele está em funcionamento.

Para obter detalhes de qualquer configuração necessária, em um determinado parâmetro do motor, consulte o *guia de programação*.

#### 5.1.1 Proteção contra curto-circuito

##### Motor (entre fases)

O conversor está protegido contra curtos-circuitos no lado do motor por medição de corrente em cada uma das 3 fases do motor. Um curto-circuito entre 2 fases de saída causa uma sobrecorrente no inversor. O inversor é desligado quando a corrente de curto-circuito ultrapassa o valor permitido (*Alarm 16, Trip Lock (Alarme 16, Bloqueio por Desarme)*).

##### Lado da rede elétrica

Um conversor que funciona corretamente limita a corrente que pode ser consumida proveniente da alimentação. Ainda assim, recomenda-se o uso de fusíveis e/ou disjuntores no lado da alimentação como proteção se houver quebra de componente dentro do conversor (1ª falha). Fusíveis no lado da rede elétrica são obrigatórios para conformidade com o UL.

##### **AVISO!**

Para garantir o cumprimento da norma IEC 60364 para CE ou NEC 2009 para UL, é obrigatório o uso de fusíveis e/ou disjuntores.

##### Resistor de frenagem

O conversor é protegido contra curto-circuito no resistor de frenagem.

##### Load Sharing

Para proteger o barramento de CC contra curtos-circuitos e os conversores contra sobrecarga, instale fusíveis de CC em série com os terminais de Load Sharing de todas as unidades conectadas.

#### 5.1.2 Proteção contra sobretensão

##### Sobretensão gerada pelo motor

A tensão no barramento CC aumenta quando o motor funciona como um gerador. Isto ocorre nos seguintes casos:

- A carga gira o motor em uma frequência de saída constante a partir do drive, ou seja, a carga gera energia.
- Se o momento de inércia for alto durante a desaceleração (tempo de desaceleração), o atrito será baixo e o tempo de desaceleração muito curto para a energia ser dissipada como uma perda pelo sistema do drive.
- Configuração incorreta de compensação de escorregamento aumenta a tensão do barramento CC.
- FEM Força Eletro Motriz contrária da operação do motor PM. Se parada por inércia em alta RPM, a FEM Força Eletro Motriz contrária do motor PM pode potencialmente exceder a tolerância de tensão máxima do drive e causar danos. Para ajudar a evitar isso, o valor de *parâmetro 4-19 Max Output Frequency* é automaticamente limitado com base em um cálculo interno baseado no valor de *parâmetro 1-40 Back EMF at 1000 RPM*, *parâmetro 1-25 Motor Nominal Speed*, e *parâmetro 1-39 Motor Poles*.

##### **AVISO!**

**Para evitar excessos de velocidade do motor (por exemplo, devido a efeitos de autorrotação excessivos), equipe o drive com um resistor de frenagem.**

A sobretensão pode ser resolvida com o uso de uma função de frenagem (*parâmetro 2-10 Brake Function*) e/ou com o uso do controle de sobretensão (*parâmetro 2-17 Over-voltage Control*).

##### Funções de frenagem

Conecte um resistor de frenagem para a dissipação do excedente da energia de frenagem. Conectar um resistor de frenagem permite uma tensão do barramento CC mais alta durante a frenagem.

O freio CA é uma alternativa para melhorar a frenagem sem usar um resistor de frenagem. Esta função controla um excesso de magnetização do motor quando ele age como um gerador. Aumentar as perdas elétricas no motor permite que a função OVC aumente o torque de frenagem, sem exceder o limite de sobretensão.

##### **AVISO!**

**O freio CA não é tão eficaz quanto a frenagem dinâmica com um resistor.**

##### Controle de sobretensão (OVC)

Ao estender automaticamente o tempo de desaceleração, o OVC reduz o risco de desarme do drive devido à sobretensão no barramento CC.

**AVISO!**

O OVC pode ser ativado para um motor PM com controle central, PM VVC<sup>+</sup>, Flux OL e Flux CL para motores PM.

**AVISO!**

Não ativa o OVC em aplicações de içamento.

### 5.1.3 Detecção de fase ausente de motor

A função de fase ausente de motor (*parâmetro 4-58 Função de Fase do Motor Ausente*) está ativada por padrão para evitar danos no motor em caso de fase ausente de motor. A configuração padrão é 1.000 ms, mas pode ser ajustada para uma detecção mais rápida.

### 5.1.4 Detecção de desbalanceamento da tensão de alimentação

A operação em desbalanceamento de tensão de alimentação grave reduz a vida útil do motor e do conversor. Se o motor for operado continuamente próximo à carga nominal, as condições são consideradas graves. A configuração padrão desarma o conversor se houver um desbalanceamento da tensão de alimentação (*parâmetro 14-12 Função no Desbalanceamento da Rede*).

### 5.1.5 Chaveamento na saída

É permitido adicionar um interruptor à saída entre o motor e o conversor; no entanto, mensagens de falha podem aparecer. A Danfoss não recomenda o uso deste recurso para os conversores de 525-690 V conectados a uma rede de rede elétrica de TI.

### 5.1.6 Proteção de sobrecarga

#### Limite de torque

O recurso de limite de torque protege o motor contra sobrecarga, independentemente da velocidade. O limite de torque é controlado em *parâmetro 4-16 Limite de Torque do Modo Motor* e *parâmetro 4-17 Limite de Torque do Modo Gerador*. O tempo antes da advertência do limite de torque ser desarmada é controlado em *parâmetro 14-25 Atraso do Desarme no Limite de Torque*.

#### Limite de corrente

O limite de corrente é controlado em *parâmetro 4-18 Limite de Corrente* e o tempo antes do desarme do conversor é controlado em *parâmetro 14-24 AtrasoDesarmLimCorrente*.

#### Limite de velocidade

Limite de velocidade mínimo: *Parâmetro 4-11 Lim. Inferior da Veloc. do Motor [RPM]* ou *parâmetro 4-12 Lim. Inferior da Veloc. do Motor [Hz]* limite a faixa de velocidade operacional mínima do conversor.

Limite de velocidade máximo: *Parâmetro 4-13 Lim. Superior da Veloc. do Motor [RPM]* ou *parâmetro 4-19 Freqüência Máx. de Saída* limite a velocidade de saída máxima que o conversor pode fornecer.

#### Relé térmico eletrônico (ETR)

O ETR é um recurso eletrônico que simula um relé bimetálico com base em medições internas. A característica é mostrada em *Ilustração 5.1*.

#### Limite de tensão

O inversor se desliga para proteger os transistores e os capacitores de barramento CC quando um determinado nível de tensão embutido no código for atingido.

#### Superaquecimento

O conversor possui sensores de temperatura integrados e reage imediatamente aos valores críticos por meio de limites embutidos no código.

### 5.1.7 Proteção de Rotor Bloqueado

Pode haver situações em que o rotor está bloqueado devido a excesso de carga ou outros fatores. O rotor bloqueado não pode produzir resfriamento suficiente que, por sua vez, pode superaquecer o enrolamento do motor. O conversor é capaz de detectar a situação de rotor bloqueado com controle de fluxo PM de malha aberta e controle PM VVC<sup>+</sup> (*parâmetro 30-22 Proteção de Rotor Bloqueado*).

### 5.1.8 Derating automático

O conversor verifica constantemente os seguintes níveis críticos:

- Alta temperatura no cartão de controle ou no dissipador de calor.
- Alta carga do motor.
- Alta tensão do barramento CC.
- Baixa velocidade do motor.

Como resposta a um nível crítico, o conversor ajusta a frequência de chaveamento. Para altas temperaturas internas e baixa velocidade do motor, o conversor pode também forçar o padrão PWM para SFAVM.

**AVISO!**

O derating automático é diferente quando *parâmetro 14-55 Filtro Saída* está programado para [2] *FiltroOndaSenoidal Fixo*.

### 5.1.9 Otimização automática de energia

A otimização automática de energia (AEO) direciona o conversor para monitorar continuamente a carga no motor e ajustar a tensão de saída para maximizar a eficiência. Com carga leve, a tensão é reduzida e a corrente do motor é minimizada. O motor se beneficia de:

- Maior eficiência.
- Aquecimento reduzido.
- Operação mais silenciosa.

Não é necessário selecionar uma curva V/Hz porque o conversor ajusta automaticamente a tensão do motor.

### 5.1.10 Modulação automática da frequência de chaveamento

O conversor gera pulsos elétricos curtos para formar um padrão de onda CA. A frequência de chaveamento é a taxa com que esses pulsos ocorrem. Uma frequência de chaveamento baixa (taxa de pulsos lenta) resulta em um ruído audível no motor, tornando preferível uma frequência de chaveamento mais alta. No entanto, uma frequência de chaveamento alta gera calor no conversor, o que pode limitar a quantidade de corrente disponível para o motor.

A modulação automática da frequência de chaveamento regula essas condições automaticamente para fornecer a frequência de chaveamento mais alta sem superaquecer o conversor. Ao fornecer uma alta frequência de chaveamento regulada, silencia o ruído de operação do motor a velocidades baixas quando o controle de ruído audível é crítico e produz potência de saída total para o motor quando necessário.

### 5.1.11 Derating para frequência de chaveamento alta automático

O drive foi projetado para operação com carga total contínua em frequências de chaveamento entre 1,5–2 kHz para 380–500 V, e 1–1,5 kHz para 525–690 V. A faixa de frequência depende da potência e das características nominais de tensão. Uma frequência de chaveamento excedendo uma faixa máxima permitida gera aumento de calor no drive e exige que a corrente de saída seja derated.

Um recurso automático do drive é o controle de frequência de chaveamento dependente da carga. Este recurso permite que o motor se beneficie de uma frequência de chaveamento mais alta que a carga permitir.

### 5.1.12 Desempenho de flutuação da potência

O conversor resiste a flutuações da rede elétrica como:

- Transientes.
- Quedas momentâneas.
- Quedas de tensão curtas.
- Surtos.

O conversor compensa automaticamente as tensões de entrada  $\pm 10\%$  da nominal para fornecer torque e tensão nominal do motor. Com a nova partida automática selecionada, o conversor é automaticamente ligado após um desarme de tensão. Com o flying start, o conversor sincroniza a rotação do motor antes da partida.

### 5.1.13 Amortecimento de ressonância

O amortecimento de ressonância elimina o ruído de ressonância de alta frequência do motor. Está disponível o amortecimento de frequência selecionado manualmente ou automaticamente.

### 5.1.14 Ventiladores controlados por temperatura

Sensores no conversor regulam a operação dos ventiladores de resfriamento internos. Geralmente, os ventiladores de resfriamento não funcionam ao operar com carga baixa, ou quando em sleep mode ou standby. Esses sensores reduzem o ruído, aumentam a eficiência e prolongam a vida operacional do ventilador.

### 5.1.15 Conformidade com a EMC

A interferência eletromagnética (EMI) e a interferência de radiofrequência (RFI) são distúrbios que podem afetar um circuito elétrico devido à indução ou à radiação eletromagnética de uma fonte externa. O conversor é projetado para estar em conformidade com a norma de produto EMC para conversores IEC 61800-3 e a norma europeia EN 55011. Os cabos de motor devem ser blindados e terminados de maneira adequada para estarem em conformidade com os níveis de emissão em EN 55011. Para obter mais informações sobre o desempenho de EMC, consulte *capítulo 10.15.1 Resultados do teste de EMC*.

### 5.1.16 Isolação galvânica dos terminais de controle

Todos os terminais de controle e terminais de relé de saída são isolados galvanicamente da energia da rede elétrica, o que protege completamente o circuito de controle da corrente de entrada. Os terminais do relé de saída requerem seus próprios aterramentos. Esse isolamento

atende aos requisitos de proteção rígidos de tensão ultrabaixa (PELV) de isolamento.

**Os componentes que formam a isolação galvânica são:**

- Alimentação, incluindo isolação de sinal.
- Drive do gate para os IGBTs, transformadores de disparo e os acopladores ópticos.
- Os transdutores de efeito Hall de corrente de saída.

- sensor PTC- ou KTY nos enrolamentos do motor e conectado a um AI ou DI padrão.
- PT100 ou PT1000 nos enrolamentos e enrolamentos do motor, conectado ao VLT® Sensor Input Card MCB 114.
- Entrada do termistor PTC no VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 (aprovado pela ATEX).

## 5.2 Recursos de aplicação personalizada

Funções de aplicação personalizados são os recursos mais comuns programados no conversor para desempenho melhorado do sistema. Eles exigem o mínimo de programação ou configuração. Consulte o *guia de programação* para obter instruções sobre a ativação dessas funções.

- Interruptor térmico mecânico (tipo Klixon) em um DI.
- Relé térmico eletrônico (ETR) integrado.

O ETR calcula a temperatura do motor medindo a corrente, a frequência e o tempo de operação. O conversor mostra a carga térmica no motor em porcentagem e pode emitir uma advertência em um setpoint de sobrecarga programável.

As opções programáveis na sobrecarga permitem que o conversor pare o motor, reduza a saída e ignore a condição. Mesmo em baixas velocidades, o conversor atende os padrões de sobrecarga do motor eletrônico I2t Classe 20.

### 5.2.1 Adaptação Automática do Motor

Adaptação Automática do Motor (AMA) é um procedimento de teste automatizado usado para medir as características elétricas do motor. A AMA oferece um modelo eletrônico preciso do motor, permitindo que o drive calcule o desempenho e a eficiência ideais. Realizar o procedimento AMA também maximiza o recurso de otimização automática da energia do drive. A AMA é realizada sem o motor girar e sem desacoplar a carga do motor.

### 5.2.2 Controlador PID integrado

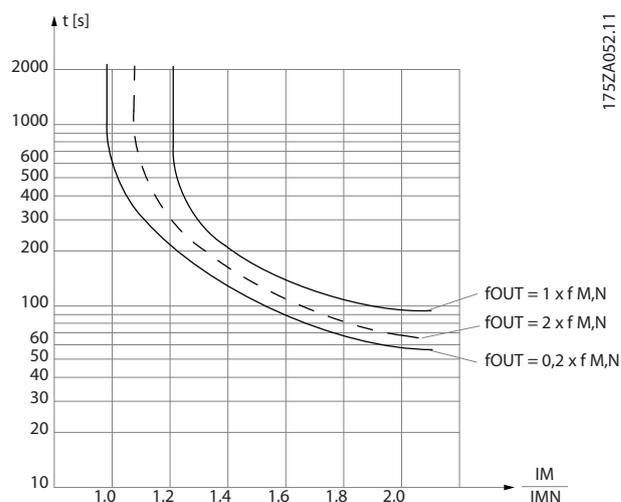
O controlador (PID) integrado proporcional, integral e derivativo elimina a necessidade dos dispositivos de controle auxiliar. O controlador PID mantém um controle constante dos sistemas de malha fechada que regulam pressão, fluxo, temperatura, ou outros requisitos do sistema que devem ser mantidos.

O drive pode usar 2 sinais de feedback de 2 dispositivos diferentes, permitindo que o sistema seja regulado com requisitos diferentes de feedback. O drive toma decisões de controle ao comparar os 2 sinais para otimizar o desempenho do sistema.

### 5.2.3 Proteção térmica do motor

A proteção térmica do motor pode ser fornecida por meio de:

- Detecção direta da temperatura usando um



**Ilustração 5.1 Características do ETR**

O eixo X mostra a relação entre  $I_{motor}$  e  $I_{motor}$  nominal. O eixo Y mostra o tempo em segundos antes de o ETR desativar e desarmar o conversor. As curvas mostram a velocidade nominal característica no dobro da velocidade nominal e a 0,2 vezes a velocidade nominal.

A uma velocidade mais baixa, o ETR desativa com menos calor devido ao menor resfriamento do motor. Desse modo, o motor é protegido contra superaquecimento, mesmo em velocidades baixas. O recurso do ETR calcula a temperatura do motor baseado na corrente e velocidade reais. A temperatura calculada fica visível como um parâmetro de leitura em *parâmetro 16-18 Térmico Calculado do Motor*.

Uma versão especial do ETR também está disponível para motores EX-e em áreas ATEX. Essa função possibilita inserir uma curva específica para proteger o motor Ex-e. Consulte o *guia de programação* para obter as instruções de configuração.

#### 5.2.4 Proteção térmica do motor para motores Ex-e

O conversor é equipado com uma função de monitoramento térmico ATEX ETR para operação de motores Ex-e de acordo com a norma EN-60079-7. Quando combinado com um dispositivo de monitoramento PTC aprovado pela ATEX, como o opcional VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 ou um dispositivo externo, a instalação não exige uma aprovação individual de uma organização autorizada.

A função do monitoramento térmico ATEX ETR permite o uso de um motor Ex-e em vez de um motor Ex-d mais caro, maior e mais pesado. A função garante que o conversor limite a corrente do motor para prevenir o superaquecimento.

##### Requisitos relacionados ao motor Ex-e

- Garanta que o motor Ex-e seja aprovado para operação em zonas perigosas (zona ATEX 1/21, zona ATEX 2/22) com conversores. O motor deve ser certificado para a zona perigosa específica.
- Instale o motor Ex-e na zona 1/21 ou 2/22 da zona perigosa, de acordo com a aprovação do motor.

### AVISO!

#### Instale o conversor fora da zona perigosa.

- Garanta que o motor Ex-e esteja equipado com um dispositivo de proteção de sobrecarga do motor aprovado pela ATEX. Esse dispositivo monitora a temperatura nos enrolamentos do motor. Se houver um nível de temperatura crítico ou um mau funcionamento, o dispositivo desliga o motor.
  - O opcional VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 fornece monitoramento aprovado pela ATEX da temperatura do motor. É um pré-requisito que o conversor seja equipado com 3 a 6 termistores PTC em série de acordo com a DIN 44081 ou 44082.
  - Como alternativa, uma fonte externa de dispositivo de proteção de PTC aprovada pela ATEX pode ser usada.
- Filtro de onda senoidal é necessário quando

- Cabos longos (picos de tensão) ou aumento da tensão de rede produzem tensões que excedem a tensão máxima permitida nos terminais do motor.
- A frequência de chaveamento mínima do conversor não atende ao requisito informado pelo fabricante do motor. A frequência de chaveamento mínima do conversor é mostrada como o valor padrão em *parâmetro 14-01 Frequência de Chaveamento*.

#### Compatibilidade do motor e do conversor

Para motores certificados de acordo com EN-60079-7, uma lista de dados incluindo limites e regras é fornecida pelo fabricante do motor como uma planilha de dados, ou na plaqueta de identificação do motor. Durante o planejamento, a instalação, a colocação em funcionamento, a operação e o serviço, siga os limites e regras fornecidos pelo fabricante para:

- Frequência de chaveamento mínima.
- Corrente máxima.
- Frequência mínima do motor.
- Frequência máxima do motor.

*Ilustração 5.2* mostra onde os requisitos são indicados na plaqueta de identificação do motor.

Ao combinar conversor e motor, a Danfoss especifica os seguintes requisitos adicionais para garantir uma proteção térmica adequada do motor:

- Não exceda a relação máxima permitida entre o tamanho do conversor e o tamanho do motor. O valor típico é  $I_{VLT, n} \leq 2 \times I_{m, n}$
- Considere todas as quedas de tensão do conversor para o motor. Se o motor funcionar com uma tensão mais baixa que a indicada nas características U/f, a corrente pode aumentar, disparando um alarme.

CE 1180 Ex Ex-e II T3 130BD888;10

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

1	Frequência mínima de chaveamento
2	Corrente máxima
3	Frequência do motor mínima
4	Frequência do motor máxima

**Ilustração 5.2** Plaqueta de identificação do motor mostrando os requisitos do conversor

Para obter mais informações, consulte o exemplo de aplicação em *capítulo 12 Exemplos de Aplicações*.

### 5.2.5 Queda da Rede Elétrica

Durante uma queda da rede elétrica, o conversor continua funcionando até que a tensão CC caia abaixo do nível mínimo de parada. O nível mínimo de parada é normalmente 15% abaixo da tensão de alimentação nominal mais baixa. A tensão de rede antes da queda e a carga do motor determinam quanto tempo leva para o conversor realizar a parada por inércia.

O conversor pode ser configurado (*parâmetro 14-10 Falh red elétr*) para diferentes tipos de comportamento durante a queda da rede elétrica:

- Bloqueio por desarme após o barramento CC se esgotar.
- Parada por inércia com flying start sempre que a rede elétrica voltar (*parâmetro 1-73 Flying Start*).
- Backup cinético.
- Desaceleração controlada.

#### Flying start

Esta seleção torna possível capturar um motor que esteja girando livremente devido à uma queda da rede elétrica. Este opcional é relevante para centrífugas e ventiladores.

#### Backup cinético

Esta seleção garante que o conversor funcione enquanto houver energia no sistema. Para quedas da rede elétrica breves, a operação é restaurada após o retorno da rede elétrica, sem parar a aplicação ou perder controle a qualquer momento. Vários variantes de backup cinético podem ser selecionados.

Configure o comportamento do conversor na queda da rede elétrica em *parâmetro 14-10 Falh red elétr* e *parâmetro 1-73 Flying Start*.

### 5.2.6 Nova Partida Automática

O conversor pode ser programado para reiniciar o motor automaticamente após um desarme com baixo grau de importância, como flutuação ou perda de energia momentânea. Esse recurso elimina a necessidade de reset manual e melhora a operação automatizada de sistemas controlados remotamente. O número de tentativas de novas partidas e a duração entre as tentativas pode ser limitada.

### 5.2.7 Torque total em velocidade reduzida

O conversor segue uma curva V/Hz variável para fornecer torque total do motor mesmo em velocidades reduzidas. O torque de saída total pode coincidir com a velocidade operacional nominal máxima do motor. Esse conversor difere de conversores de torque variável e de torque constante. Conversores de torque variável fornecem torque do motor reduzido em baixa velocidade. Conversores de torque constante fornecem excesso de tensão, calor e ruído do motor com menos do que a velocidade total.

### 5.2.8 Bypass de frequência

Em algumas aplicações, o sistema pode ter velocidades operacionais que criam uma ressonância mecânica. Essa ressonância mecânica pode gerar ruído excessivo e possivelmente danificar os componentes mecânicos do sistema. O conversor tem 4 larguras de banda de frequência de bypass programáveis. As larguras de banda permitem que o motor ignore velocidades que induzem ressonância do sistema.

### 5.2.9 Pré-aquecimento do motor

Para pré-aquecer um motor em um ambiente frio ou úmido, uma pequena quantidade de corrente contínua pode fluir continuamente no motor para protegê-lo de condensação e para partidas a frio. Essa função pode eliminar a necessidade de um aquecedor elétrico.

### 5.2.10 Setups Programáveis

O conversor possui quatro setups que podem ser programados de forma independente. Usando setup múltiplo é possível alternar entre funções programadas de forma independente ativadas por entradas digitais ou comando serial. Setups independentes são usados, por exemplo, para alterar referências ou para operação dia/noite ou verão/inverno ou para controlar vários motores. O LCP exibe a configuração ativa.

Os dados de setup podem ser copiados entre conversores por download das informações do LCP removível.

### 5.2.11 Smart Logic Control (SLC)

Smart Logic Control (SLC) é uma sequência de ações definidas pelo usuário (consulte *parâmetro 13-52 Ação do SLC [x]*) executada pelo SLC quando o evento associado definido pelo usuário (consulte *parâmetro 13-51 Evento do SLC [x]*) é avaliado como TRUE (Verdadeiro) pelo SLC. A condição para um evento pode ser um status em particular ou que a saída de uma regra lógica ou um comparador operante se torne TRUE (Verdadeiro). A condição resulta a uma ação associada, conforme mostrado em *Ilustração 5.3*.

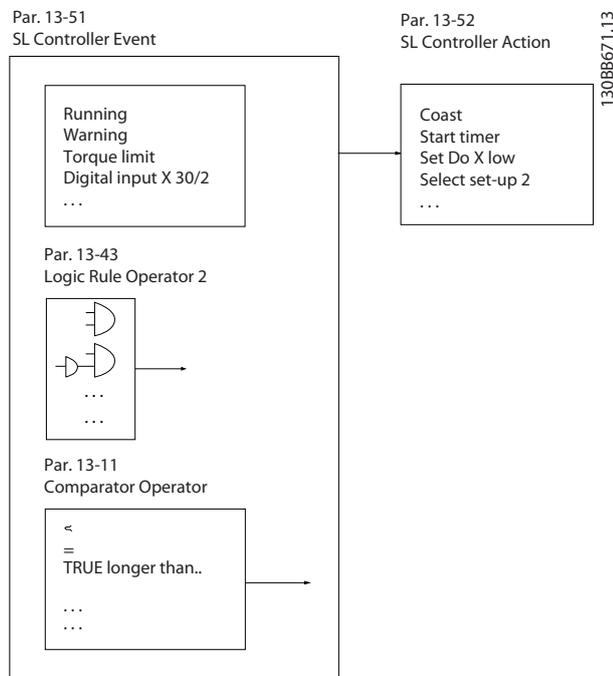


Ilustração 5.3 Evento e ação do SLC

Os eventos e as ações são numerados e vinculados em pares (estados), o que significa que quando o evento [0] é cumprido (atinge o valor TRUE), a ação [0] é executada. Após a 1ª ação ser executada, as condições do próximo

evento são avaliadas. Se este evento for avaliado como verdadeiro, a ação correspondente é executada. Somente 1 evento é avaliado por vez. Se um evento for avaliado como falso, nada acontece no SLC durante o intervalo de varredura atual e nenhum outro evento é avaliado. Quando o SLC é iniciado, ele só avalia o evento [0] durante cada intervalo de varredura. Somente quando o evento [0] for avaliado como verdadeiro, o SLC executará a ação [0] e iniciará a avaliação do próximo evento. É possível programar de 1 a 20 eventos e ações.

Depois de o último evento/ação ser executado, a sequência recomeça a partir do evento [0]/ação [0]. A *Ilustração 5.4* mostra um exemplo com 4 eventos/ações:

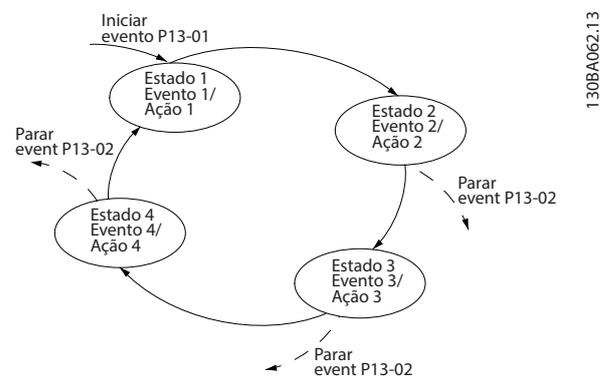


Ilustração 5.4 Ordem de execução quando 4 eventos/ações são programados

### Comparadores

Os comparadores são usados para comparar variáveis contínuas (frequência de saída, corrente de saída, entrada analógica e assim por diante) com valores predefinidos fixos.

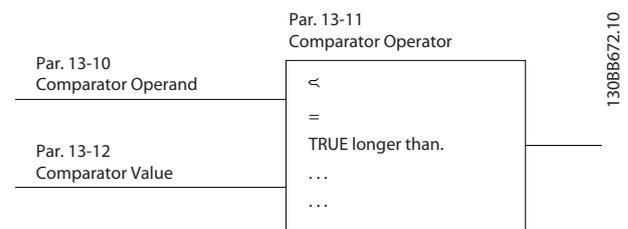


Ilustração 5.5 Comparadores

### Regras lógicas

Combine até 3 entradas booleanas (entradas TRUE/FALSE (Verdadeiro/Falso)) de temporizadores, comparadores, entradas digitais, bits de status e eventos usando os operadores lógicos AND, OR e NOT (E, OU e NÃO).

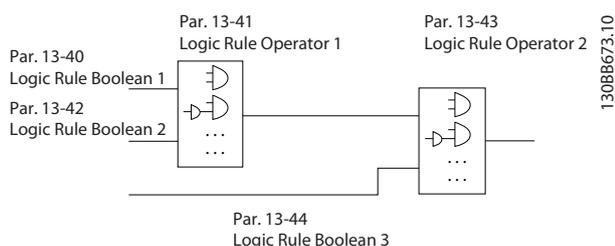


Ilustração 5.6 Regras lógicas

## 5

## 5.2.12 Safe Torque Off

A função Safe Torque Off (STO) é usada para interromper o drive em situações de parada de emergência.

Para obter mais informações sobre o Safe Torque Off, incluindo instalação e colocação em funcionamento, consulte o *Guia de operação de Safe Torque Off*.

**Condições de responsabilidade**

O cliente é responsável por garantir que o pessoal saiba como instalar e operar a função Safe Torque Off ao:

- Ler e entender as normas de segurança com relação à saúde, segurança e prevenção de acidentes.
- Entender as diretrizes gerais e de segurança fornecidas no *Guia de operação do safe torque off*.
- Ter um bom conhecimento das normas gerais e de segurança para a aplicação específica.

## 5.3 Visão geral da frenagem dinâmica

A frenagem dinâmica retarda o motor usando um dos seguintes métodos:

- Freio CA  
A energia do freio é distribuída no motor alterando as condições de perda no motor (*parâmetro 2-10 Função de Frenagem = [2]*). A função Freio CA não pode ser usada em aplicações com ciclos de alta frequência, pois essa situação supera a capacidade do motor.
- Freio CC  
Uma corrente CC sobremodulada adicionada à corrente CA funciona como um freio de corrente parasita (*parâmetro 2-02 Tempo de Frenagem CC ≠ 0 s*).
- Resistor de freio  
Um IGBT do freio mantém a sobretensão abaixo de um determinado limite direcionando a energia do freio do motor para o resistor de frenagem conectado (*parâmetro 2-10 Função de Frenagem = [1]*). Para obter mais informações sobre como selecionar um resistor de frenagem, consulte o *Guia de Design VLT® Brake Resistor MCE 101*.

Para conversores equipados com a opção de freio, um IGBT do freio, juntamente com os terminais 81(R-) e 82(R+), estão incluídos para conectar um resistor de frenagem externo.

A função do IGBT do freio é limitar a tensão no barramento CC sempre que o limite máximo de tensão for excedido. Ele limita a tensão trocando o resistor montado externamente através do barramento CC para remover o excesso de tensão CC presente nos capacitores de barramento.

A colocação do resistor de frenagem externo tem as vantagens de selecionar o resistor com base na necessidade de aplicação, dissipar a energia fora do painel de controle e proteger o conversor contra superaquecimento, se o resistor de frenagem estiver sobrecarregado.

O sinal do gate do IGBT do freio é originado no cartão de controle e é entregue ao IGBT do freio através do cartão de energia e do cartão do conversor do gate. Além disso, os cartões de potência e de controle monitoram o IGBT do freio quanto a curto-circuitos. O cartão de potência também monitora o resistor de frenagem quanto a sobrecargas.

## 5.4 Visão geral do freio mecânico de retenção

Freio de holding mecânico é um equipamento externo montado diretamente no eixo do motor que executa frenagem estática. Frenagem estática é quando um freio é usado para imobilizar o motor após a carga parar. Um freio de holding é controlado por um PLC ou diretamente por uma saída digital do conversor.

**AVISO!**

**Um conversor não pode fornecer um controle seguro de um freio mecânico. Um circuito de redundância para controle de frenagem deve estar incluído na instalação.**

### 5.4.1 Freio mecânico usando controle de malha aberta

Nas aplicações de içamento, normalmente é necessário controlar um freio eletromagnético. Uma saída do relé (relé 1 ou relé 2) ou uma saída digital programada (terminal 27 ou 29) é exigida. Normalmente, esta saída deve ser fechada enquanto o conversor não conseguir reter o motor. No *parâmetro 5-40 Função do Relé* (parâmetro de matriz), *parâmetro 5-30 Terminal 27 Saída Digital* ou *parâmetro 5-31 Terminal 29 Saída Digital*, selecione [32] *Ctrlfreio mecân* para aplicações com um freio eletromagnético.

Quando [32] *Ctrlfreio mecân* é selecionado, o relé do freio mecânico permanece fechado durante a partida até a corrente de saída estar acima do nível selecionado em *parâmetro 2-20 Corrente de Liberação do Freio*. Durante a parada, o freio mecânico fecha quando a velocidade está abaixo do nível selecionado em *parâmetro 2-21 Velocidade de Ativação do Freio [RPM]*. Se o conversor for colocado em condição de alarme, como uma situação de sobretensão, o freio mecânico é imediatamente acionado. O freio mecânico também é acionado durante o safe torque off.

Considere o seguinte ao usar o freio eletromagnético:

- Use qualquer saída do relé ou saída digital (terminal 27 ou 29). Se necessário, use um contator.
- Garanta que a saída esteja desligada enquanto o conversor não conseguir girar o motor. Exemplos são carga muito pesada ou motor não montado.
- Antes de conectar o freio mecânico, selecione [32] *Ctrlfreio mecân* no grupo do *parâmetro 5-4\* Relés* (ou no grupo do *parâmetro 5-3\* Saídas Digitais*).
- O freio é liberado quando a corrente do motor exceder o valor predefinido no *parâmetro 2-20 Corrente de Liberação do Freio*.
- O freio é acionado quando a frequência de saída é menor do que a frequência programada em *parâmetro 2-21 Velocidade de Ativação do Freio [RPM]* ou *parâmetro 2-22 Velocidade de Ativação do Freio [Hz]* e somente se o conversor efetuar um comando de parada.

#### **AVISO!**

Para levantamento vertical ou aplicação de içamento, certifique-se de que a carga possa ser parada em caso de emergência ou mau funcionamento. Se o conversor estiver no modo de alarme ou em uma situação de sobretensão, o freio mecânico é acionado.

Para aplicações de içamento, certifique-se de que os limites de torque em *parâmetro 4-16 Limite de Torque do Modo Motor* e *parâmetro 4-17 Limite de Torque do Modo Gerador* estejam definidos abaixo do limite de corrente em *parâmetro 4-18 Limite de Corrente*. Recomenda-se também definir *parâmetro 14-25 Atraso do Desarme no Limite de Torque* como 0, *parâmetro 14-26 Atraso Desarme-Defeito Inversor* como 0 e *parâmetro 14-10 Falh red elétr* como [3] *Parada por inércia*.

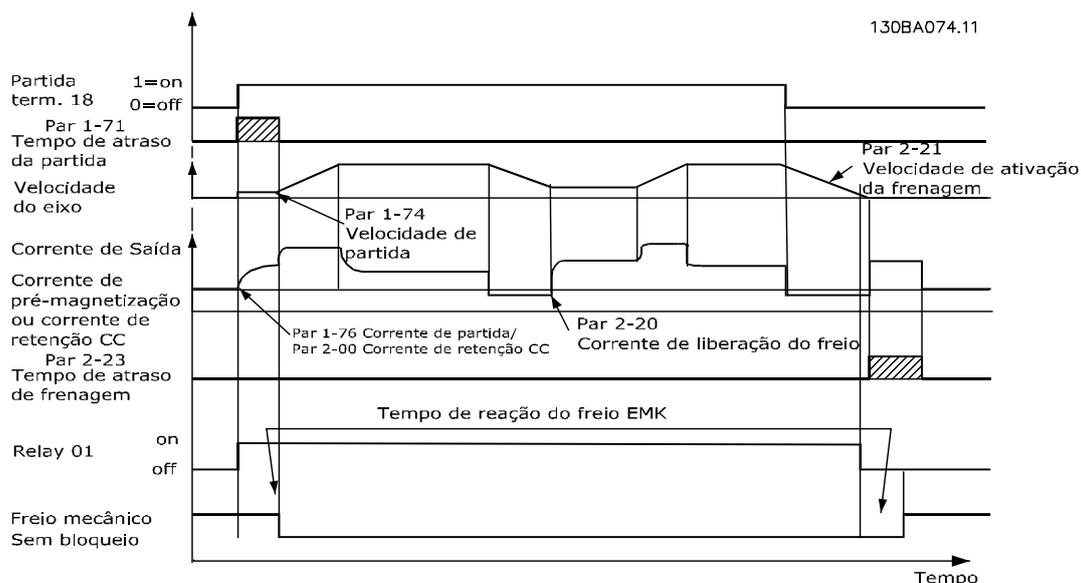


Ilustração 5.7 Controle do freio mecânico em malha aberta

## 5.4.2 Freio mecânico usando controle de malha fechada

O VLT® AutomationDrive FC 302 conta com um controle do freio mecânico projetado para aplicações de içamento e suporta as seguintes funções:

- 2 canais para feedback do freio mecânico, oferecendo proteção contra comportamento acidental resultante de um cabo rompido.
- Monitoramento do feedback do freio mecânico por todo o ciclo. O monitoramento ajuda a proteger o freio mecânico, especialmente se mais conversores estiverem conectados ao mesmo eixo.
- Sem aceleração até o feedback confirmar que o freio mecânico está aberto.
- Controle de carga melhorado na parada.
- A transição quando o motor assume a carga do freio pode ser configurada.

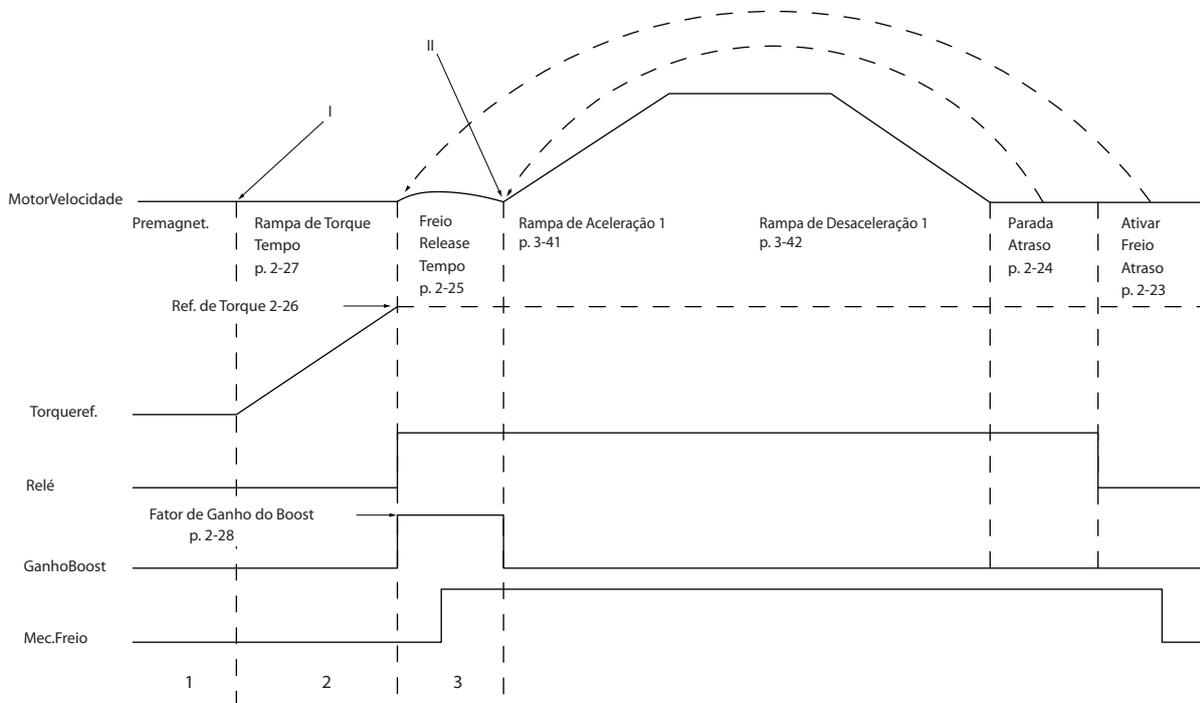
**Parâmetro 1-72 Função de Partida [6] Mecân.Íçam Lib.Freio** aciona o freio mecânico de içamento. A principal diferença em relação ao controle de freio mecânico regular é que a função de frenagem mecânica de içamento possui um controle direto sobre o relé de frenagem. Em vez de colocar uma corrente para liberar o freio, define-se o torque aplicado contra o freio fechado antes da liberação. Como o torque é definido diretamente, o setup é mais direto para aplicações de içamento.

A estratégia do freio mecânico de içamento se baseia na seguinte sequência de 3 passos, em que o controle do motor e a liberação do freio são sincronizados para obter a liberação do freio mais suave possível.

1. Pré-magnetize o motor.  
Para garantir que o motor esteja preso e para verificar se ele está montado corretamente, o motor é primeiro pré-magnetizado.
2. Aplique o torque no freio fechado.  
Quando a carga é mantida pelo freio mecânico, o seu tamanho não pode ser determinado, somente a sua direção pode. No momento em que o freio é aberto, o motor deve assumir a carga. Para facilitar essa transição, um torque definido pelo usuário (*parâmetro 2-26 Ref. de Torque*) é aplicado na direção do içamento. Este processo é usado para inicializar o controlador de velocidade que finalmente assume a carga. Para reduzir o desgaste na caixa de engrenagem devido à folga, o torque é acelerado.

3. Libere o freio.

Quando o torque alcançar o valor definido em *parâmetro 2-26 Ref. de Torque*, o freio é liberado. O valor programado em *parâmetro 2-25 Tempo de Liberação do Freio* determina o atraso antes da carga ser liberada. Para reagir o mais rápido possível no passo de carga que se segue após a liberação do freio, o controle do PID de velocidade pode ser reforçado aumentando o ganho proporcional.



130BA642.12

Ilustração 5.8 Sequência de liberação do freio para o controle do freio mecânico de içamento

*Parâmetro 2-26 Ref. de Torque* a *parâmetro 2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* estão disponíveis somente para o controle do freio mecânico para içamento (fluxo com feedback de motor). *Parâmetro 2-30 Position P Start Proportional Gain* a *parâmetro 2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* podem ser programados para uma mudança de transição suave de controle da velocidade para controle de posição durante *parâmetro 2-25 Tempo de Liberação do Freio* - o tempo quando a carga é transferida do freio mecânico para o conversor.

*Parâmetro 2-30 Position P Start Proportional Gain* a *parâmetro 2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* são ativados quando *parâmetro 2-28 Fator de Ganho do Boost* estiver programado para 0. Consulte *Ilustração 5.8* para obter mais informações.

**AVISO!**

Para obter um exemplo de controle de freio mecânico avançado para aplicações de içamento, consulte *capítulo 12 Exemplos de Aplicações*.

5.5 Visão geral da divisão da carga

A divisão da carga é um recurso que permite a conexão dos circuitos CC de vários conversores, criando um sistema de múltiplos conversores para executar uma carga mecânica. A divisão da carga fornece os seguintes benefícios:

**Economia de energia**

Um motor funcionando no modo regenerativo pode alimentar conversores que estejam funcionando no modo motor.

**Menor necessidade de peças sobressalentes**

Normalmente, apenas 1 resistor de frenagem é necessário para todo o sistema do conversor em vez de 1 resistor de frenagem por conversor.

**Backup de energia**

Se houver falha de rede elétrica, todos os conversores ligados podem ser alimentados pelo barramento CC de um backup. A aplicação pode continuar funcionando ou passar por um processo de desligamento controlado.

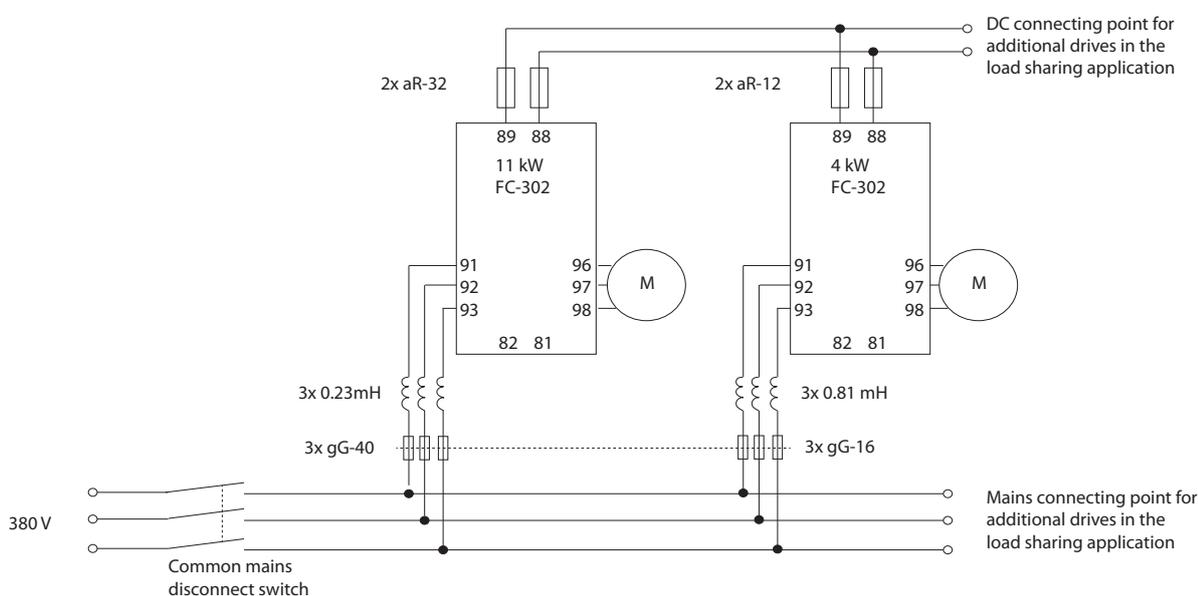
**Pré-condições**

As seguintes pré-condições devem ser atendidas antes de considerar o Load Sharing:

- O conversor deve ser equipado com terminais de Load Sharing.
- A série de produtos deve ser a mesma. Use somente conversores VLT® AutomationDrive FC 302 com outros conversores VLT® AutomationDrive FC 302.
- Os conversores devem ser colocados fisicamente próximos uns dos outros para permitir que a fiação entre eles não seja superior a 25 m (82 pés).
- Os conversores devem ter as mesmas características nominais de tensão.
- Ao incluir um resistor de frenagem em uma configuração de Load Sharing, todos os conversores devem estar equipados com um circuito de frenagem.
- Os fusíveis devem ser incluídos aos terminais de divisão da carga.

**5**

Para obter um diagrama de uma aplicação de divisão da carga em que as melhores práticas são aplicadas, consulte *Ilustração 5.9*.



130BF758.10

**Ilustração 5.9 Diagrama de uma aplicação de divisão da carga em que as melhores práticas são aplicadas**

**Load Sharing**

As unidades com a opção de Load Sharing integrada contêm os terminais (+) 89 CC e (-) 88 CC. Dentro do conversor, esses terminais se conectam ao barramento CC em frente ao reator do barramento CC e aos capacitores do barramento.

Os terminais de Load Sharing podem ser conectados em 2 configurações diferentes.

- Os terminais reúnem os circuitos de barramento CC de múltiplos conversores. Esta configuração permite que uma unidade em modo regenerativo compartilhe o excesso de tensão do barramento com outra unidade que esteja acionando um motor. Desta maneira, o Load Sharing pode reduzir a necessidade de resistores de frenagem dinâmica externos, enquanto também economiza energia. O número de unidades que pode ser conectado desta maneira é infinito, desde que cada unidade tenha as mesmas características nominais de tensão. Além disso, dependendo do tamanho e do número de unidades, pode ser necessário instalar reatores CC e fusíveis CC nas conexões de barramento CC, e reatores CA na rede elétrica. A tentativa de tal configuração exige considerações específicas.

- O conversor é alimentado exclusivamente a partir de uma fonte CC. Essa configuração exige:
  - Uma fonte CC.
  - Um meio para carregar o barramento CC na energização.

## 5.6 Visão geral de Regen

Regen geralmente ocorre em aplicações com frenagem contínua, como guias/guinchos, transportadores de descida e centrífugas em que a energia é retirada de um motor desacelerado.

O excesso de energia é removido do conversor usando uma das seguintes opções:

- O circuito de frenagem permite que o excesso de energia seja dissipado na forma de calor dentro das bobinas do resistor de frenagem.
- Os terminais Regen permitem que uma unidade regen de terceiros seja conectada ao conversor, permitindo que o excesso de energia retorne à rede elétrica.

Retornar o excesso de energia de volta à rede elétrica é o uso mais eficiente de energia regenerada em aplicações que utilizam frenagem contínua.

## 6 Visão geral de opcionais e acessórios

### 6.1 Dispositivos de fieldbus

Esta seção descreve os dispositivos de fieldbus que estão disponíveis com a série VLT® AutomationDrive FC 302. O uso de um dispositivo de fieldbus reduz o custo do sistema, proporciona uma comunicação mais rápida e eficiente e fornece uma interface do usuário mais fácil. Para obter os números da solicitação de pedido, consulte *capítulo 13.2 Números da solicitação de pedido para opcionais/kits*.

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

O VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101 fornece:

- Compatibilidade ampla, alto nível de disponibilidade, suporte para todos os principais fornecedores de PLC e compatibilidade com versões futuras.
- Comunicação rápida e eficiente, instalação transparente, diagnóstico avançado e parametrização e autoconfiguração de dados de processo através de um arquivo GSD
- Parametrização acíclica usando o PROFIBUS DP-V1, PROFIdrive ou as máquinas de estado de perfil do Danfoss FC.

#### 6.1.2 VLT® DeviceNet MCA 104

O VLT® DeviceNet MCA 104 fornece:

- O suporte ao perfil do conversor de frequência ODVA suportado por meio de instância de E/S 20/70 e 21/71 garante compatibilidade com sistemas existentes.
- Benefícios das fortes políticas de teste de conformidade da ODVA que asseguram que os produtos sejam interoperáveis.

#### 6.1.3 VLT® CAN Open MCA 105

O opcional MCA 105 fornece:

- Manuseio padronizado.
- Interoperabilidade.
- Custo baixo.

Este opcional é totalmente equipado com acesso de alta prioridade para controlar o drive (comunicação PDO) e para acessar todos os parâmetros pelos dados acíclicos (comunicação SDO).

Para interoperabilidade, o opcional usa o perfil do conversor de frequência DSP 402.

#### 6.1.4 VLT® PROFIBUS Converter MCA 113

O opcional MCA 113 é uma versão especial dos opcionais PROFIBUS que emulam os comandos dos VLT® 3000 no VLT® AutomationDrive FC 302.

O VLT® 3000 pode ser substituído pelo VLT® AutomationDrive FC 302, ou um sistema existente pode ser expandido sem mudanças custosas do programa PLC. Para atualização para um fieldbus diferente, o conversor instalado pode ser removido e substituído por um novo opcional. O opcional MCA 113 protege o investimento sem perder a flexibilidade.

#### 6.1.5 VLT® PROFIBUS Converter MCA 114

O opcional MCA 114 é uma versão especial dos opcionais PROFIBUS que emulam os comandos do VLT® 5000 no VLT® AutomationDrive FC 302. Este opcional suporta o DP-V1.

O VLT® 5000 pode ser substituído pelo VLT® AutomationDrive FC 302, ou um sistema existente pode ser expandido sem mudanças custosas do programa PLC. Para atualização para um fieldbus diferente, o conversor instalado pode ser removido e substituído por um novo opcional. O opcional MCA 114 protege o investimento sem perder a flexibilidade.

#### 6.1.6 VLT® PROFINET MCA 120

O VLT® PROFINET MCA 120 combina o maior desempenho com o mais alto grau de abertura. A opção foi projetada para permitir o reuso de muitos recursos do VLT® PROFIBUS MCA 101, minimizando o esforço do usuário para migrar o PROFINET e garantindo o investimento em um programa PLC.

- Mesmos tipos de PPO, como o VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101, para migração fácil para o PROFINET.
- Servidor web integrado para diagnóstico remoto e leitura de parâmetros básicos do conversor.
- Suporta MRP.
- Suporta DP-V1. O diagnóstico permite o manuseio fácil, rápido e padronizado de informações de aviso e falha no PLC, melhorando a largura de banda do sistema.

- Suporta PROFIsafe quando combinado com o VLT® Safety Option MCB 152.
- Implementação de acordo com a conformidade classe B.

### 6.1.7 VLT® EtherNet/IP MCA 121

Ethernet é o futuro padrão de comunicação no chão da fábrica. O VLT® EtherNet/IP MCA 121 é baseado na mais nova tecnologia disponível para uso industrial e lida com os requisitos mais exigentes. EtherNet/IP™ estende a Ethernet comercial padrão para o Protocolo Industrial Comum (CIP™) – o mesmo protocolo de camada superior e modelo de objeto encontrado no DeviceNet.

Esse opcional oferece recursos avançados como:

- Interruptor incorporado de alto desempenho que permite a topologia de linha, o que elimina a necessidade de interruptores externos.
- Anel DLR (a partir de outubro de 2015).
- Funções avançadas de interruptor e diagnóstico.
- Servidor web interno.
- Envio de e-mail para o cliente para notificação de serviço.
- Comunicação unicast e multicast.

### 6.1.8 VLT® Modbus TCP MCA 122

O VLT® Modbus TCP MCA 122 se conecta às redes baseadas em TCP Modbus. Ele lida com intervalos de conexão de até 5 ms em ambas as direções, posicionando-o entre os dispositivos Modbus TCP de melhor desempenho no mercado. Para redundância mestre, apresenta troca a quente entre 2 mestres.

Outros recursos são:

- Servidor web integrado para diagnóstico remoto e leitura de parâmetros básicos do conversor.
- Notificação por e-mail que pode ser configurada para enviar uma mensagem de e-mail a um ou mais destinatários quando determinados alarmes ou avisos ocorrerem ou quando forem apagados.
- Conexão do mestre duplo do PLC para redundância.

### 6.1.9 VLT® POWERLINK MCA 123

O opcional MCA 123 representa a 2ª geração de fieldbus. A alta taxa de bit de Ethernet industrial agora pode ser usada para disponibilizar mundialmente toda a capacidade das tecnologias de TI usadas na automação para o mundo da fábrica.

Este opcional de fieldbus oferece alto desempenho, recursos em tempo real e sincronização de tempo. Devido aos seus modelos de comunicação baseados no CANOpen, gestão de rede e modelo de descrição do dispositivo, oferece uma rede de comunicação rápida e os seguintes recursos:

- Aplicações de controle de movimento dinâmico.
- Manuseio de material.
- Aplicações de sincronização e posicionamento.

### 6.1.10 VLT® EtherCAT MCA 124

O opcional MCA 124 oferece conectividade a redes baseadas em EtherCAT por meio do Protocolo EtherCAT.

O opcional manipula a comunicação de linha EtherCAT em velocidade total e a conexão para o conversor com um intervalo de 4 ms nas duas direções, permitindo ao MCA 124 participar em redes variando de aplicações de baixo desempenho até atuadores.

- Suporte a EoE Ethernet sobre EtherCAT.
- HTTP (Hypertext Transfer Protocol, protocolo de transferência de hipertexto) para diagnóstico via servidor da web integrado.
- CoE (CAN Over Ethernet, CAN sobre Ethernet) para acesso aos parâmetros do conversor.
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol, Protocolo Simples de Transferência de Correio) para notificação de e-mail.
- TCP/IP para fácil acesso a dados de configuração do conversor a partir do MCT 10.

## 6.2 Extensões funcionais

Esta seção descreve os opcionais de extensões funcionais que estão disponíveis com a série VLT® AutomationDrive FC 302. Para obter os números da solicitação de pedido, consulte *capítulo 13.2 Números da solicitação de pedido para opcionais/kits*.

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

O VLT® General Purpose I/O Module MCB 101 oferece um número amplo de entradas e saídas de controle:

- 3 entradas digitais de 0–24 V: Lógica 0 < 5 V; Lógica 1 > 10 V.
- 2 entradas analógicas 0–10 V: Resolução de 10 bits mais sinal.
- 2 saídas digitais NPN/PNP push-pull.
- 1 saída analógica 0/4–20 mA.
- Conexão carregada por mola.

## 6.2.2 VLT® Encoder Input MCB 102

O opcional MCB 102 oferece a possibilidade de conectar vários tipos de encoders absolutos e incrementais. O encoder conectado pode ser usado para controle da velocidade de malha fechada e controle do motor de fluxo de malha fechada.

Os seguintes tipos de encoder são suportados:

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

## 6.2.3 VLT® Resolver Option MCB 103

O opcional MCB 103 permite a conexão de um resolver para fornecer o feedback de velocidade do motor.

- Tensão primária: 2–8  $V_{rms}$
- Frequência primária: 2,0–15 kHz
- Corrente máxima primária: 50 mA rms
- Tensão de entrada secundária: 4  $V_{rms}$
- Conexão carregada por mola

## 6.2.4 VLT® Relay Card MCB 105

O VLT® Relay Card MCB 105 estende as funções do relé com mais 3 saídas de relé.

- Protege a conexão de cabos de controle.
- Conexão de fio do controle fixado por mola.

**Taxa de chaveamento máxima (carga nominal/carga mínima)**

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

**Carga do terminal máxima**

Carga resistiva CA-1: 240 V CA, 2 A.

## 6.2.5 Opcional MCB 108 da Interface Segura do PLC VLT®

O opcional MCB 108 fornece uma entrada segura com base em uma entrada 24 V CC monopolar. Para a maioria das aplicações, essa entrada permite ao usuário implementar segurança de maneira econômica.

Para aplicações que funcionam com produtos mais avançados como PLC de Segurança e cortinas de luz, a interface do PLC Seguro permite a conexão de um link de segurança de dois fios. A Interface de PLC permite ao PLC

seguro interromper o link positivo ou negativo sem interferir no sinal de detecção do PLC Seguro.

## 6.2.6 Cartão do Termistor MCB 112 do PTC VLT®

O opcional MCB 112 fornece monitoramento extra do motor em comparação com a função ETR integrada e o terminal do termistor.

- Protege o motor contra superaquecimento.
- Aprovado para ATEX para uso com motores Ex-d e Ex-e (EX-e somente FC 302).
- Usa a função Safe Torque Off, que é aprovada conforme a SIL 2 IEC 61508.

## 6.2.7 VLT® Sensor Input Option MCB 114

O VLT® Sensor Input Option MCB 114 protege o motor contra aquecimento excessivo, monitorando a temperatura dos rolamentos e enrolamentos do motor.

- 3 entradas de sensor de detecção automática para sensores PT100/PT1000 de 2 ou 3 fios.
- 1 entrada analógica adicional de 4 a 20 mA.

## 6.2.8 VLT® Safety Option MCB 150 e MCB 151

Os opcionais MCB 150 e MCB 151 expandem as funções de safe torque off, que são integradas como um padrão VLT® AutomationDrive FC 302. Use a função parada segura 1 (SS1) para realizar uma parada controlada antes de remover o torque. Utilize a função velocidade limitada de segurança (SLS) para monitorar se uma velocidade especificada foi excedida.

Esses opcionais podem ser usados até PL d, de acordo com ISO 13849-1 e SIL 2, de acordo com IEC 61508.

- Funções adicionais de segurança em conformidade com a norma.
- Substituição do equipamento de segurança externo.
- Requisitos de espaço reduzido.
- 2 entradas programáveis seguras.
- 1 saída segura (para T37).
- Certificação da máquina mais fácil.
- O drive pode ser energizado continuamente.
- Cópia via LCP segura.
- Relatório dinâmico de colocação em funcionamento.

- Encoder TTL (MCB 150) ou HTL (MCB 151) como feedback de velocidade.

### 6.2.9 VLT® Safety Option MCB 152

O opcional MCB 152 ativa o safe torque off pelo fieldbus PROFIsafe com opcional de fieldbus VLT® PROFINET MCA 120. Ele melhora a flexibilidade ao conectar os dispositivos de segurança em uma fábrica.

As funções de segurança do MCB 152 são implementadas de acordo com o EN IEC 61800-5-2. O MCB 152 suporta a funcionalidade PROFIsafe para ativar funções integradas de segurança do VLT® AutomationDrive FC 302 em qualquer host PROFIsafe, até o nível da integridade de segurança SIL 2 de acordo com EN IEC 61508 e EN IEC 62061, nível de desempenho PL d, categoria 3 de acordo com EN ISO 13849-1.

- Dispositivo PROFIsafe (com MCA 120).
- Substituição do equipamento de segurança externo.
- 2 entradas programáveis seguras.
- Cópia via LCP segura.
- Relatório dinâmico de colocação em funcionamento.

## 6.3 Controle de movimento e placas de relé

Esta seção descreve os opcionais de controle de movimento e placa de relé que estão disponíveis com a série VLT® AutomationDrive FC 302. Para obter os números da solicitação de pedido, consulte *capítulo 13.2 Números da solicitação de pedido para opcionais/kits*.

### 6.3.1 VLT® Motion Control Option MCO 305

O opcional MCO 305 é um controlador de movimento programável integrado que adiciona funcionalidade adicional para VLT® AutomationDrive FC 302.

O opcional MCO 305 oferece funções de movimento fáceis de usar combinadas com programabilidade, uma solução ideal para aplicações de posicionamento e sincronização.

- Sincronização (eixo eletrônico), posicionamento e controle do came eletrônico.
- 2 interfaces separadas suportam os encoders absolutos e incrementais.
- 1 saída do encoder (função mestre virtual).
- 10 entradas digitais.
- 8 saídas digitais.
- Suporta o barramento de movimento CANOpen, encoders e módulos E/S.

- Envia e recebe dados pela interface fieldbus (exige o opcional de fieldbus).
- Ferramentas de software de PC para depuração e colocação em funcionamento: Programa e editor de came.
- Linguagem de programação estruturada com execução cíclica e acionada por evento.

### 6.3.2 VLT® Synchronizing Controller MCO 350

O opcional MCO 350 para VLT® AutomationDrive FC 302 expande as propriedades funcionais do conversor de frequência em aplicações de sincronização e substitui soluções mecânicas tradicionais.

- Sincronização de velocidade.
- Sincronização da posição (ângulo) com ou sem a correção do marcador.
- Relação de engrenagem ajustável on-line.
- Relação de posição (ângulo) ajustável on-line
- Saída do encoder com função mestre virtual para sincronização de vários escravos.
- Controle via E/S ou fieldbus.
- Função Início.
- Configuração e leitura de status e dados pelo LCP.

### 6.3.3 VLT® Positioning Controller MCO 351

O opcional MCO 351 oferece uma variedade de benefícios de fácil utilização para aplicações de posicionamento em muitos setores.

- Posicionamento relativo.
- Posicionamento absoluto.
- Posicionamento de sensor de toque.
- Manipulação de limite de extremidade (software e hardware).
- Controle via E/S ou fieldbus.
- Manipulação de frenagem mecânica (atraso de retenção programável).
- Manipulação de erro.
- Velocidade de jog/operação manual.
- Posicionamento relacionado a marcador.
- Função de Início.
- Configuração e leitura de status e dados via LCP.

### 6.3.4 VLT® Extended Relay Card MCB 113

O VLT® Extended Relay Card MCB 113 inclui entradas/saídas para maior flexibilidade.

- 7 entradas digitais.
- 2 saídas analógicas.
- 4 relés SPDT.
- Atende às recomendações NAMUR.
- Capacidade de isolamento galvânica.

### 6.4 Resistores de Freio

Em aplicações em que o motor é usado como freio, a energia é gerada no motor e devolvida para o conversor. Se a energia não puder ser transportada de volta para o motor, ela aumenta a tensão na linha CC do conversor. Em aplicações com frenagens frequentes e/ou cargas de alta inércia, esse aumento pode levar a um desarme por sobretensão no conversor e, finalmente, a um desligamento. Os resistores de frenagem são utilizados para dissipar o excesso de energia resultante da frenagem regenerativa. O resistor é selecionado com base em seu valor ôhmico, sua taxa de dissipação de energia e seu tamanho físico. A Danfoss oferece uma grande variedade de resistores diferentes especialmente projetados para os conversores Danfoss. Para obter os números da solicitação de pedido e mais informações sobre como dimensionar os resistores de frenagem, consulte o *Guia de Design do VLT® Brake Resistor MCE 101*.

### 6.5 Filtros de onda senoidal

Quando um conversor controla um motor, o ruído de ressonância é ouvido do motor. Este ruído, que é o resultado do projeto do motor, ocorre sempre que um interruptor do inversor no conversor estiver ativado. Assim, a frequência do ruído de ressonância corresponde à frequência de chaveamento do conversor.

A Danfoss fornece um filtro de onda senoidal para diminuir o ruído do motor. O filtro reduz o tempo de aceleração da tensão, a tensão de carga de pico ( $U_{PEAK}$ ) e o ripple de corrente ( $\Delta I$ ) para o motor, o que significa que a corrente e a tensão se tornam quase senoidais. O ruído do motor é reduzido ao mínimo.

O ripple de corrente nas bobinas do filtro de onda senoidal também gera algum ruído. Resolva o problema integrando o filtro em um painel elétrico ou gabinete.

Para obter os números da solicitação de pedido e mais informações sobre os filtros de onda senoidal, consulte o *Guia de Design de Filtros de Saída*.

### 6.6 Filtros dU/dt

A Danfoss fornece filtros dU/dt que são filtros passa-baixa de modo diferencial que reduzem as tensões de pico de fase a fase do terminal do motor, e reduzem o tempo de subida para um nível que diminui a tensão no isolamento dos enrolamentos do motor. Este é um problema típico em configurações que utilizam cabos de motor curtos.

Comparados aos filtros de onda senoidal, os filtros dU/dt possuem uma frequência de corte acima da frequência de chaveamento.

Para obter os números da solicitação de pedido e mais informações sobre os filtros dU/dt, consulte o *Guia de Design de Filtros de Saída*.

### 6.7 Filtros do modo comum

Os núcleos de modo comum de alta frequência (núcleos HF-CM) reduzem a interferência eletromagnética e eliminam danos de rolamentos causados por descarga elétrica. Eles são núcleos magnéticos nanocristalinos especiais que possuem um desempenho de filtragem superior em comparação com os núcleos de ferrite normais. O núcleo HF-CM atua como um indutor de modo comum entre as fases e o ponto de aterramento.

Instalados em torno das 3 fases do motor (U, V, W), os filtros de modo comum reduzem as correntes de modo comum de alta frequência. Como resultado, a interferência eletromagnética de alta frequência do cabo do motor é reduzida.

Para obter os números da solicitação de pedido, consulte o *Guia de Design de Filtros de Saída*.

### 6.8 Filtros de Harmônicas

O VLT® *Advanced Harmonic Filters AHF 005 e AHF 010* não devem ser comparados com os filtros de harmônicas tradicionais. Os filtros de harmônicas Danfoss foram especialmente projetados para corresponder aos conversores Danfoss.

Ao conectar o AHF 005 ou o AHF 010 na frente de um conversor Danfoss, a distorção de corrente harmônica total gerada de volta à rede elétrica é reduzida em 5% e 10%.

Para obter os números da solicitação de pedido e mais informações sobre como dimensionar os resistores de frenagem, consulte o *Guia de Design do VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010*.

## 6.9 Opcionais de gabinete integrado

Os seguintes opcionais integrados são especificados no código do tipo na solicitação de pedido do drive.

### Gabinete com canal traseiro resistente à corrosão

Para proteção adicional contra corrosão em ambientes severos, as unidades podem ser compradas em um gabinete que inclui um canal traseiro de aço inoxidável, pesados dissipadores de calor banhados e um ventilador incrementado. Este opcional é recomendado em ambientes de sal e ar, como aqueles perto do oceano.

### Blindagem da rede elétrica

A blindagem Lexan® pode ser montada na frente dos terminais da alimentação de energia e da placa de entrada para proteger contra contato físico ao abrir a porta do gabinete.

### Aquecedores elétricos e termostato

Montados no painel elétrico interior dos drives tamanho F do gabinete e controlados por um termostato automático, os aquecedores elétricos controlados por um termostato automático evitam a condensação no interior do gabinete.

As configurações padrão do termostato ligam os aquecedores a 10 °C (50 °F) e os desligam a 15,6 °C (60 °F).

### Luz do painel elétrico com tomada de energia

Para aumentar a visibilidade durante reparos e manutenção, uma luz pode ser montada no interior do painel elétrico dos drives F do gabinete. O compartimento da lâmpada inclui uma tomada de alimentação para alimentar temporariamente computadores e outros dispositivos.

Disponível em 2 tensões:

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

### Filtros de RFI

A série de drives VLT® apresenta filtros de RFI Classe A2 integrados como padrão. Se níveis adicionais de proteção RFI/EMC forem exigidos, eles podem ser obtidos utilizando filtros de RFI Classe A1 opcionais, que oferecem supressão de interferência de radiofrequência e radiação eletromagnética de acordo com EN 55011. Há também disponíveis filtros de RFI para uso marítimo.

Nos drives tamanho F do gabinete, o filtro de RFI Classe A1 exige a inclusão do painel elétrico para opcionais.

### Terminais NAMUR

A seleção deste opcional oferece conexão de terminal padronizada e funcionalidade associada, conforme definido pelo NAMUR NE37. NAMUR é uma associação internacional dos usuários de tecnologia de automação nas indústrias de processo, especialmente nas indústrias química e farmacêutica na Alemanha.

Exige a seleção do cartão de relé estendido VLT® MCB 113 e do cartão do termistor do PTC VLT® MCB 112.

### Monitor de resistência de isolamento (IRM)

Monitora a resistência de isolamento em sistemas sem aterramento (sistemas IT na terminologia IEC) entre os condutores de fase do sistema e do ponto de aterramento. Há uma pré-advertência ôhmica e um setpoint de alarme principal do nível de isolamento. Associado a cada setpoint há um relé de alarme SPDT para uso externo. Somente 1 monitor de resistência de isolamento pode ser conectado a cada sistema sem aterramento (IT).

- Integrado ao circuito de parada segura.
- Display LCD de resistência de isolamento.
- Memória defeituosa.
- Teclas de info, teste e redefinição.

### Dispositivo de corrente residual (RCD)

Utiliza o método da estabilidade do núcleo para monitorar as correntes de falha de aterramento em sistemas aterrados e sistemas aterrados de alta resistência (sistemas TN e TT na terminologia IEC). Há uma pré-advertência (50% do setpoint do alarme principal) e um setpoint de alarme principal. Associado a cada setpoint há um relé de alarme SPDT para uso externo. Requer um transformador de corrente do "tipo janela" (fornecido e instalado pelo cliente)

- Integrado ao circuito de parada segura.
- O dispositivo IEC 60755 Tipo B monitora correntes de falha de aterramento CC puras e CC pulsadas.
- Indicador de gráfico de barras de LED do nível de corrente de falha de aterramento de 10–100% do setpoint.
- Memória defeituosa.
- Tecla de teste e redefinição.

### Safe Torque Off com relé de segurança Pilz

Disponível para drives com gabinete tamanho F. Permite que o relé Pilz se encaixe no gabinete sem exigir um gabinete para opcionais. O relé é usado no opcional de monitoramento da temperatura externa. Se o monitoramento PTC for exigido, o VLT®PTC Thermistor Card MCB 112 deve ser comprado.

### Parada de emergência com relé de segurança Pilz

Inclui um botão de parada de emergência de 4 fios redundante montado na frente do gabinete e um relé Pilz que o monitora junto com um circuito de parada segura e posição do contator. Exige um contator e o gabinete para opcionais para drives com gabinete tamanho F.

### Circuito de frenagem (IGBTs)

Terminais do freio com um IGBT do circuito de frenagem permitem a conexão dos resistores de frenagem externos. Para obter dados detalhados sobre os resistores de frenagem, consulte o Guia de Design do VLT® Brake Resistor MCE 101, disponível em [drives.danfoss.com/downloads/portal/#/](http://drives.danfoss.com/downloads/portal/#/).

**Terminais Regen**

Permite a conexão das unidades regen ao barramento CC no lado do banco de capacitores dos reatores do barramento CC para frenagem regenerativa. Os terminais regen de tamanho F do gabinete são dimensionados para aproximadamente 50% do valor nominal da potência do drive. Consulte o fabricante para obter os limites de energia regen com base no tamanho e tensão específicos do drive.

**Terminais de Load Sharing**

Esses terminais se conectam ao barramento CC no lado do retificador do reator de barramento CC e permitem o compartilhamento da energia do barramento CC entre vários drives. Para drives com gabinete de tamanho F, os terminais de load sharing são dimensionados para aproximadamente 33% do valor nominal da potência do drive. Consulte o fabricante para obter os limites de load sharing com base no tamanho e tensão específicos do drive.

**Desconexão**

Uma maçaneta montada na porta permite a operação manual de uma chave de desconexão da energia para ativar e desativar a energia ao drive, aumentando a segurança durante reparos. A desconexão é bloqueada com as portas do painel elétrico para evitar que sejam abertas enquanto ainda houver energia aplicada.

**Disjuntores**

Um disjuntor pode ser desarmado remotamente, mas o reset deve ser feito manualmente. Disjuntores são bloqueados com as portas do painel elétrico para evitar que sejam abertos enquanto ainda houver energia aplicada. Quando um disjuntor for comprado como opcional, os fusíveis também serão incluídos para proteção de sobrecarga da corrente de ação rápida do conversor de frequência.

**Contatores**

Um interruptor do contator controlado eletricamente permite a ativação e a desativação remota da energia para o drive. Se o opcional de parada de emergência IEC for comprado, o relé Pilsz monitora o contato auxiliar no contator.

**Starters de motor manual**

Fornecer energia trifásica para ventiladores de arrefecimento elétrico que são frequentemente exigidos para motores maiores. A energia para os starters é fornecida pelo lado da carga de qualquer contator, disjuntor ou chave de desconexão. Se um opcional de filtro de RFI Classe 1 for comprado, o lado da entrada do RFI fornece energia para o starter. A energia passa por um fusível antes de cada starter do motor e é desligada quando a energia de alimentação para o drive está desligada. São permitidos até 2 partidas. Se um circuito protegido por um fusível de 30 A for comprado, só será permitida 1 partida. As partidas são integradas ao circuito de parada segura.

Os recursos incluem:

- Interruptor de operação (liga/desliga).
- Proteção de sobrecarga e curto circuito com função de teste.
- Função reset manual.

**30 A, terminais protegidos por fusível**

- Tensão de rede da alimentação de correspondência de potência trifásica para energizar equipamento auxiliar do cliente.
- Não está disponível se 2 starters de motor manual forem selecionados.
- Os terminais estão desligados quando a alimentação de entrada para o drive estiver desligada.
- A energia para os terminais é fornecida pelo lado da carga de qualquer contator, disjuntor ou chave de desconexão fornecidos. Se um opcional de filtro de RFI Classe 1 for comprado, o lado da entrada do RFI fornece energia para o starter.

**Terminais do motor comuns**

O opcional de terminal do motor comum oferece os barramentos e o hardware exigidos para conectar os terminais do motor dos inversores acompanhados a um terminal único (por fase) para acomodar a instalação do kit de entrada superior no lado do motor.

Este opcional também é recomendável para conectar a saída de um drive com o filtro de saída ou contator de saída. Os terminais do motor comum eliminam a necessidade de comprimento de cabo igual de cada inversor para o ponto comum do filtro de saída (ou motor).

**Alimentação de 24 V CC**

- 5 A, 120 W, 24 V CC.
- Protegido contra sobrecorrente, sobrecarga, curto-circuitos e superaquecimento de saída.
- Para alimentar dispositivos acessórios fornecidos por clientes como sensores, E/S PLC, contatores, sondas de temperatura, luzes indicadoras e/ou outros hardwares eletrônicos.
- O diagnóstico inclui um contato CC-ok seco, um LED CC-ok verde e um LED vermelho de sobrecarga.

**Monitoramento da temperatura externa**

Projetado para monitorar temperaturas de componente de sistema externo, como enrolamentos e/ou rolamentos de motor. Inclui 8 módulos de entrada universal, além de 2 módulos de entrada de termistor dedicados. Todos os 10 módulos são integrados no circuito de parada segura e podem ser monitorados por uma rede de fieldbus, que requer a compra de um acoplador de módulo/barramento separado). Um opcional de freio safe torque off deve ser adquirido ao selecionar monitoramento de temperatura externa.

Tipos de sinal:

- Entradas RTD (incluindo Pt100) – 3 ou 4 fios.
- Termopar.
- Corrente analógica ou tensão analógica.

Mais recursos:

- 1 saída universal – configurável para tensão analógica ou corrente analógica.
- 2 relés de saída (NA).
- Diagnósticos em display LC de duas linhas e LED.
- Fio do sensor interrompido, curto circuito e detecção de polaridade incorreta.
- Fio do sensor interrompido, curto circuito e detecção de polaridade incorreta.
- Software de setup de interface.
- Se 3 PTC forem exigidos, o opcional de VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 deve ser incluído.

Para obter os números de solicitação de pedido para opcionais integrados do gabinete, consulte *capítulo 13.1 Configurator do Drive*.

## 6.10 Kits de alta potência

Há disponíveis kits de alta potência, como resfriamento da parede traseira, aquecedor elétrico e blindagem de rede elétrica. Consulte *capítulo 13.2 Números da solicitação de pedido para opcionais/kits* para obter uma breve descrição e os números da solicitação de pedido para todos os kits disponíveis.

## 7 Especificações

### 7.1 Dados elétricos, 380–500 V

VLT® AutomationDrive FC 302	P315		P355		P400	
Sobrecarga normal/alta (Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s, sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s)	SA	NO	SA	NO	SA	NO
Potência no eixo típica a 400 V [kW]	315	355	355	400	400	450
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	450	500	500	600	550	600
Potência no eixo típica a 500 V [kW]	355	400	400	500	500	530
<b>Tamanho do gabinete</b>	<b>E1/E2</b>		<b>E1/E2</b>		<b>E1/E2</b>	
<b>Corrente de saída (trifásica)</b>						
Contínua (a 400 V) [A]	600	658	658	745	695	800
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	900	724	987	820	1043	880
Contínua (a 460/500 V) [A]	540	590	590	678	678	730
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 460/500 V) [A]	810	649	885	746	1017	803
Contínua kVA (a 400 V) [kVA]	416	456	456	516	482	554
Contínua kVA (a 460 V) [kVA]	430	470	470	540	540	582
Contínua kVA (a 500 V) [kVA]	468	511	511	587	587	632
<b>Corrente de entrada máxima</b>						
Contínua (a 400 V) [A]	578	634	634	718	670	771
Contínua (a 460/500 V) [A]	520	569	569	653	653	704
<b>Número e tamanho máximos de cabos por fase</b>						
Rede elétrica e motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)	
Freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)		2x185 (2x350 mcm)	
Divisão da carga [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)	
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>1)</sup>	900		900		900	
Perda de energia estimada a 400 V [W] <sup>2), 3)</sup>	6794	7532	7498	8677	7976	9473
Perda de energia estimada a 460 V [W] <sup>2), 3)</sup>	6118	6724	6672	7819	7814	8527
Eficiência <sup>3)</sup>	0,98		0,98		0,98	
Frequência de saída [Hz]	0–590		0–590		0–590	
Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

**Tabela 7.1 Dados elétricos para gabinetes E1/E2, alimentação de rede elétrica 3x380–500 V CA**

1) Para obter as características nominais de fusível, consulte capítulo 10.5 Fusíveis e disjuntores.

2) A perda de energia típica está em condições normais, e é esperado que esteja dentro de  $\pm 15\%$  (a tolerância está relacionada às diversas condições de tensão e cabo). Esses valores são baseados em uma eficiência de motor típica (linha divisória IE/IE3). Os motores com eficiência inferior contribuem para a perda de energia no drive. Aplica-se para dimensionamento do arrefecimento do drive. Se a frequência de chaveamento for maior do que a configuração padrão, as perdas de energia podem aumentar. Incluindo LCP e consumos de energia do cartão de controle típicos. Para dados de perda de energia de acordo com EN 50598-2, consulte o [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Opcionais e carga do cliente podem contabilizar até 30 W em perdas, embora normalmente um cartão de controle totalmente carregado e opcionais para os slots A e B cada só contabilizem 4 W.

3) Medido usando 5 m (16,5 pés) de cabos de motor blindados com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 10.12 Eficiência. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® AutomationDrive FC 302	P450		P500		P560		P630	
Sobrecarga normal/alta (Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s, sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s)	SA	NO	SA	NO	SA	NO	SA	NO
Potência no eixo típica a 400 V [kW]	450	500	500	560	560	630	630	710
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	600	650	650	750	750	900	1000	1000
Potência no eixo típica a 500 V [kW]	530	560	560	630	630	710	800	800
Tamanho do gabinete	F1/F3		F1/F3		F1/F3		F1/F3	
<b>Corrente de saída (trifásica)</b>								
Contínua (a 400 V) [A]	800	880	880	990	990	1120	1120	1260
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	1200	968	1320	1089	1485	1680	1386	1890
Contínua (a 460/500 V) [A]	730	780	780	890	890	1050	1050	1160
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 460/500 V) [A]	1095	858	1170	979	1335	1155	1575	1276
Contínua kVA (a 400 V) [kVA]	554	610	610	686	686	776	776	873
Contínua kVA (a 460 V) [kVA]	582	621	621	709	709	837	837	924
Contínua kVA (a 500 V) [kVA]	632	675	675	771	771	909	909	1005
<b>Corrente de entrada máxima</b>								
Contínua (a 400 V) [A]	771	848	848	954	954	1079	1079	1214
Contínua (a 460/500 V) [A]	704	752	752	858	858	1012	1012	1118
<b>Número e tamanho máximos de cabos por fase</b>								
- Motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	8x150 (8x300 mcm)							
- Rede elétrica [mm <sup>2</sup> (AWG)] (F1)	8x240 (8x500 mcm)							
- Rede elétrica [mm <sup>2</sup> (AWG)] (F3)	8x456 (8x900 mcm)							
- Divisão da carga [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4x120 (4x250 mcm)							
- Freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)							
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>1)</sup>	1600		1600		2000		2000	
Perda de energia estimada a 400 V [W] <sup>2), 3)</sup>	9031	10162	10146	11822	10649	12512	12490	14674
Perda de energia estimada a 460 V [W] <sup>2), 3)</sup>	8212	8876	8860	10424	9414	11595	11581	13213
Perdas máximas adicionadas do RFI A1, disjuntor ou da desconexão, e do contator [W], (somente F3)	893	963	951	1054	978	1093	1092	1230
Perdas de opcionais do painel máximas [W]	400	400	400	400	400	400	400	400
Eficiência <sup>3)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98	
Frequência de saída [Hz]	0–590		0–590		0–590		0–590	
Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)		85 (185)	

**Tabela 7.2 Dados elétricos para gabinetes F1/F3, alimentação de rede elétrica 3x380–500 V CA**

1) Para obter as características nominais de fusível, consulte capítulo 10.5 Fusíveis e disjuntores.

2) A perda de energia típica está em condições normais, e é esperado que esteja dentro de ±15% (a tolerância está relacionada às diversas condições de tensão e cabo). Esses valores são baseados em uma eficiência de motor típica (linha divisória IE/IE3). Os motores com eficiência inferior contribuem para a perda de energia no drive. Aplica-se para dimensionamento do arrefecimento do drive. Se a frequência de chaveamento for maior do que a configuração padrão, as perdas de energia podem aumentar. Incluindo LCP e consumos de energia do cartão de controle típicos. Para dados de perda de energia de acordo com EN 50598-2, consulte o [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](https://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Opcionais e carga do cliente podem contabilizar até 30 W em perdas, embora normalmente um cartão de controle totalmente carregado e opcionais para os slots A e B cada só contabilizem 4 W.

3) Medido usando 5 m (16,5 pés) de cabos de motor blindados com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 10.12 Eficiência. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](https://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® AutomationDrive FC 302	P710		P800	
	SA	NO	SA	NO
<b>Sobrecarga normal/alta</b> (Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s, sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s)				
Potência no eixo típica a 400 V [kW]	710	800	800	1000
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	1000	1200	1200	1350
Potência no eixo típica a 500 V [kW]	800	1000	1000	1100
<b>Tamanho do gabinete</b>	F2/F4		F2/F4	
<b>Corrente de saída (trifásica)</b>				
Contínua (a 400 V) [A]	1260	1460	1460	1720
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	1890	1606	2190	1892
Contínua (a 460/500 V) [A]	1160	1380	1380	1530
Intermitente (sobrecarga de 60 s)(a 460/500 V) [A]	1740	1518	2070	1683
Contínua kVA (a 400 V) [kVA]	873	1012	1012	1192
Contínua kVA (a 460 V) [kVA]	924	1100	1100	1219
Contínua kVA (a 500 V) [kVA]	1005	1195	1195	1325
<b>Corrente de entrada máxima</b>				
Contínua (a 400 V) [A]	1214	1407	1407	1658
Contínua (a 460/500 V) [A]	1118	1330	1330	1474
<b>Número e tamanho máximos dos cabos por fase</b>				
- Motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	12x150 (12x300 mcm)		12x150 (12x300 mcm)	
- Rede elétrica [mm <sup>2</sup> (AWG)] (F2)	8x240 (8x500 mcm)		8x240 (8x500 mcm)	
- Rede elétrica [mm <sup>2</sup> (AWG)] (F4)	8x456 (8x900 mcm)		8x456 (8x900 mcm)	
- Divisão da carga [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4x120 (4x250 mcm)		4x120 (4x250 mcm)	
- Freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]	6x185 (6x350 mcm)		6x185 (6x350 mcm)	
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>1)</sup>	2500		2500	
Perda de energia estimada a 400 V [W] <sup>2), 3)</sup>	14244	17293	15466	19278
Perda de energia estimada a 460 V [W] <sup>2), 3)</sup>	13005	16229	14556	16624
Perdas máximas adicionadas do RFI A1, disjuntor ou da desconexão e do contator [W], (somente F4)	2067	2280	2236	2541
Perdas de opcionais do painel máximas [W]	400	400	400	400
Eficiência <sup>3)</sup>	0,98		0,98	
Frequência de saída [Hz]	0–590		0–590	
Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	

**Tabela 7.3 Dados elétricos para gabinetes F2/F4, alimentação de rede elétrica 3x380–500 V CA**

1) Para obter as características nominais de fusível, consulte capítulo 10.5 Fusíveis e disjuntores.

2) A perda de energia típica está em condições normais, e é esperado que esteja dentro de ±15% (a tolerância está relacionada às diversas condições de tensão e cabo). Esses valores são baseados em uma eficiência de motor típica (linha divisória IE/IE3). Os motores com eficiência inferior contribuem para a perda de energia no drive. Aplica-se para dimensionamento do arrefecimento do drive. Se a frequência de chaveamento for maior do que a configuração padrão, as perdas de energia podem aumentar. Incluindo LCP e consumos de energia do cartão de controle típicos. Para dados de perda de energia de acordo com EN 50598-2, consulte o [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Opcionais e carga do cliente podem contabilizar até 30 W em perdas, embora normalmente um cartão de controle totalmente carregado e opcionais para os slots A e B cada só contabilizem 4 W.

3) Medido usando 5 m (16,5 pés) de cabos de motor blindados com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 10.12 Eficiência. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® AutomationDrive FC 302	P250		P315		P355		P400	
Sobrecarga normal/alta (Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s, sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s)	SA	NO	SA	NO	SA	NO	SA	NO
Potência no eixo típica a 400 V [kW]	250	315	315	355	355	400	400	450
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	350	450	450	500	500	600	550	600
Potência no eixo típica a 500 V [kW]	315	355	355	400	400	500	500	530
Tamanho do gabinete	F8/F9		F8/F9		F8/F9		F8/F9	
<b>Corrente de saída (trifásica)</b>								
Contínua (a 400 V) [A]	480	600	600	658	658	745	695	800
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	720	660	900	724	987	820	1043	880
Contínua (a 460/500 V) [A]	443	540	540	590	590	678	678	730
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 460/500 V) [A]	665	594	810	649	885	746	1017	803
Contínua kVA (a 400 V) [kVA]	333	416	416	456	456	516	482	554
Contínua kVA (a 460 V) [kVA]	353	430	430	470	470	540	540	582
Contínua kVA (a 500 V) [kVA]	384	468	468	511	511	587	587	632
<b>Corrente de entrada máxima</b>								
Contínua (a 400 V) [A]	463	578	578	634	634	718	670	771
Contínua (a 460/500 V) [A]	427	520	520	569	569	653	653	704
<b>Número e tamanho máximos de cabos por fase</b>								
- Motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)							
- Rede elétrica [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4x90 (4x3/0 mcm)		4x90 (4x3/0 mcm)		4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)	
- Freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)							
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>1)</sup>	700		700		700		700	
Perda de energia estimada a 400 V [W] <sup>2), 3)</sup>	5164	6790	6960	7701	7691	8879	8178	9670
Perda de energia estimada a 460 V [W] <sup>2), 3)</sup>	4822	6082	6345	6953	6944	8089	8085	8803
Eficiência <sup>3)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98	
Frequência de saída [Hz]	0-590		0-590		0-590		0-590	
Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)		85 (185)	

7

Tabela 7.4 Dados elétricos para gabinetes F8/F9, alimentação de rede elétrica 6x380-500 V CA

- 1) Para obter as características nominais de fusível, consulte capítulo 10.5 Fusíveis e disjuntores.
- 2) A perda de energia típica está em condições normais, e é esperado que esteja dentro de ±15% (a tolerância está relacionada às diversas condições de tensão e cabo). Esses valores são baseados em uma eficiência de motor típica (linha divisória IE/IE3). Os motores com eficiência inferior contribuem para a perda de energia no drive. Aplica-se para dimensionamento do arrefecimento do drive. Se a frequência de chaveamento for maior do que a configuração padrão, as perdas de energia podem aumentar. Incluindo LCP e consumos de energia do cartão de controle típicos. Para dados de perda de energia de acordo com EN 50598-2, consulte o [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Opcionais e carga do cliente podem contabilizar até 30 W em perdas, embora normalmente um cartão de controle totalmente carregado e opcionais para os slots A e B cada só contabilizem 4 W.
- 3) Medido usando 5 m (16,5 pés) de cabos de motor blindados com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 10.12 Eficiência. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® AutomationDrive FC 302	P450		P500		P560		P630	
Sobrecarga normal/alta (Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s, sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s)	SA	NO	SA	NO	SA	NO	SA	NO
Potência no eixo típica a 400 V [kW]	450	500	500	560	560	630	630	710
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	600	650	650	750	750	900	900	1000
Potência no eixo típica a 500 V [kW]	530	560	560	630	630	710	710	800
Tamanho do gabinete	F10/F11		F10/F11		F10/F11		F10/F11	
<b>Corrente de saída (trifásica)</b>								
Contínua (a 400 V) [A]	800	880	880	990	990	1120	1120	1260
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	1200	968	1320	1089	1485	1232	1680	1386
Contínua (a 460/500 V) [A]	730	780	780	890	890	1050	1050	1160
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 460/500 V) [A]	1095	858	1170	979	1335	1155	1575	1276
Contínua kVA (a 400 V) [kVA]	554	610	610	686	686	776	776	873
Contínua kVA (a 460 V) [kVA]	582	621	621	709	709	837	837	924
Contínua kVA (a 500 V) [kVA]	632	675	675	771	771	909	909	1005
<b>Corrente de entrada máxima</b>								
Contínua (a 400 V) [A]	771	848	848	954	954	1079	1079	1214
Contínua (a 460/500 V) [A]	704	752	752	858	858	1012	1012	1118
<b>Número e tamanho máximos de cabos por fase</b>								
- Motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	8x150 (8x300 mcm)							
- Rede elétrica [mm <sup>2</sup> (AWG)]	6x120 (6x250 mcm)							
- Freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)							
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>1)</sup>	900		900		900		1500	
Perda de energia estimada a 400 V [W] <sup>2), 3)</sup>	9492	10647	10631	12338	11263	13201	13172	15436
Perda de energia estimada a 460 V [W] <sup>2), 3)</sup>	8730	9414	9398	11006	10063	12353	12332	14041
Perdas máximas adicionadas do RFI A1, disjuntor ou da desconexão e do contator [W], (somente F11)	893	963	951	1054	978	1093	1092	1230
Perdas de opcionais do painel máximas [W]	400	400	400	400	400	400	400	400
Eficiência <sup>3)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98	
Frequência de saída [Hz]	0–590		0–590		0–590		0–590	
Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)		85 (185)	

**Tabela 7.5 Dados elétricos para gabinetes F10/F11, alimentação de rede elétrica 6x380–500 V CA**

1) Para obter as características nominais de fusível, consulte capítulo 10.5 Fusíveis e disjuntores.

2) A perda de energia típica está em condições normais, e é esperado que esteja dentro de  $\pm 15\%$  (a tolerância está relacionada às diversas condições de tensão e cabo). Esses valores são baseados em uma eficiência de motor típica (linha divisória IE/IE3). Os motores com eficiência inferior contribuem para a perda de energia no drive. Aplica-se para dimensionamento do arrefecimento do drive. Se a frequência de chaveamento for maior do que a configuração padrão, as perdas de energia podem aumentar. Incluindo LCP e consumos de energia do cartão de controle típicos. Para dados de perda de energia de acordo com EN 50598-2, consulte o [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Opcionais e carga do cliente podem contabilizar até 30 W em perdas, embora normalmente um cartão de controle totalmente carregado e opcionais para os slots A e B cada só contabilizem 4 W.

3) Medido usando 5 m (16,5 pés) de cabos de motor blindados com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 10.12 Eficiência. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® AutomationDrive FC 302	P710		P800	
	SA	NO	SA	NO
<b>Sobrecarga normal/alta</b> (Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s, sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s)				
Potência no eixo típica a 400 V [kW]	710	800	800	1000
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	1000	1200	1200	1350
Potência no eixo típica a 500 V [kW]	800	1000	1000	1100
<b>Tamanho do gabinete</b>	F12/F13		F12/F13	
<b>Corrente de saída (trifásica)</b>				
Contínua (a 400 V) [A]	1260	1460	1460	1720
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	1890	1606	2190	1892
Contínua (a 460/500 V) [A]	1160	1380	1380	1530
Intermitente (sobrecarga de 60 s)(a 460/500 V) [A]	1740	1518	2070	1683
Contínua kVA (a 400 V) [kVA]	873	1012	1012	1192
Contínua kVA (a 460 V) [kVA]	924	1100	1100	1219
Contínua kVA (a 500 V) [kVA]	1005	1195	1195	1325
<b>Corrente de entrada máxima</b>				
Contínua (a 400 V) [A]	1214	1407	1407	1658
Contínua (a 460/500 V) [A]	1118	1330	1330	1474
<b>Número e tamanho máximos dos cabos por fase</b>				
- Motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	12x150 (12x300 mcm)		12x150 (12x300 mcm)	
- Rede elétrica [mm <sup>2</sup> (AWG)]	6x120 (6x250 mcm)		6x120 (6x250 mcm)	
- Freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]	6x185 (6x350 mcm)		6x185 (6x350 mcm)	
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>1)</sup>	1500		1500	
Perda de energia estimada a 400 V [W] <sup>2), 3)</sup>	14967	18084	16392	20358
Perda de energia estimada a 460 V [W] <sup>2), 3)</sup>	13819	17137	15577	17752
Perdas máximas adicionadas do RFI A1, disjuntor ou da desconexão e do contator [W], (somente F13)	2067	2280	2236	2541
Perdas de opcionais do painel máximas [W]	400	400	400	400
Eficiência <sup>3)</sup>	0,98		0,98	
Frequência de saída [Hz]	0-590		0-590	
Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	

**7**
**Tabela 7.6 Dados elétricos para gabinetes F12/F13, alimentação de rede elétrica 6x380-500 V CA**

1) Para obter as características nominais de fusível, consulte capítulo 10.5 Fusíveis e disjuntores.

2) A perda de energia típica está em condições normais, e é esperado que esteja dentro de ±15% (a tolerância está relacionada às diversas condições de tensão e cabo). Esses valores são baseados em uma eficiência de motor típica (linha divisória IE/IE3). Os motores com eficiência inferior contribuem para a perda de energia no drive. Aplica-se para dimensionamento do arrefecimento do drive. Se a frequência de chaveamento for maior do que a configuração padrão, as perdas de energia podem aumentar. Incluindo LCP e consumos de energia do cartão de controle típicos. Para dados de perda de energia de acordo com EN 50598-2, consulte o [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Opcionais e carga do cliente podem contabilizar até 30 W em perdas, embora normalmente um cartão de controle totalmente carregado e opcionais para os slots A e B cada só contabilizem 4 W.

3) Medido usando 5 m (16,5 pés) de cabos de motor blindados com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 10.12 Eficiência. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

**7.2 Dados elétricos, 525–690 V**

VLT® AutomationDrive FC 302	P355		P400		P500		P560	
Sobrecarga normal/alta (Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s, sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s)	SA	NO	SA	NO	SA	NO	SA	NO
Potência no eixo típica a 550 V [kW]	315	355	315	400	400	450	450	500
Potência no eixo típica a 575 V [hp]	400	450	400	500	500	600	600	650
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	355	450	400	500	500	560	560	630
<b>Tamanho do gabinete</b>	<b>E1/E2</b>		<b>E1/E2</b>		<b>E1/E2</b>		<b>E1/E2</b>	
<b>Corrente de saída (trifásica)</b>								
Contínua (a 550 V) [A]	395	470	429	523	523	596	596	630
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 550 V) [A]	593	517	644	575	785	656	894	693
Contínua (a 575/690 V) [A]	380	450	410	500	500	570	570	630
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	570	495	615	550	750	627	855	693
Contínua kVA (a 550 V) [kVA]	376	448	409	498	498	568	568	600
Contínua kVA (a 575 V) [kVA]	378	448	408	498	498	568	568	627
Contínua kVA (a 690 V) [kVA]	454	538	490	598	598	681	681	753
<b>Corrente de entrada máxima</b>								
Contínua (a 550 V) [A]	381	453	413	504	504	574	574	607
Contínua (a 575 V) [A]	366	434	395	482	482	549	549	607
Contínua (a 690 V)	366	434	395	482	482	549	549	607
<b>Número e tamanho máximos de cabos por fase</b>								
- Rede elétrica, motor e divisão da carga [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)							
- Freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)							
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>1)</sup>	700		700		900		900	
Perda de energia estimada a 600 V [W] <sup>2), 3)</sup>	4424	5323	4795	6010	6493	7395	7383	8209
Perda de energia estimada a 690 V [W] <sup>2), 3)</sup>	4589	5529	4970	6239	6707	7653	7633	8495
Eficiência <sup>3)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98	
Frequência de saída [Hz]	0–500		0–500		0–500		0–500	
Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)		85 (185)	

**Tabela 7.7 Dados elétricos para gabinetes E1/E2, alimentação de rede elétrica 3x525–690 V CA**

1) Para obter as características nominais de fusível, consulte capítulo 10.5 Fusíveis e disjuntores.

2) A perda de energia típica está em condições normais, e é esperado que esteja dentro de  $\pm 15\%$  (a tolerância está relacionada às diversas condições de tensão e cabo). Esses valores são baseados em uma eficiência de motor típica (linha divisória IE/IE3). Os motores com eficiência inferior contribuem para a perda de energia no drive. Aplica-se para dimensionamento do arrefecimento do drive. Se a frequência de chaveamento for maior do que a configuração padrão, as perdas de energia podem aumentar. Incluindo LCP e consumos de energia do cartão de controle típicos. Para dados de perda de energia de acordo com EN 50598-2, consulte o [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Opcionais e carga do cliente podem contabilizar até 30 W em perdas, embora normalmente um cartão de controle totalmente carregado e opcionais para os slots A e B cada só contabilizem 4 W.

3) Medido usando 5 m (16,5 pés) de cabos de motor blindados com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 10.12 Eficiência. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® AutomationDrive FC 302	P630		P710		P800	
Sobrecarga normal/alta (Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s, sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s)	SA	NO	SA	NO	SA	NO
Potência no eixo típica a 550 V [kW]	500	560	560	670	670	750
Potência no eixo típica a 575 V [hp]	650	750	750	950	950	1050
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	630	710	710	800	800	900
<b>Tamanho do gabinete</b>	F1/F3		F1/F3		F1/F3	
<b>Corrente de saída (trifásica)</b>						
Contínua (a 550 V) [A]	659	763	763	889	889	988
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 550 V) [A]	989	839	1145	978	1334	1087
Contínua (a 575/690 V) [A]	630	730	730	850	850	945
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	945	803	1095	935	1275	1040
Contínua kVA (a 550 V) [kVA]	628	727	727	847	847	941
Contínua kVA (a 575 V) [kVA]	627	727	727	847	847	941
Contínua kVA (a 690 V) [kVA]	753	872	872	1016	1016	1129
<b>Corrente de entrada máxima</b>						
Contínua (a 550 V) [A]	635	735	735	857	857	952
Contínua (a 575 V) [A]	607	704	704	819	819	911
Contínua (a 690 V) [A]	607	704	704	819	819	911
<b>Número e tamanho máximos de cabos por fase</b>						
- Motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	8x150 (8x300 mcm)		8x150 (8x300 mcm)		8x150 (8x300 mcm)	
- Rede elétrica [mm <sup>2</sup> (AWG)] (F1)	8x240 (8x500 mcm)		8x240 (8x500 mcm)		8x240 (8x500 mcm)	
- Rede elétrica [mm <sup>2</sup> (AWG)] (F3)	8x456 (4x900 mcm)		8x456 (4x900 mcm)		8x456 (4x900 mcm)	
- Divisão da carga [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4x120 (4x250 mcm)		4x120 (4x250 mcm)		4x120 (4x250 mcm)	
- Freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)		4x185 (4x350 mcm)		4x185 (4x350 mcm)	
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>1)2)</sup>	1600		1600		1600	
Perda de energia estimada a 600 V [W] <sup>2), 3)</sup>	8075	9500	9165	10872	10860	12316
Perda de energia estimada a 690 V [W] <sup>2), 3)</sup>	8388	9863	9537	11304	11291	12798
Perdas máximas adicionadas para o disjuntor ou desconexão e o contator [W], (somente F3)	342	427	419	532	519	615
Perdas de opcionais do painel máximas [W]	400	400	400	400	400	400
Eficiência <sup>3)</sup>	0,98		0,98		0,98	
Frequência de saída [Hz]	0-500		0-500		0-500	
Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

**7**
**Tabela 7.8 Dados elétricos para gabinetes F1/F3, alimentação de rede elétrica 3x525-690 V CA**

- 1) Para obter as características nominais de fusível, consulte capítulo 10.5 Fusíveis e disjuntores.
- 2) A perda de energia típica está em condições normais, e é esperado que esteja dentro de ±15% (a tolerância está relacionada às diversas condições de tensão e cabo). Esses valores são baseados em uma eficiência de motor típica (linha divisória IE/IE3). Os motores com eficiência inferior contribuem para a perda de energia no drive. Aplica-se para dimensionamento do arrefecimento do drive. Se a frequência de chaveamento for maior do que a configuração padrão, as perdas de energia podem aumentar. Incluindo LCP e consumos de energia do cartão de controle típicos. Para dados de perda de energia de acordo com EN 50598-2, consulte o [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Opcionais e carga do cliente podem contabilizar até 30 W em perdas, embora normalmente um cartão de controle totalmente carregado e opcionais para os slots A e B cada só contabilizem 4 W.
- 3) Medido usando 5 m (16,5 pés) de cabos de motor blindados com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 10.12 Eficiência. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® AutomationDrive FC 302	P900		P1M0		P1M2	
Sobrecarga normal/alta (Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s, sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s)	SA	NO	SA	NO	SA	NO
Potência no eixo típica a 550 V [kW]	750	850	850	1000	1000	1100
Potência no eixo típica a 575 V [hp]	1050	1150	1150	1350	1350	1550
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	900	1000	1000	1200	1200	1400
<b>Tamanho do gabinete</b>	<b>F2/F4</b>		<b>F2/F4</b>		<b>F2/F4</b>	
<b>Corrente de saída (trifásica)</b>						
Contínua (a 550 V) [A]	988	1108	1108	1317	1317	1479
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 550 V) [A]	1482	1219	1662	1449	1976	1627
Contínua (a 575/690 V) [A]	945	1060	1060	1260	1260	1415
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	1418	1166	1590	1386	1890	1557
Contínua kVA (a 550 V) [kVA]	941	1056	1056	1255	1255	1409
Contínua kVA (a 575 V) [kVA]	941	1056	1056	1255	1255	1409
Contínua kVA (a 690 V) [kVA]	1129	1267	1267	1506	1506	1691
<b>Corrente de entrada máxima</b>						
Contínua (a 550 V) [A]	952	1068	1068	1269	1269	1425
Contínua (a 575 V) [A]	911	1022	1022	1214	1214	1364
Contínua (a 690 V) [A]	911	1022	1022	1214	1214	1364
<b>Número e tamanho máximos de cabos por fase</b>						
- Motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	12x150 (12x300 mcm)		12x150 (12x300 mcm)		12x150 (12x300 mcm)	
- Rede elétrica [mm <sup>2</sup> (AWG)] (F2)	8x240 (8x500 mcm)		8x240 (8x500 mcm)		8x240 (8x500 mcm)	
- Rede elétrica [mm <sup>2</sup> (AWG)] (F4)	8x456 (8x900 mcm)		8x456 (8x900 mcm)		8x456 (8x900 mcm)	
- Divisão da carga [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4x120 (4x250 mcm)		4x120 (4x250 mcm)		4x120 (4x250 mcm)	
- Freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]	6x185 (6x350 mcm)		6x185 (6x350 mcm)		6x185 (6x350 mcm)	
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>1)</sup>	1600		2000		2500	
Perda de energia estimada a 600 V [W] <sup>2), 3)</sup>	12062	13731	13269	16190	16089	18536
Perda de energia estimada a 690 V [W] <sup>2), 3)</sup>	12524	14250	13801	16821	16719	19247
Perdas máximas adicionadas para o disjuntor ou desconexão e contator [W], (somente F4)	556	665	634	863	861	1044
Perdas de opcionais do painel máximas [W]	400	400	400	400	400	400
Eficiência <sup>3)</sup>	0,98		0,98		0,98	
Frequência de saída [Hz]	0–500		0–500		0–500	
Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

**Tabela 7.9 Dados elétricos para gabinetes F2/F4, alimentação de rede elétrica 3x525–690 V CA**

1) Para obter as características nominais de fusível, consulte capítulo 10.5 Fusíveis e disjuntores.

2) A perda de energia típica está em condições normais, e é esperado que esteja dentro de  $\pm 15\%$  (a tolerância está relacionada às diversas condições de tensão e cabo). Esses valores são baseados em uma eficiência de motor típica (linha divisória IE/IE3). Os motores com eficiência inferior contribuem para a perda de energia no drive. Aplica-se para dimensionamento do arrefecimento do drive. Se a frequência de chaveamento for maior do que a configuração padrão, as perdas de energia podem aumentar. Incluindo LCP e consumos de energia do cartão de controle típicos. Para dados de perda de energia de acordo com EN 50598-2, consulte o [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Opcionais e carga do cliente podem contabilizar até 30 W em perdas, embora normalmente um cartão de controle totalmente carregado e opcionais para os slots A e B cada só contabilizem 4 W.

3) Medido usando 5 m (16,5 pés) de cabos de motor blindados com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 10.12 Eficiência. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® AutomationDrive FC 302	P355		P400		P500		P560	
Sobrecarga normal/alta (Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s, sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s)	SA	NO	SA	NO	SA	NO	SA	NO
Potência no eixo típica a 550 V [kW]	315	355	315	400	400	450	450	500
Potência no eixo típica a 575 V [hp]	400	450	400	500	500	600	600	650
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	355	450	400	500	500	560	560	630
Tamanho do gabinete	F8/F9		F8/F9		F8/F9		F8/F9	
<b>Corrente de saída (trifásica)</b>								
Contínua (a 550 V) [A]	395	470	429	523	523	596	596	630
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 550 V) [A]	593	517	644	575	785	656	894	693
Contínua (a 575/690 V) [A]	380	450	410	500	500	570	570	630
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	570	495	615	550	750	627	855	693
Contínua kVA (a 550 V) [kVA]	376	448	409	498	498	568	568	600
Contínua kVA (a 575 V) [kVA]	378	448	408	498	498	568	568	627
Contínua kVA (a 690 V) [kVA]	454	538	490	598	598	681	681	753
<b>Corrente de entrada máxima</b>								
Contínua (a 550 V) [A]	381	453	413	504	504	574	574	607
Contínua (a 575 V) [A]	366	434	395	482	482	549	549	607
Contínua (a 690 V)	366	434	395	482	482	549	549	607
<b>Número e tamanho máximos de cabos por fase</b>								
- Motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)							
- Rede elétrica [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4x85 (4x3/0 mcm)							
- Freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)							
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>1)</sup>	630		630		630		630	
Perda de energia estimada a 600 V [W] <sup>2), 3)</sup>	4424	5323	4795	6010	6493	7395	7383	8209
Perda de energia estimada a 690 V [W] <sup>2), 3)</sup>	4589	5529	4970	6239	6707	7653	7633	8495
Eficiência <sup>3)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98	
Frequência de saída [Hz]	0-500		0-500		0-500		0-500	
Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)		85 (185)	

**7**
**Tabela 7.10 Dados elétricos para gabinetes F8/F9, alimentação de rede elétrica 6x525-690 V CA**

1) Para obter as características nominais de fusível, consulte capítulo 10.5 Fusíveis e disjuntores.

2) A perda de energia típica está em condições normais, e é esperado que esteja dentro de ±15% (a tolerância está relacionada às diversas condições de tensão e cabo). Esses valores são baseados em uma eficiência de motor típica (linha divisória IE/IE3). Os motores com eficiência inferior contribuem para a perda de energia no drive. Aplica-se para dimensionamento do arrefecimento do drive. Se a frequência de chaveamento for maior do que a configuração padrão, as perdas de energia podem aumentar. Incluindo LCP e consumos de energia do cartão de controle típicos. Para dados de perda de energia de acordo com EN 50598-2, consulte o [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Opcionais e carga do cliente podem contabilizar até 30 W em perdas, embora normalmente um cartão de controle totalmente carregado e opcionais para os slots A e B cada só contabilizem 4 W.

3) Medido usando 5 m (16,5 pés) de cabos de motor blindados com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 10.12 Eficiência. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® AutomationDrive FC 302	P630		P710		P800	
Sobrecarga normal/alta (Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s, sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s)	SA	NO	SA	NO	SA	NO
Potência no eixo típica a 550 V [kW]	500	560	560	670	670	750
Potência no eixo típica a 575 V [hp]	650	750	750	950	950	1050
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	630	710	710	800	800	900
<b>Tamanho do gabinete</b>	<b>F10/F11</b>		<b>F10/F11</b>		<b>F10/F11</b>	
<b>Corrente de saída (trifásica)</b>						
Contínua (a 550 V) [A]	659	763	763	889	889	988
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 550 V) [A]	989	839	1145	978	1334	1087
Contínua (a 575/690 V) [A]	630	730	730	850	850	945
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	945	803	1095	935	1275	1040
Contínua kVA (a 550 V) [kVA]	628	727	727	847	847	941
Contínua kVA (a 575 V) [kVA]	627	727	727	847	847	941
Contínua kVA (a 690 V) [kVA]	753	872	872	1016	1016	1129
<b>Corrente de entrada máxima</b>						
Contínua (a 550 V) [A]	635	735	735	857	857	952
Contínua (a 575 V) [A]	607	704	704	819	819	911
Contínua (a 690 V) [A]	607	704	704	819	819	911
<b>Número e tamanho máximos de cabos por fase</b>						
- Motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	8x150 (8x300 mcm)		8x150 (8x300 mcm)		8x150 (8x300 mcm)	
- Rede elétrica [mm <sup>2</sup> (AWG)]	6x120 (4x900 mcm)		6x120 (4x900 mcm)		6x120 (4x900 mcm)	
- Freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)		4x185 (4x350 mcm)		4x185 (4x350 mcm)	
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>1)</sup>	900		900		900	
Perda de energia estimada a 600 V [W] <sup>2), 3)</sup>	8075	9500	9165	10872	10860	12316
Perda de energia estimada a 690 V [W] <sup>2), 3)</sup>	8388	9863	9537	11304	11291	12798
Perdas máximas adicionadas para o disjuntor ou desconexão e contator [W], (somente F11)	342	427	419	532	519	615
Perdas de opcionais do painel máximas [W]	400	400	400	400	400	400
Eficiência <sup>3)</sup>	0,98		0,98		0,98	
Frequência de saída [Hz]	0–500		0–500		0–500	
Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

**Tabela 7.11 Dados elétricos para gabinetes F10/F11, alimentação de rede elétrica 6x525–690 V CA**

1) Para obter as características nominais de fusível, consulte capítulo 10.5 Fusíveis e disjuntores.

2) A perda de energia típica está em condições normais, e é esperado que esteja dentro de  $\pm 15\%$  (a tolerância está relacionada às diversas condições de tensão e cabo). Esses valores são baseados em uma eficiência de motor típica (linha divisória IE/IE3). Os motores com eficiência inferior contribuem para a perda de energia no drive. Aplica-se para dimensionamento do arrefecimento do drive. Se a frequência de chaveamento for maior do que a configuração padrão, as perdas de energia podem aumentar. Incluindo LCP e consumos de energia do cartão de controle típicos. Para dados de perda de energia de acordo com EN 50598-2, consulte o [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Opcionais e carga do cliente podem contabilizar até 30 W em perdas, embora normalmente um cartão de controle totalmente carregado e opcionais para os slots A e B cada só contabilizem 4 W.

3) Medido usando 5 m (16,5 pés) de cabos de motor blindados com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 10.12 Eficiência. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

<b>VLT® AutomationDrive FC 302</b>	<b>P900</b>		<b>P1M0</b>		<b>P1M2</b>	
<b>Sobrecarga normal/alta</b> (Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s, sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s)	<b>SA</b>	<b>NO</b>	<b>SA</b>	<b>NO</b>	<b>SA</b>	<b>NO</b>
Potência no eixo típica a 550 V [kW]	750	850	850	1000	1000	1100
Potência no eixo típica a 575 V [hp]	1050	1150	1150	1350	1350	1550
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	900	1000	1000	1200	1200	1400
<b>Tamanho do gabinete</b>	<b>F12/F13</b>		<b>F12/F13</b>		<b>F12/F13</b>	
<b>Corrente de saída (trifásica)</b>						
Contínua (a 550 V) [A]	988	1108	1108	1317	1317	1479
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 550 V) [A]	1482	1219	1219	1449	1976	1627
Contínua (a 575/690 V) [A]	945	1060	1060	1260	1260	1415
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	1418	1166	1590	1386	1890	1557
Contínua kVA (a 550 V) [kVA]	941	1056	1056	1255	1255	1409
Contínua kVA (a 575 V) [kVA]	941	1056	1056	1255	1255	1409
Contínua kVA (a 690 V) [kVA]	1129	1267	1267	1506	1506	1691
<b>Corrente de entrada máxima</b>						
Contínua (a 550 V) [A]	952	1068	1068	1269	1269	1425
Contínua (a 575 V) [A]	911	1022	1022	1214	1214	1364
Contínua (a 690 V) [A]	911	1022	1022	1214	1214	1364
<b>Número e tamanho máximos de cabos por fase</b>						
- Motor [mm <sup>2</sup> (AWG)]	12x150 (12x300 mcm)		12x150 (12x300 mcm)		12x150 (12x300 mcm)	
- Rede elétrica [mm <sup>2</sup> (AWG)] (F12)	8x240 (8x500 mcm)		8x240 (8x500 mcm)		8x240 (8x500 mcm)	
- Rede elétrica [mm <sup>2</sup> (AWG)] (F13)	8x456 (8x900 mcm)		8x456 (8x900 mcm)		8x456 (8x900 mcm)	
- Freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]	6x185 (6x350 mcm)		6x185 (6x350 mcm)		6x185 (6x350 mcm)	
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>1)</sup>	1600		2000		2500	
Perda de energia estimada a 600 V [W] <sup>2), 3)</sup>	12062	13731	13269	16190	16089	18536
Perda de energia estimada a 690 V [W] <sup>2), 3)</sup>	12524	14250	13801	16821	16719	19247
Perdas máximas adicionadas para o disjuntor ou desconexão e contator [W], (somente F13)	556	665	634	863	861	1044
Perdas de opcionais do painel máximas [W]	400	400	400	400	400	400
Eficiência <sup>3)</sup>	0,98		0,98		0,98	
Frequência de saída [Hz]	0-500		0-500		0-500	
Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

**7**
**Tabela 7.12 Dados elétricos para gabinetes F12/F13, alimentação de rede elétrica 6x525-690 V CA**

- 1) Para obter as características nominais de fusível, consulte capítulo 10.5 Fusíveis e disjuntores.
- 2) A perda de energia típica está em condições normais, e é esperado que esteja dentro de ±15% (a tolerância está relacionada às diversas condições de tensão e cabo). Esses valores são baseados em uma eficiência de motor típica (linha divisória IE/IE3). Os motores com eficiência inferior contribuem para a perda de energia no drive. Aplica-se para dimensionamento do arrefecimento do drive. Se a frequência de chaveamento for maior do que a configuração padrão, as perdas de energia podem aumentar. Incluindo LCP e consumos de energia do cartão de controle típicos. Para dados de perda de energia de acordo com EN 50598-2, consulte o [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Opcionais e carga do cliente podem contabilizar até 30 W em perdas, embora normalmente um cartão de controle totalmente carregado e opcionais para os slots A e B cada só contabilizem 4 W.
- 3) Medido usando 5 m (16,5 pés) de cabos de motor blindados com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 10.12 Eficiência. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

### 7.3 Alimentação de rede elétrica

**Alimentação de rede elétrica**

Terminais de alimentação (6 pulsos)	L1, L2, L3
Terminais de alimentação (12 pulsos)	L1-1, L2-1, L3-1, L1-2, L2-2, L3-2
Tensão de alimentação	380–480 V ±10%, 525–690 V ±10%

*Tensão de rede baixa/queda da tensão de rede:*

*Durante a tensão de rede baixa ou a queda da rede elétrica, o conversor continua até que a tensão do barramento CC caia abaixo do nível mínimo de parada, o que corresponde tipicamente a 15% abaixo da tensão de alimentação nominal mais baixa do conversor. Não se pode esperar que a energização e o torque integral na tensão de rede sejam menores que 10% abaixo da tensão de alimentação nominal mais baixa do conversor.*

Frequência de alimentação	50/60 Hz ±5%
Desbalanceamento máximo temporário entre as fases da rede elétrica	3,0% da tensão de alimentação nominal <sup>1)</sup>
Fator de potência real (λ)	≥0,9 nominal na carga nominal
Fator de potência de deslocamento (cos Φ) perto da unidade	(>0,98)
Chaveamento na alimentação de entrada L1, L2, L3 (energizações)	1 tempo/2 minuto máximo
Ambiente de acordo com a EN60664-1	Categoria de sobretensão III/ grau de poluição 2

*O conversor é adequado para uso em um circuito capaz de fornecer características nominais da corrente de curto-circuito (SCCR) de até 100 kA a 480/600 V.*

*1) Cálculos baseados na UL/IEC61800-3.*

### 7.4 Saída do motor e dados do motor

**Saída do motor (U, V, W)**

Tensão de saída	0–100% da tensão de alimentação
Frequência de saída	0–590 Hz <sup>1)</sup>
Frequência de saída no modo de fluxo	0–300 Hz
Chaveamento na saída	Ilimitado
Tempos de rampa	0,01–3600 s

*1) Dependente da tensão e potência.*

**Características de torque**

Torque de partida (torque constante)	Máximo de 150% para 60 s <sup>1), 2)</sup>
Torque de sobrecarga (torque constante)	Máximo de 150% para 60 s <sup>1), 2)</sup>

*1) A porcentagem se refere à corrente nominal do conversor.*

*2) Uma vez a cada 10 minutos.*

### 7.5 Condições do ambiente

**Ambiente**

Gabinetes E1/F1/F2/F3/F4/F8/F9/F10/F11/F12/F13	IP21/Tipo 1, IP54/Tipo 12
Gabinete E2	IP00/Chassi
Teste de vibração	1,0 g
Umidade relativa	5–95% (IEC 721-3-3; Classe 3K3 (sem condensação) durante a operação)
Ambiente agressivo (IEC 60068-2-43) teste com H <sub>2</sub> S	Classe Kd
Gases agressivos (IEC 60721-3-3)	Classe 3C3
Método de teste de acordo com IEC 60068-2-43	H2S (10 dias)
Temperatura ambiente (no modo de chaveamento SFAVM)	
- com derating	Máximo 55 °C (131 °F) <sup>1)</sup>
- com potência de saída total de motores EFF2 típicos (até 90% da corrente de saída)	Máximo 50 °C (122 °F) <sup>1)</sup>
- a corrente de saída FC contínua total	Máximo 45 °C (113 °F) <sup>1)</sup>
Temperatura ambiente mínima, durante operação plena	0 °C (32 °F)
Temperatura ambiente mínima em desempenho reduzido	-10 °C (14 °F)
Temperatura durante a armazenagem/transporte	-25 a +65/70 °C (13 a 149/158 °F)

Altitude máxima acima do nível do mar sem derating	1.000 m (3.281 pés)
Altitude máxima acima do nível do mar com derating	3.000 m ( 9.842 pés)

1) Para obter mais informações sobre derating, consulte capítulo 9.6 Derating.

Normas de EMC, Emissão	EN 61800-3
Normas de EMC, Imunidade	EN 61800-3
Classe de eficiência energética <sup>1)</sup>	IE2

1) Determinada de acordo com EN 50598-2 em:

- Carga nominal.
- 90% de frequência nominal.
- Frequência de chaveamento com configuração de fábrica.
- Padrão de chaveamento com configuração de fábrica.

## 7.6 Especificações de Cabo

Comprimentos de cabo e seções transversais para cabos de controle	
Comprimento máximo do cabo do motor, blindado	150 m (492 pés)
Comprimento máximo do cabo do motor, não blindado	300 m (984 pés)
Seção transversal máxima para o motor, rede elétrica, Load Sharing e freio	Consulte capítulo 7 Especificações <sup>1)</sup>
Seção transversal máxima para terminais de controle, fio rígido	1,5 mm <sup>2</sup> /16 AWG (2x0,75 mm <sup>2</sup> )
Seção transversal máxima para terminais de controle, cabo flexível	1 mm <sup>2</sup> /18 AWG
Seção transversal máxima para terminais de controle, cabo com núcleo embutido	0,5 mm <sup>2</sup> /20 AWG
Seção transversal máxima para terminais de controle	0,25 mm <sup>2</sup> /23 AWG

1) Para cabos de energia, consulte os dados elétricos em capítulo 7.1 Dados elétricos, 380–500 V e capítulo 7.2 Dados elétricos, 525–690 V.

## 7.7 Entrada/saída de controle e dados de controle

Entradas digitais	
Entradas digitais programáveis	4 (6)
Número do terminal	18, 19, 27 <sup>1)</sup> , 29 <sup>1)</sup> , 32, 33
Lógica	PNP ou NPN
Nível de tensão	0–24 V CC
Nível de tensão, lógica 0 PNP	<5 V CC
Nível de tensão, lógica 1 PNP	>10 V CC
Nível de tensão, lógica 0 NPN	>19 V CC
Nível de tensão, lógica 1 NPN	<14 V CC
Tensão máxima na entrada	28 V CC
Resistência de entrada, R <sub>i</sub>	Aproximadamente 4 kΩ

Todas as entradas digitais são isoladas galvanicamente da tensão de alimentação (PELV) e de outros terminais de alta tensão.

1) Os terminais 27 e 29 também podem ser programados como saídas.

Entradas analógicas	
Número de entradas analógicas	2
Número do terminal	53, 54
Modos	Tensão ou corrente
Seleção do modo	Interruptores A53 e A54
Modo de tensão	Interruptor A53/A54=(U)
Nível de tensão	-10 V a +10 V (escalonável)
Resistência de entrada, R <sub>i</sub>	Aproximadamente 10 kΩ
Tensão máxima	±20 V
Modo de corrente	Interruptor A53/A54=(I)
Nível de corrente	0/4 a 20 mA (escalonável)
Resistência de entrada, R <sub>i</sub>	Aproximadamente 200 Ω
Corrente máxima	30 mA

Resolução das entradas analógicas	10 bits (+ sinal)
Precisão de entradas analógicas	Erro máximo 0,5% da escala completa
Largura de banda	100 Hz

As entradas analógicas são galvanicamente isoladas de tensão de alimentação (PELV) e de outros terminais de alta tensão.

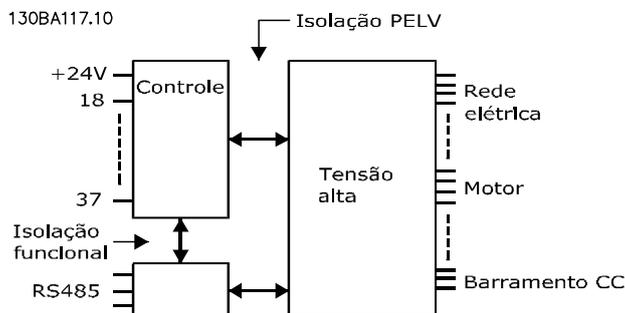


Ilustração 7.1 Isolamento PELV

## 7

<b>Entradas de pulso</b>	
Entradas de pulso programáveis	2
Número do terminal do pulso	29, 33
Frequência máxima nos terminais 29 e 33 (acionado por push-pull)	110 kHz
Frequência máxima nos terminais 29 e 33 (coletor aberto)	5 kHz
Frequência mínima nos terminais 29 e 33	4 Hz
Nível de tensão	Consulte <i>Entradas Digitais</i> em capítulo 7.7 <i>Entrada/saída de controle e dados de controle</i>
Tensão máxima na entrada	28 V CC
Resistência de entrada, R <sub>i</sub>	Aproximadamente 4 kΩ
Precisão da entrada de pulso (0,1–1 kHz)	Erro máximo: 0,1% da escala completa

<b>Saída analógica</b>	
Número de saídas analógicas programáveis	1
Número do terminal	42
Faixa atual na saída analógica	0/4–20 mA
Carga máxima do resistor em relação ao comum na saída analógica	500 Ω
Precisão na saída analógica	Erro máximo: 0,8% do fundo de escala
Resolução na saída analógica	8 bits

A saída analógica está isolada galvanicamente da tensão de alimentação (PELV) e de outros terminais de alta tensão.

### Cartão de controle, comunicação serial RS485

Número do terminal	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
Terminal número 61	Ponto comum dos terminais 68 e 69

O circuito de comunicação serial RS485 está funcionalmente separado de outros circuitos centrais e isolado galvanicamente da tensão de alimentação (PELV).

### Saída digital

<b>Saídas digitais/de pulso programáveis</b>	
Saídas digitais/de pulso programáveis	2
Número do terminal	27, 29 <sup>1)</sup>
Nível de tensão na saída digital/frequência	0–24 V
Corrente de saída máxima (dissipador ou fonte)	40 mA
Carga máxima na saída de frequência	1 kΩ
Carga capacitiva máxima na saída de frequência	10 nF
Frequência mínima de saída na saída de frequência	0 Hz
Frequência máxima de saída na saída de frequência	32 kHz
Precisão da saída de frequência	Erro máximo: 0,1% da escala completa
Resolução das saídas de frequência	12 bits

1) Os terminais 27 e 29 também podem ser programados como entradas.

A saída digital está galvanicamente isolada da tensão de alimentação (PELV) e de outros terminais de alta tensão.

Cartão de controle, saída 24 V CC

Número do terminal	12, 13
Carga máxima	200 mA

A alimentação de 24 V CC está isolada galvanicamente da tensão de alimentação (PELV), mas tem o mesmo potencial das entradas e saídas digitais e analógicas.

Saídas de relé

Saídas de relé programáveis	2
-----------------------------	---

Seção transversal máxima para terminais de relé	2,5 mm <sup>2</sup> (12 AWG)
---	------------------------------

Seção transversal mínima para terminais de relé	0,2 mm <sup>2</sup> (30 AWG)
---	------------------------------

Comprimento do fio desencapado	8 mm (0,3 pol.)
--------------------------------	-----------------

**Relé 01 número do terminal** 1–3 (freio ativado), 1–2 (freio desativado)

Carga máxima do terminal (CA-1) <sup>1)</sup> em 1-2 (NO) (Carga resistiva) <sup>2), 3)</sup>	400 V CA, 2 A
---	---------------

Carga máxima do terminal (CA-15) <sup>1)</sup> em 1–2 (NO) (Carga indutiva @ cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
--	-----------------

Carga máxima do terminal (CC-1) <sup>1)</sup> em 1-2 (NO) (Carga resistiva)	80 V CC, 2 A
---	--------------

Carga máxima do terminal (CC-13) <sup>1)</sup> em 1-2 (NO) (Carga indutiva)	24 V CC, 0,1 A
---	----------------

Carga máxima do terminal (CA-1) <sup>1)</sup> em 1-3 (NC) (Carga resistiva)	240 V CA, 2 A
---	---------------

Carga máxima do terminal (CA-15) <sup>1)</sup> em 1–3 (NC) (Carga indutiva @ cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
--	-----------------

Carga máxima do terminal (CC-1) <sup>1)</sup> em 1-3 (NC) (Carga resistiva)	50 V CC, 2 A
---	--------------

Carga máxima do terminal (CC-13) <sup>1)</sup> em 1-3 (NC) (Carga indutiva)	24 V CC, 0,1 A
---	----------------

Carga mínima do terminal em 1–3 (NC), 1–2 (NO)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 2 mA
--	-----------------------------

Ambiente de acordo com a EN 60664-1	Categoria de sobretensão III/ grau de poluição 2
-------------------------------------	--

**Relé 02 número do terminal** 4–6 (freio ativado), 4–5 (freio desativado)

Carga máxima do terminal (CA-1) <sup>1)</sup> em 4-5 (NO) (Carga resistiva) <sup>2), 3)</sup>	400 V CA, 2 A
---	---------------

Carga máxima do terminal (CA-15) <sup>1)</sup> em 4–5 (NO) (Carga indutiva @ cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
--	-----------------

Carga máxima do terminal (CC-1) <sup>1)</sup> em 4–5 (NO) (Carga resistiva)	80 V CC, 2 A
---	--------------

Carga máxima do terminal (CC-13) <sup>1)</sup> em 4-5 (NO) (Carga indutiva)	24 V CC, 0,1 A
---	----------------

Carga máxima do terminal (CA-1) <sup>1)</sup> em 4–6 (NC) (Carga resistiva)	240 V CA, 2 A
---	---------------

Carga máxima do terminal (CA-15) <sup>1)</sup> em 4–6 (NC) (Carga indutiva @ cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
--	-----------------

Carga máxima do terminal (CC-1) <sup>1)</sup> em 4–6 (NC) (Carga resistiva)	50 V CC, 2 A
---	--------------

Carga máxima do terminal (CC-13) <sup>1)</sup> em 4–6 (NC) (Carga indutiva)	24 V CC, 0,1 A
---	----------------

Carga mínima do terminal em 4-6 (NC), 4-5 (NO)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 2 mA
--	-----------------------------

Ambiente de acordo com a EN 60664-1	Categoria de sobretensão III/ grau de poluição 2
-------------------------------------	--

Os contatos do relé são isolados galvanicamente do resto do circuito, por isolamento reforçado (PELV).

1) IEC 60947 partes 4 e 5.

2) Categoria de sobretensão II.

3) Aplicações UL de 300 V CA 2 A.

Cartão de controle, saída +10 V CC

Número do terminal	50
--------------------	----

Tensão de saída	10,5 V ±0,5 V
-----------------	---------------

Carga máxima	25 mA
--------------	-------

A alimentação de 10 V CC está isolada galvanicamente da tensão de alimentação (PELV) e de outros terminais de alta tensão.

Características de controle

Resolução da frequência de saída de 0 a 1.000 Hz	±0,003 Hz
--	-----------

Tempo de resposta do sistema (terminais 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤2 m/s
---	--------

Faixa de controle da velocidade (malha aberta)	1:100 da velocidade síncrona
--	------------------------------

Precisão da velocidade (malha aberta)	30–4.000 RPM: Erro máximo de ±8 RPM
---------------------------------------	-------------------------------------

Todas as características de controle são baseadas em um motor assíncrono de 4 polos.

Desempenho do cartão de controle

Intervalo de varredura	5 M/S
------------------------	-------

Cartão de controle, comunicação serial USB

Padrão USB	1.1 (velocidade total)
Plugue USB	Plugue de dispositivo USB tipo B

**AVISO!**

A conexão ao PC é realizada por meio de um cabo USB host/dispositivo.

A conexão USB está isolada galvanicamente da tensão de alimentação (PELV) e de outros terminais de alta tensão.

A conexão USB não está isolada galvanicamente do ponto de aterramento. Use somente laptop/PC isolado como conexão ao conector USB no conversor ou um conversor/cabo USB isolado.

## 7.8 Pesos do gabinete

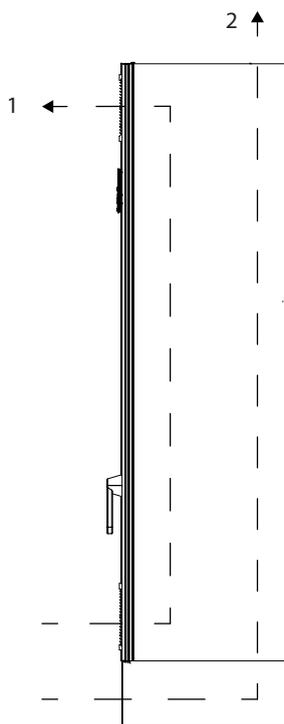
Gabinete	380–480/500 V	525–690 V
E1	270–313 kg (595–690 lb)	263–313 kg (580–690 lb)
E2	234–277 kg (516–611 lb)	221–277 kg (487–611 lb)

Tabela 7.13 Pesos dos gabinetes E1–E2, kg (lb)

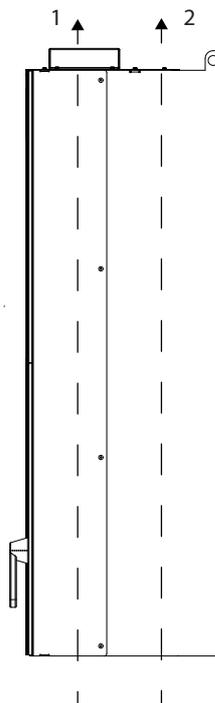
Gabinete	380–480/500 V	525–690 V
F1	1.017 kg (2.242,1 lb)	1.017 kg (2.242,1 lb)
F2	1.260 kg (2.777,9 lb)	1.260 kg (2.777,9 lb)
F3	1.318 kg (2.905,7 lb)	1.318 kg (2.905,7 lb)
F4	1.561 kg (3.441,5 lb)	1.561 kg (3.441,5 lb)
F8	447 kg (985.5 lb)	447 kg (985.5 lb)
F9	669 kg (1.474,9 lb)	669 kg (1.474,9 lb)
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)

Tabela 7.14 Pesos dos gabinetes F1–F13, kg (lb)

7.9 Fluxo de ar para gabinetes E1–E2 e F1–F13



e30bg051.10



e30bg052.10

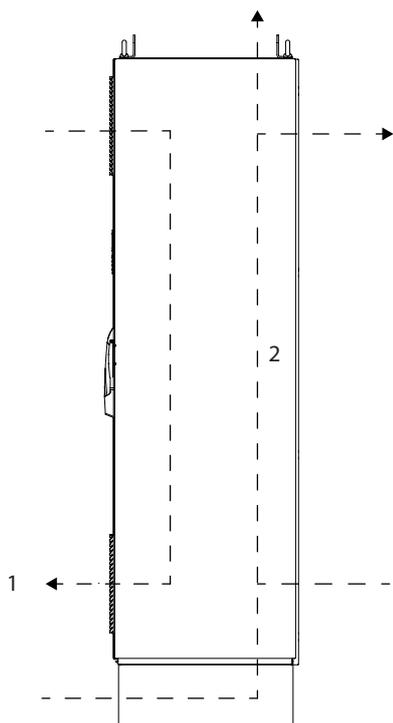
1	Fluxo de ar do canal frontal, 340 m <sup>3</sup> /h (200 cfm)
2	Fluxo de ar do canal traseiro, 1.105 m <sup>3</sup> /h (650 cfm) ou 1.444 m <sup>3</sup> /h (850 cfm)

Ilustração 7.2 Fluxo de ar para gabinete E1

1	Fluxo de ar do canal frontal, 255 m <sup>3</sup> /h (150 cfm)
2	Fluxo de ar do canal traseiro, 1.105 m <sup>3</sup> /h (650 cfm) ou 1.444 m <sup>3</sup> /h (850 cfm)

Ilustração 7.3 Fluxo de ar para gabinete E2

7



e30bg053.10

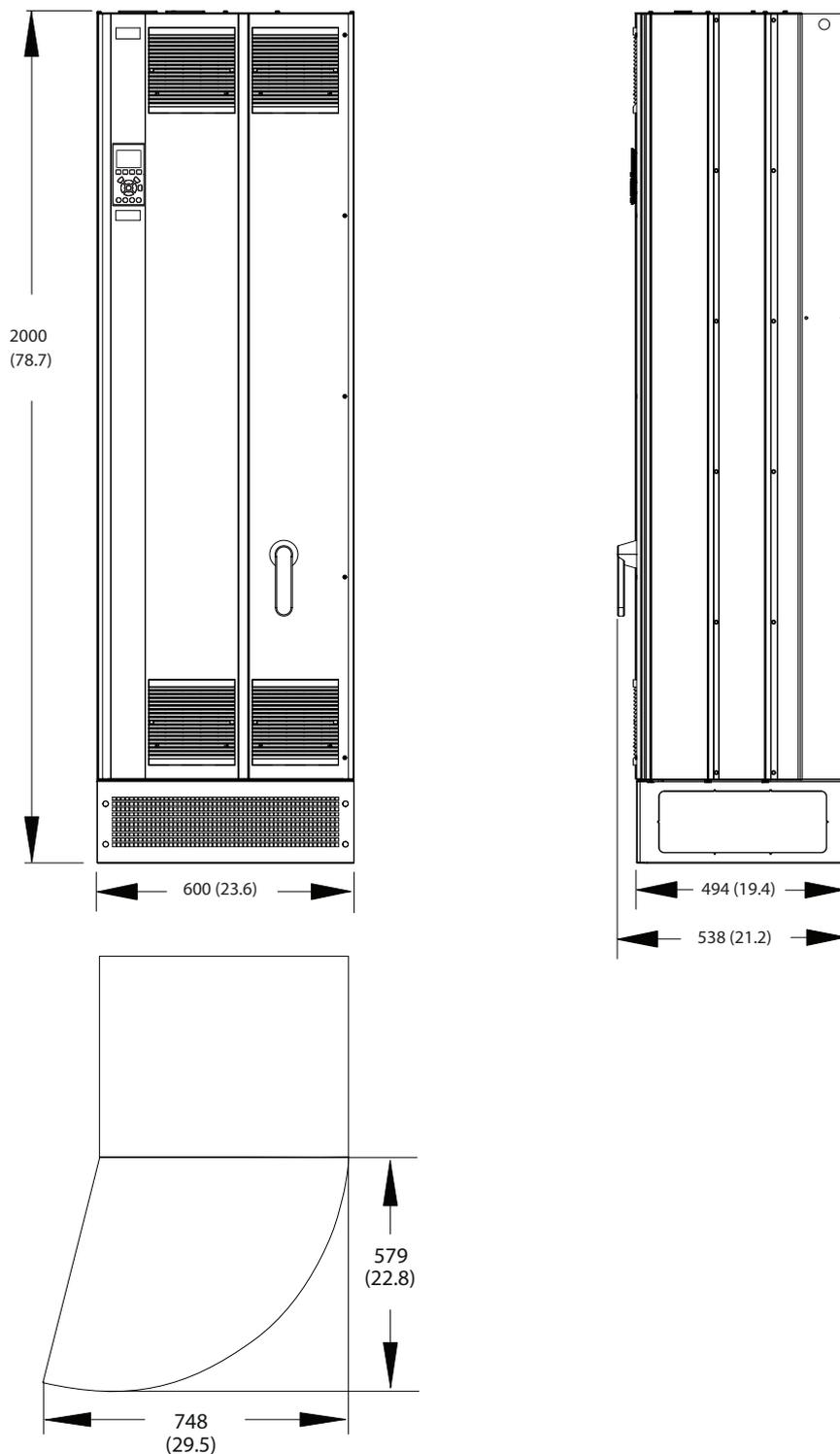
1	Fluxo de ar do canal frontal - IP21/Tipo 1, 700 m <sup>3</sup> /h (412 cfm) - IP54/Tipo 12, 525 m <sup>3</sup> /h (309 cfm)
2	Fluxo de ar do canal traseiro, 985 m <sup>3</sup> /h (580 cfm)

Ilustração 7.4 Fluxo de ar para gabinetes F1–13

## 8 Dimensões externas e do terminal

### 8.1 Dimensões externas e do terminal E1

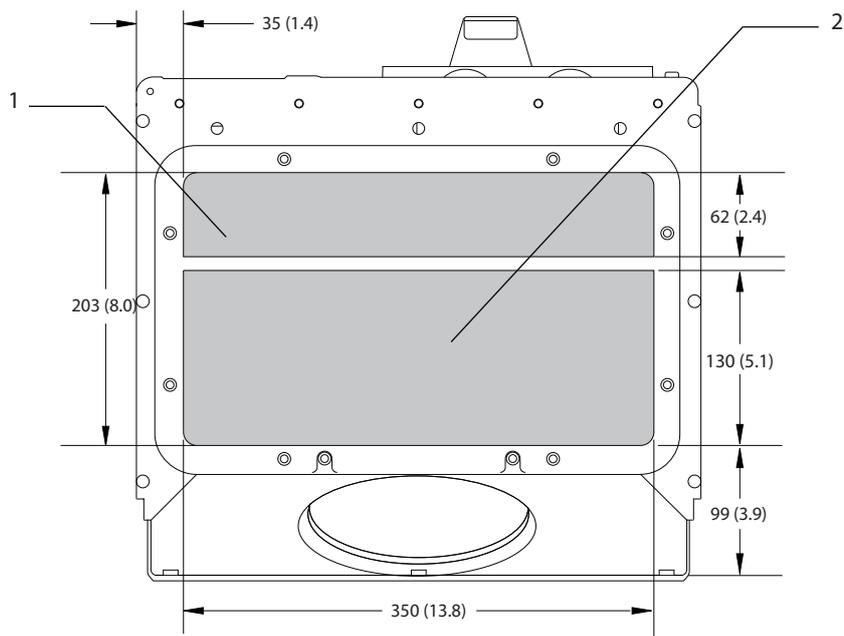
#### 8.1.1 Dimensões externas do E1



130BF328.10

8

Ilustração 8.1 Dimensões da folha da porta, frontal e lateral do E1



130BF611.10

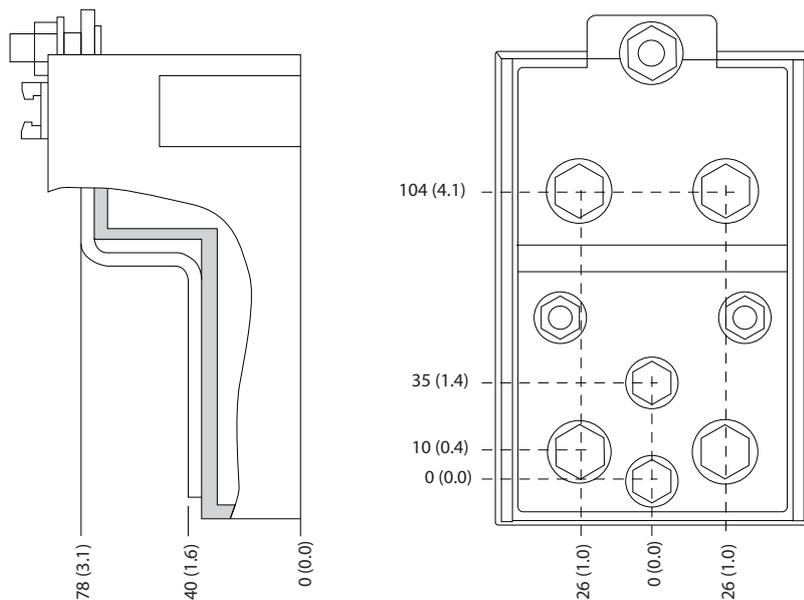
8

1	Lado da rede elétrica	2	Lado do motor
---	-----------------------	---	---------------

Ilustração 8.2 Dimensões da placa da bucha para E1/E2

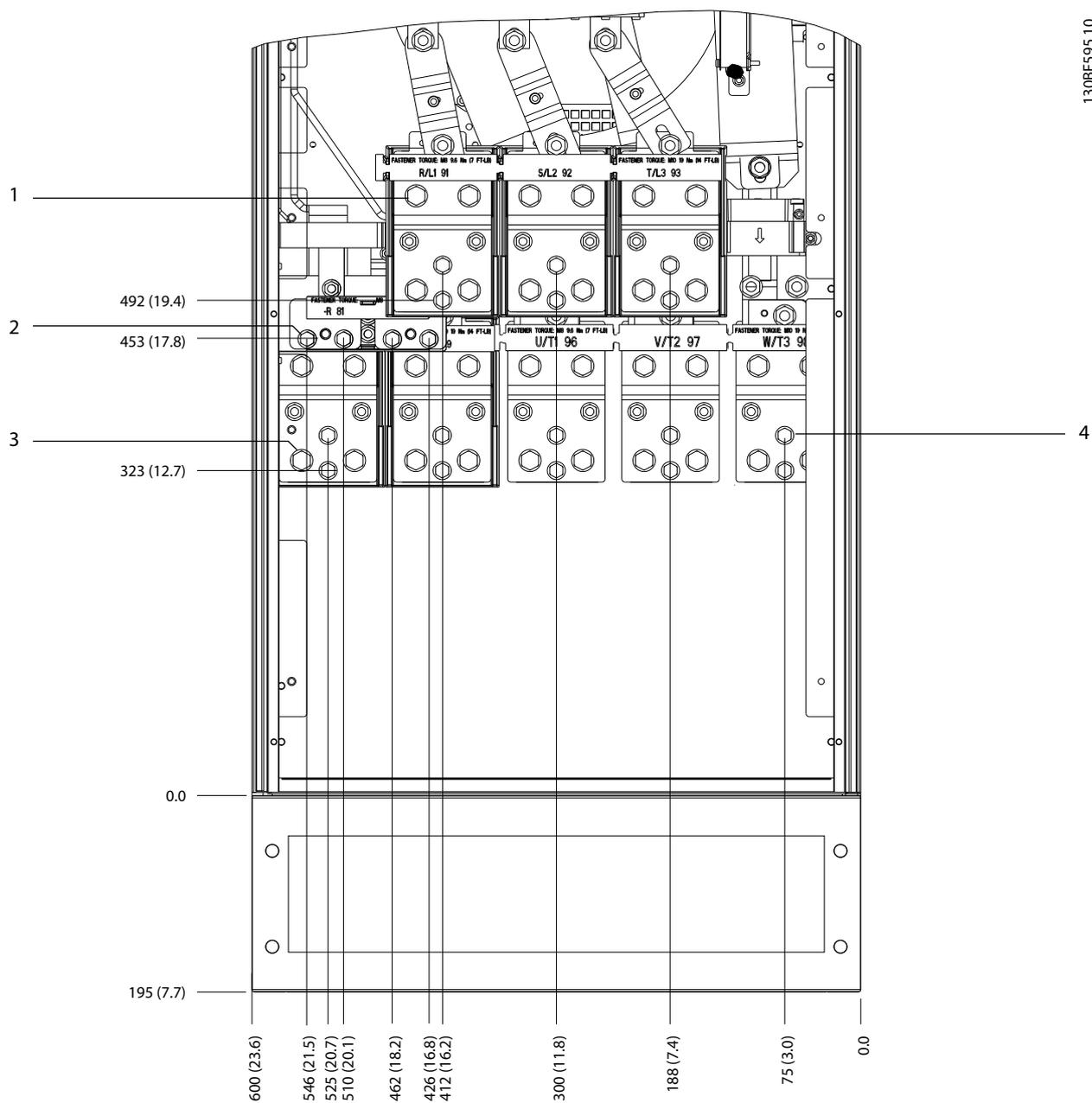
### 8.1.2 Dimensões do terminal do E1

Os cabos de energia são pesados e difíceis de dobrar. Para garantir uma fácil instalação dos cabos, considere o posicionamento ideal do conversor. Cada terminal comporta até 4 cabos com fixadores de cabo ou encaixe de cabo padrão. O ponto de aterramento é conectado ao um ponto de terminação relevante no conversor.



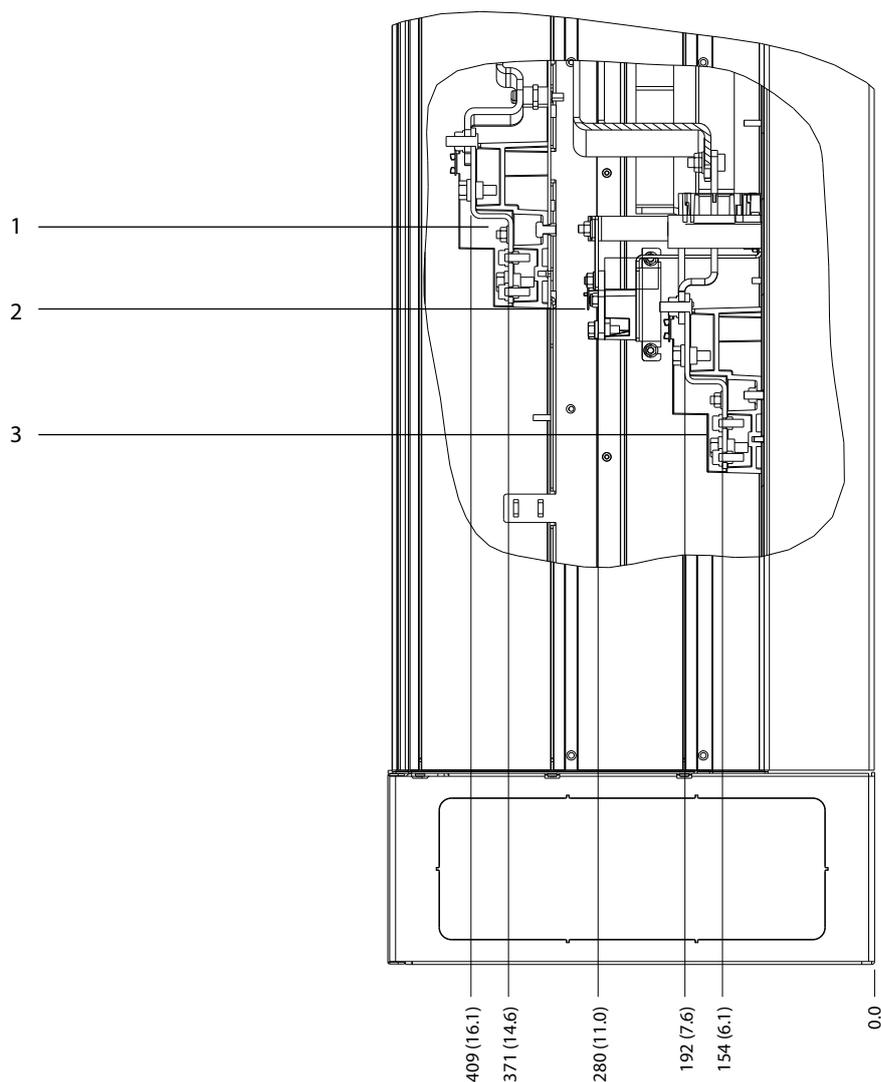
130BF647.10

Ilustração 8.3 Dimensões detalhadas do terminal para E1/E2



1	Terminais de rede elétrica	3	Terminais de divisão da carga/regen
2	Terminais do freio	4	Terminais do motor

Ilustração 8.4 Dimensões do terminal para E1, vista frontal

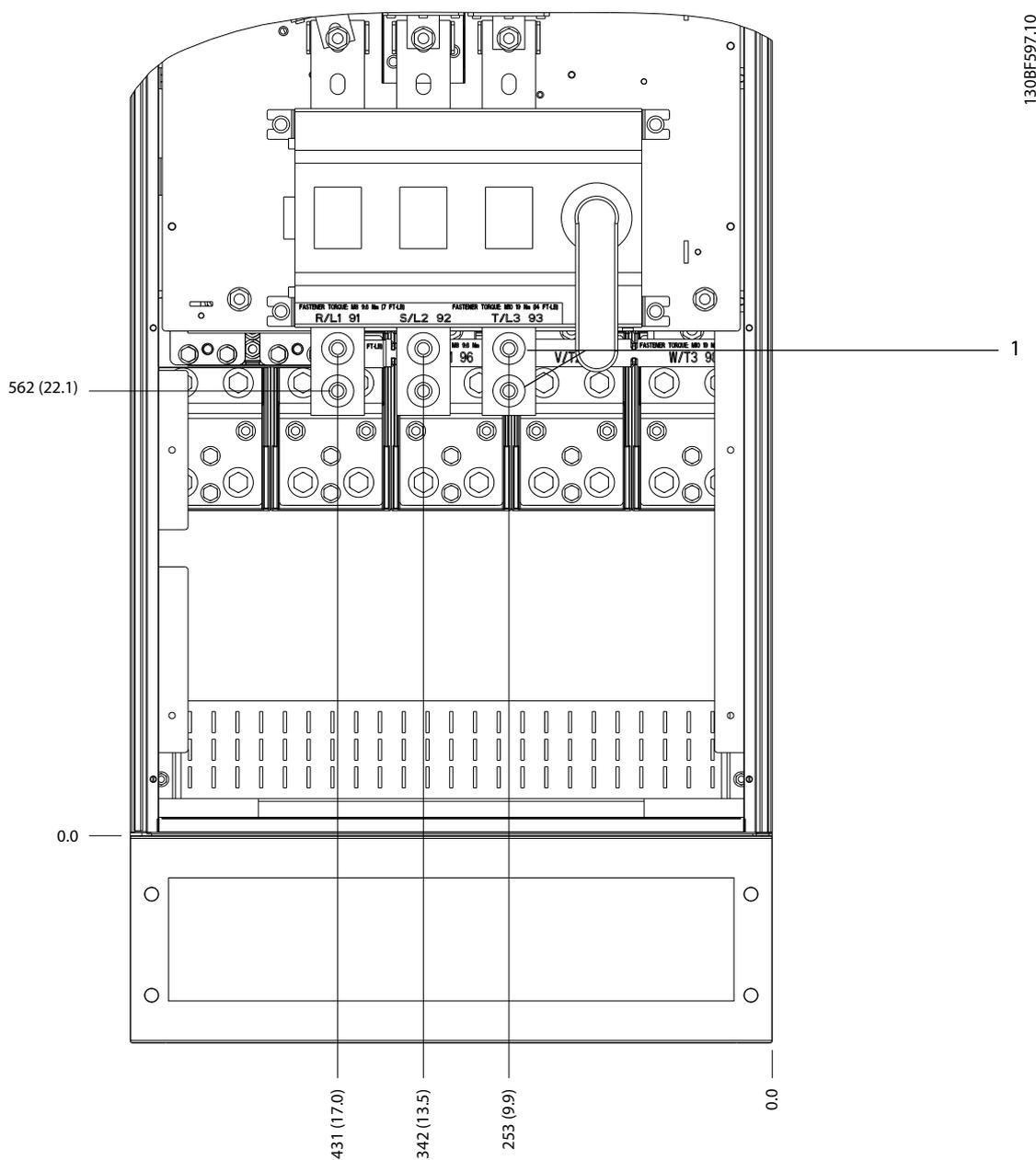


130BF596.10

8

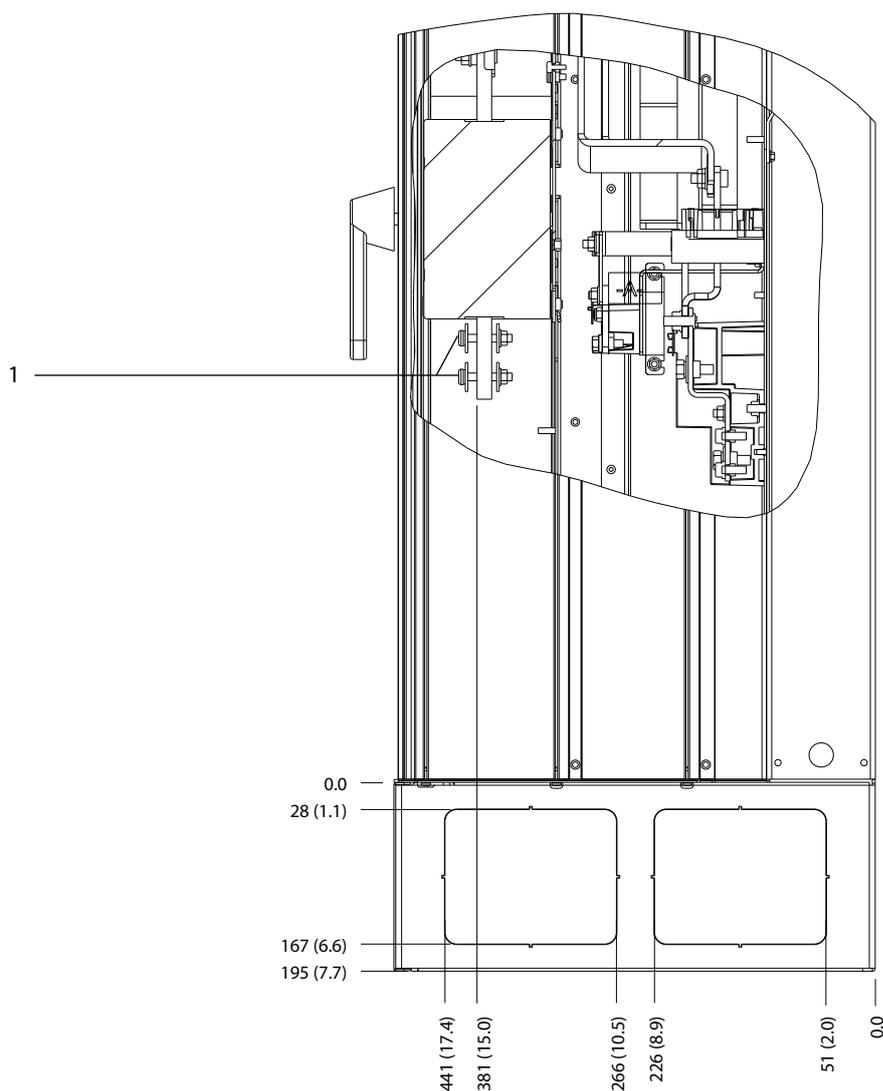
1	Terminais de rede elétrica	2	Terminais do freio
3	Terminais do motor	-	-

Ilustração 8.5 Dimensões do terminal para E1, vista lateral



1	Terminais de rede elétrica	-	-
---	----------------------------	---	---

Ilustração 8.6 Dimensões do terminal para E1 com desconexão (380–480/500 V Modelos: P315; 525–690 V Modelos: P355–P560), vista frontal

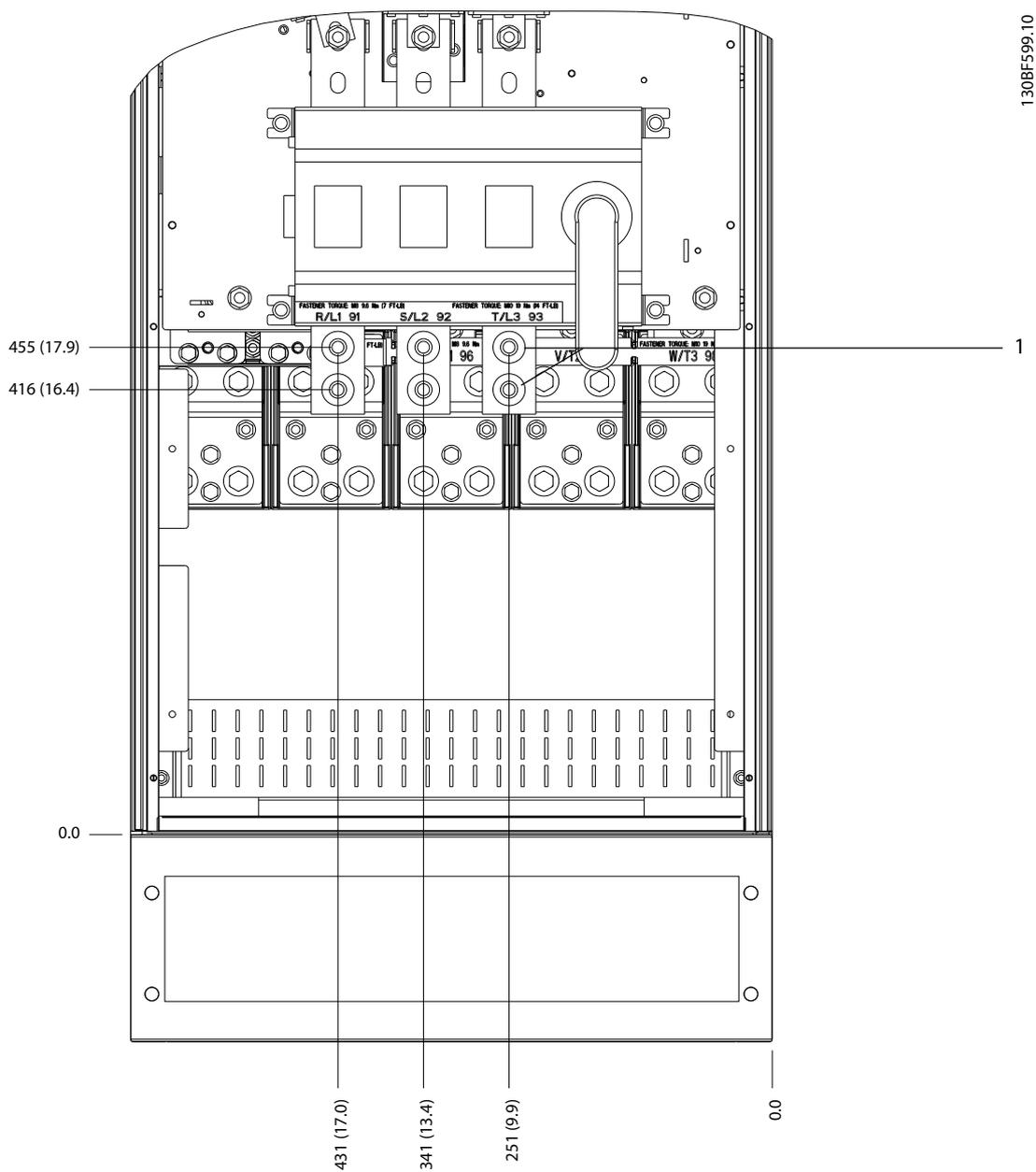


1.30BF598.10

8

1	Terminais de rede elétrica	-	-
---	----------------------------	---	---

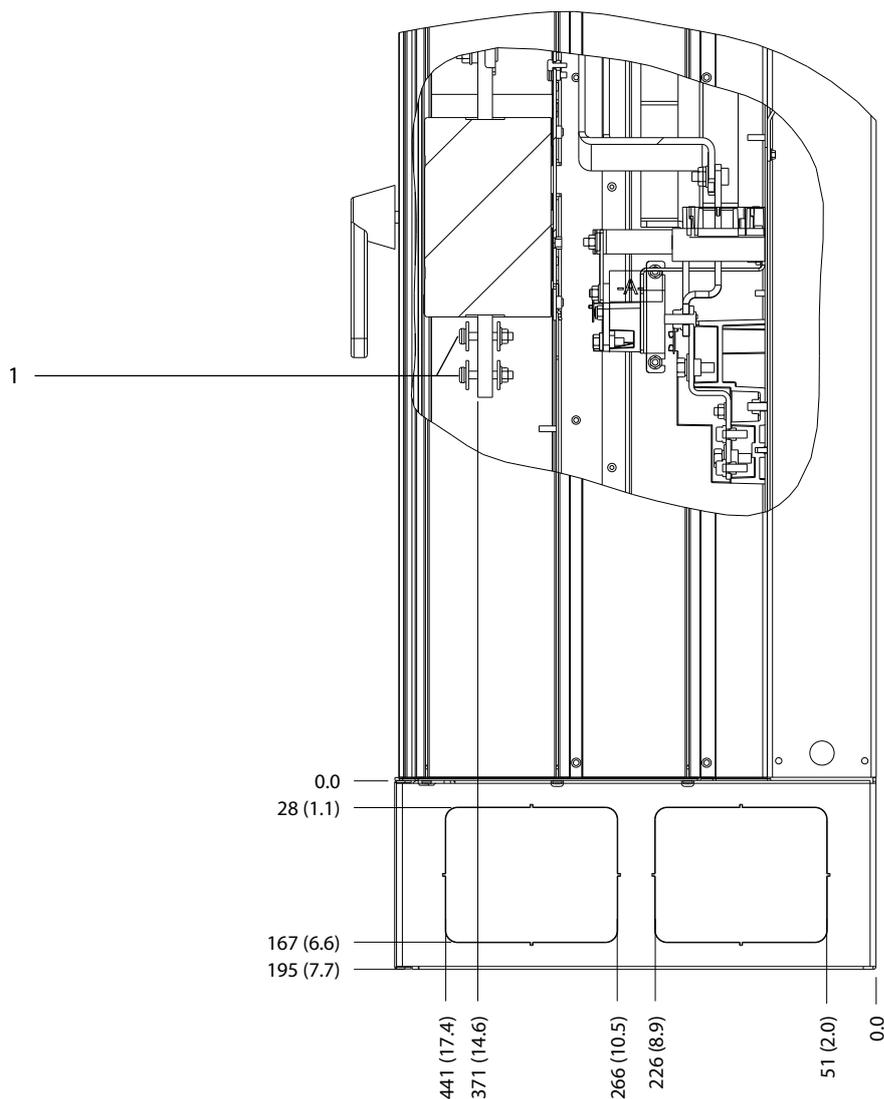
Ilustração 8.7 Dimensões do terminal para E1 com desconexão (380–480/500 V Modelos: P315; 525–690 V Modelos: P355–P560), vista lateral



8

1	Terminais de rede elétrica	-	-
---	----------------------------	---	---

Ilustração 8.8 Dimensões do terminal para E1 com desconexão (380–480/500 V Modelos: P355–P400), vista frontal



130BF600.10

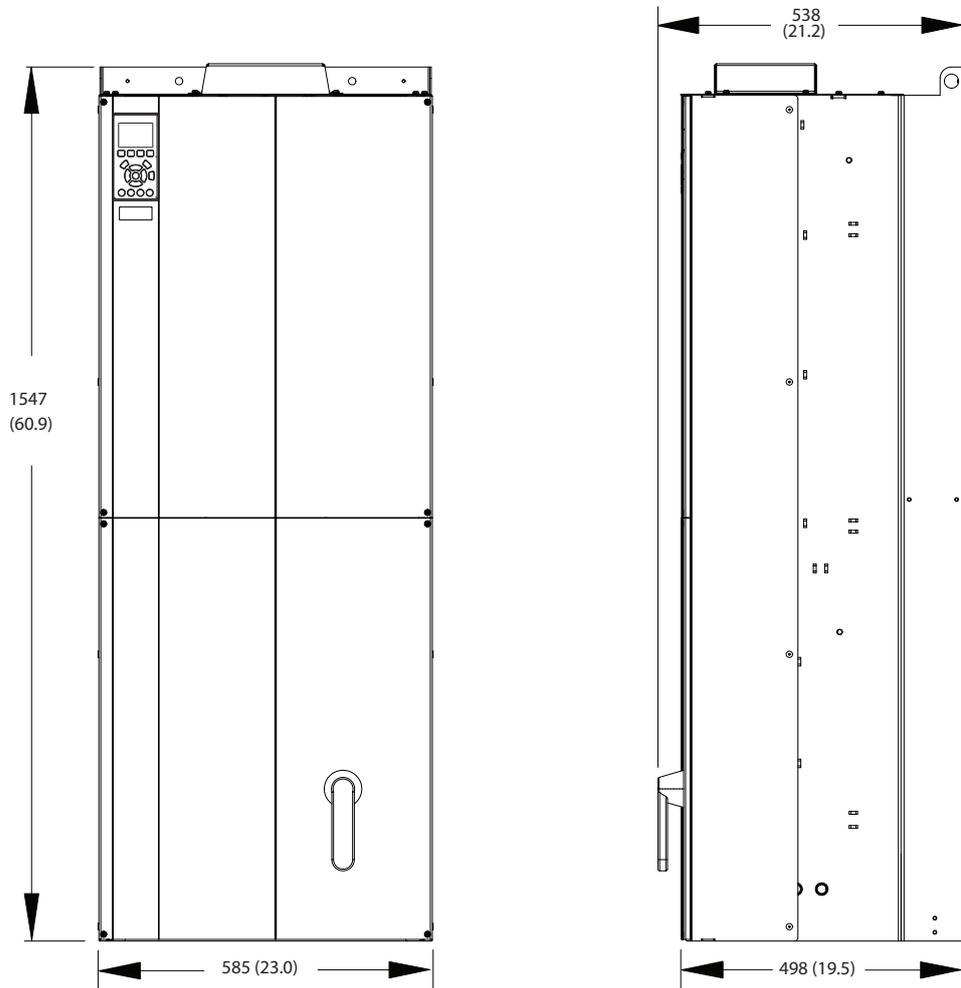
8

1	Terminais de rede elétrica	-	-
---	----------------------------	---	---

Ilustração 8.9 Dimensões do terminal para E1 com desconexão (380–480/500 V Modelos: P355–P400), vista lateral

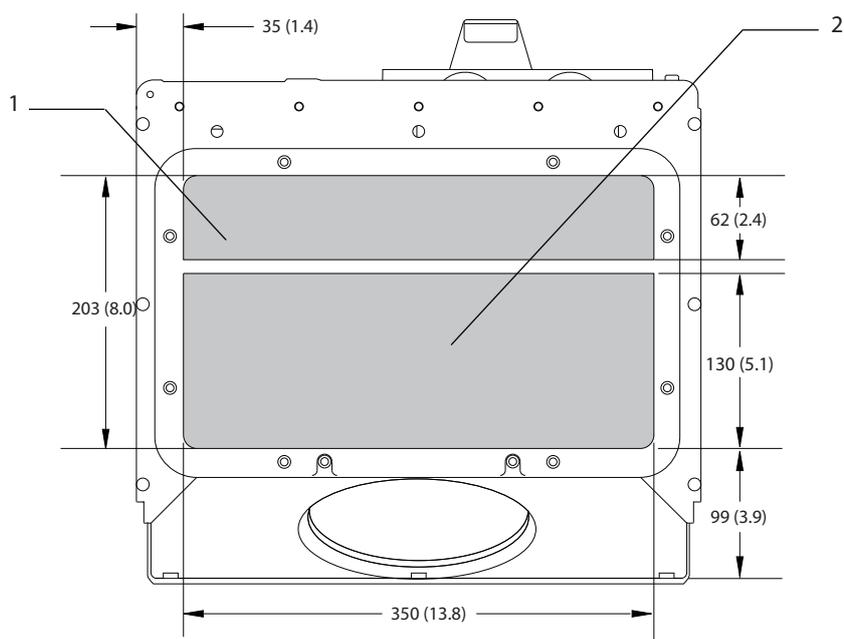
## 8.2 Dimensões externas e do terminal E2

### 8.2.1 Dimensões externas do E2



130BF329.10

Ilustração 8.10 Dimensões da folga da porta, frontal e lateral do E2



130BF611.10

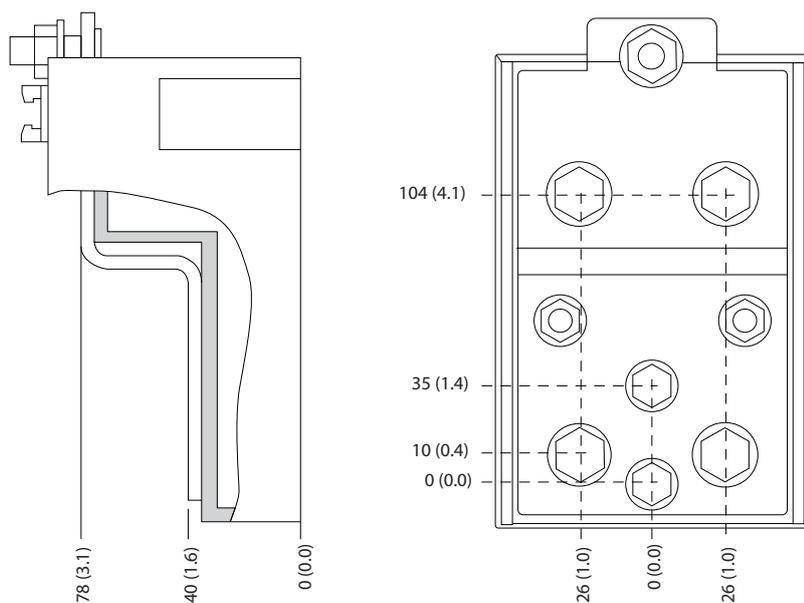
8

1	Lado da rede elétrica	2	Lado do motor
---	-----------------------	---	---------------

Ilustração 8.11 Dimensões da placa da bucha para E1/E2

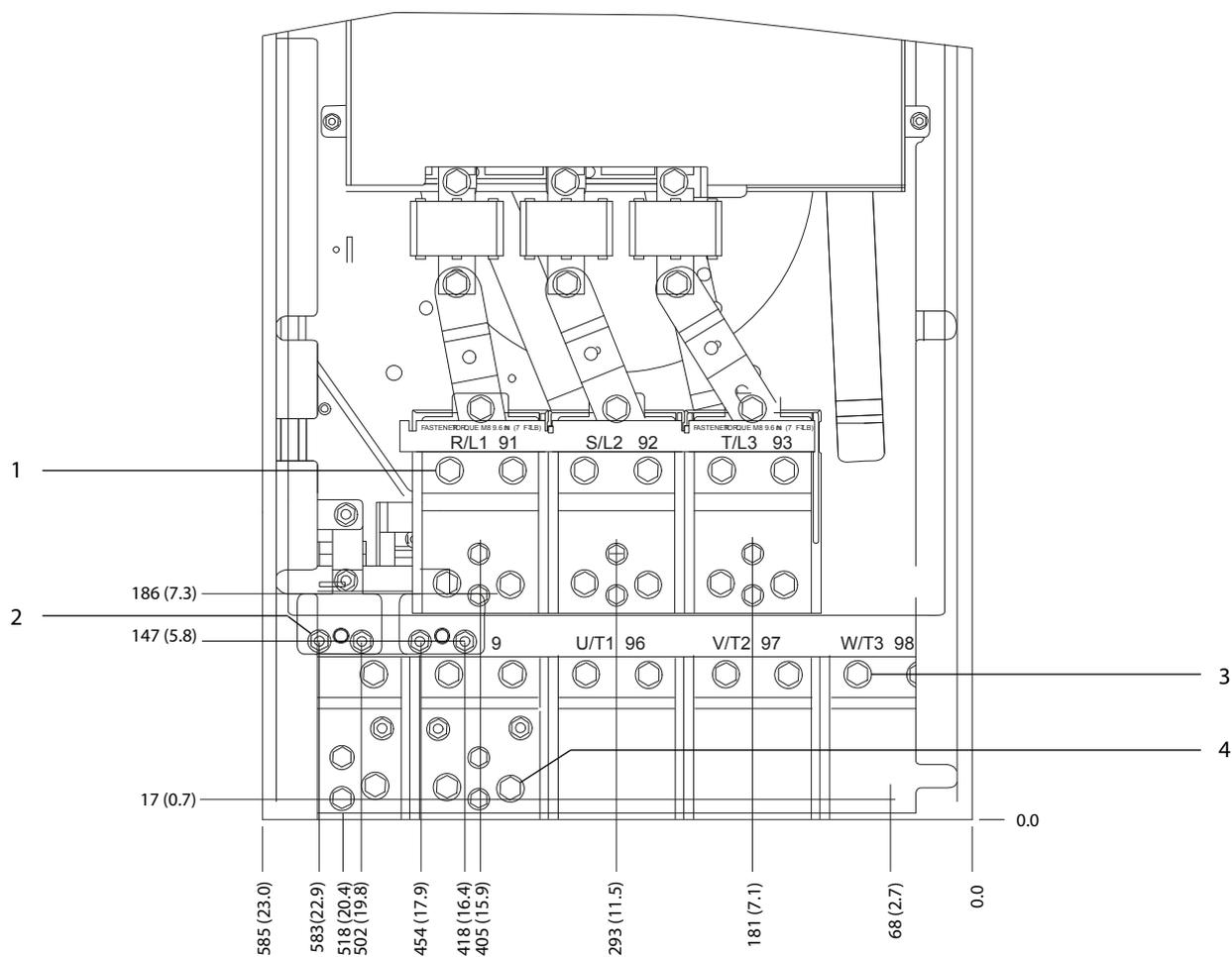
## 8.2.2 Dimensões do terminal do E2

Os cabos de energia são pesados e difíceis de dobrar. Para garantir uma fácil instalação dos cabos, considere o posicionamento ideal do conversor. Cada terminal comporta até 4 cabos com fixadores de cabo ou encaixe de cabo padrão. O ponto de aterramento é conectado ao um ponto de terminação relevante no conversor.



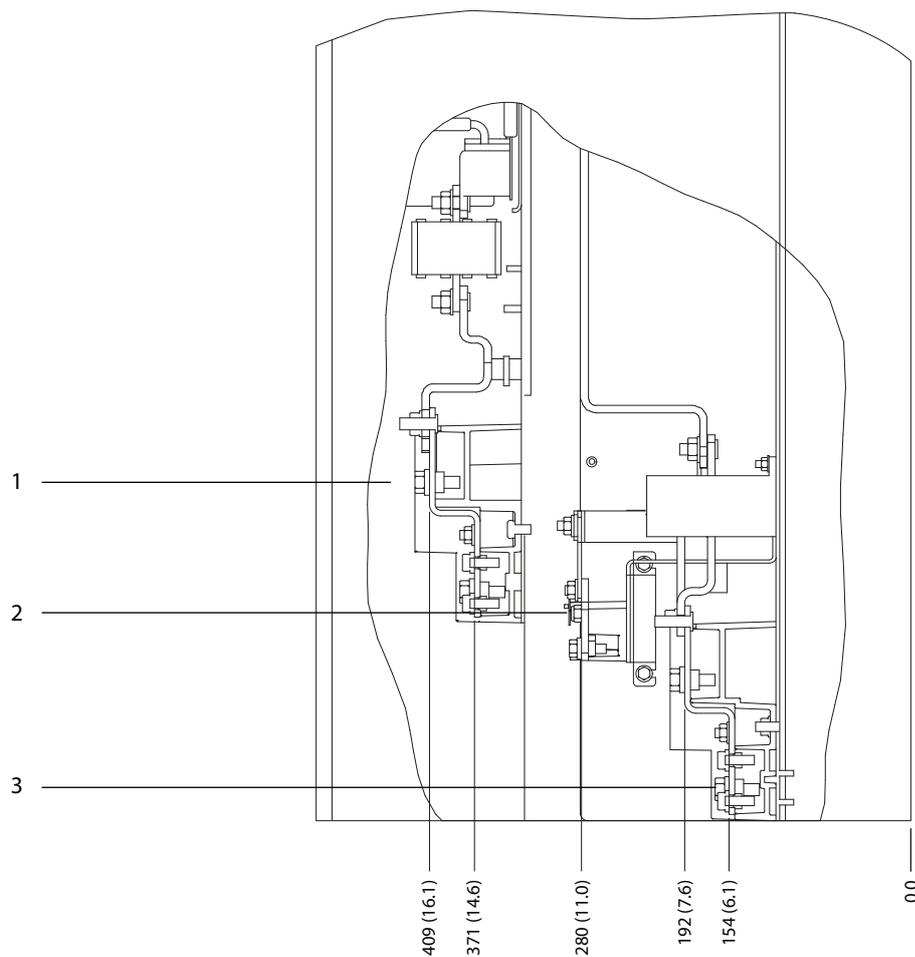
130BF647.10

Ilustração 8.12 Dimensões detalhadas do terminal para E1/E2



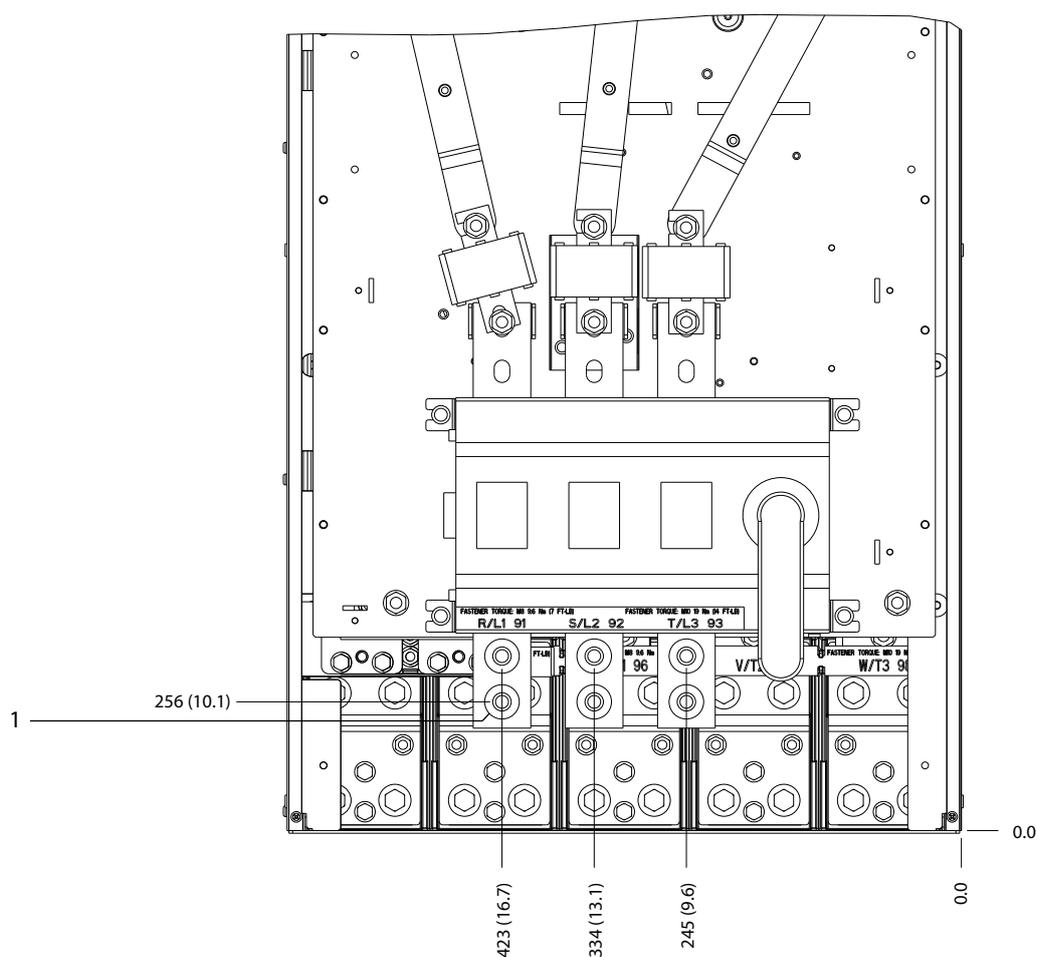
1	Terminais de rede elétrica	3	Terminais do motor
2	Terminais do freio	4	Terminais de divisão da carga/regen

Ilustração 8.13 Dimensões do terminal para E2, vista frontal



1	Terminais de rede elétrica	2	Terminais do freio
3	Terminais do motor	-	-

Ilustração 8.14 Dimensões do terminal para E2, vista lateral

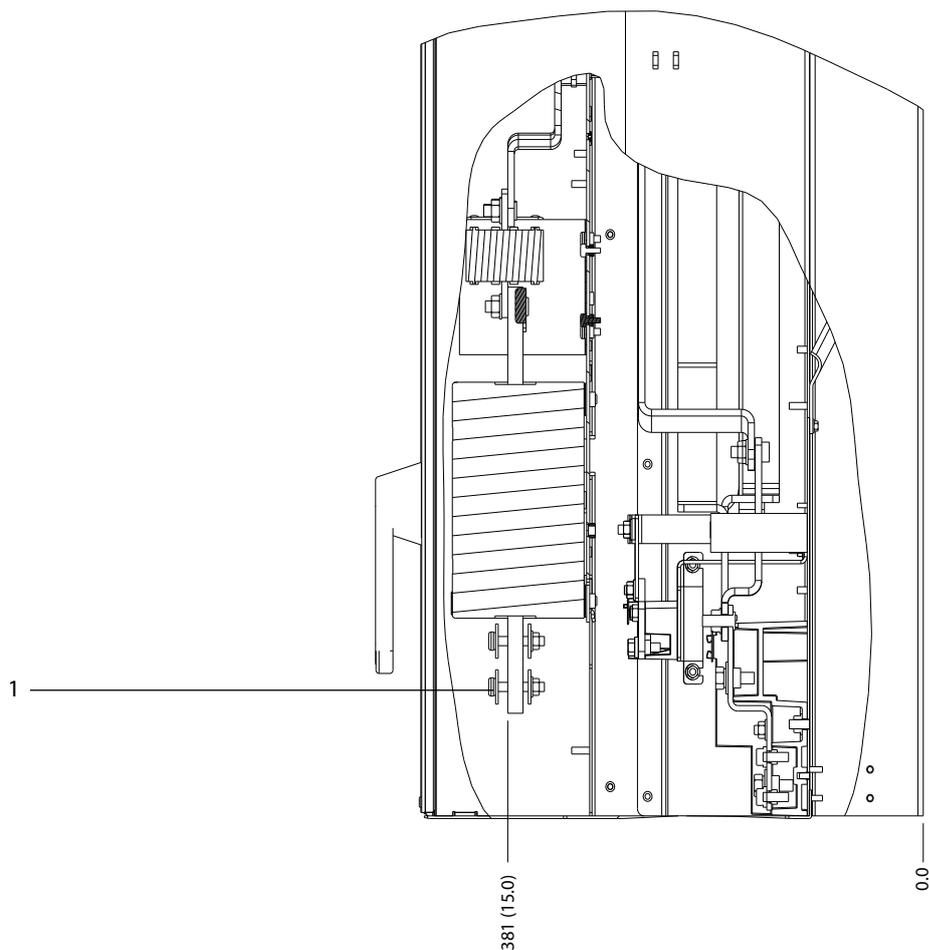


1330BF603.10

8

1	Terminais de rede elétrica	-	-
---	----------------------------	---	---

Ilustração 8.15 Dimensões do terminal para E2 com desconexão (380–480/500 V Modelos: P315; 525–690 V Modelos: P355–P560), vista frontal

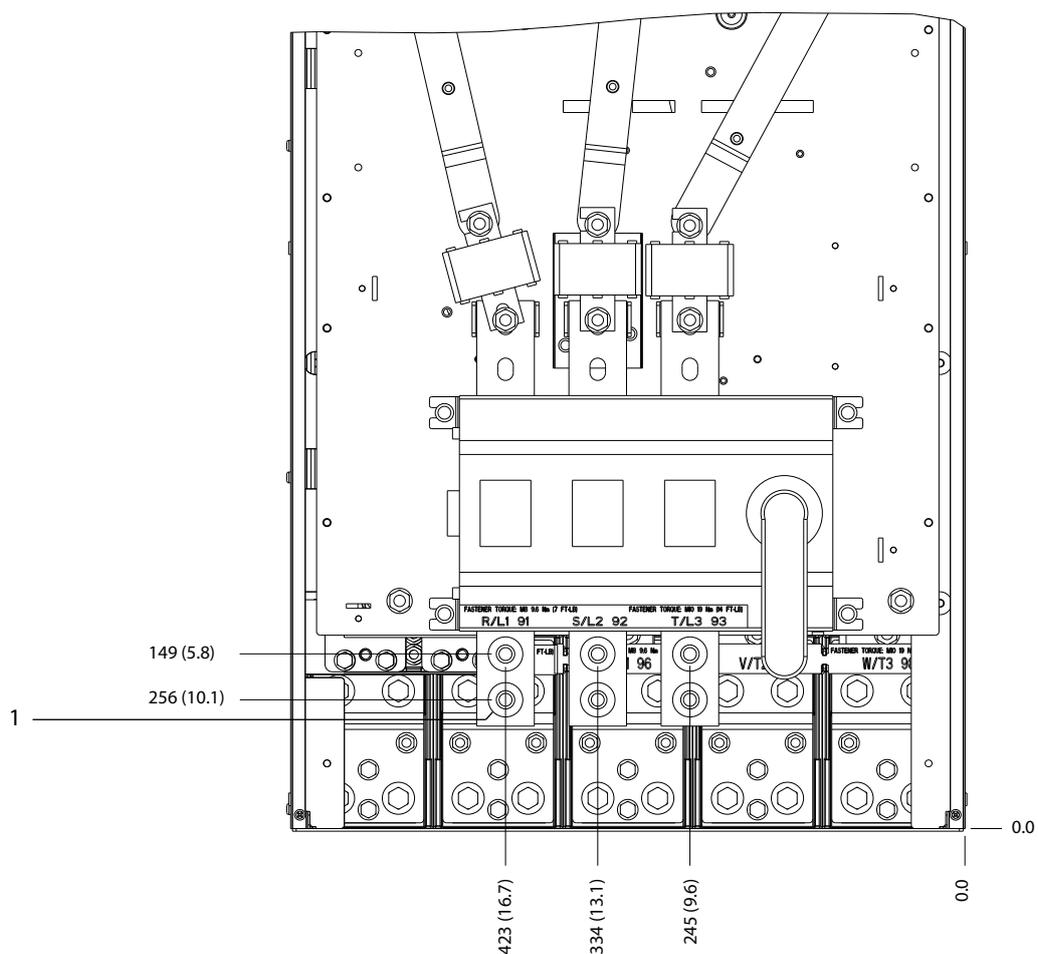


130BF604.10

1	Terminais de rede elétrica	-	-
---	----------------------------	---	---

Ilustração 8.16 Dimensões do terminal para E2 com desconexão (380–480/500 V Modelos: P315; 525–690 V Modelos: P355–P560), vista lateral

1308F605.10

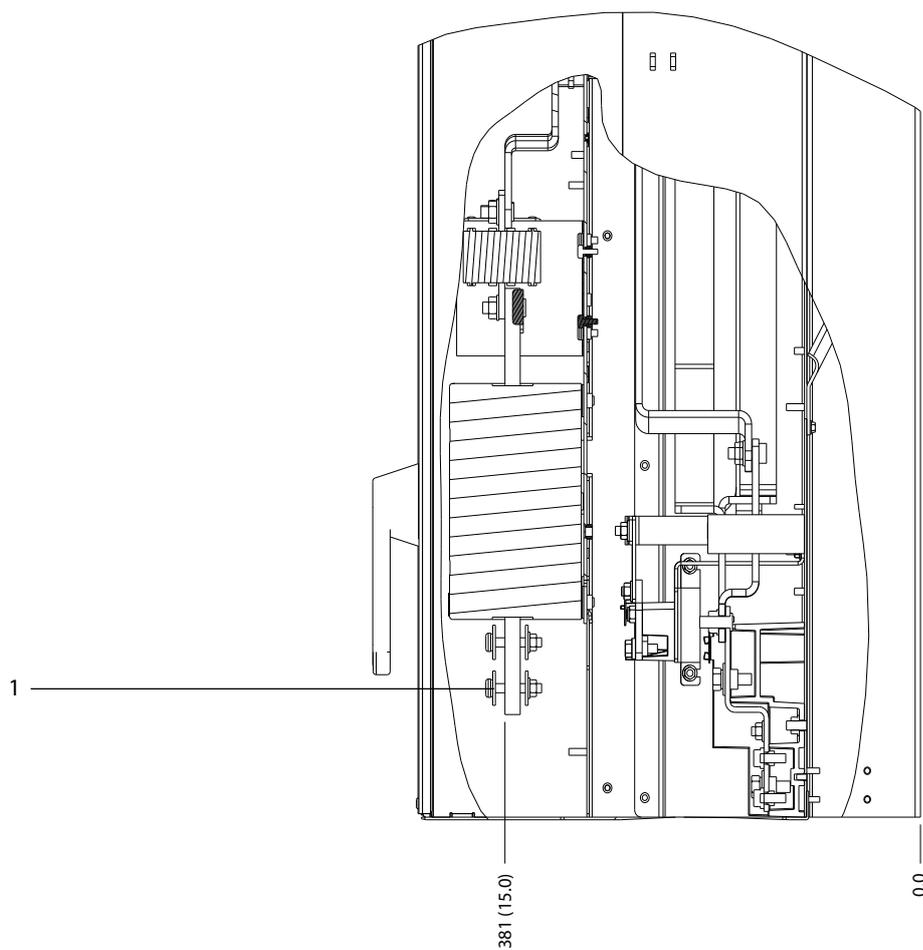


8

1	Terminais de rede elétrica	-	-
---	----------------------------	---	---

Ilustração 8.17 Dimensões do terminal para E2 com desconexão (380–480/500 V Modelos: P355–P400), vista frontal

8



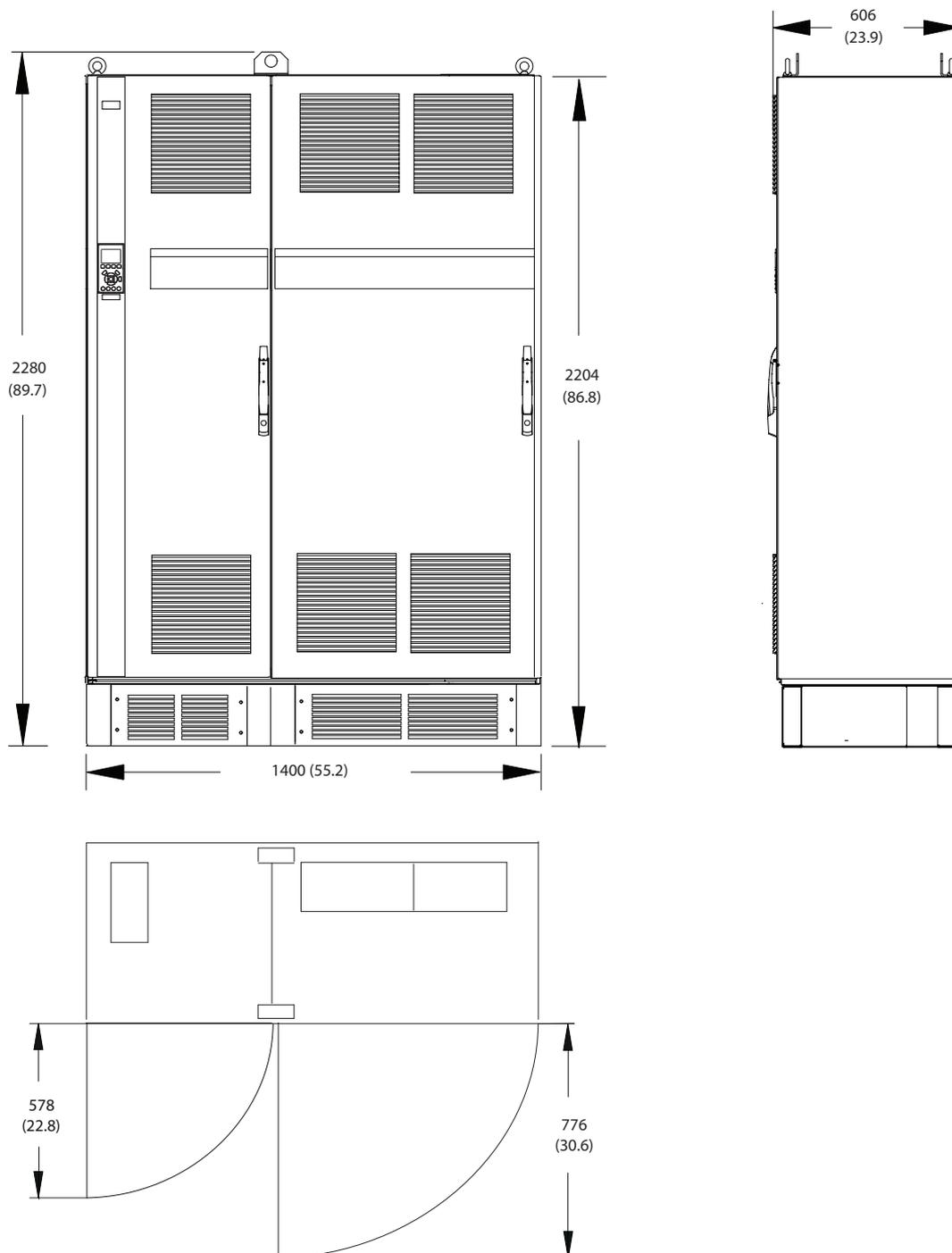
130BF606.10

1	Terminais de rede elétrica	-	-
---	----------------------------	---	---

Ilustração 8.18 Dimensões do terminal para E2 com desconexão (380–480/500 V Modelos: P355–P400), vista lateral

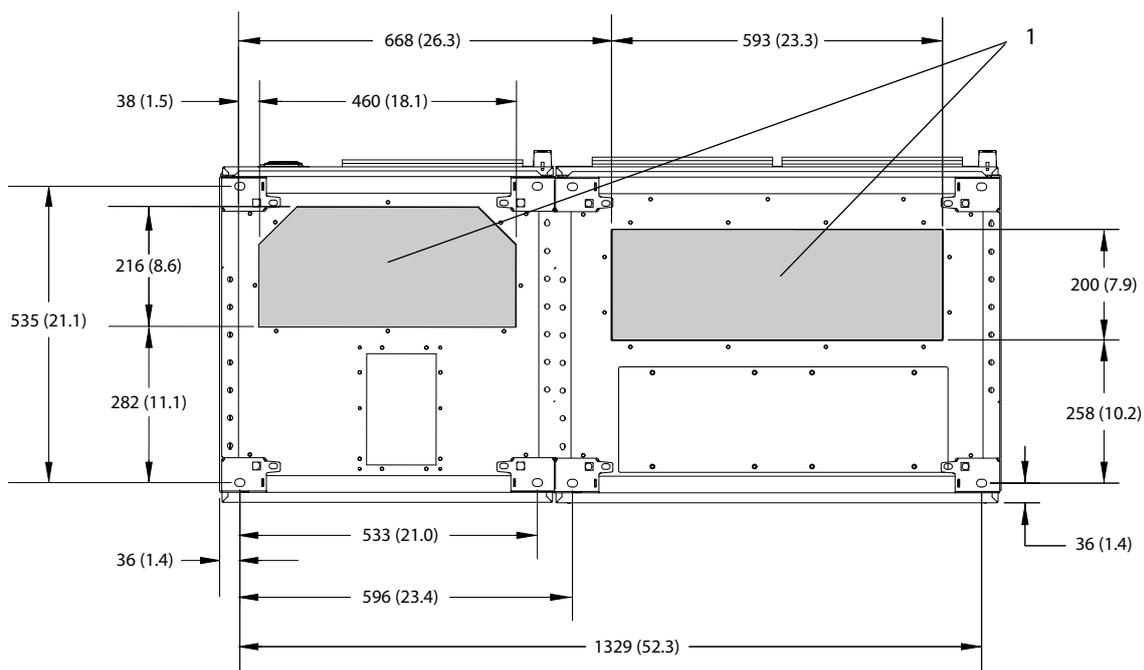
### 8.3 Dimensões externas e do terminal F1

#### 8.3.1 Dimensões externas do F1



130BF375.10

Ilustração 8.19 Dimensões da folga da porta, frontal e lateral do F1



130BF612.10

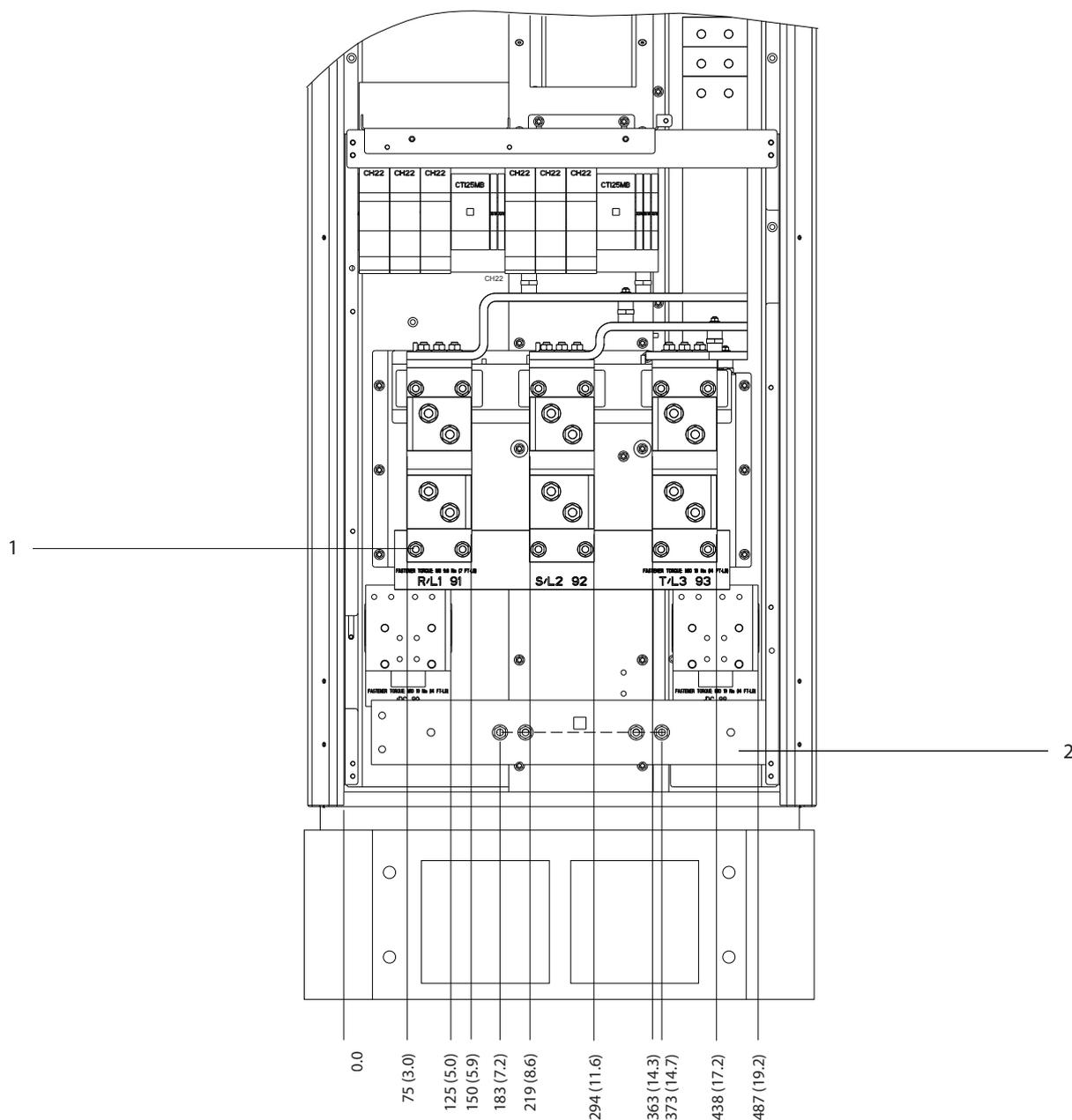
8

1	Lado da rede elétrica	2	Lado do motor
---	-----------------------	---	---------------

Ilustração 8.20 Dimensões da placa da bucha para F1

### 8.3.2 Dimensões do terminal do F1

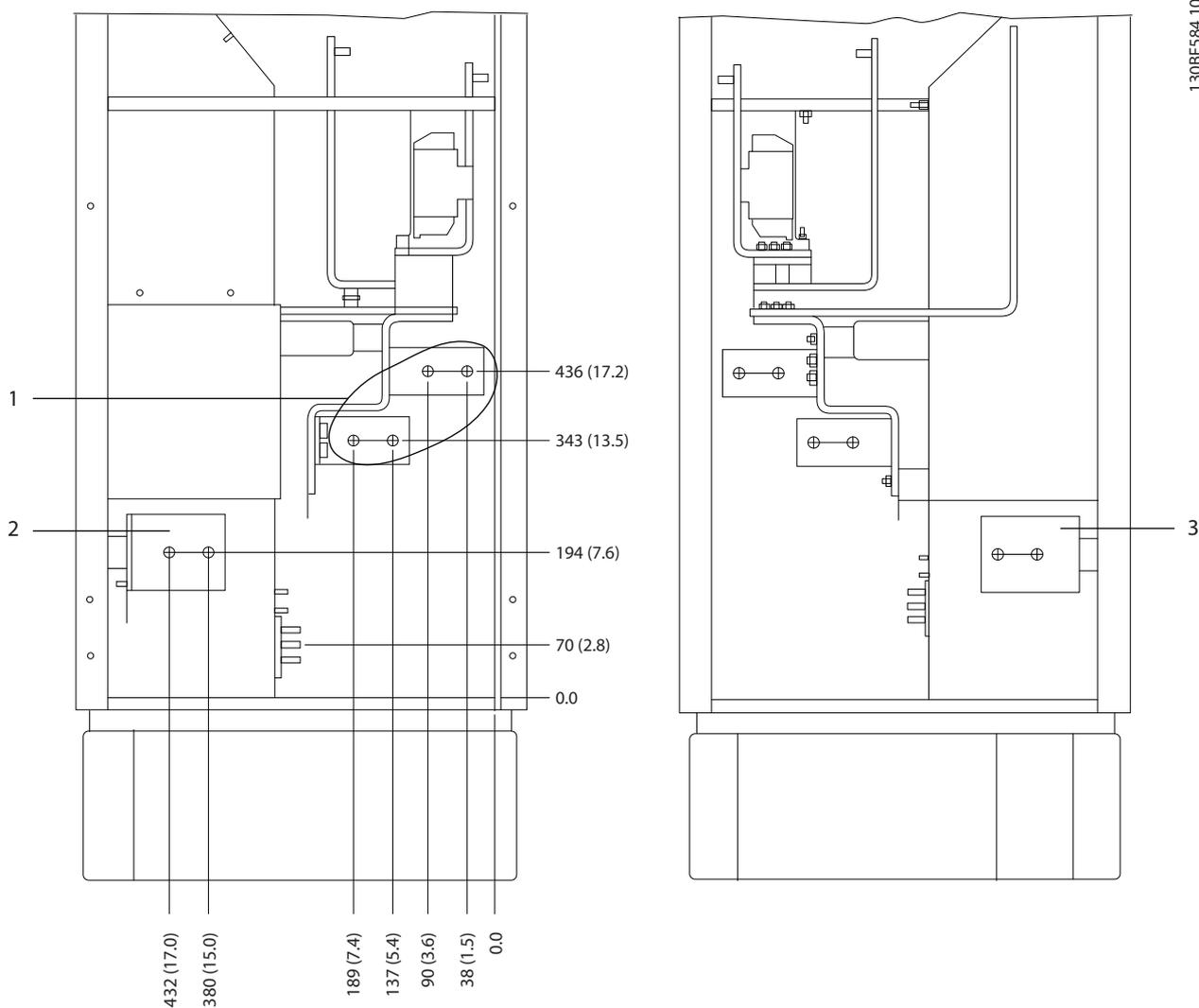
Os cabos de energia são pesados e difíceis de dobrar. Para garantir uma fácil instalação dos cabos, considere o posicionamento ideal do conversor. Cada terminal comporta até 4 cabos com fixadores de cabo ou encaixe de cabo padrão. O ponto de aterramento é conectado ao um ponto de terminação relevante no conversor.



130BF583:10

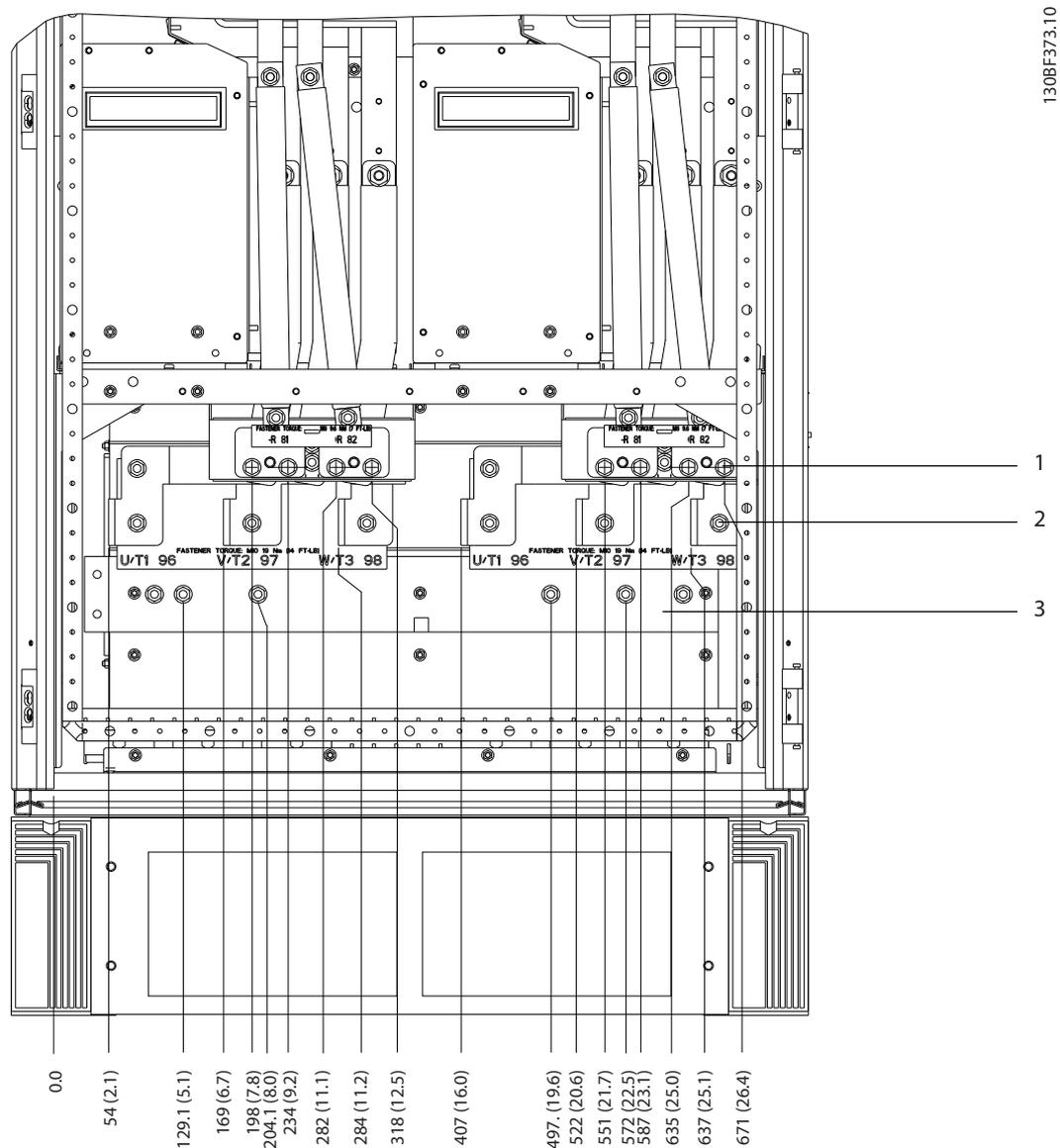
1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

Ilustração 8.21 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador F1-F4, vista frontal



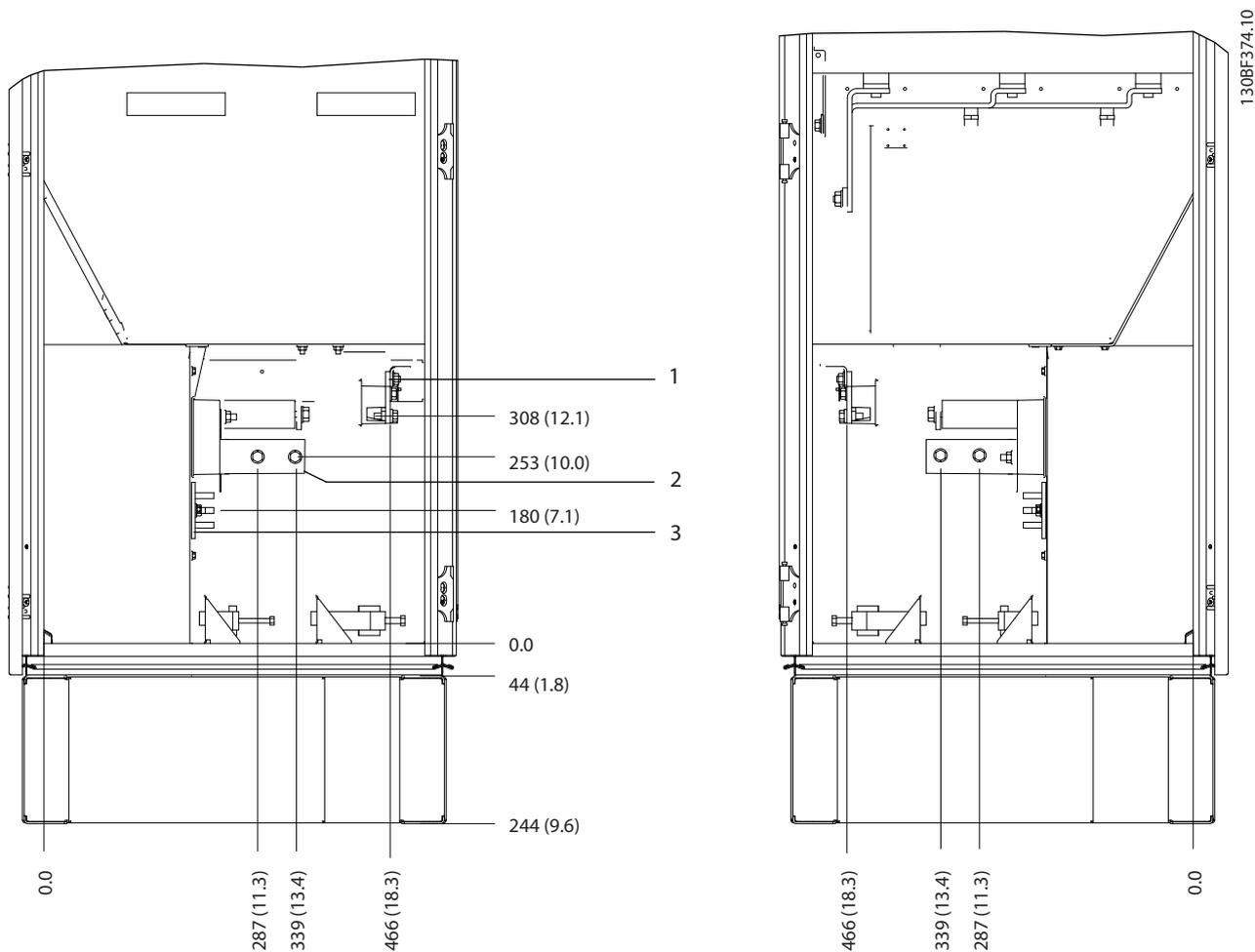
1	Terminais de rede elétrica	3	Terminais de divisão da carga (-)
2	Terminais de divisão da carga (+)	-	-

Ilustração 8.22 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador F1-F2, vista lateral



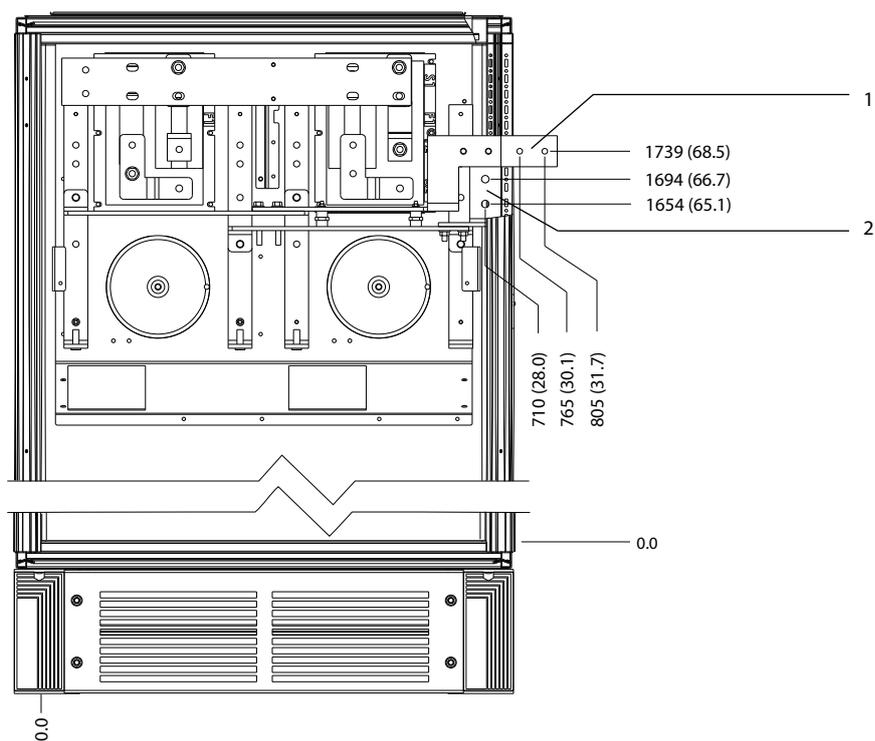
1	Terminais do freio	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

Ilustração 8.23 Dimensões do terminal para o gabinete do inversor F1-F3, vista frontal



1	Terminais do freio	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

Ilustração 8.24 Dimensões do terminal para o gabinete do inversor F1/F3, vista lateral



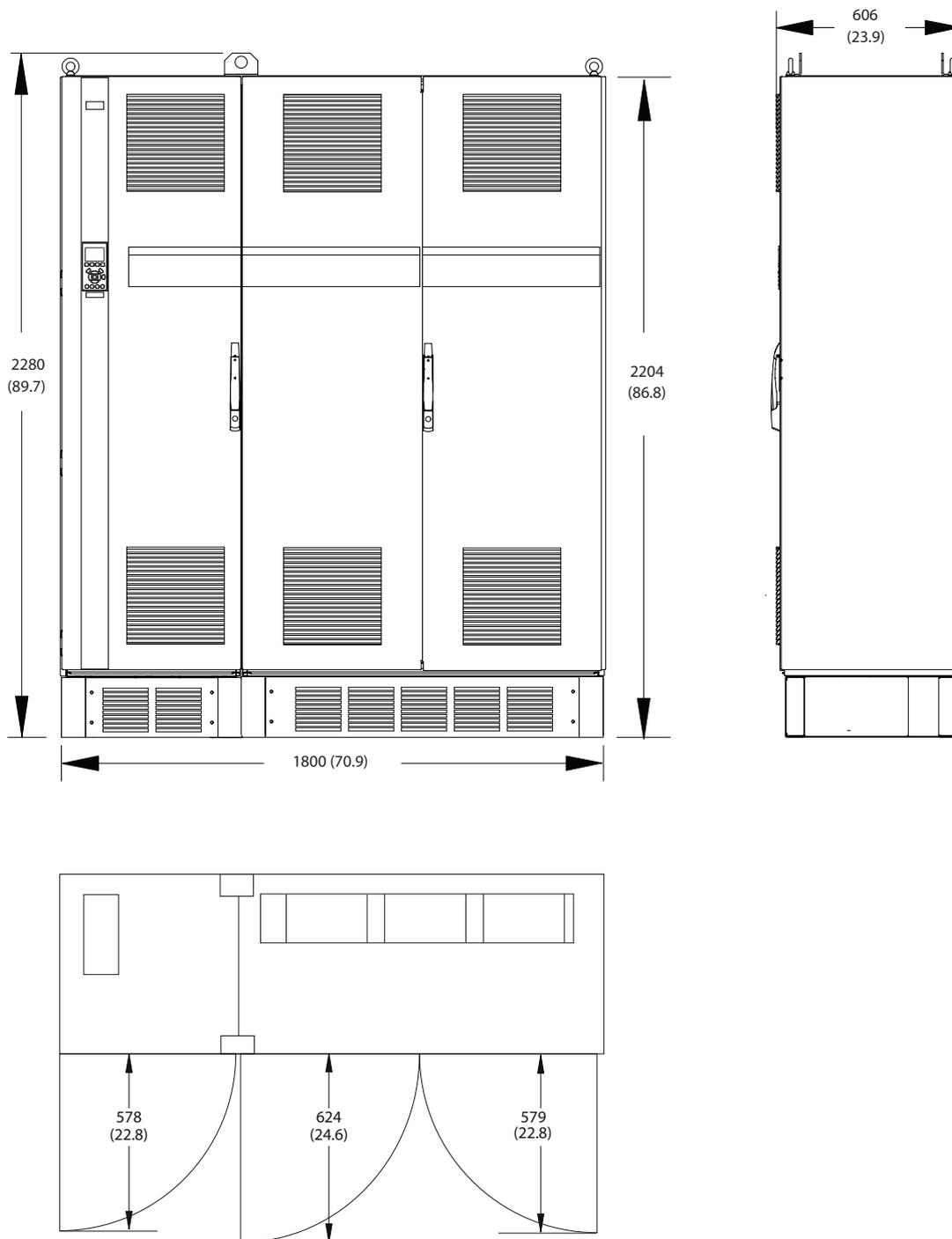
1308F365.10

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

Ilustração 8.25 Dimensões do terminal para os terminais de regeneração F1/F3, vista frontal

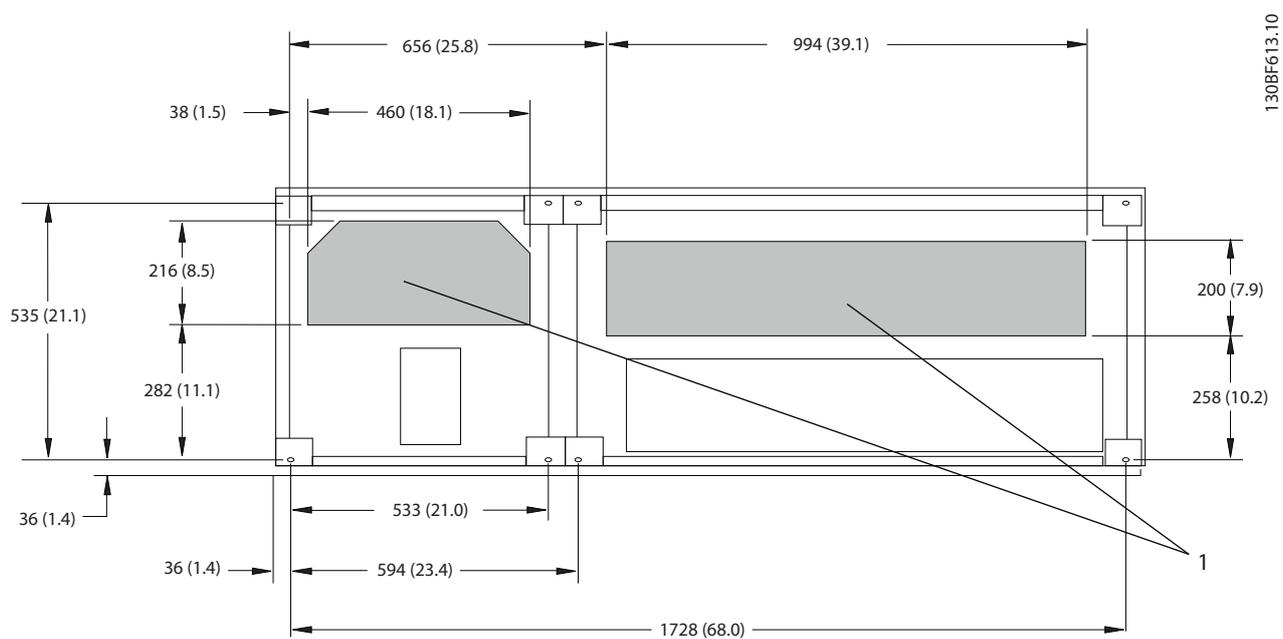
8.4 Dimensões externas e do terminal F2

8.4.1 Dimensões externas do F2



130BF330.11

Ilustração 8.26 Dimensões da folga da porta, frontal e lateral do F2



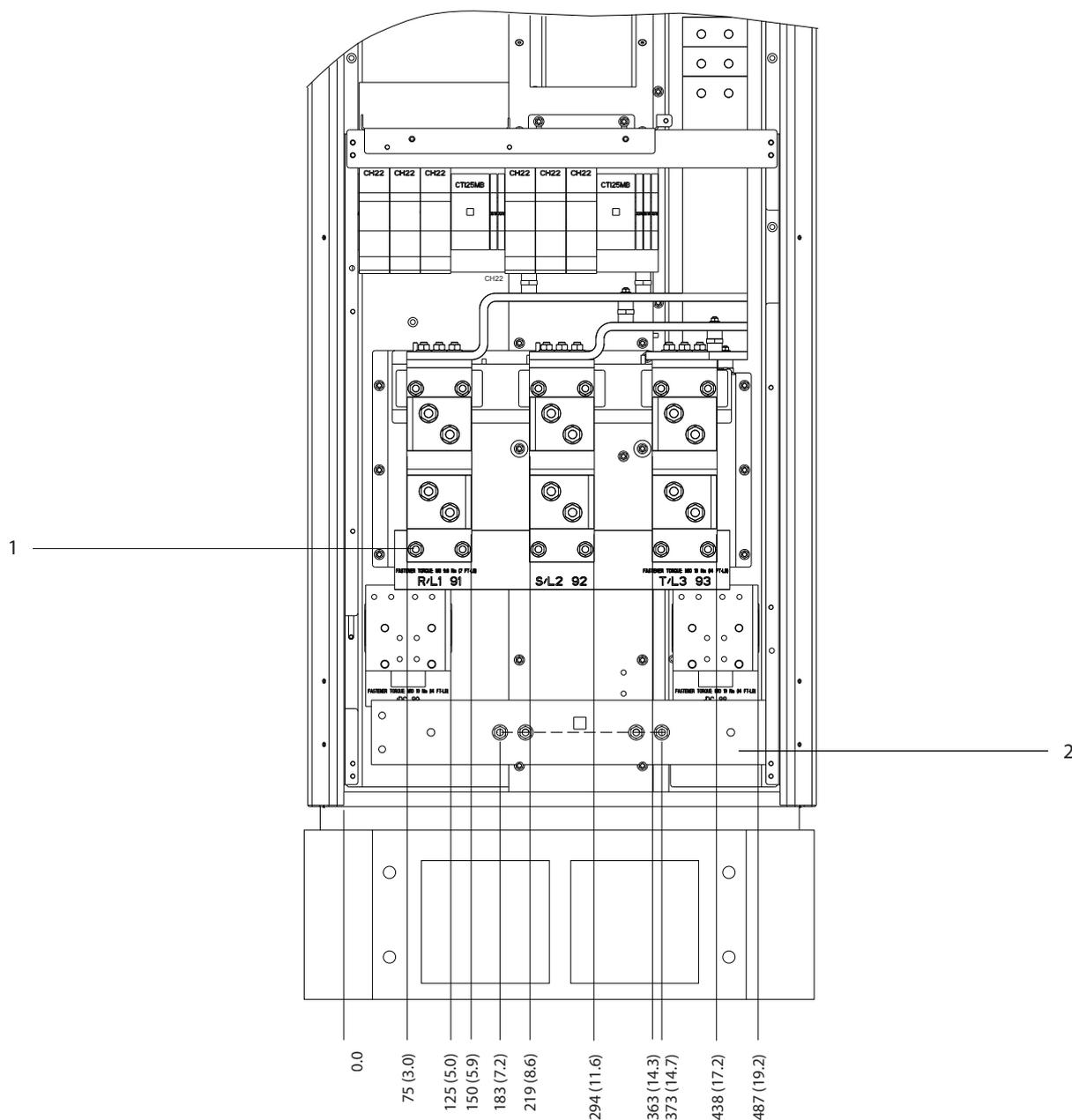
1	Lado da rede elétrica	2	Lado do motor
---	-----------------------	---	---------------

8

Ilustração 8.27 Dimensões da placa da bucha para F2

### 8.4.2 Dimensões do terminal do F2

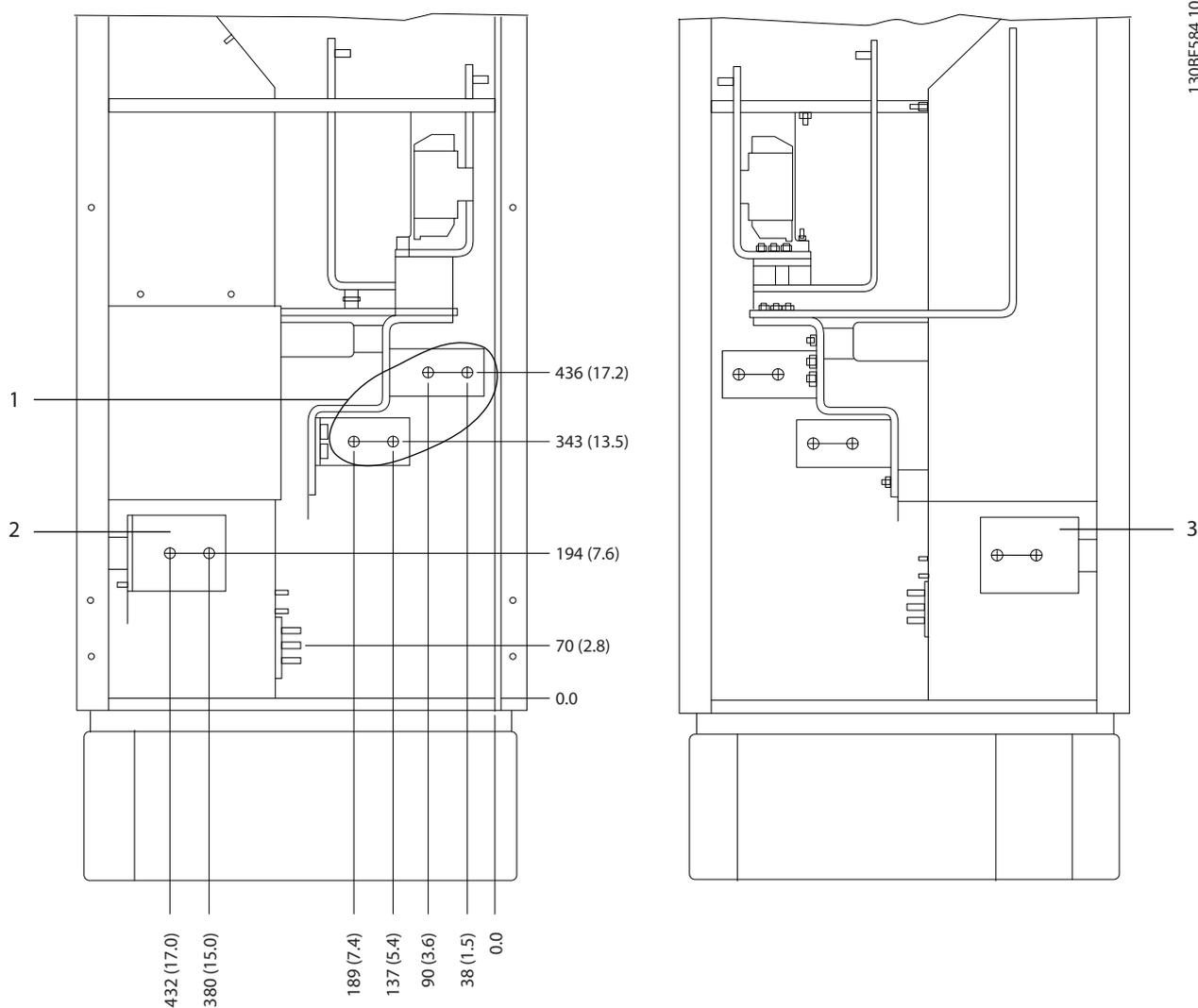
Os cabos de energia são pesados e difíceis de dobrar. Para garantir uma fácil instalação dos cabos, considere o posicionamento ideal do conversor. Cada terminal comporta até 4 cabos com fixadores de cabo ou encaixe de cabo padrão. O ponto de aterramento é conectado ao um ponto de terminação relevante no conversor.



130BF583:10

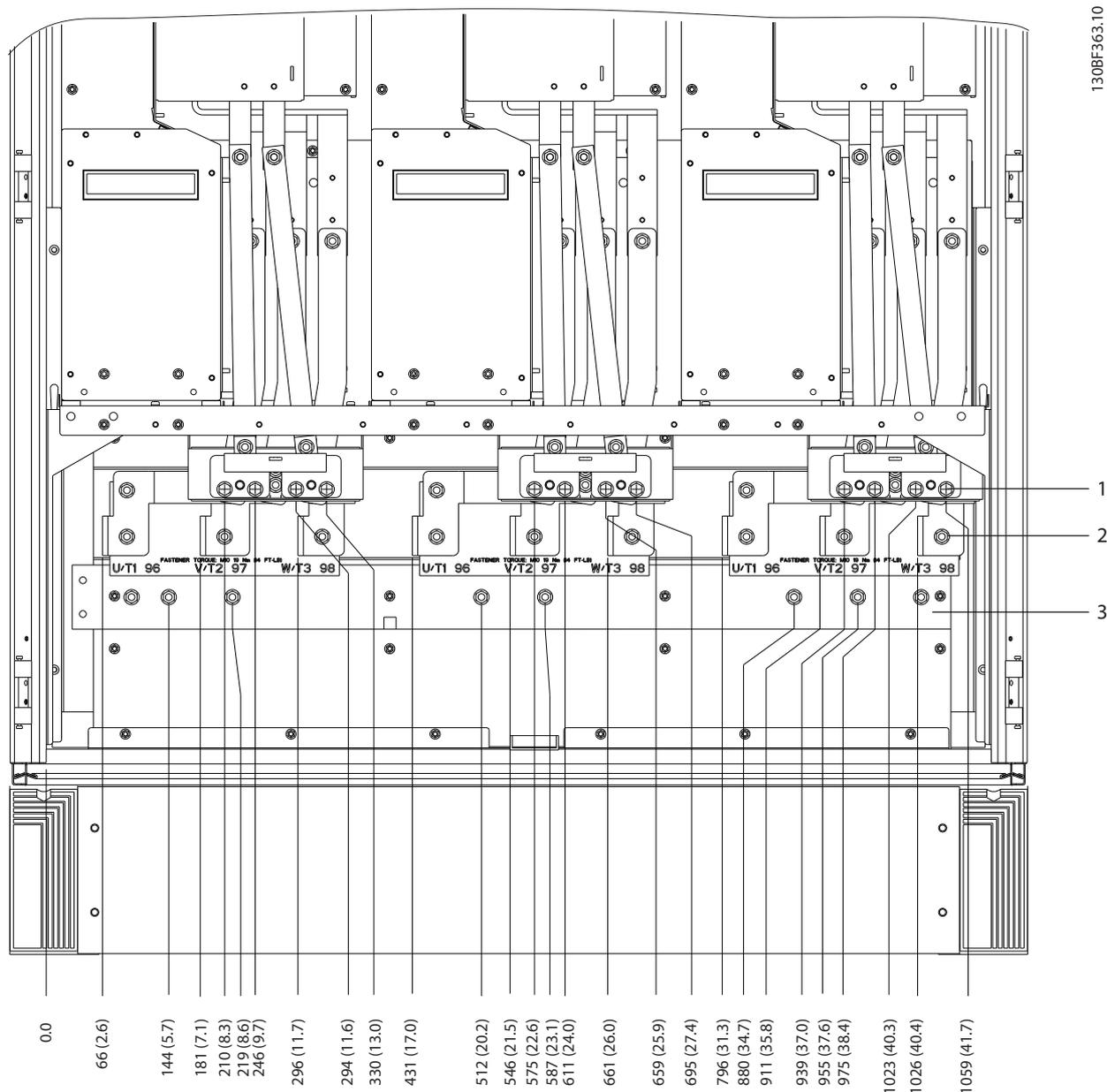
1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

Ilustração 8.28 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador F1-F4, vista frontal



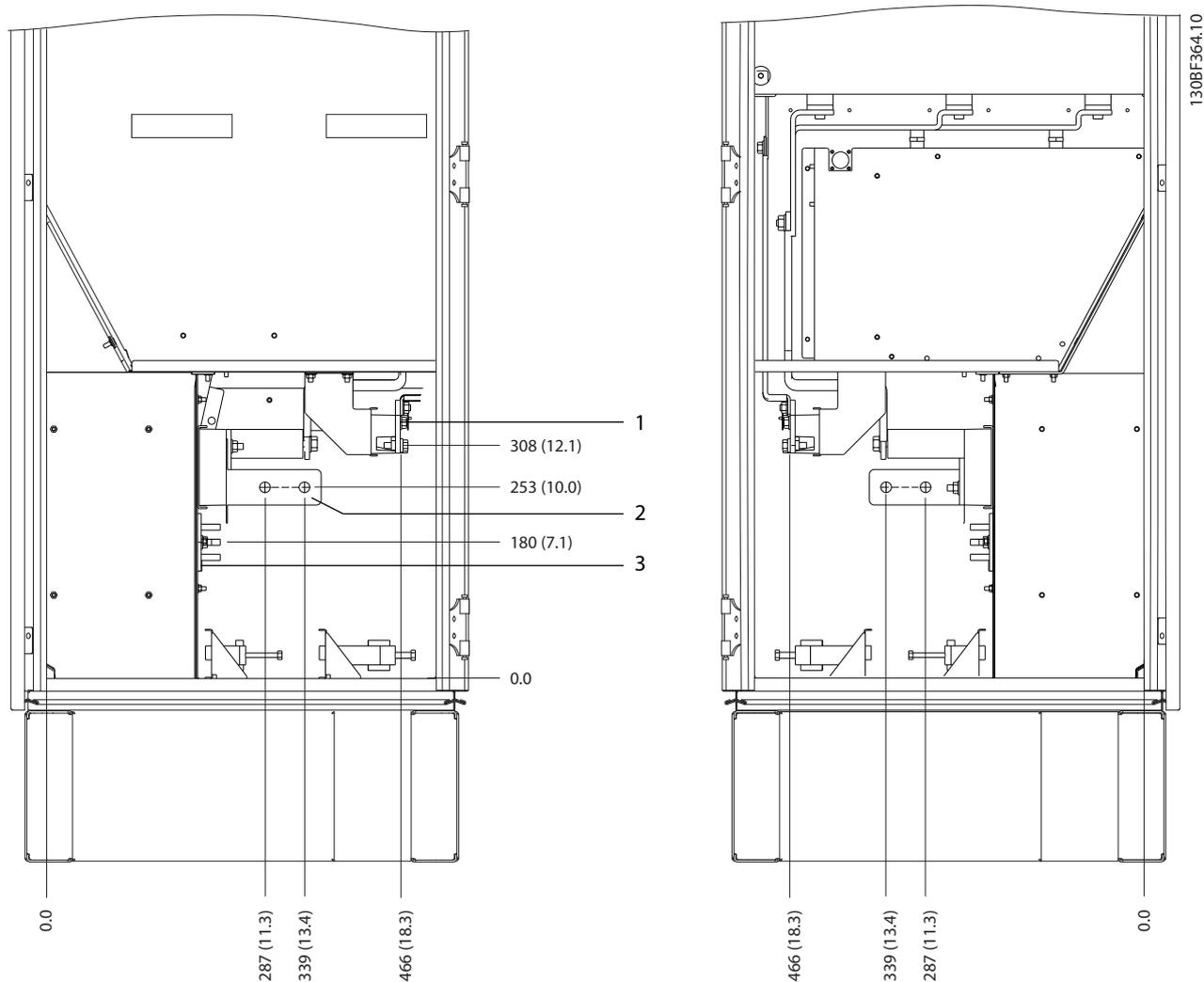
1	Terminais de rede elétrica	3	Terminais de divisão da carga (-)
2	Terminais de divisão da carga (+)	-	-

Ilustração 8.29 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador F1-F2, vista lateral



1	Terminais do freio	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

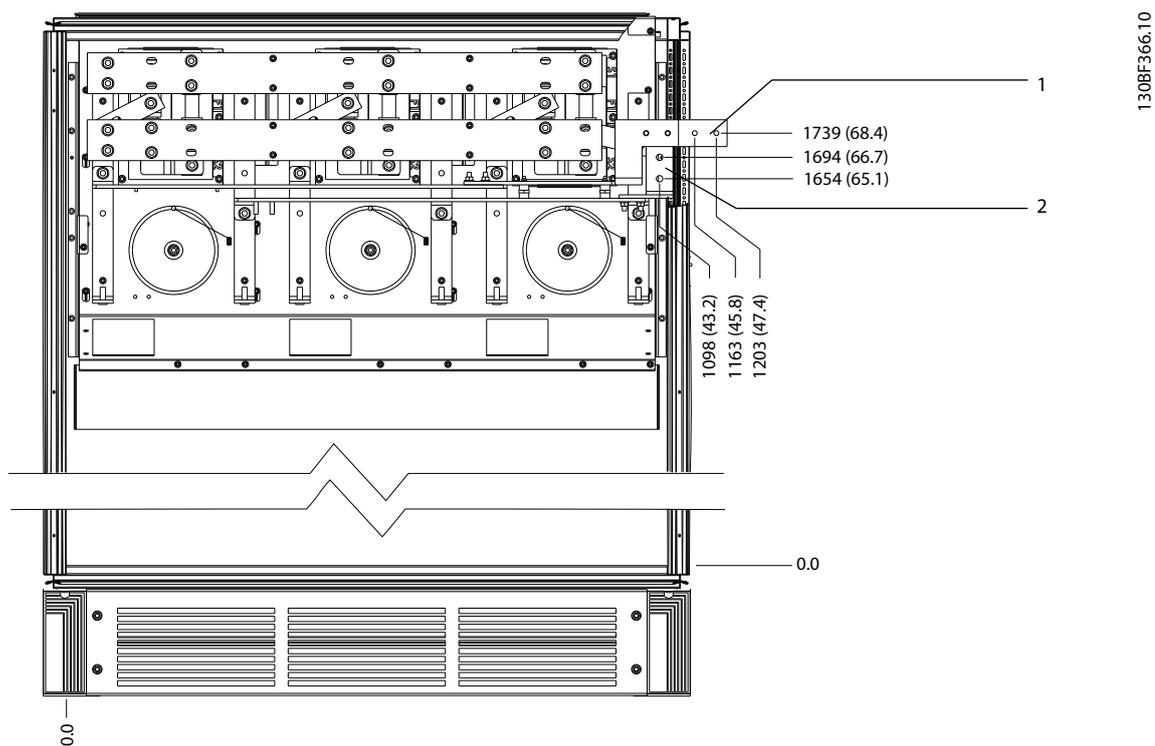
Ilustração 8.30 Dimensões do terminal para o gabinete do inversor F2/F4, vista frontal



8

1	Terminais do freio	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

Ilustração 8.31 Dimensões do terminal para o gabinete do inversor F2/F4, vista lateral

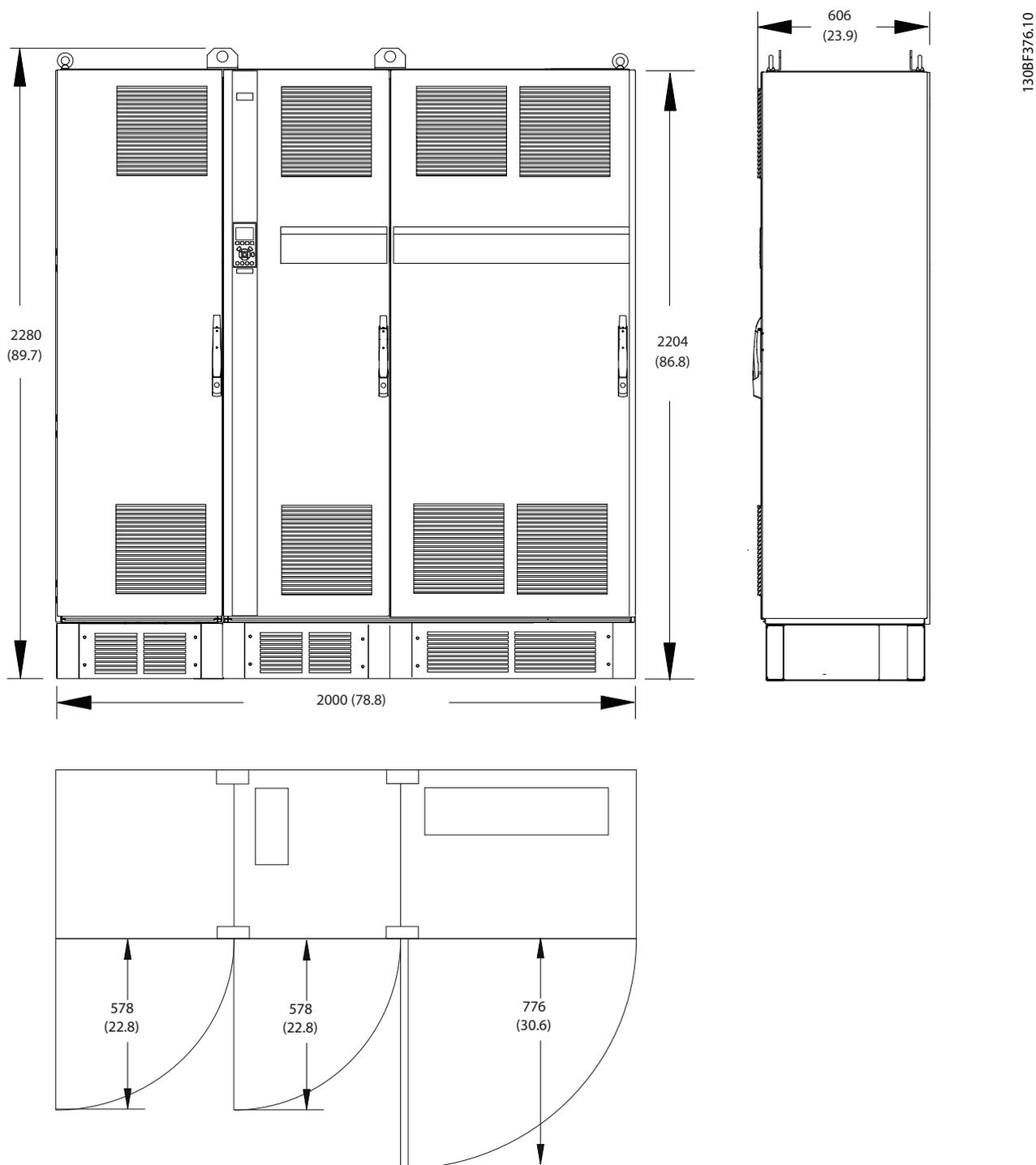


1	DC -	2	DC +
---	------	---	------

Ilustração 8.32 Dimensões do terminal para os terminais de regeneração F2/F4, vista frontal

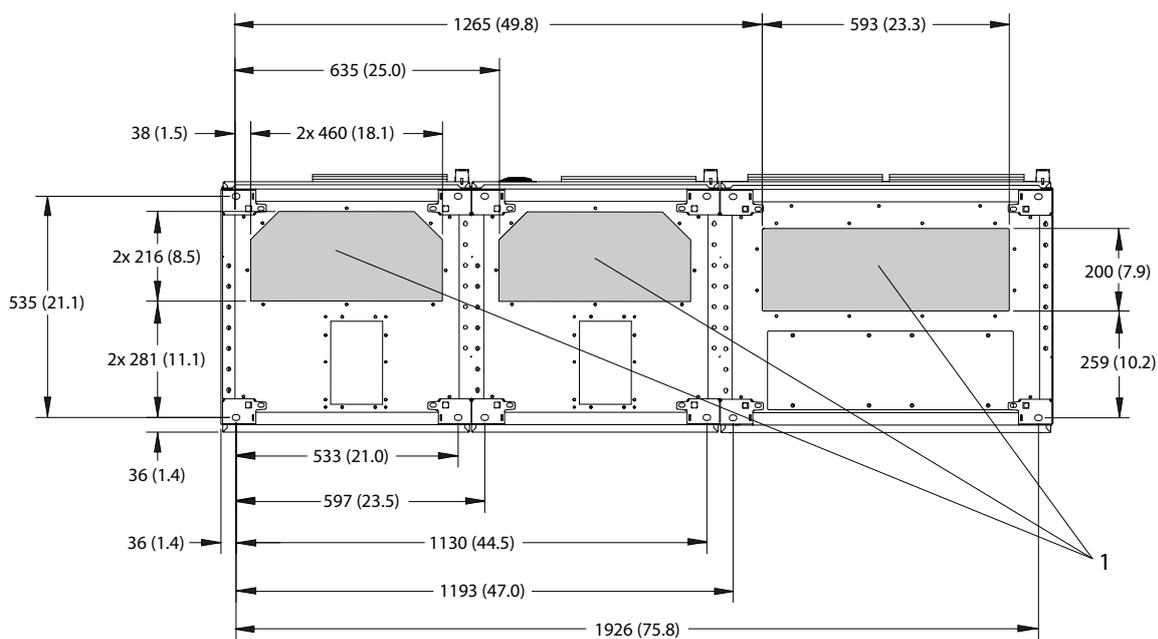
## 8.5 Dimensões externas e do terminal F3

### 8.5.1 Dimensões externas do F3



8

Ilustração 8.33 Dimensões da folga da porta, frontal e lateral do F3



130BF614.10

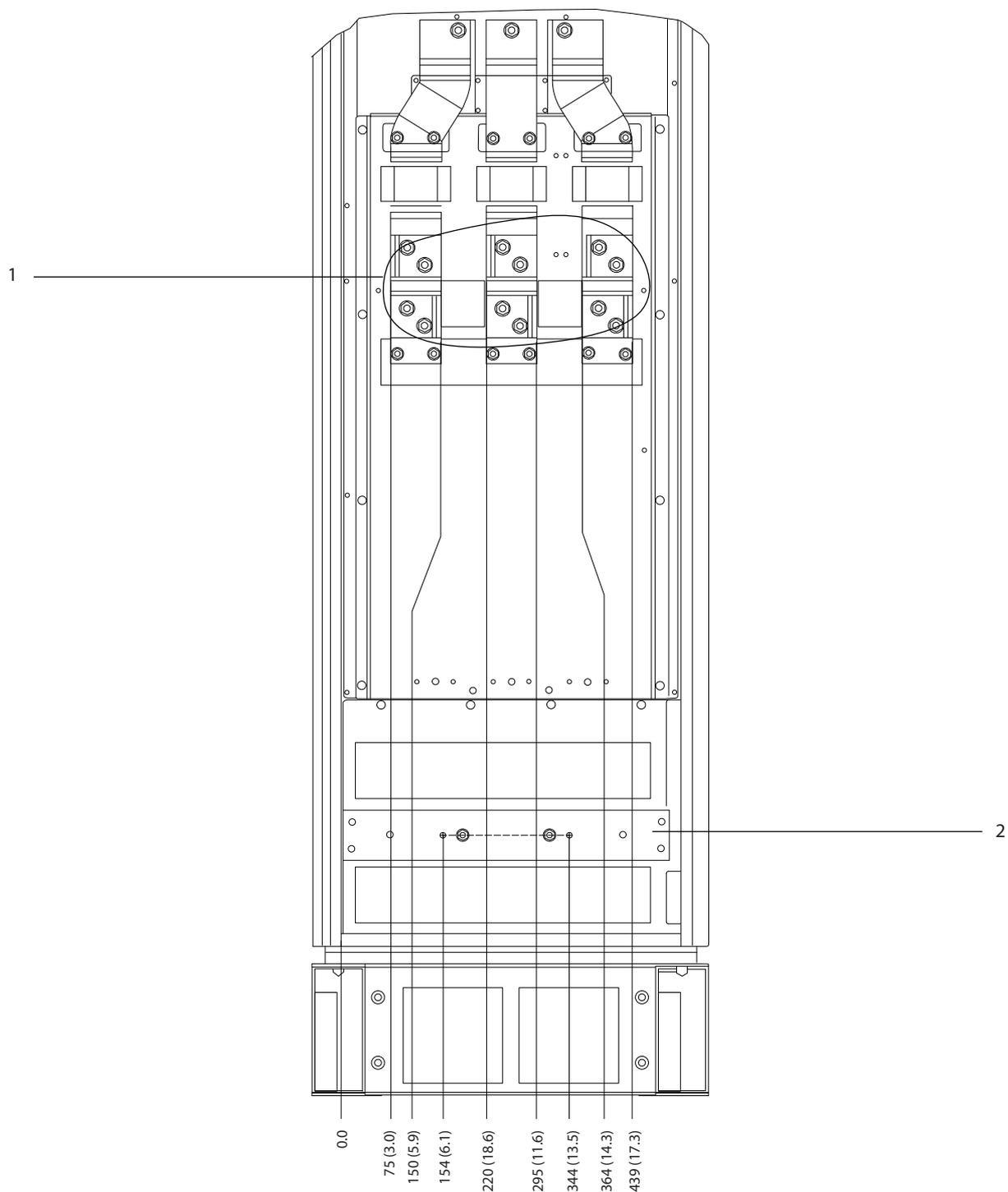
8

1	Lado da rede elétrica	2	Lado do motor
---	-----------------------	---	---------------

Ilustração 8.34 Dimensões da placa da bucha para F3

### 8.5.2 Dimensões do terminal do F3

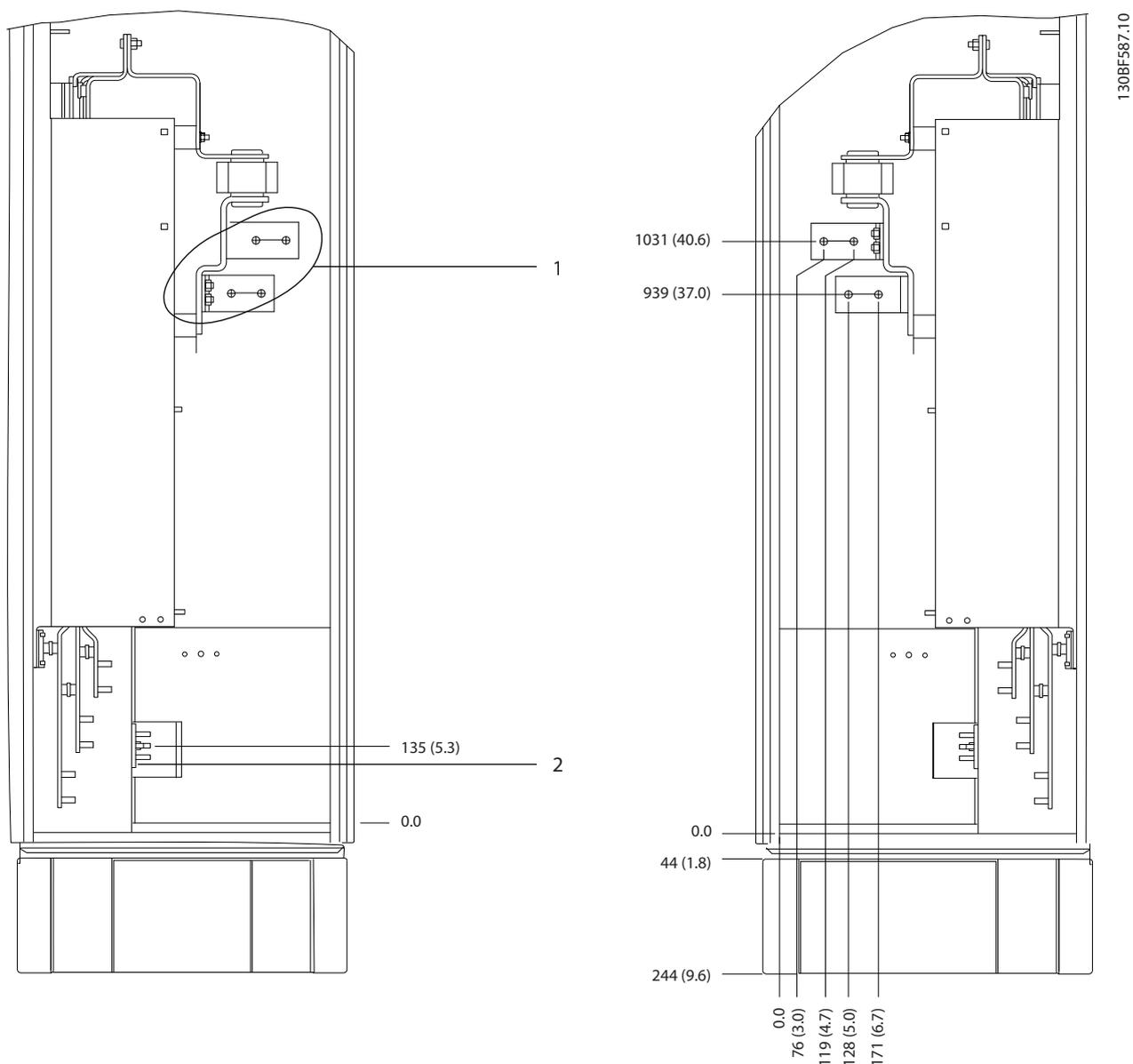
Os cabos de energia são pesados e difíceis de dobrar. Para garantir uma fácil instalação dos cabos, considere o posicionamento ideal do conversor. Cada terminal comporta até 4 cabos com fixadores de cabo ou encaixe de cabo padrão. O ponto de aterramento é conectado ao um ponto de terminação relevante no conversor.



1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

Ilustração 8.35 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F3-F4, vista frontal

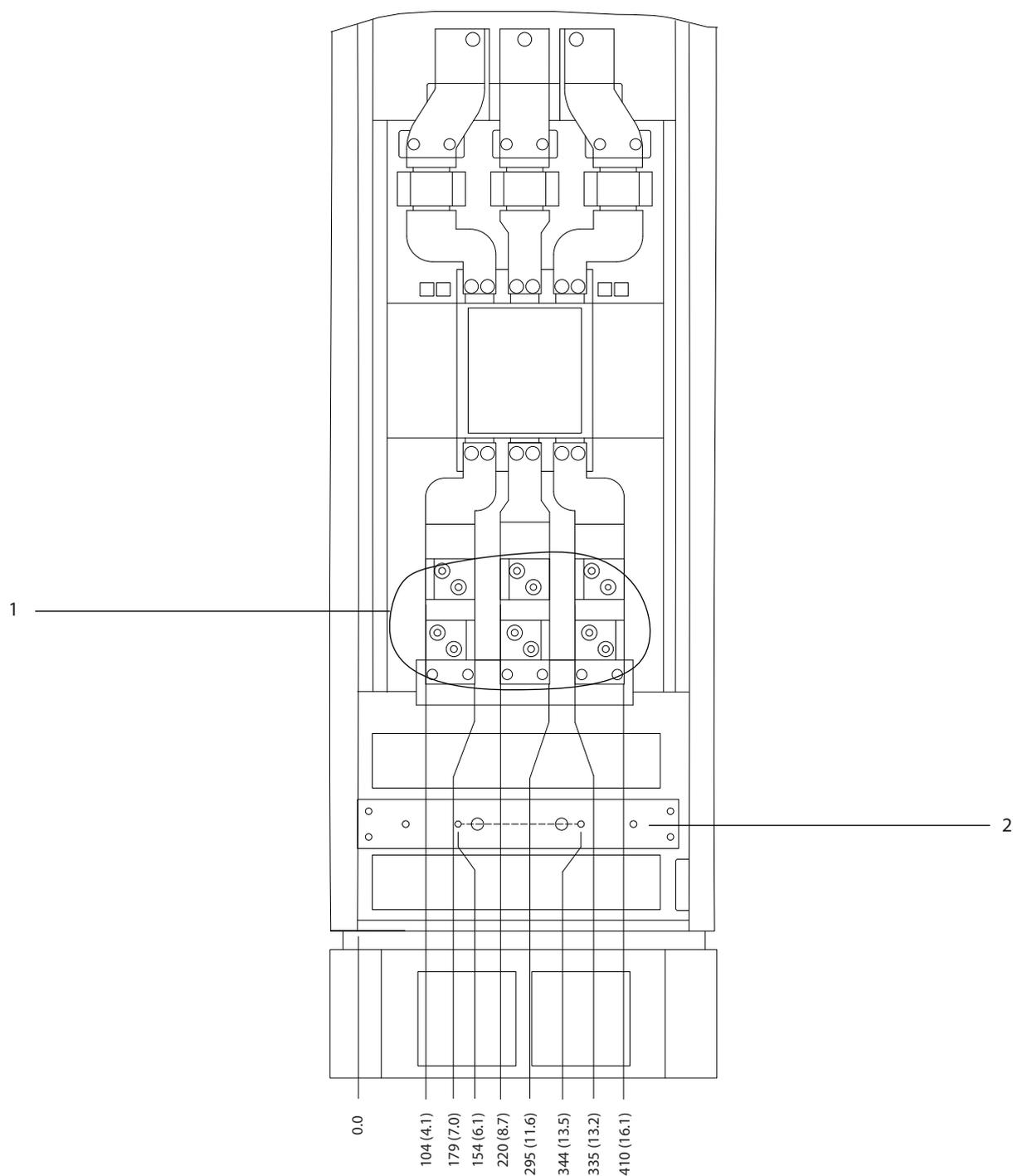
8



1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

Ilustração 8.36 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F3-F4, vista lateral

1.30BF588.10

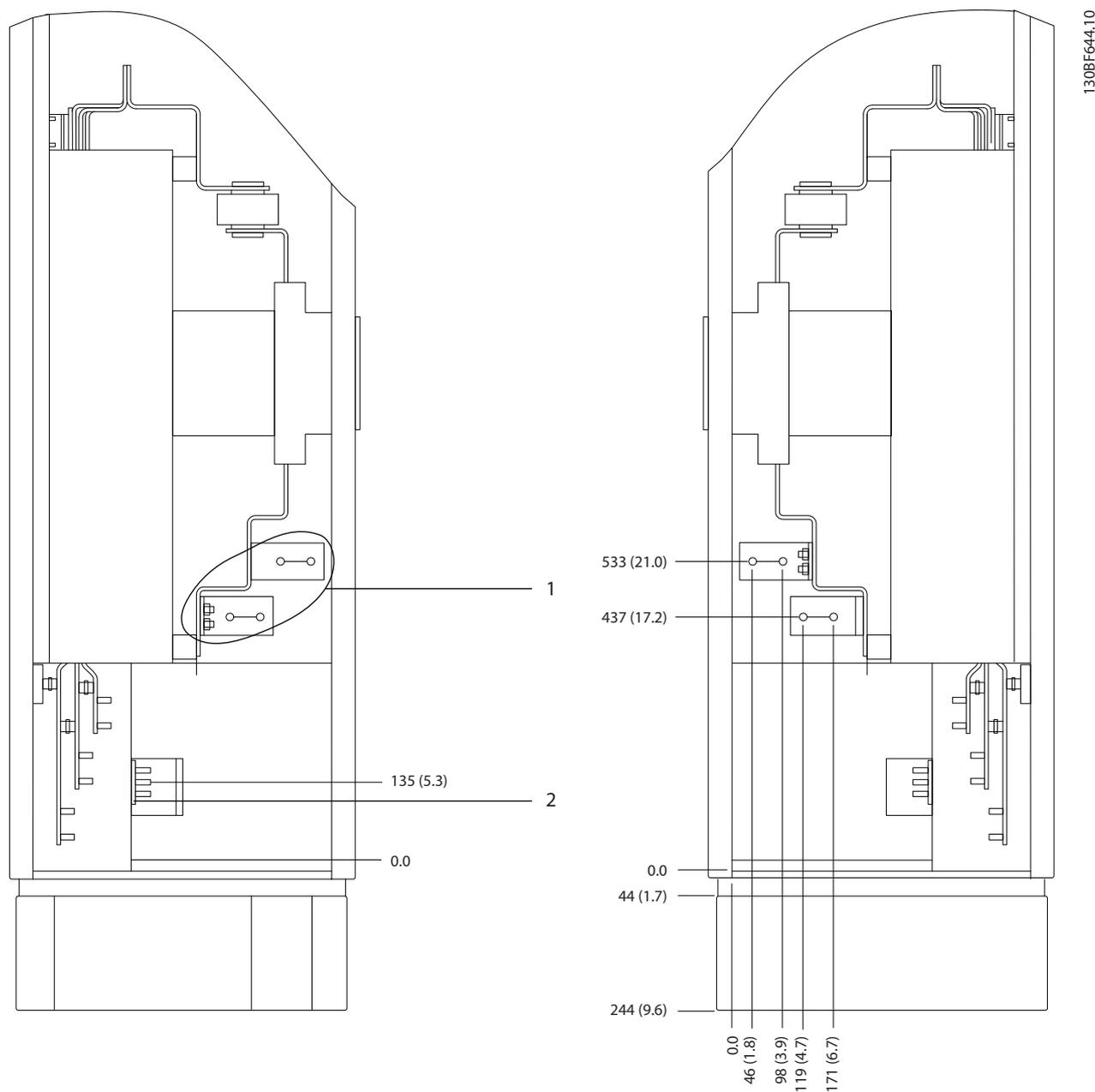


8

1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

Ilustração 8.37 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F3-F4 com disjuntor/chave com cápsula moldada, vista frontal



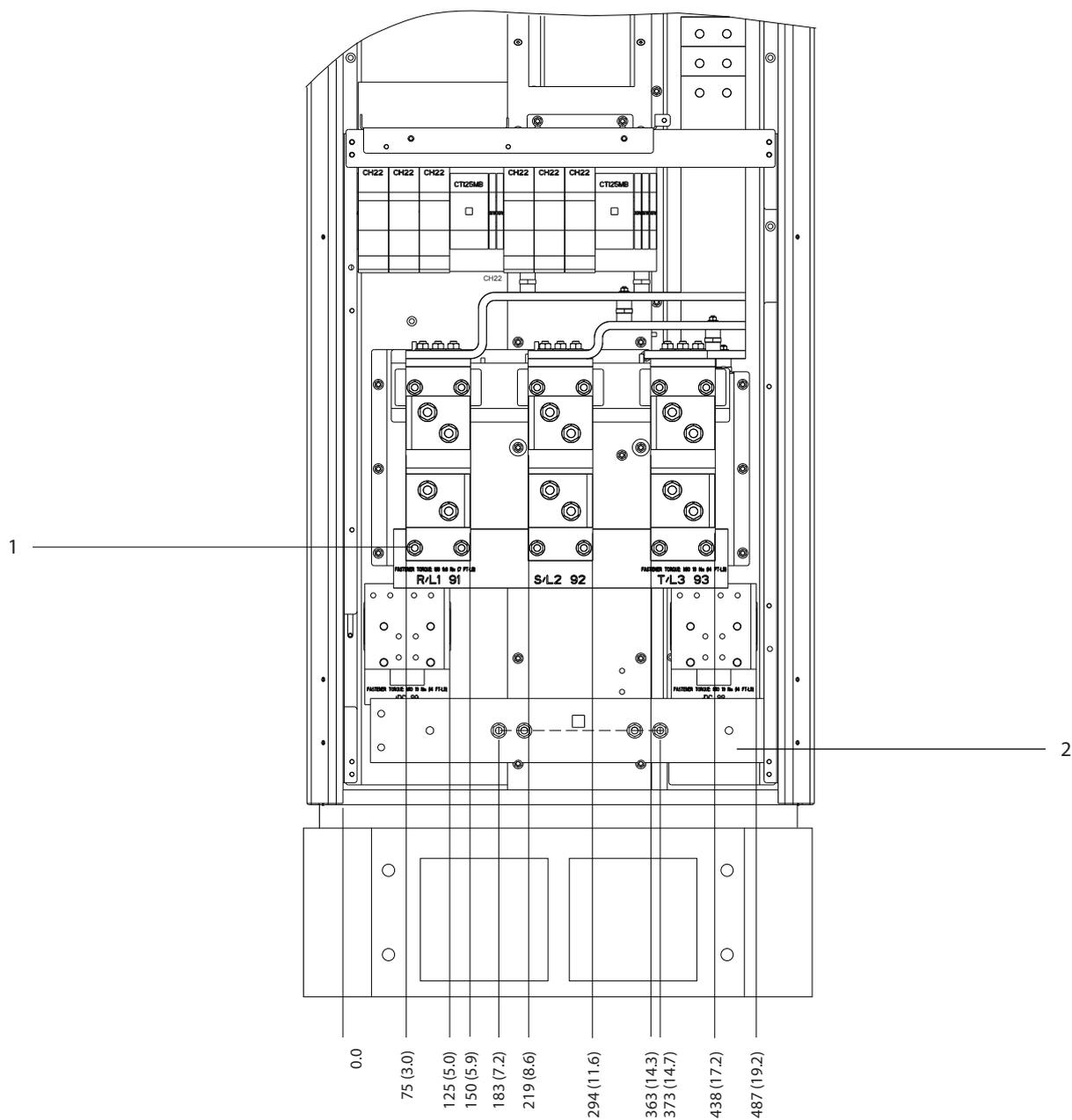


8

1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

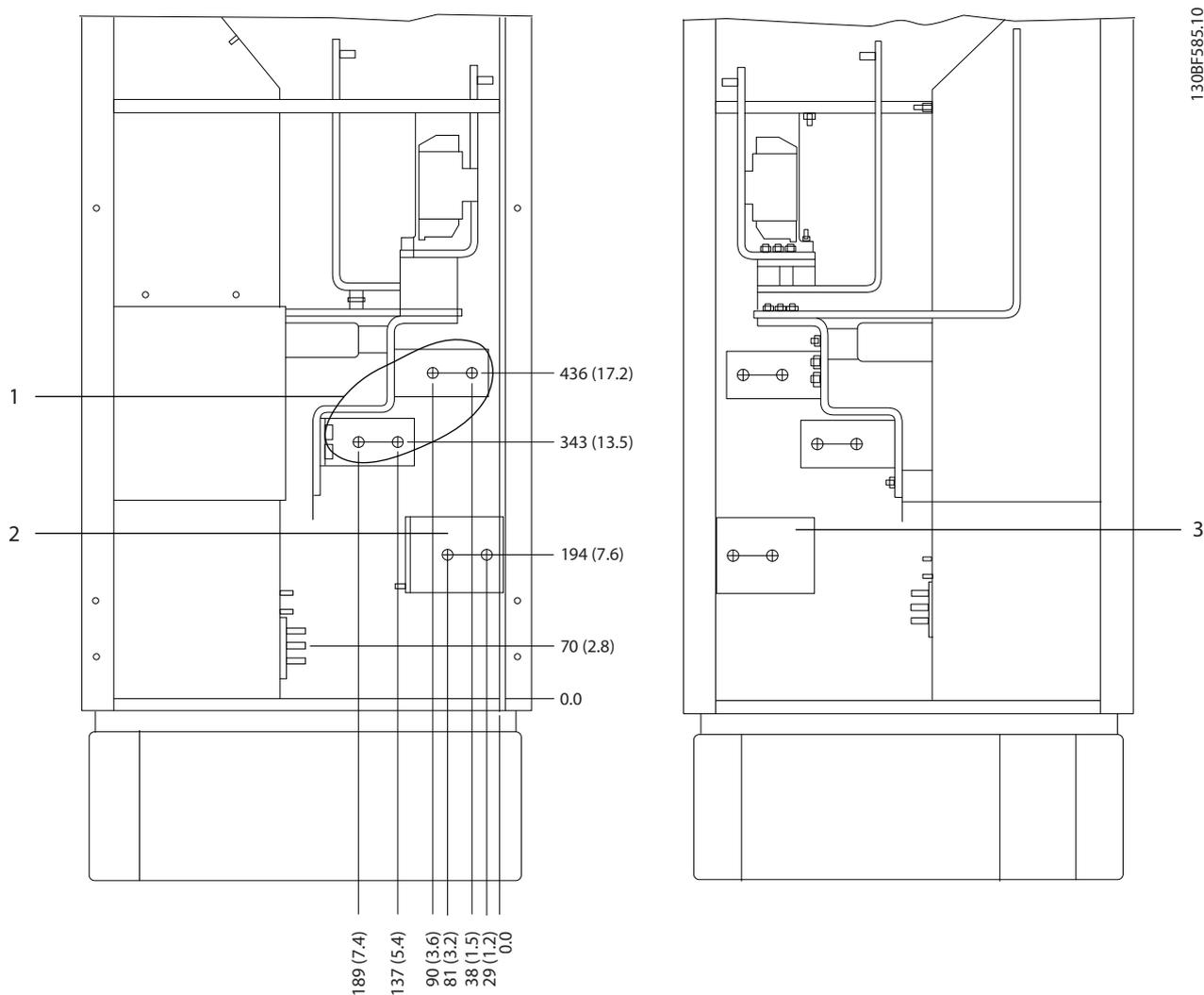
Ilustração 8.39 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F3-F4 com disjuntor/chave com cápsula moldada (380-480/500 V Modelos: P500-P630; 525-690 V Modelos: P800), vista lateral

8



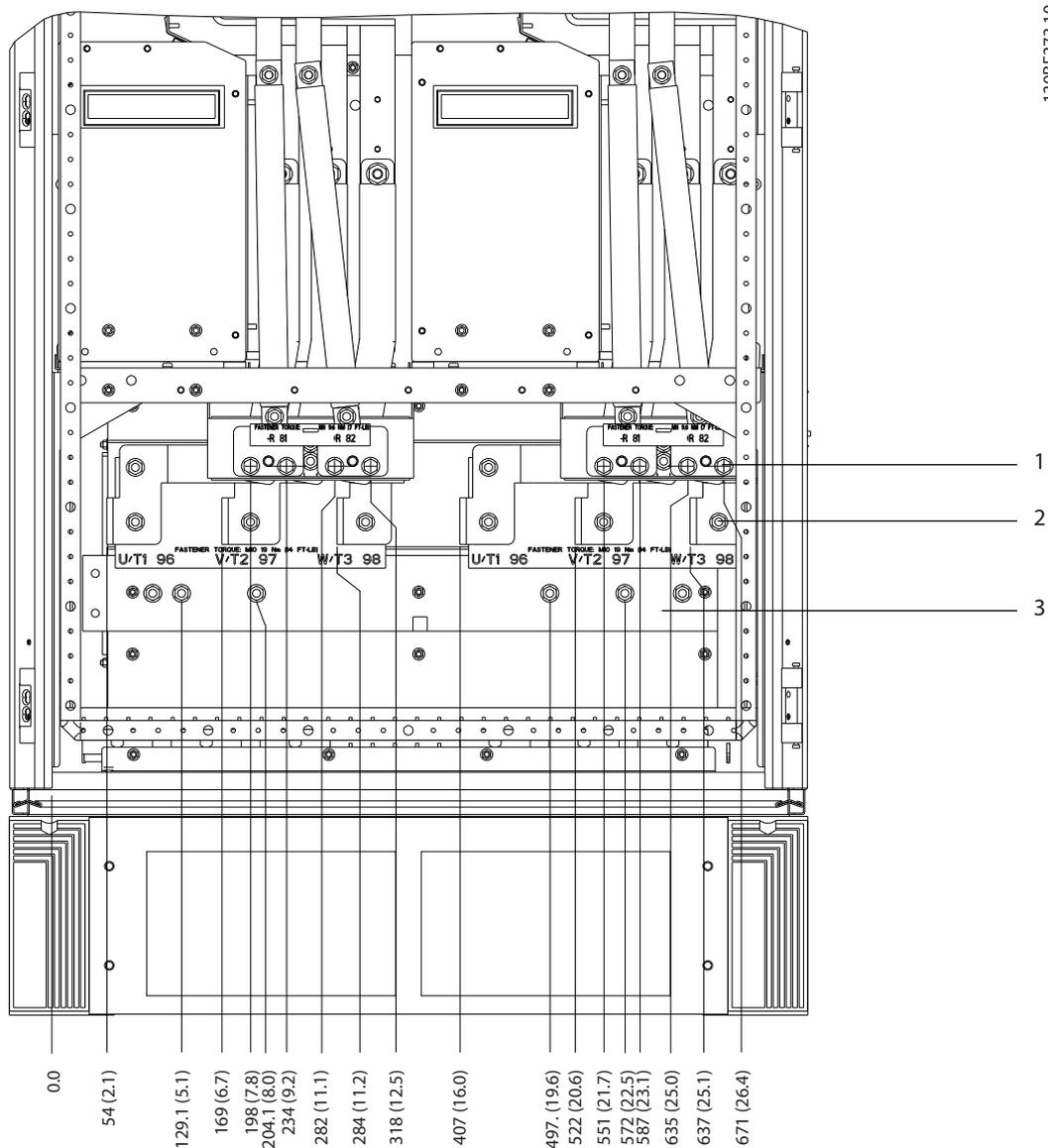
1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

Ilustração 8.40 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador F1-F4, vista frontal



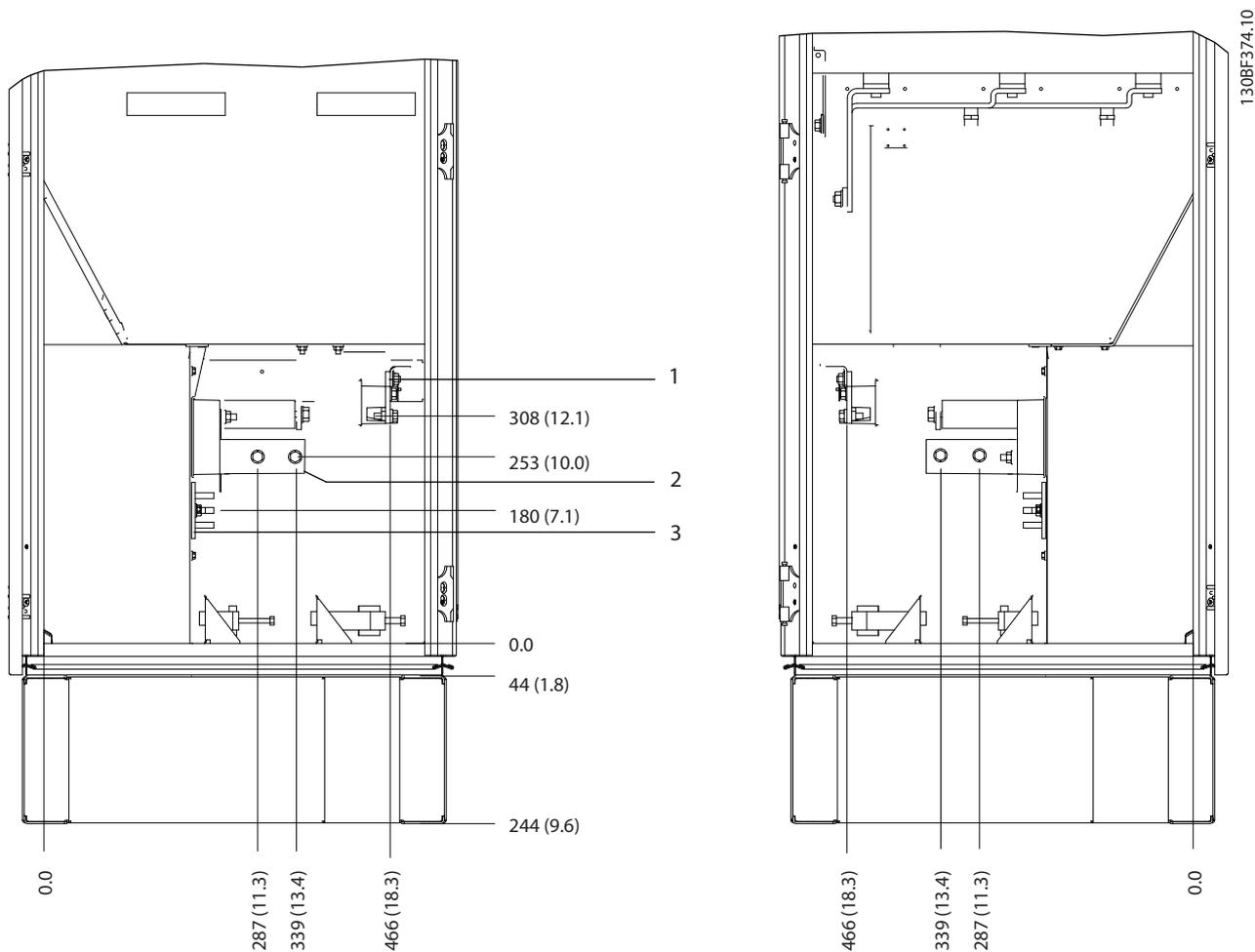
1	Terminais de rede elétrica	3	Terminais de divisão da carga (-)
2	Terminais de divisão da carga (+)	-	-

Ilustração 8.41 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador F3-F4, vista lateral



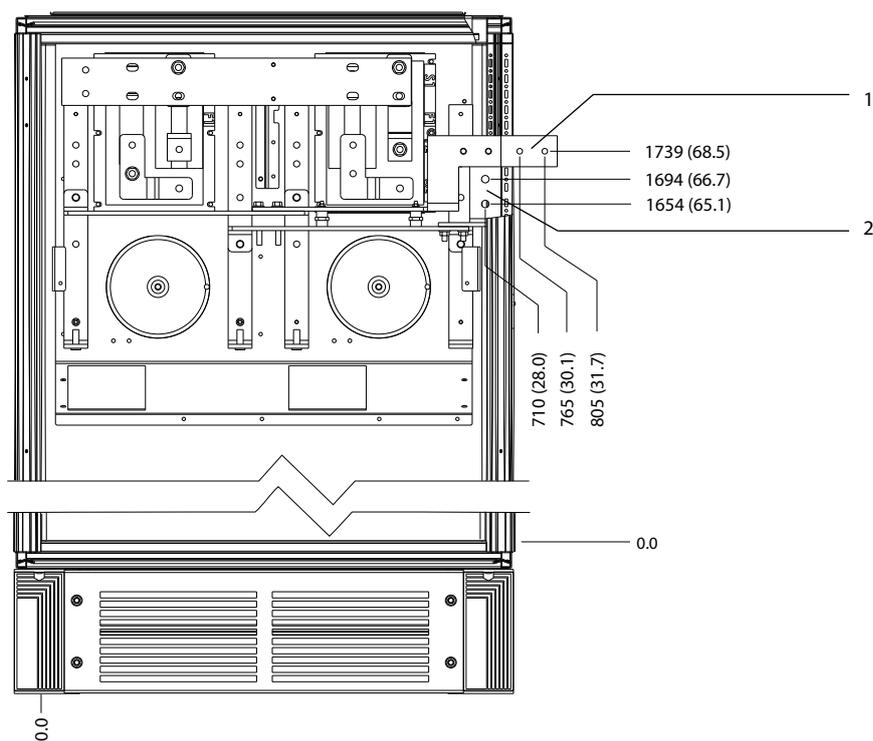
1	Terminais do freio	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

Ilustração 8.42 Dimensões do terminal para o gabinete do inversor F1-F3, vista frontal



1	Terminais do freio	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

Ilustração 8.43 Dimensões do terminal para o gabinete do inversor F1/F3, vista lateral



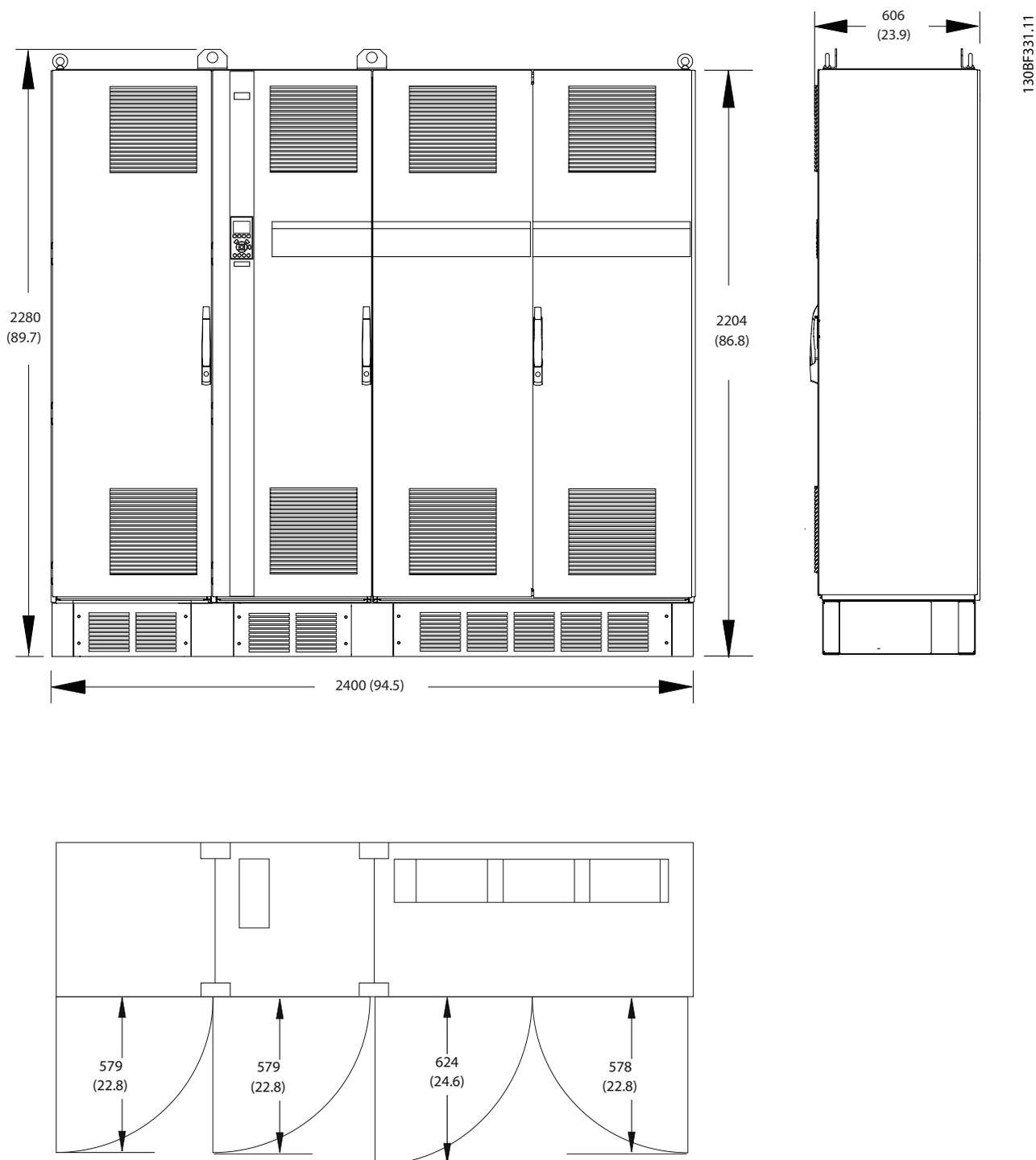
1308F365.10

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

Ilustração 8.44 Dimensões do terminal para os terminais de regeneração F1/F3, vista frontal

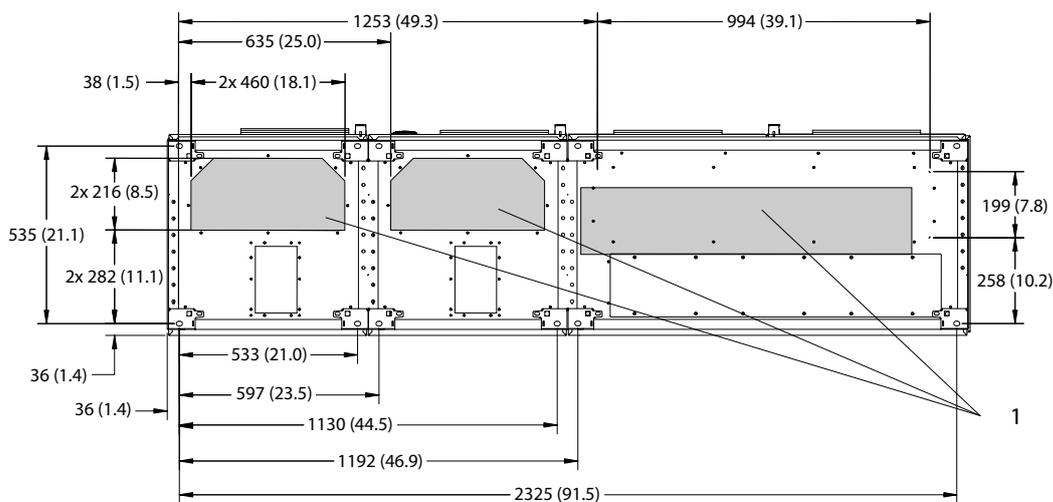
## 8.6 Dimensões externas e do terminal F4

### 8.6.1 Dimensões externas do F4



8

Ilustração 8.45 Dimensões da folga da porta, frontal e lateral do F4



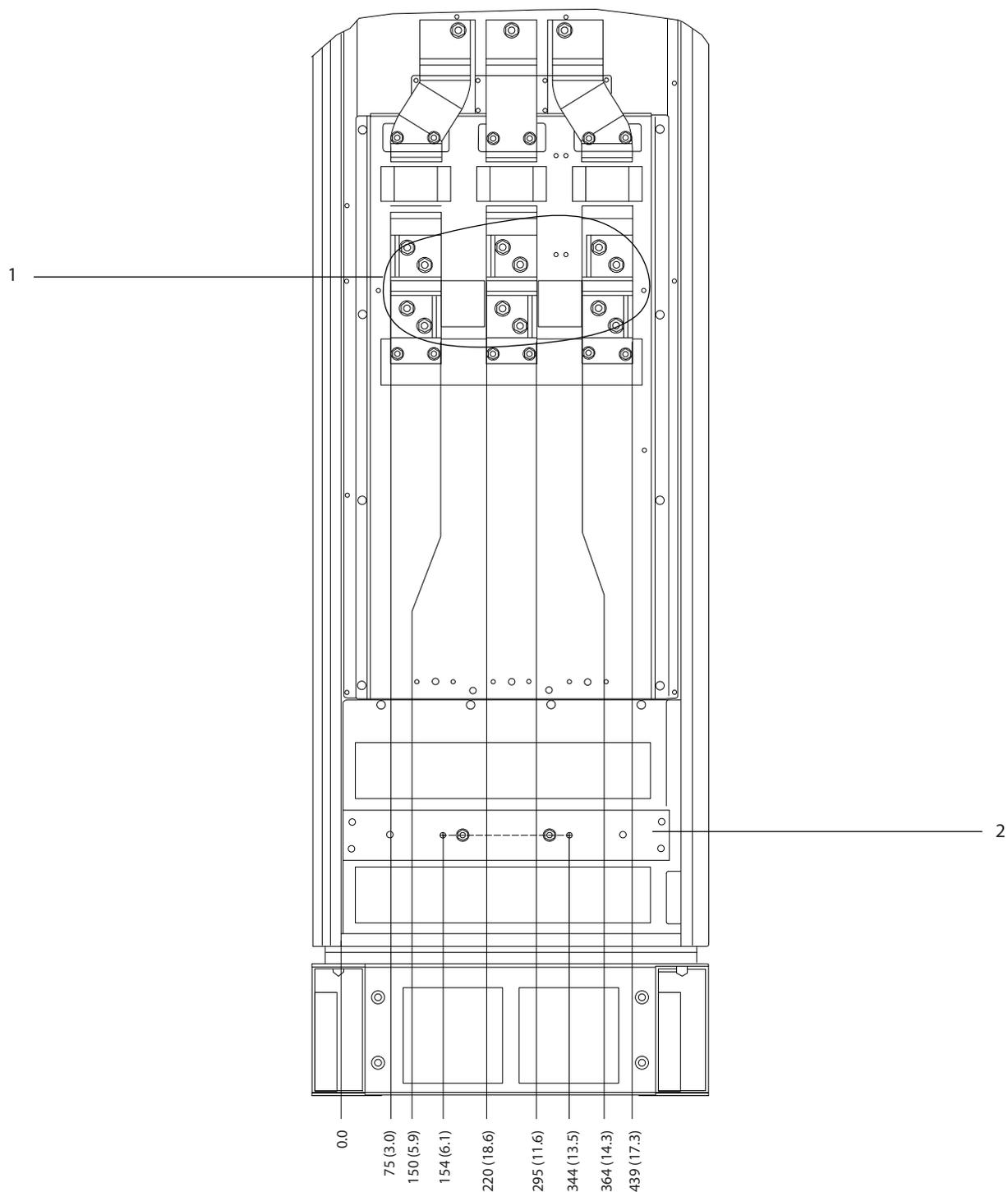
1.30BF615.10

1	Lado da rede elétrica	2	Lado do motor
---	-----------------------	---	---------------

Ilustração 8.46 Dimensões da placa da bucha para F4

### 8.6.2 Dimensões do terminal do F4

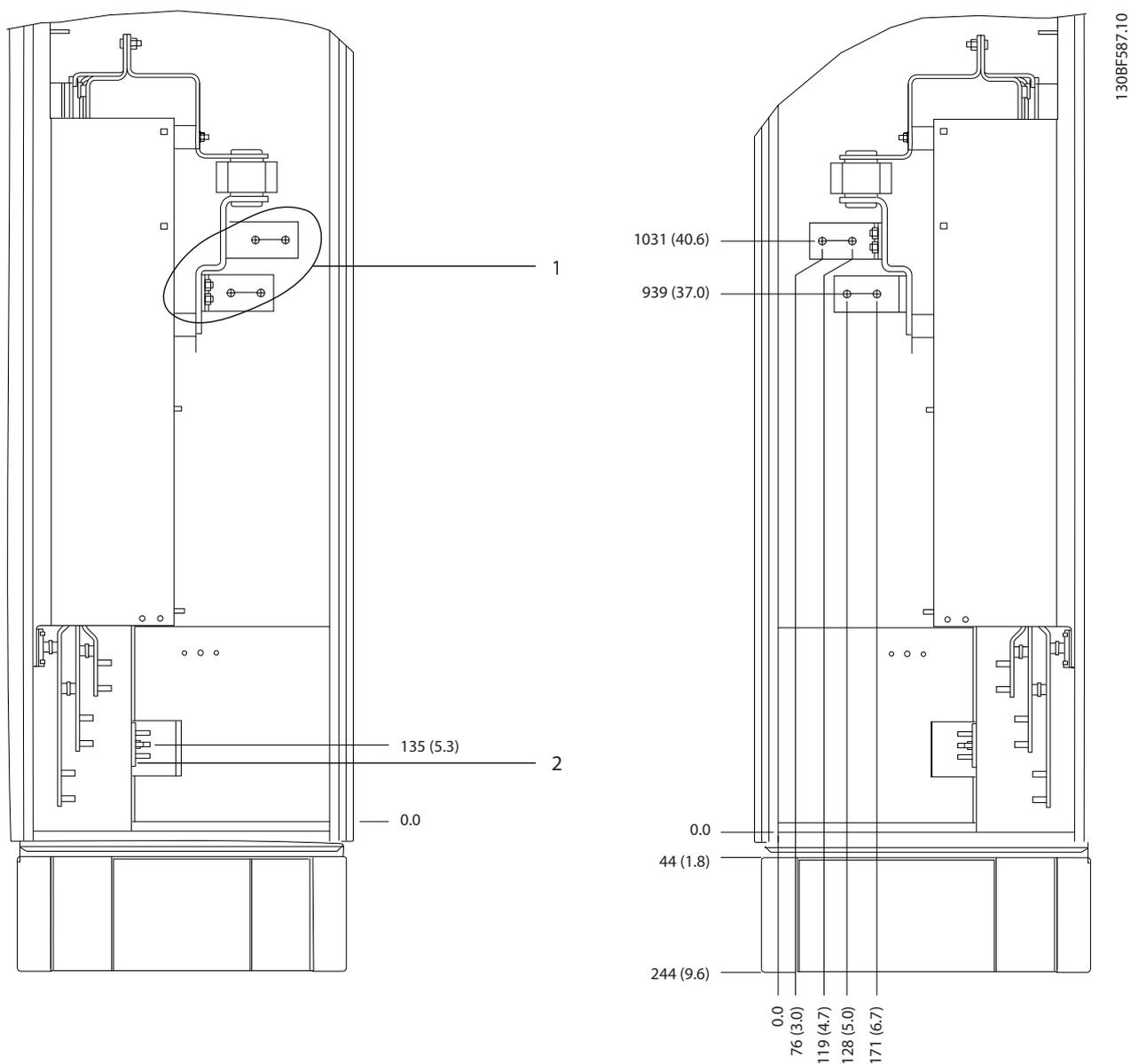
Os cabos de energia são pesados e difíceis de dobrar. Para garantir uma fácil instalação dos cabos, considere o posicionamento ideal do conversor. Cada terminal comporta até 4 cabos com fixadores de cabo ou encaixe de cabo padrão. O ponto de aterramento é conectado ao um ponto de terminação relevante no conversor.



1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

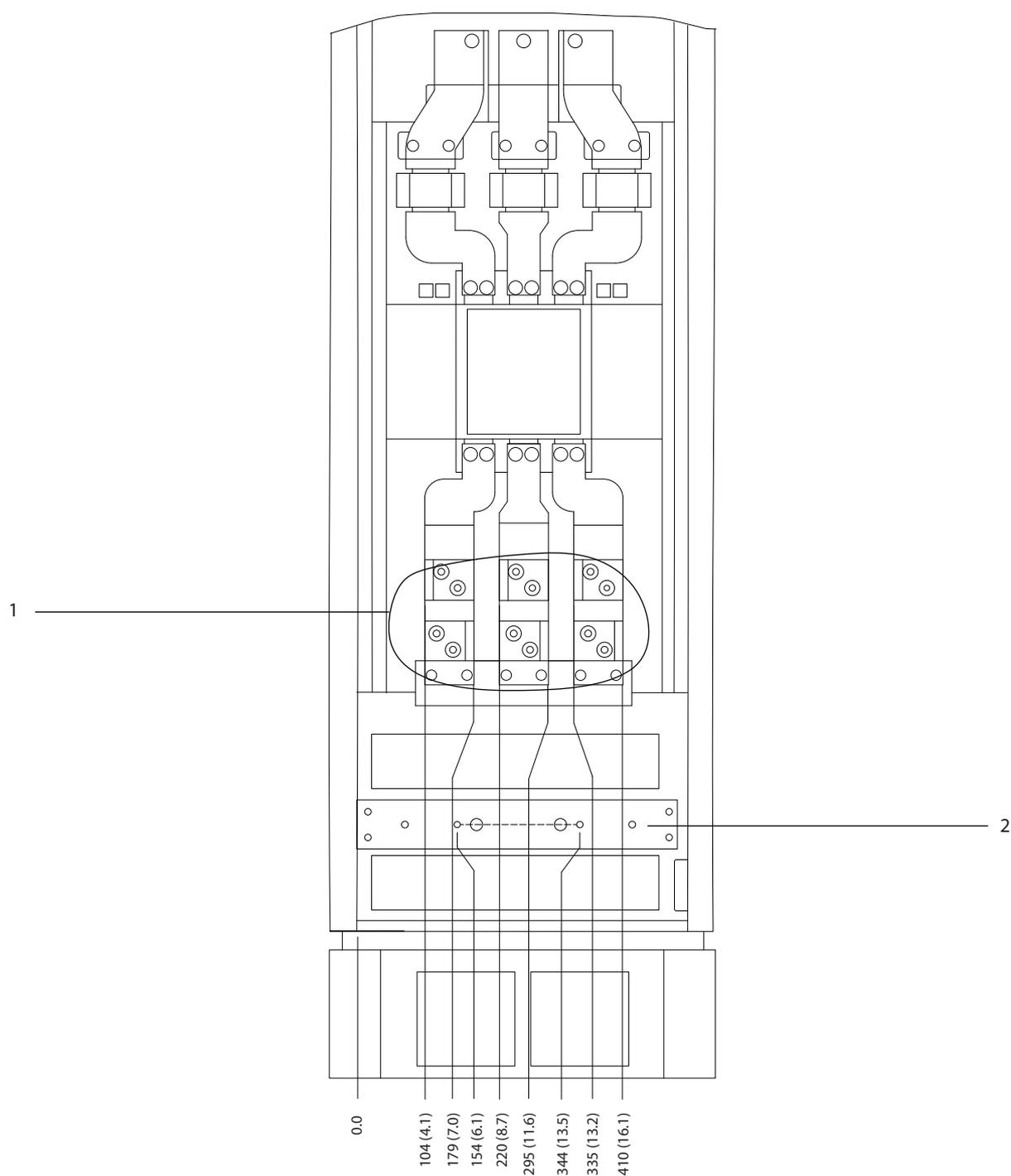
Ilustração 8.47 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F3-F4, vista frontal

8



1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

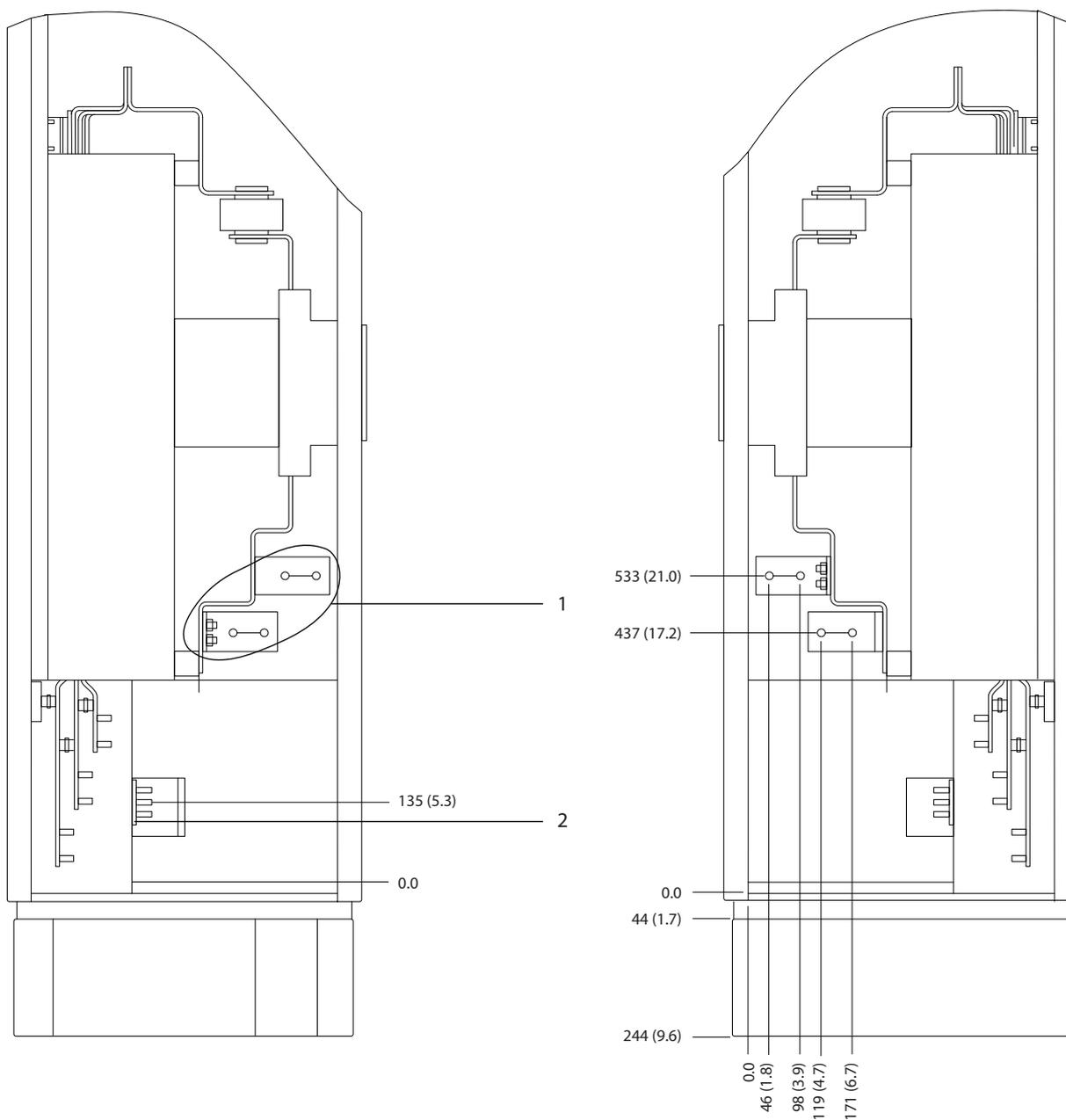
Ilustração 8.48 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F3-F4, vista lateral



1	Terminais de rede elétrica
2	Barra do ponto de aterramento

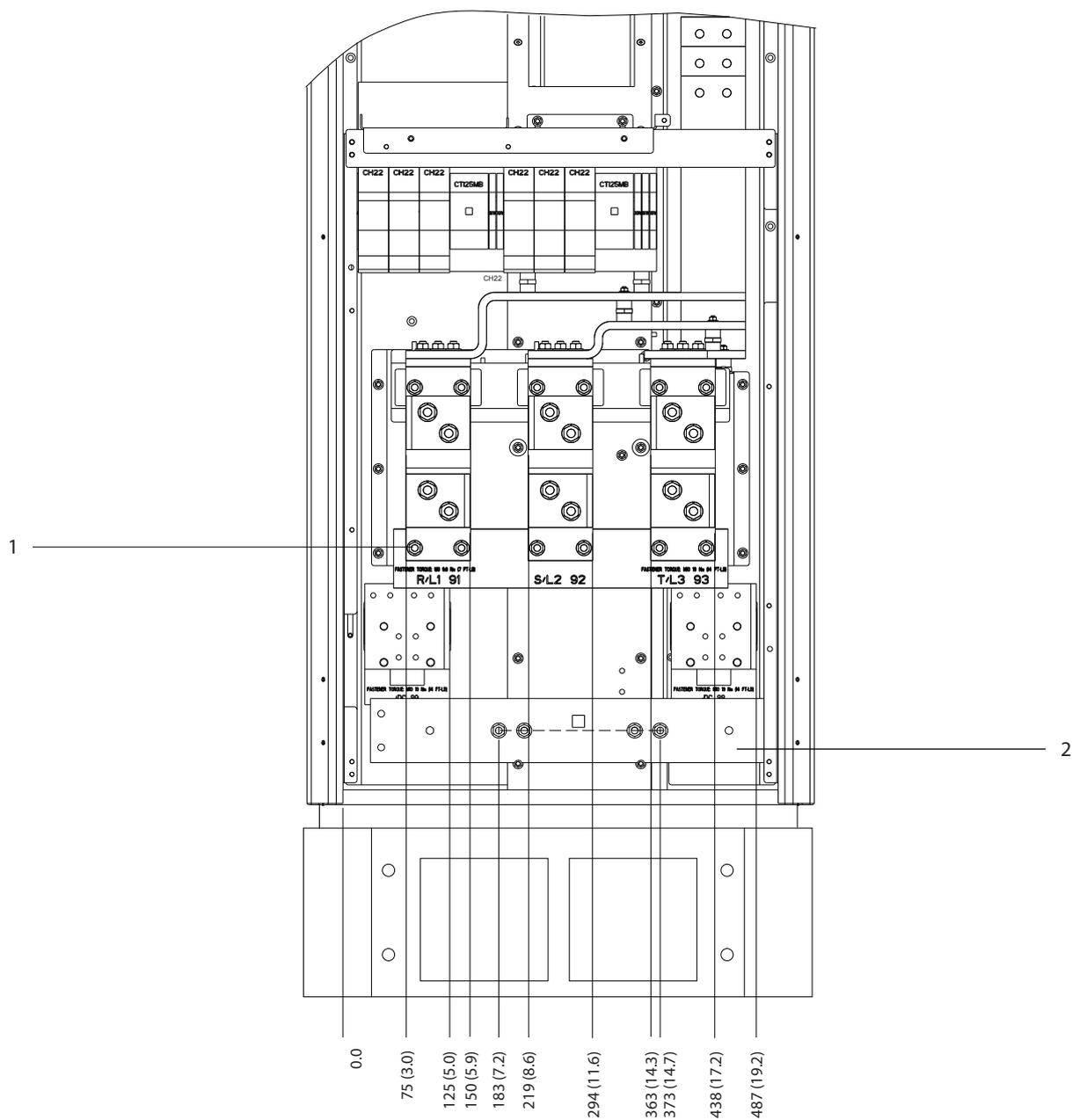
Ilustração 8.49 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F3-F4 com disjuntor/chave com cápsula moldada, vista frontal

8



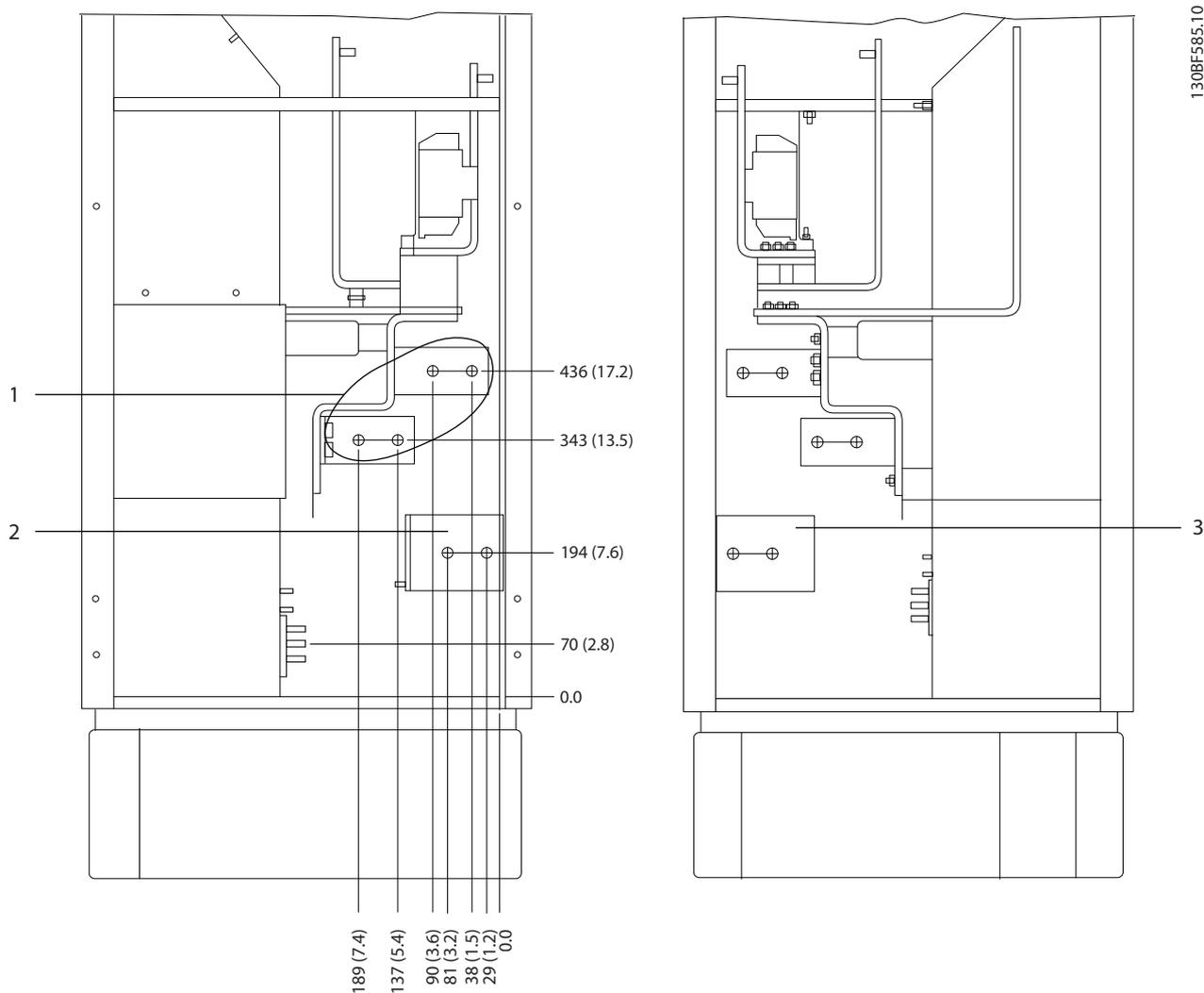
1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

Ilustração 8.50 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F3-F4 com disjuntor/chave com cápsula moldada, vista lateral



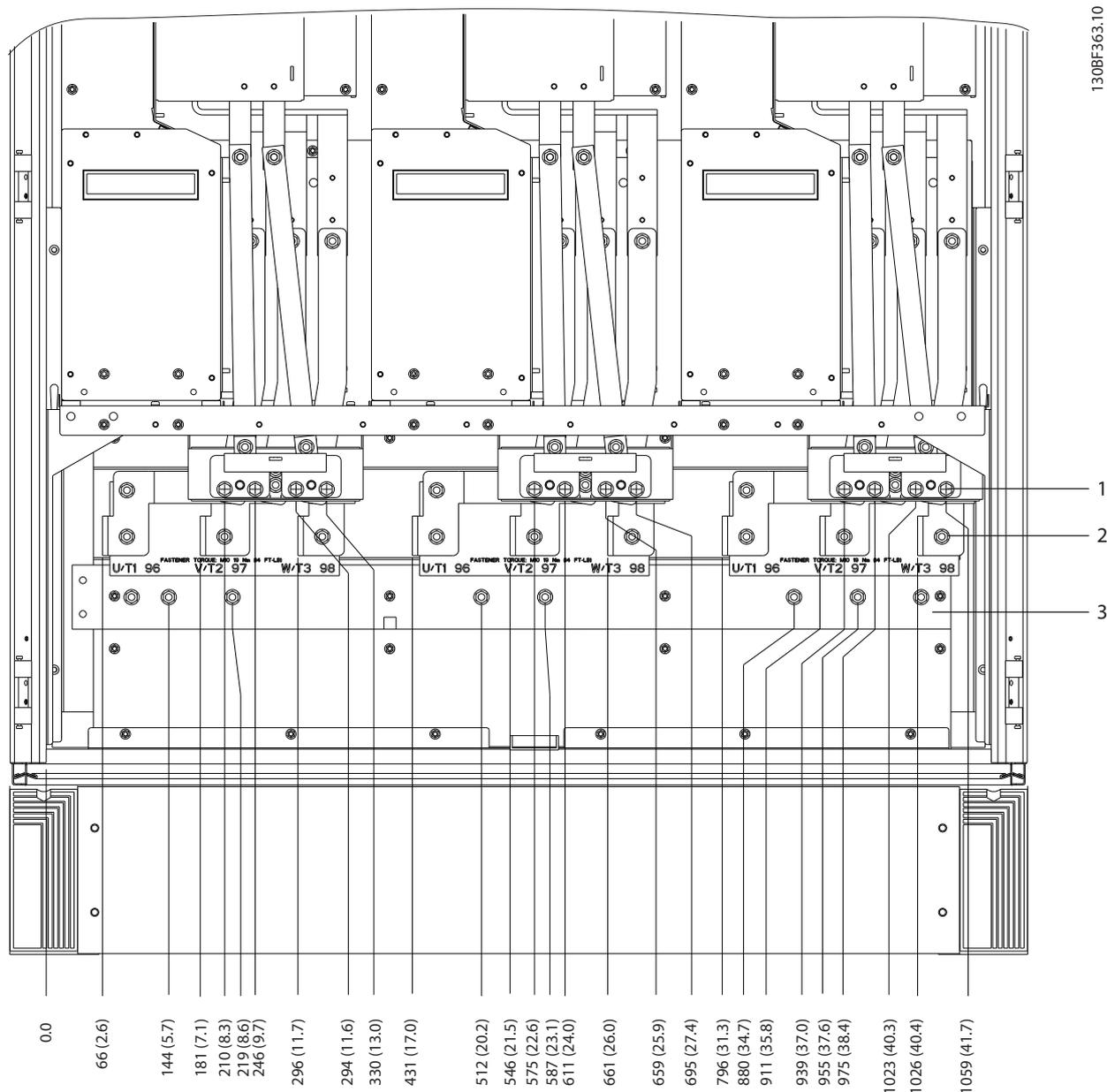
1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

Ilustração 8.51 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador F1-F4, vista frontal



1	Terminais de rede elétrica	3	Terminais de divisão da carga (-)
2	Terminais de divisão da carga (+)	-	-

Ilustração 8.52 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador F3-F4, vista lateral

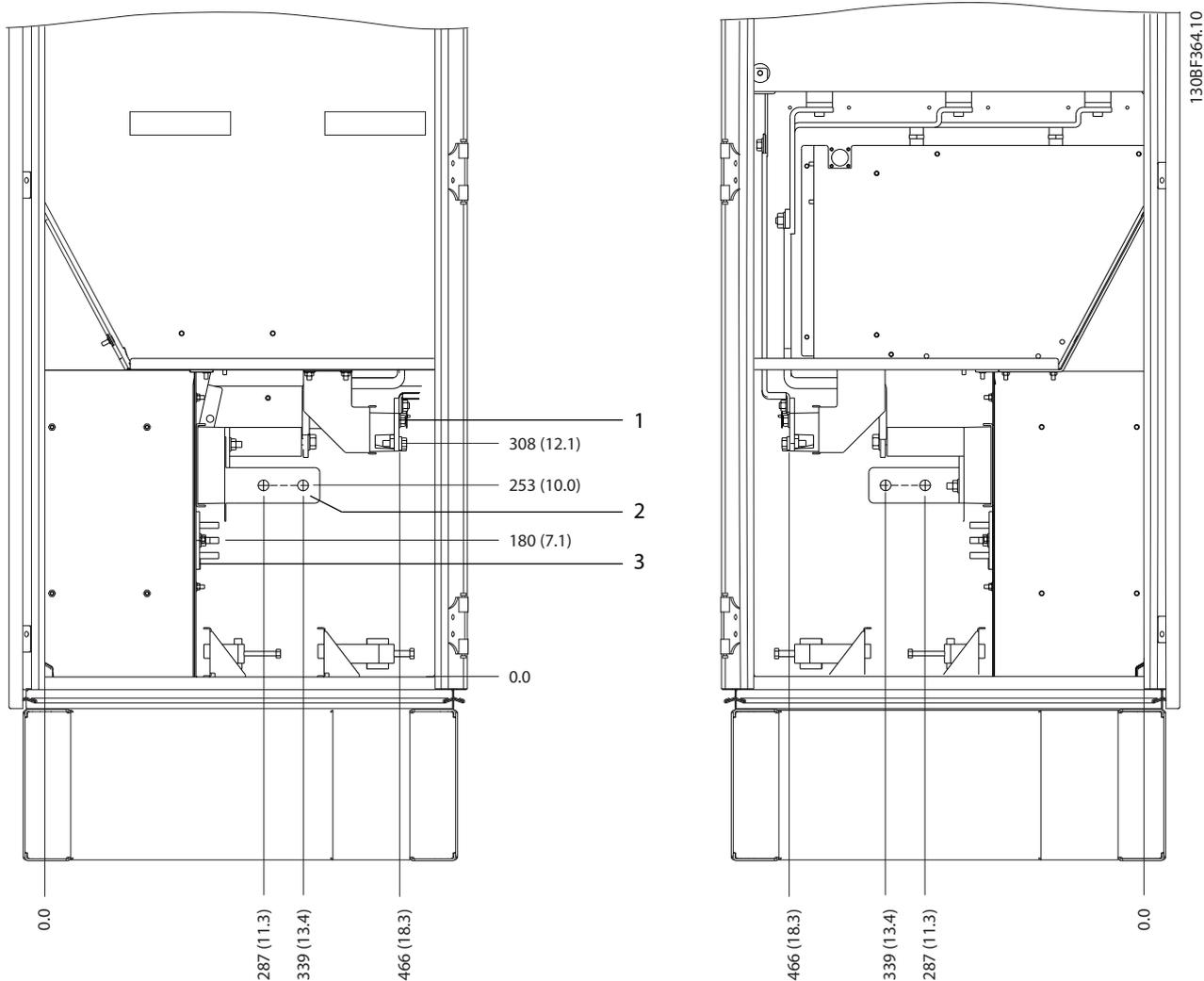


8

1	Terminais do freio	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

Ilustração 8.53 Dimensões do terminal para o gabinete do inversor F2/F4, vista frontal

8



1	Terminais do freio	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

Ilustração 8.54 Dimensões do terminal para o gabinete do inversor F2/F4, vista lateral

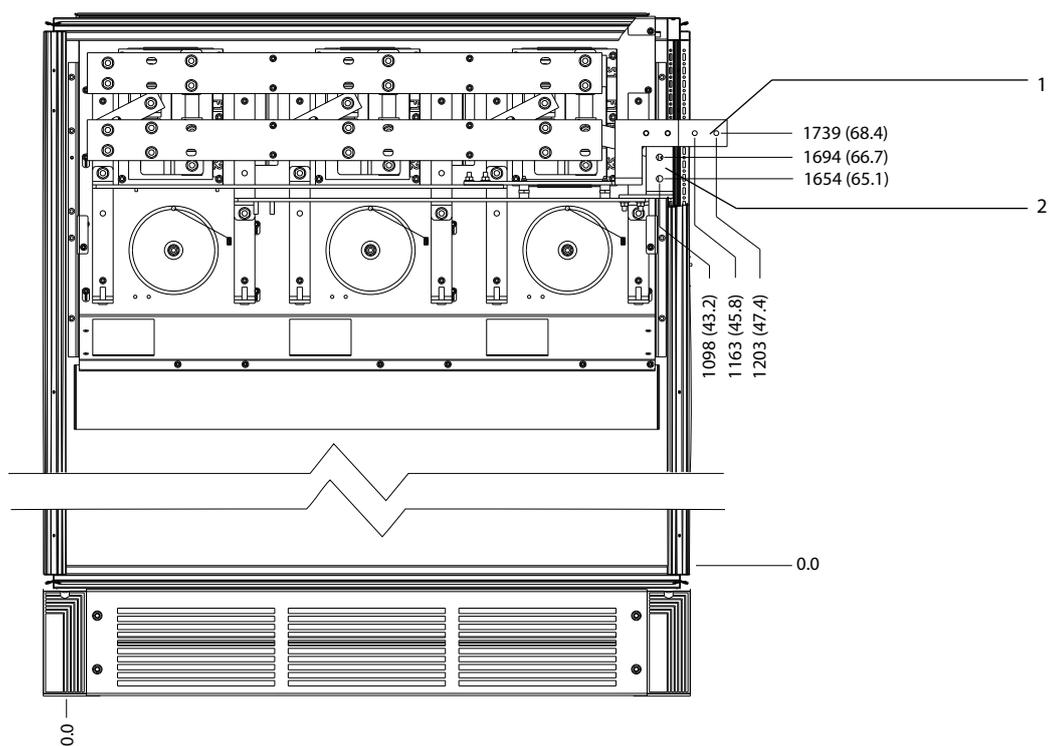


Ilustração 8.55 Dimensões do terminal para os terminais de regeneração F2/F4, vista frontal

8.7 Dimensões externas e do terminal F8

8.7.1 Dimensões externas do F8

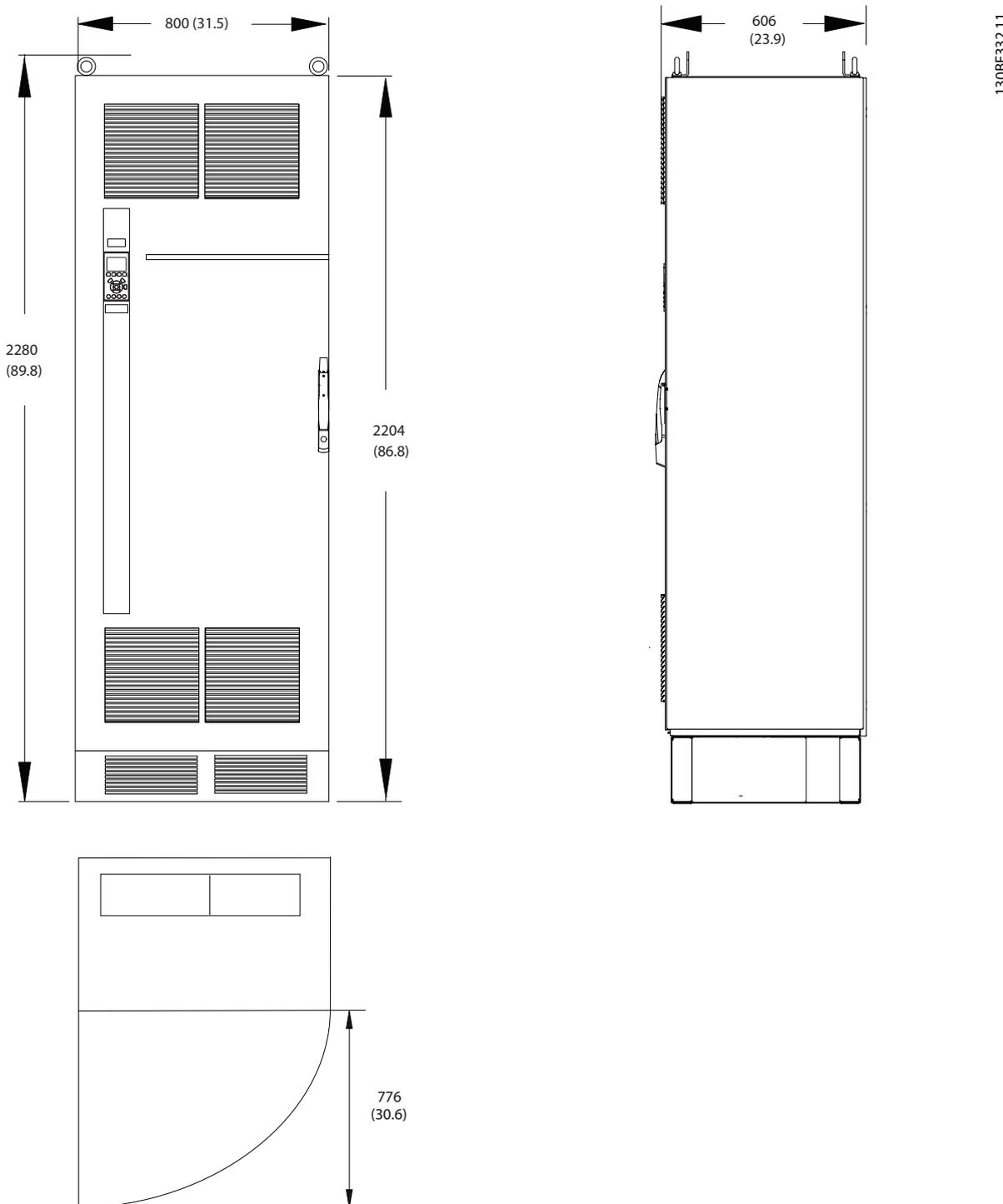
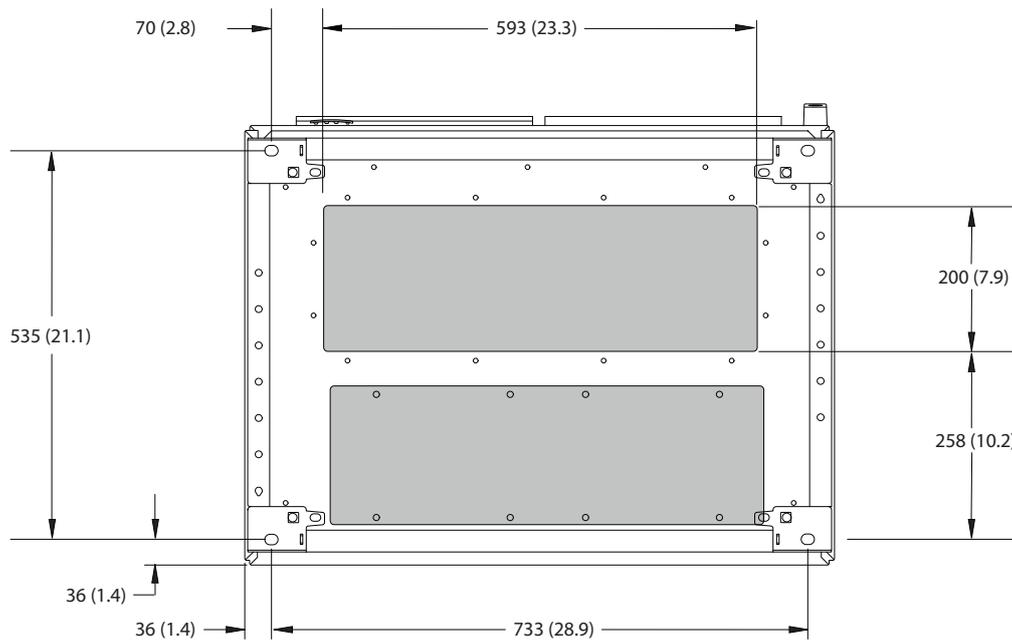


Ilustração 8.56 Dimensões da folga da porta, frontal e lateral do F8



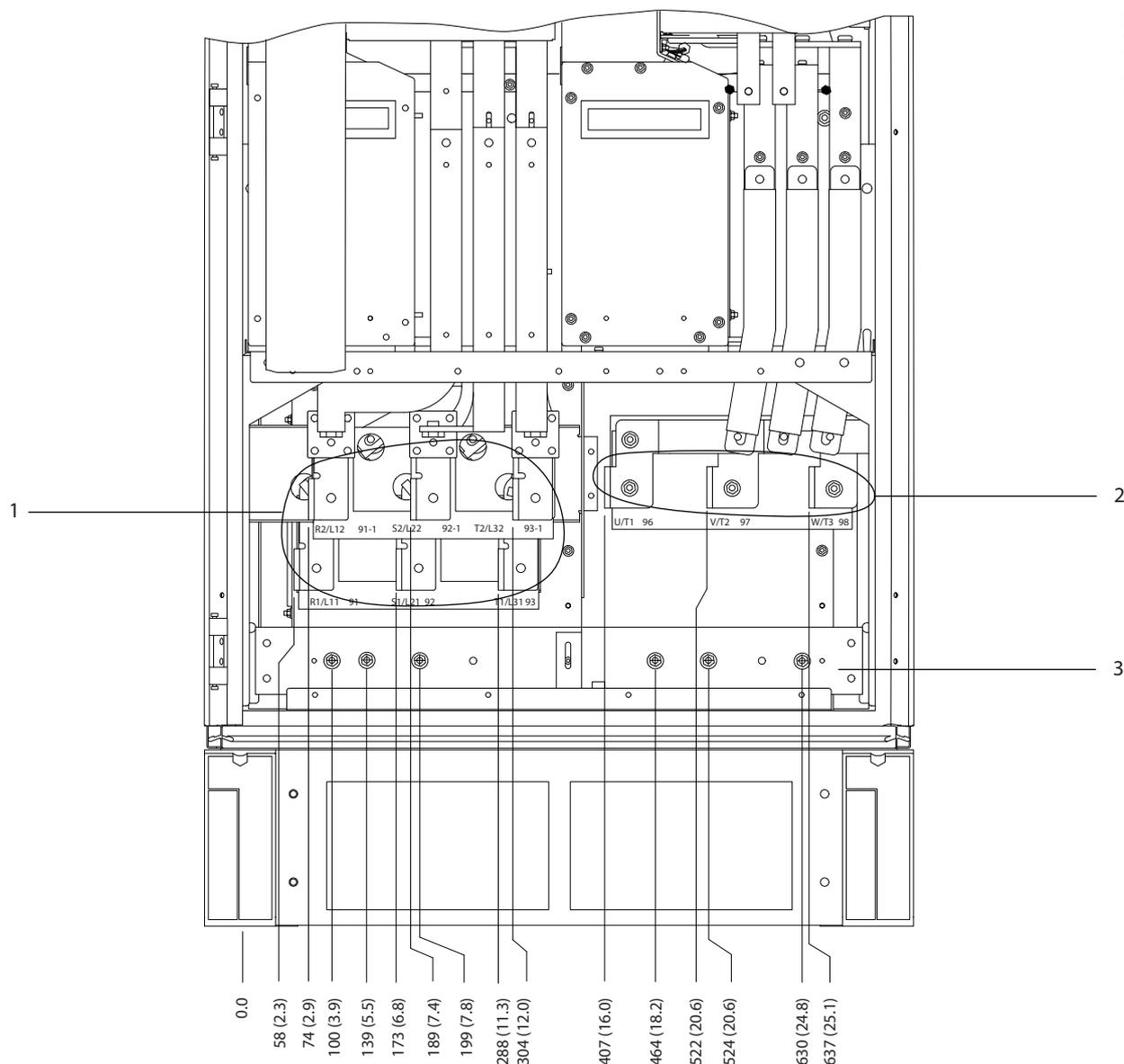
130BF616.10

1	Lado da rede elétrica	2	Lado do motor
---	-----------------------	---	---------------

Ilustração 8.57 Dimensões da placa da bucha para F8

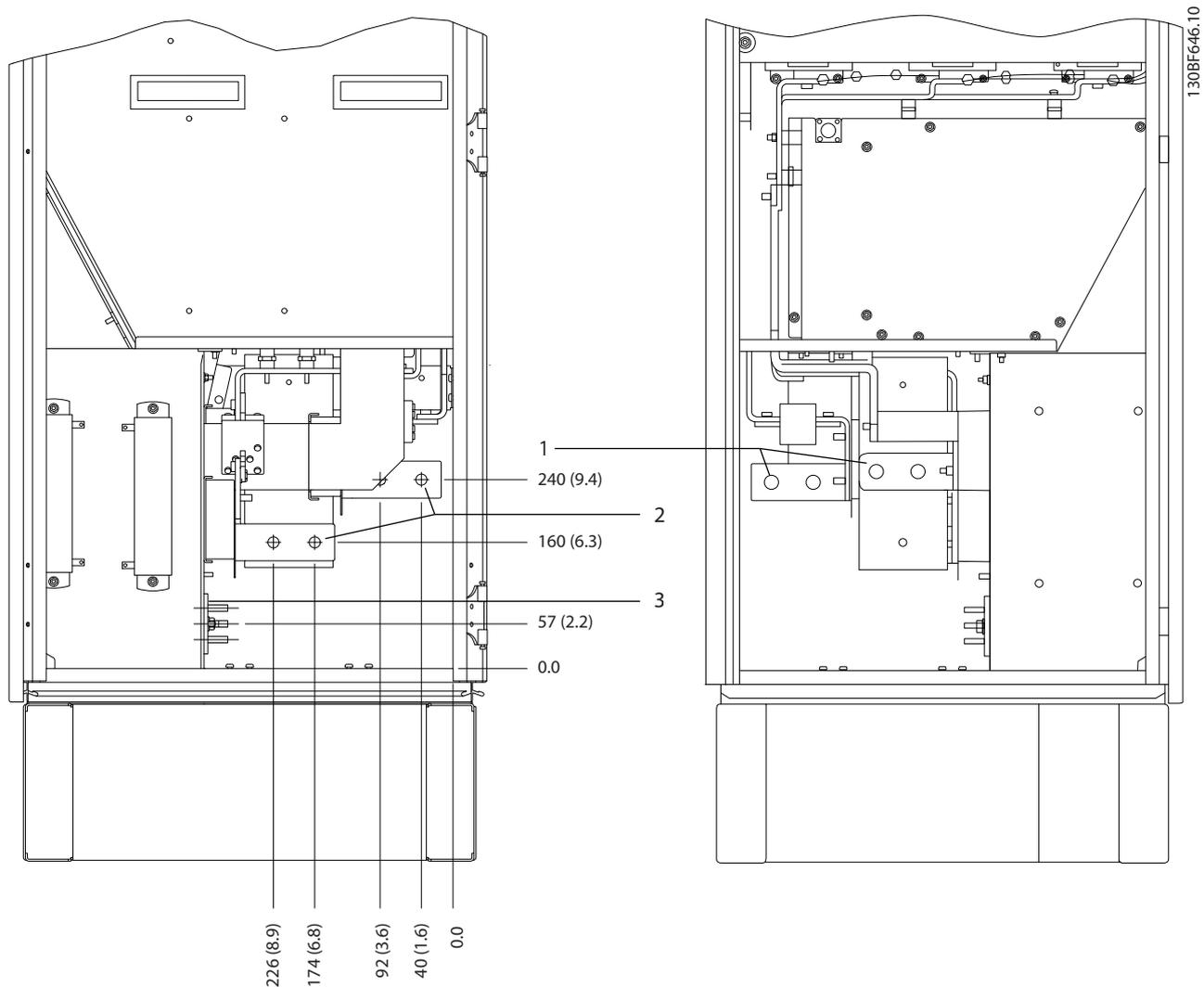
### 8.7.2 Dimensões do terminal do F8

Os cabos de energia são pesados e difíceis de dobrar. Para garantir uma fácil instalação dos cabos, considere o posicionamento ideal do conversor. Cada terminal comporta até 4 cabos com fixadores de cabo ou encaixe de cabo padrão. O ponto de aterramento é conectado ao um ponto de terminação relevante no conversor.



1	Terminais de rede elétrica	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

Ilustração 8.58 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador/inversor F8-F9, vista frontal



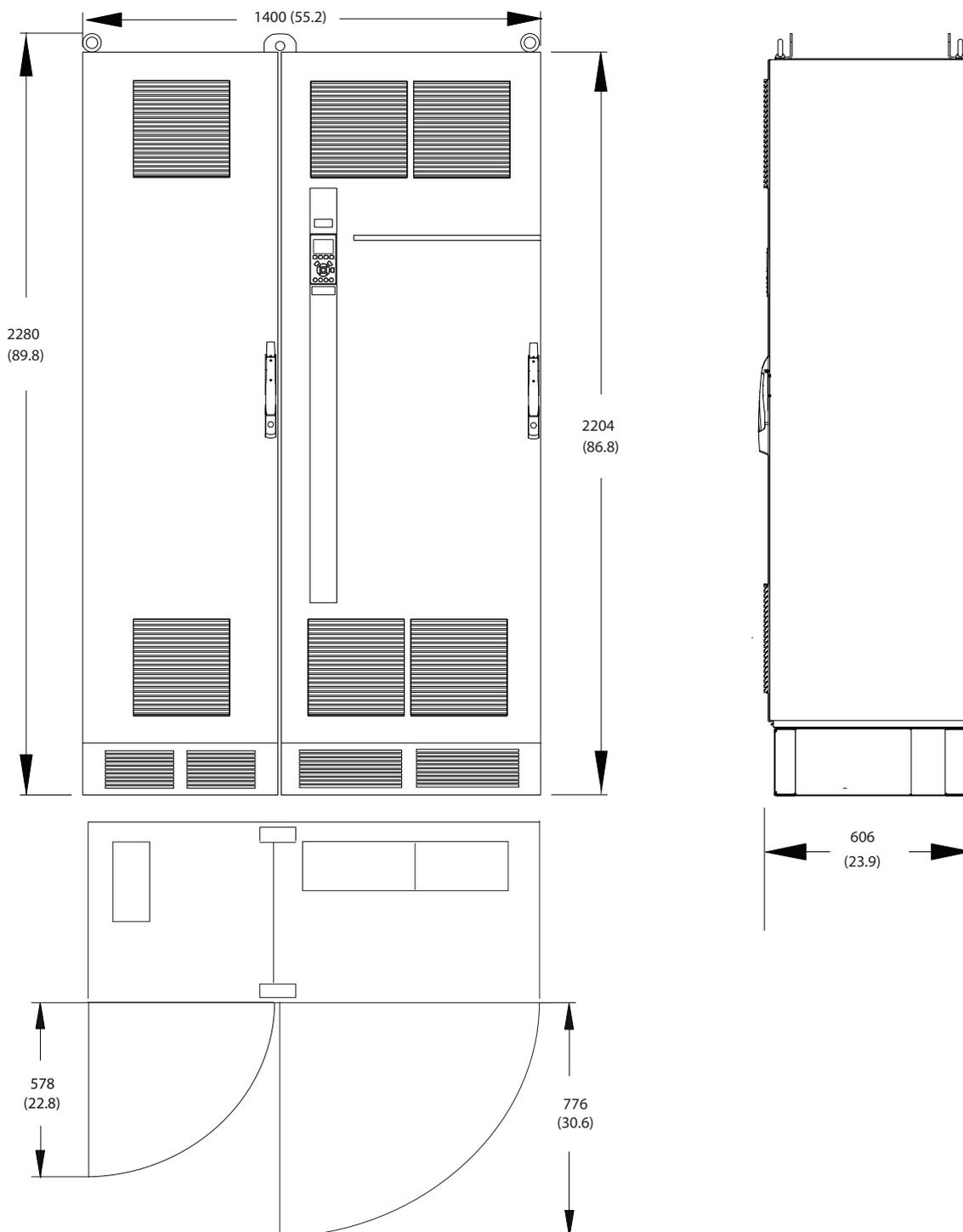
8

1	Terminais de rede elétrica	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

Ilustração 8.59 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador/inversor F8-F9, vista lateral

8.8 Dimensões externas e do terminal F9

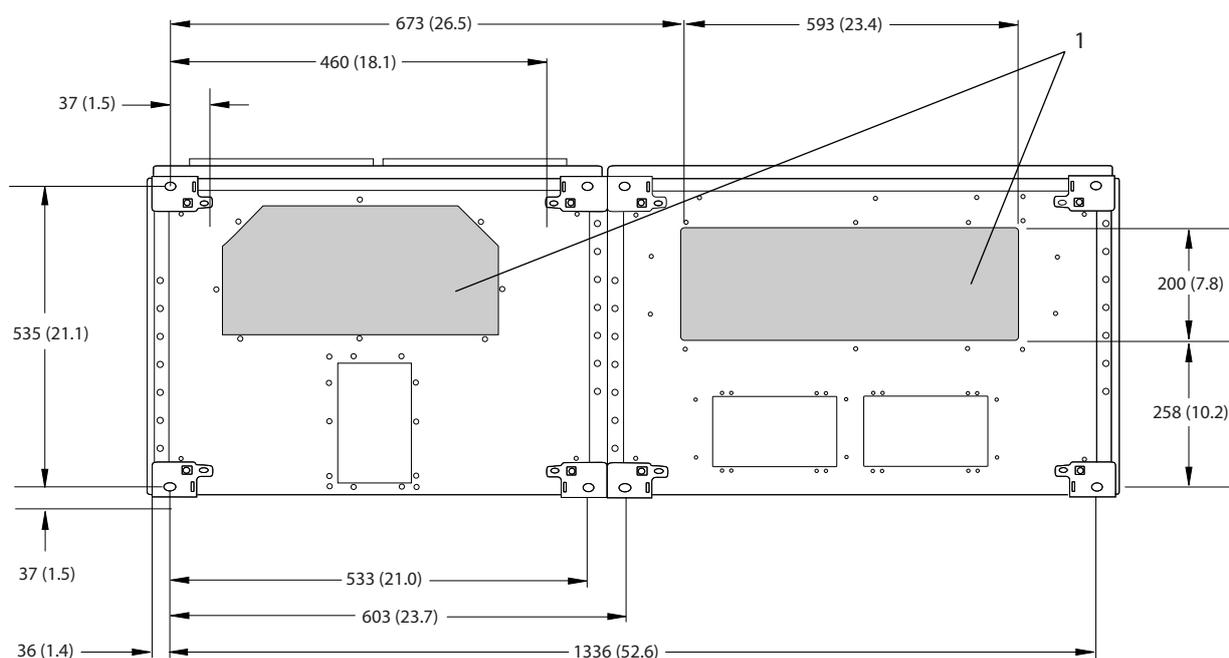
8.8.1 Dimensões externas do F9



130BF333.10

8

Ilustração 8.60 Dimensões da folga da porta, frontal e lateral do F9



130BF617.10

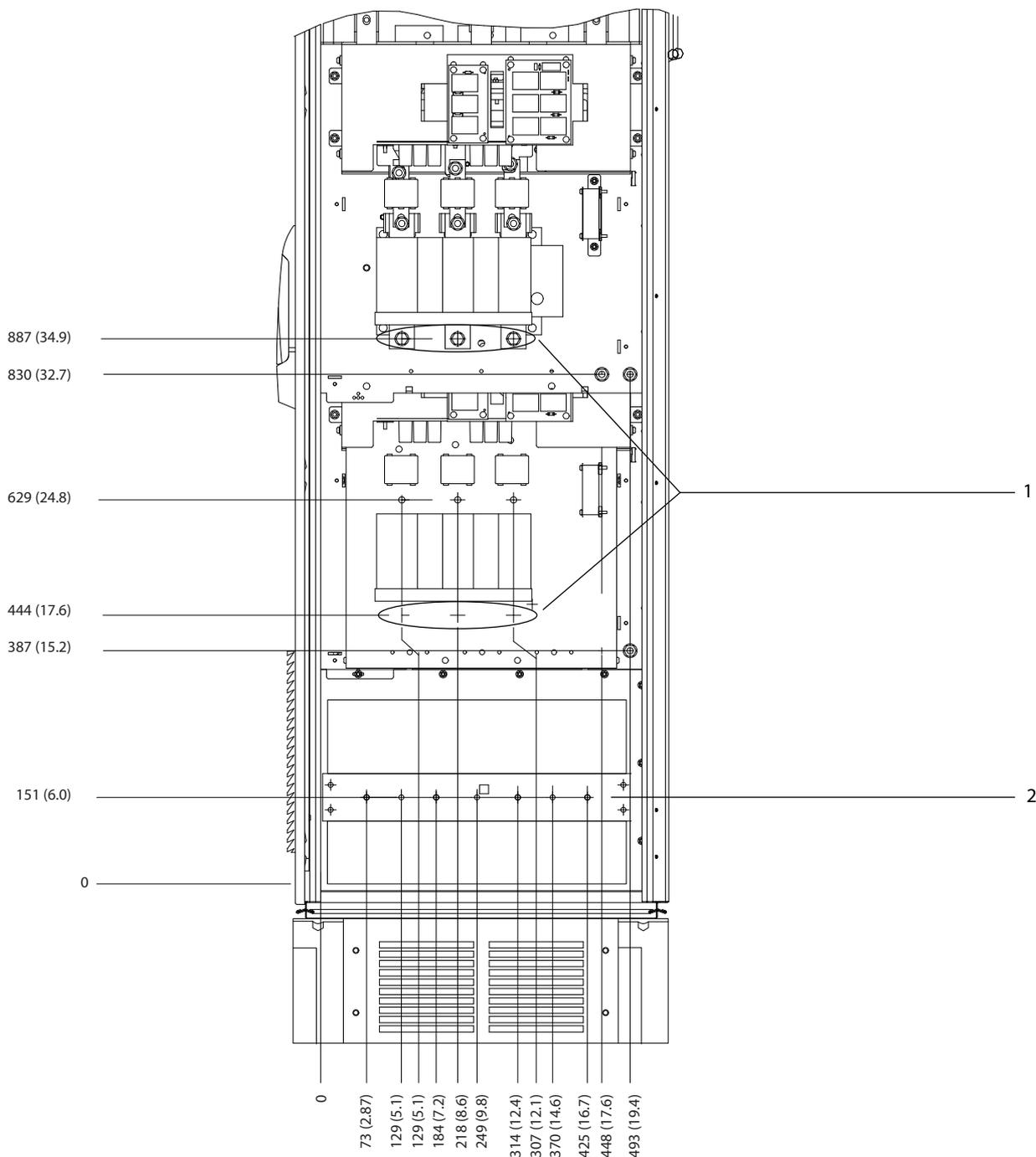
1	Lado da rede elétrica	2	Lado do motor
---	-----------------------	---	---------------

8

Ilustração 8.61 Dimensões da placa da bucha para F9

8.8.2 Dimensões do terminal do F9

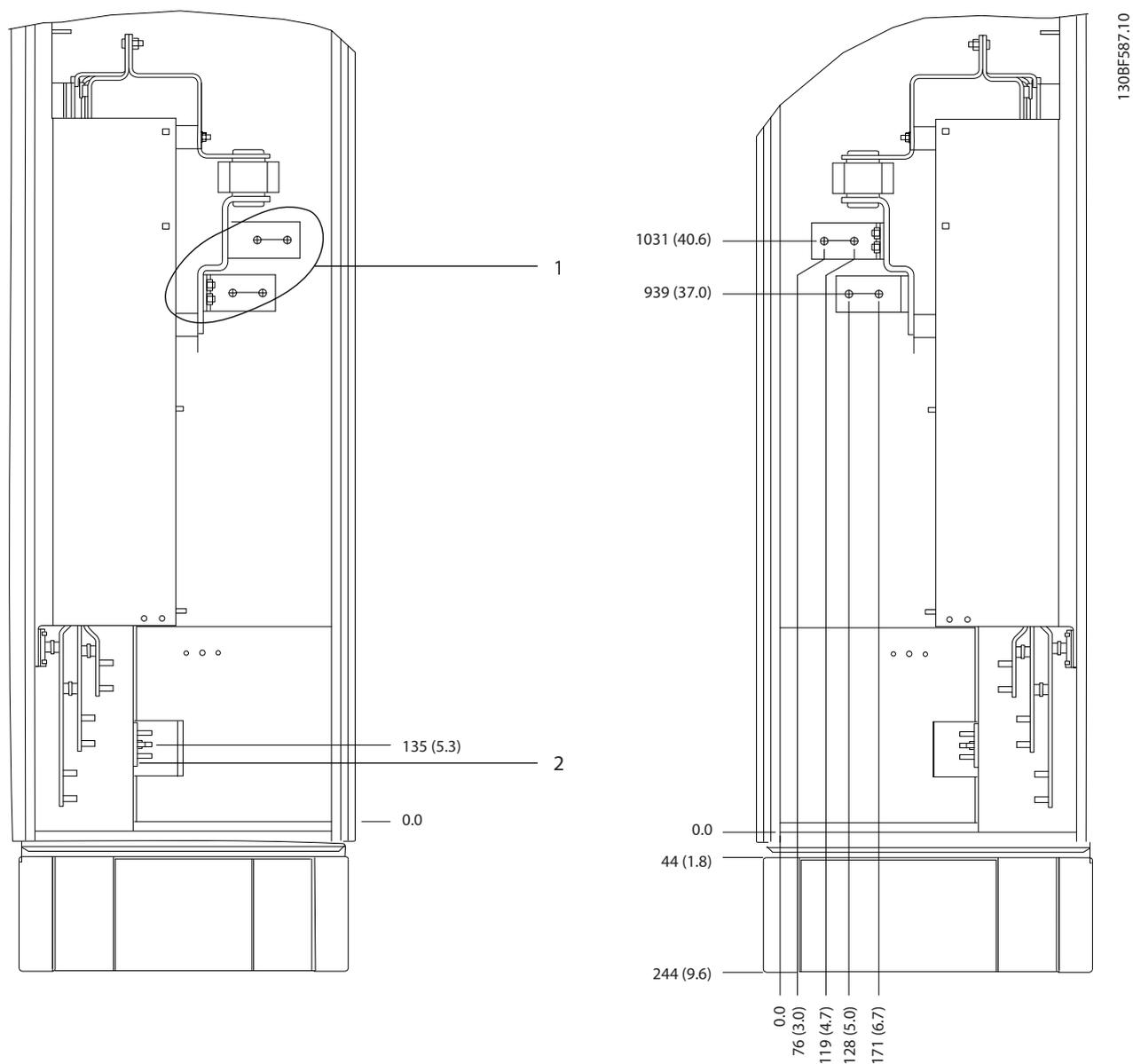
Os cabos de energia são pesados e difíceis de dobrar. Para garantir uma fácil instalação dos cabos, considere o posicionamento ideal do conversor. Cada terminal comporta até 4 cabos com fixadores de cabo ou encaixe de cabo padrão. O ponto de aterramento é conectado ao um ponto de terminação relevante no conversor.



1 30BF579.10

1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

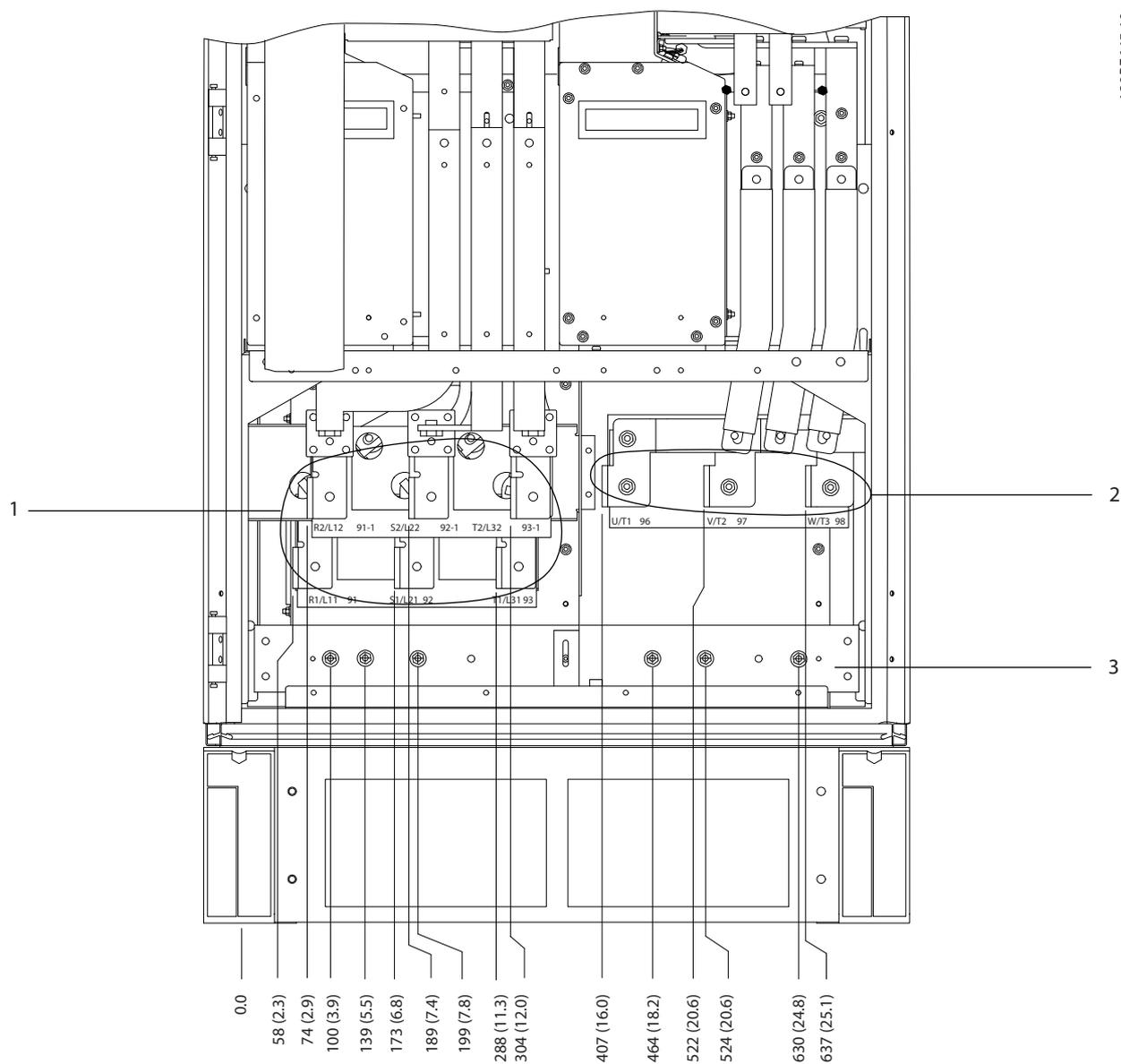
Ilustração 8.62 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F9, vista frontal



8

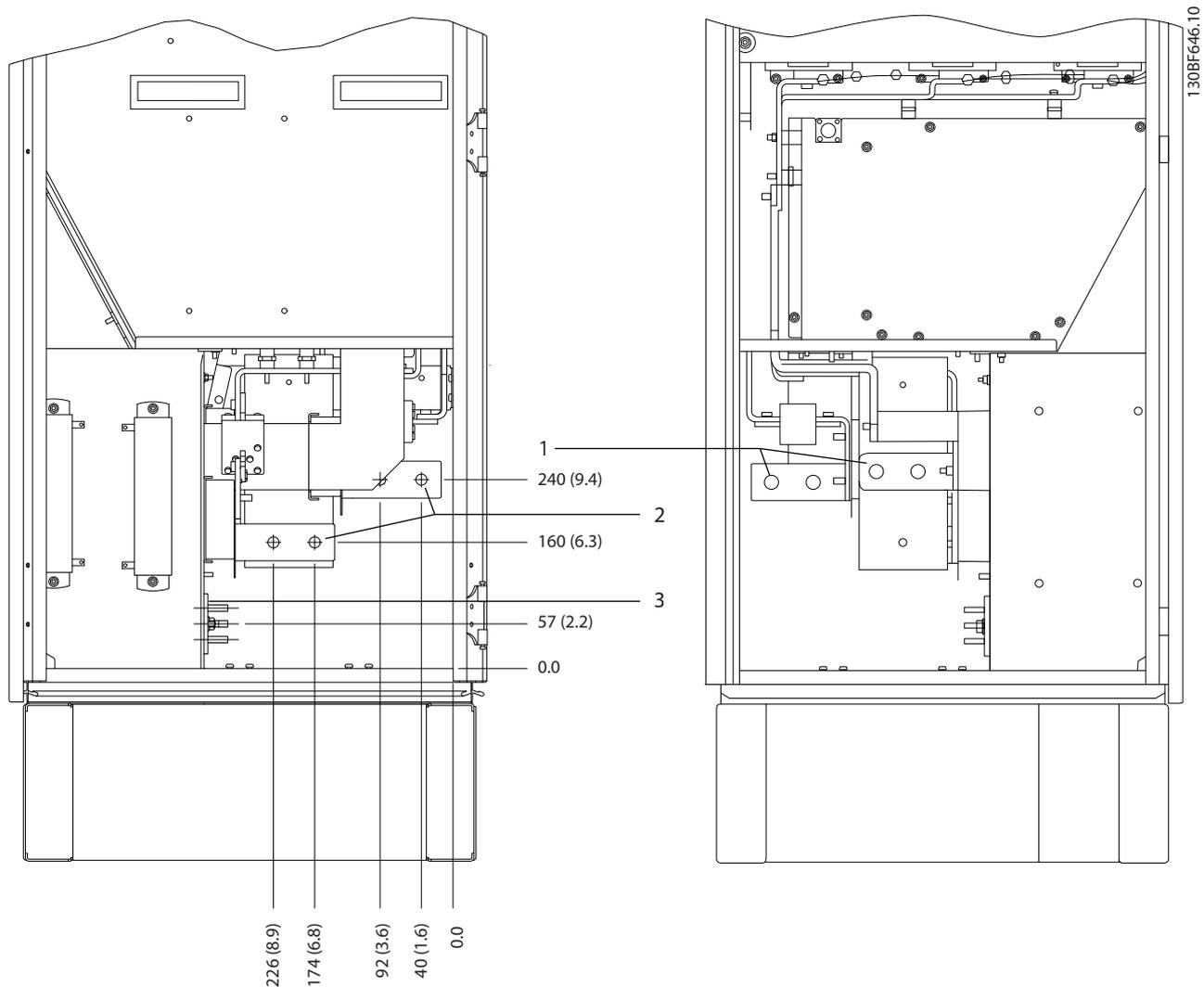
1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

Ilustração 8.63 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F9, vista lateral



1	Terminais de rede elétrica	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

Ilustração 8.64 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador/inversor F8-F9, vista frontal



8

1	Terminais de rede elétrica	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

Ilustração 8.65 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador/inversor F8-F9, vista lateral

8.9 Dimensões externas e do terminal F10

8.9.1 Dimensões externas do F10

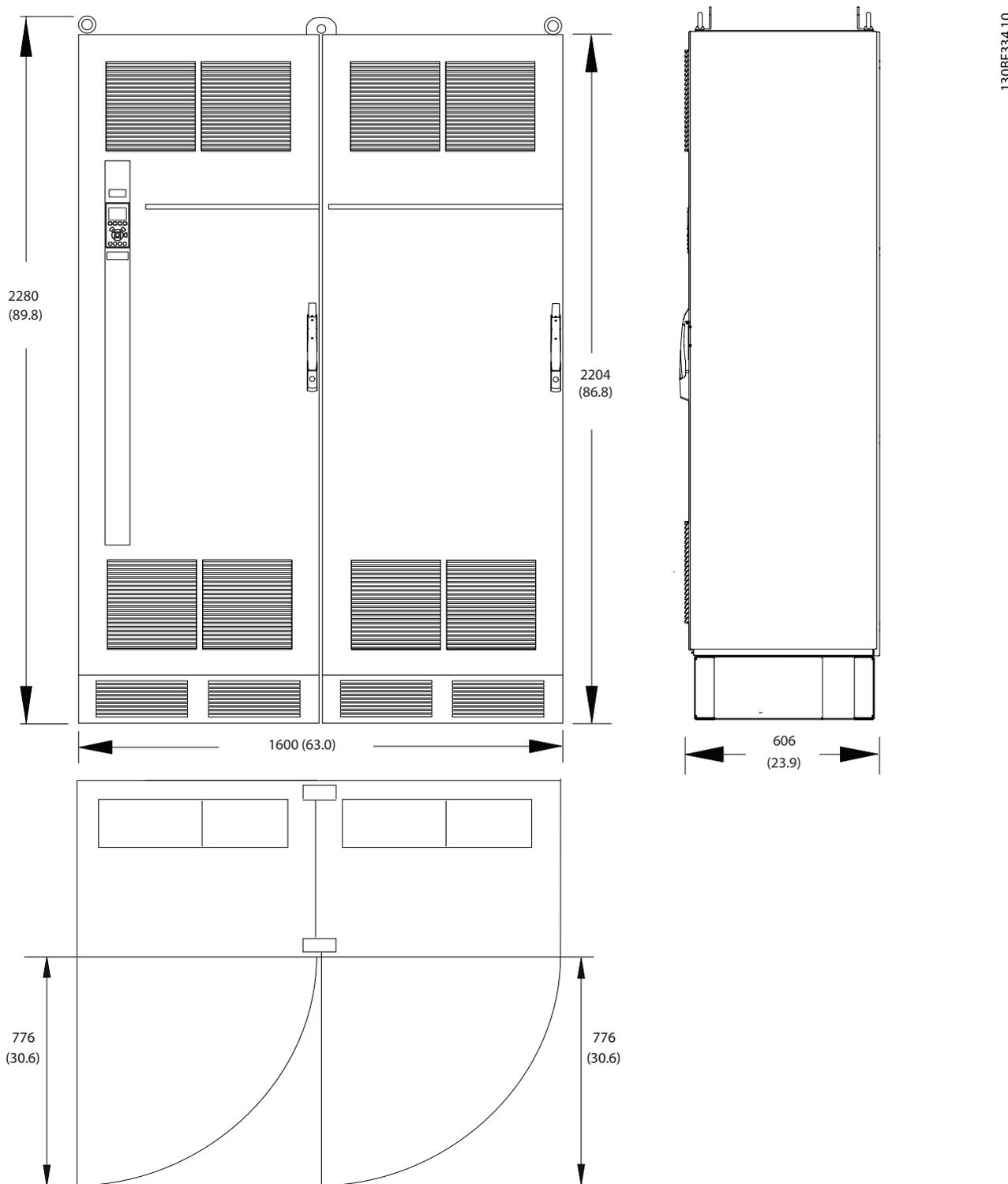
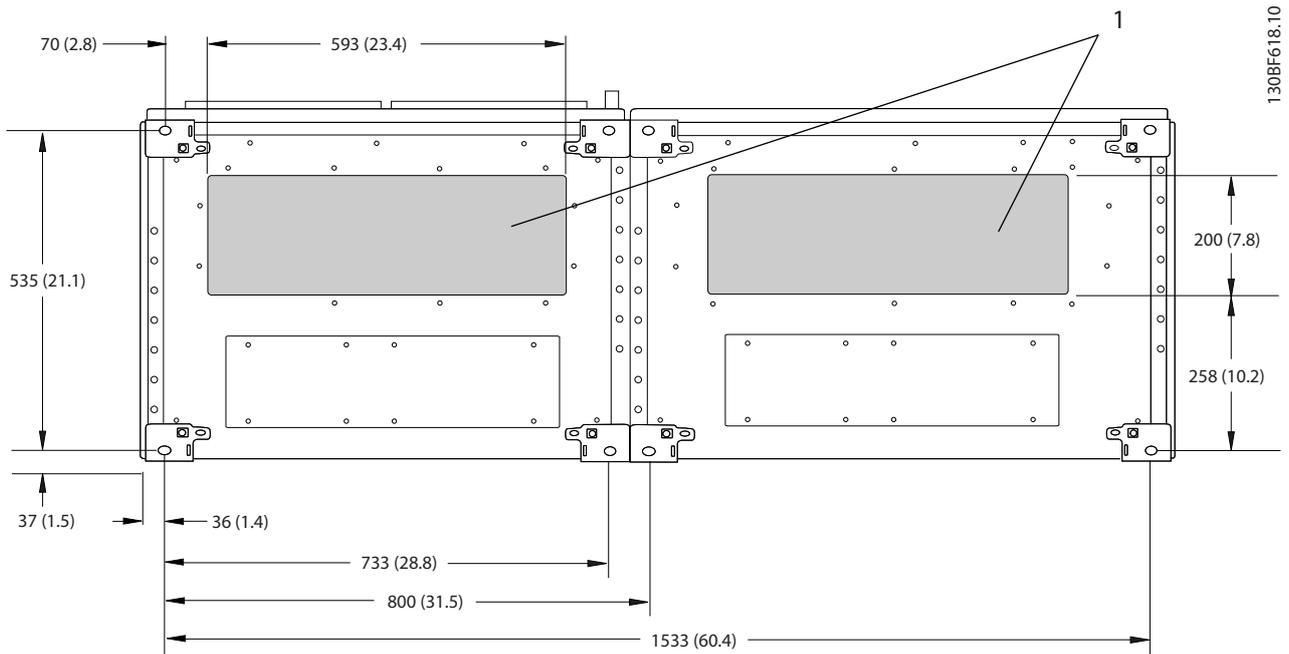


Ilustração 8.66 Dimensões da folga da porta, frontal e lateral do F10



1	Lado da rede elétrica	2	Lado do motor
---	-----------------------	---	---------------

Ilustração 8.67 Dimensões da placa da bucha para F10

### 8.9.2 Dimensões do terminal do F10

Os cabos de energia são pesados e difíceis de dobrar. Para garantir uma fácil instalação dos cabos, considere o posicionamento ideal do conversor. Cada terminal comporta até 4 cabos com fixadores de cabo ou encaixe de cabo padrão. O ponto de aterramento é conectado ao um ponto de terminação relevante no conversor.

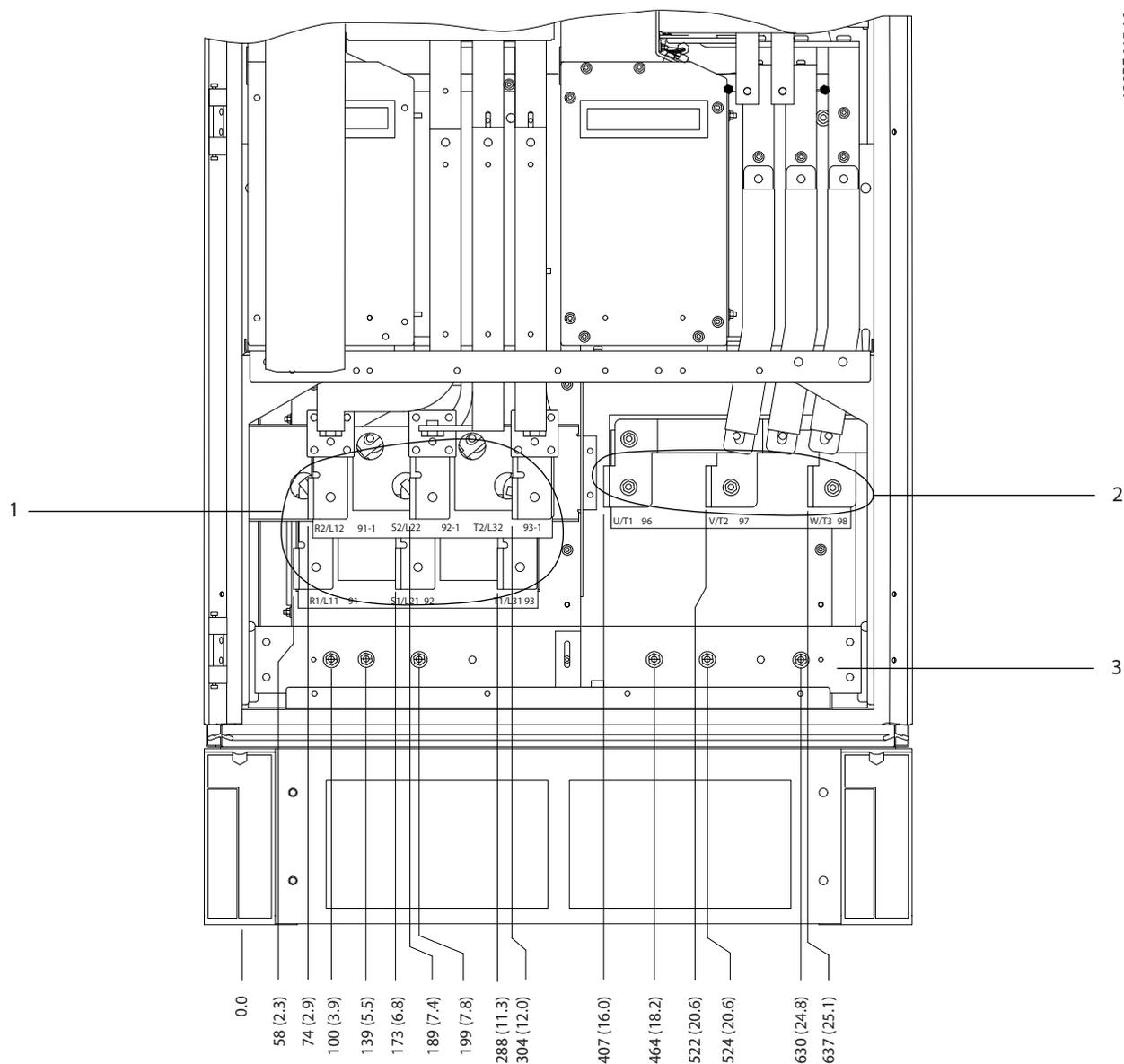
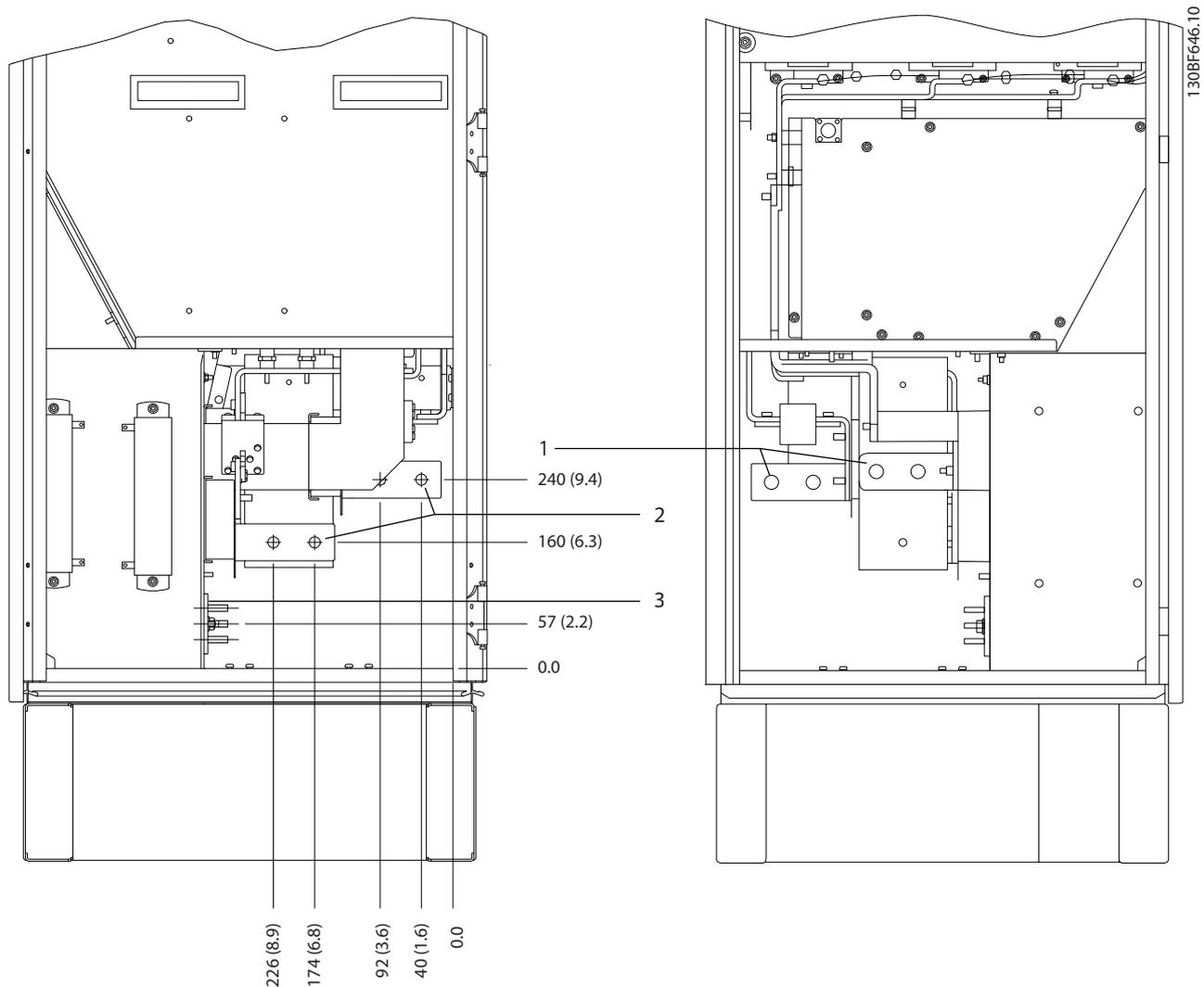


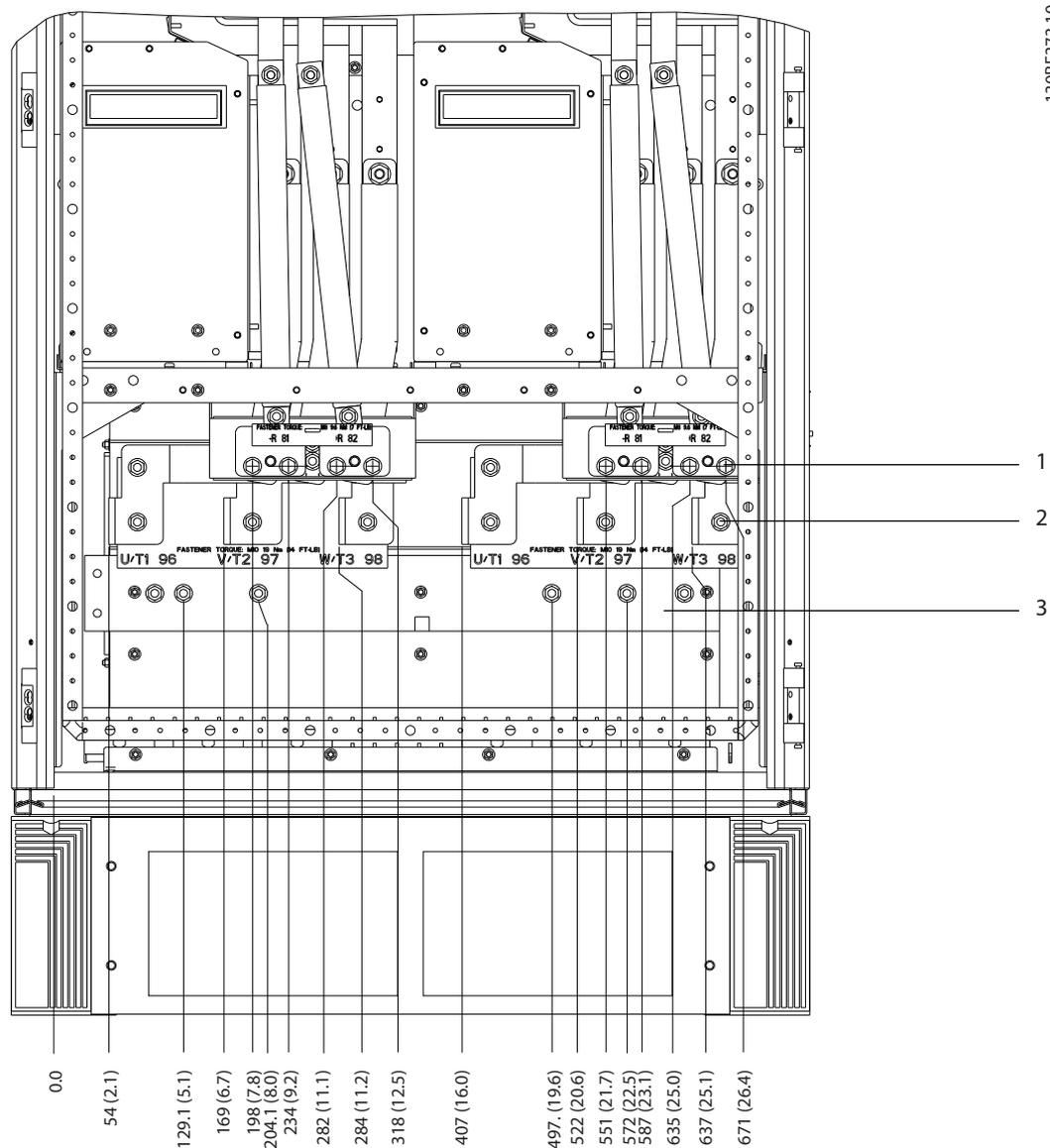
Ilustração 8.68 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador F10-F13, vista frontal



8

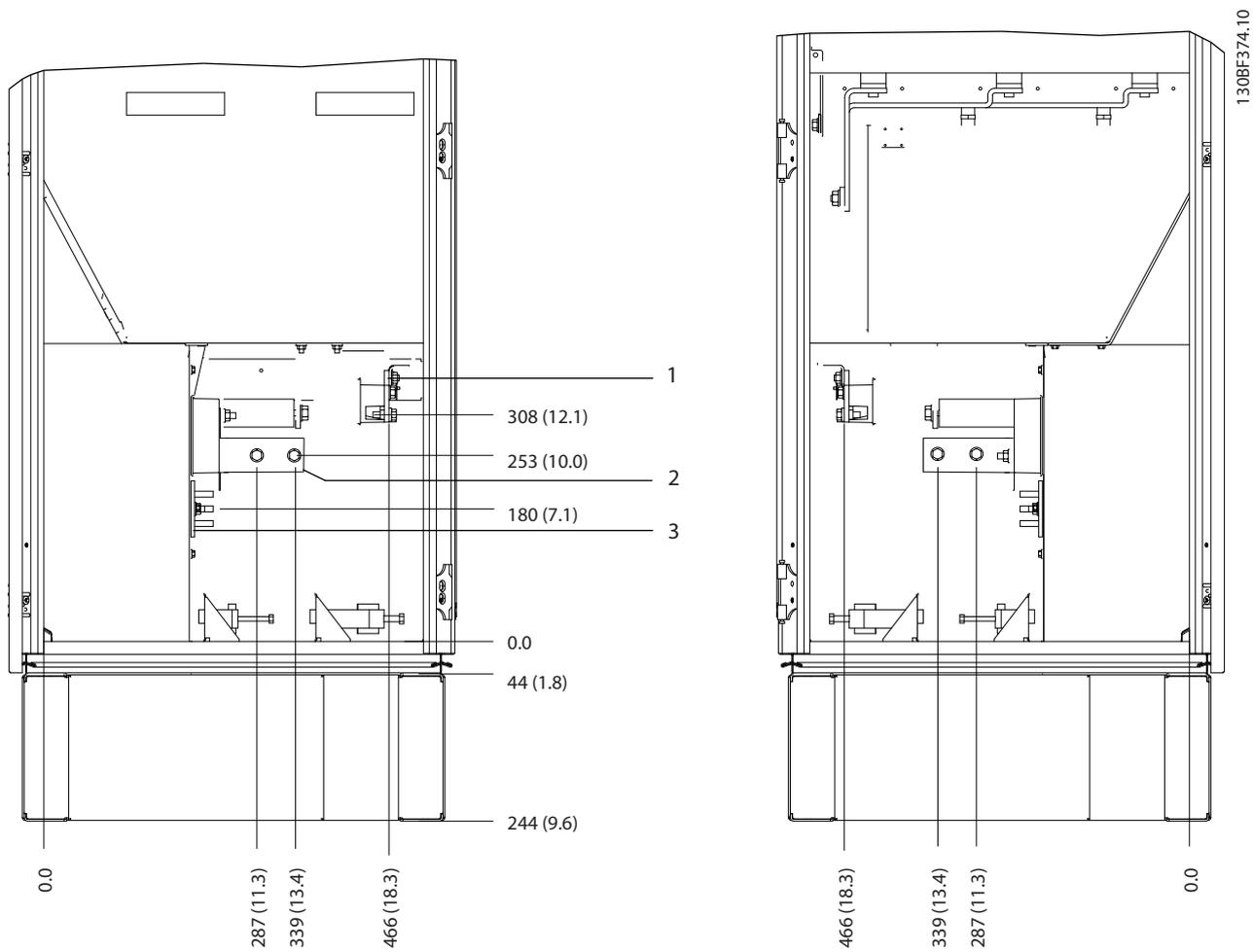
1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

Ilustração 8.69 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador F10-F13, vista lateral



1	Terminais do freio	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

Ilustração 8.70 Dimensões do terminal para o gabinete do inversor F10-F11, vista frontal



1	Terminais do freio	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

Ilustração 8.71 Dimensões do terminal para o gabinete do inversor F10-F11, vista lateral

8.10 Dimensões externas e do terminal F11

8.10.1 Dimensões externas do F11

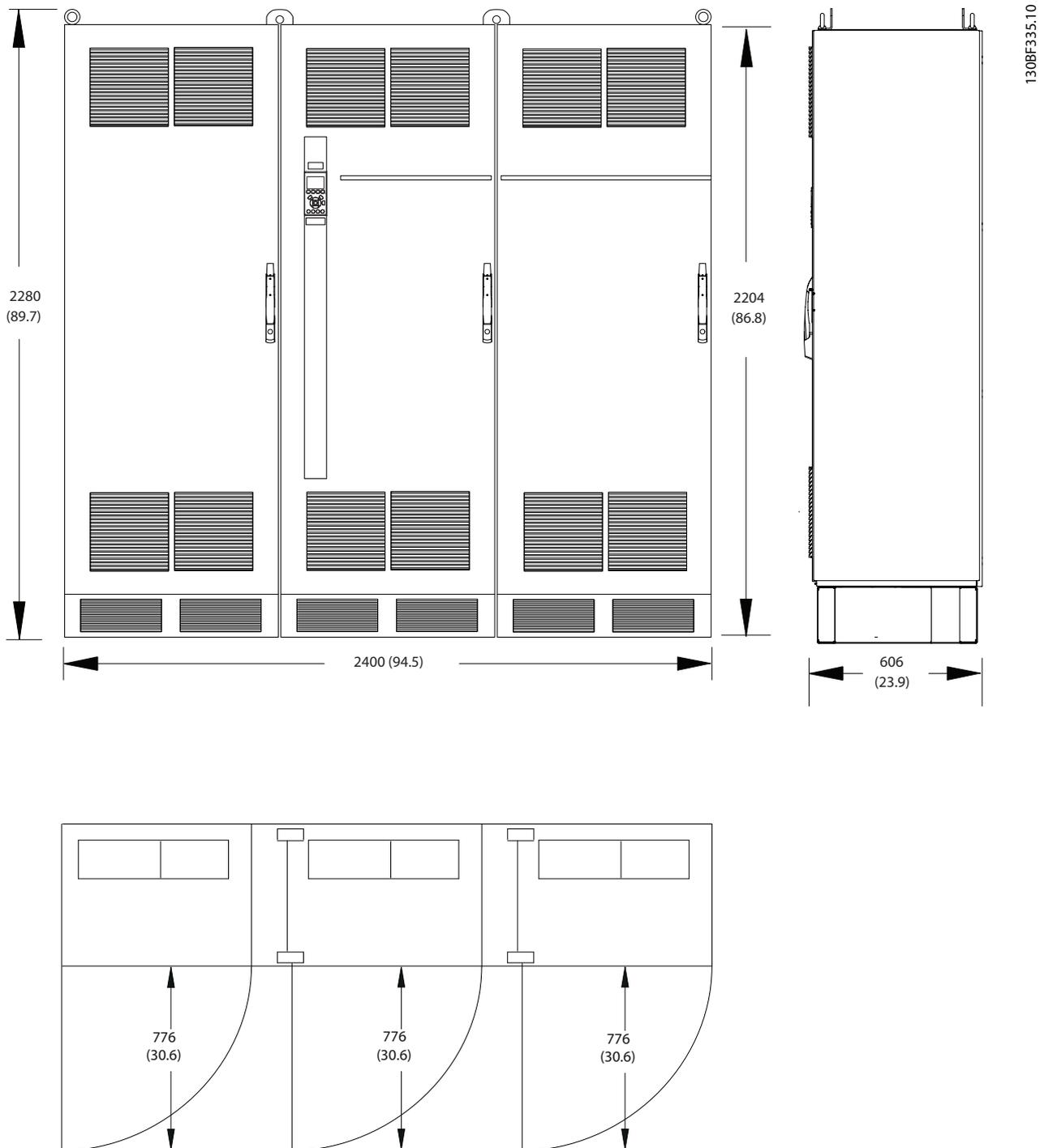
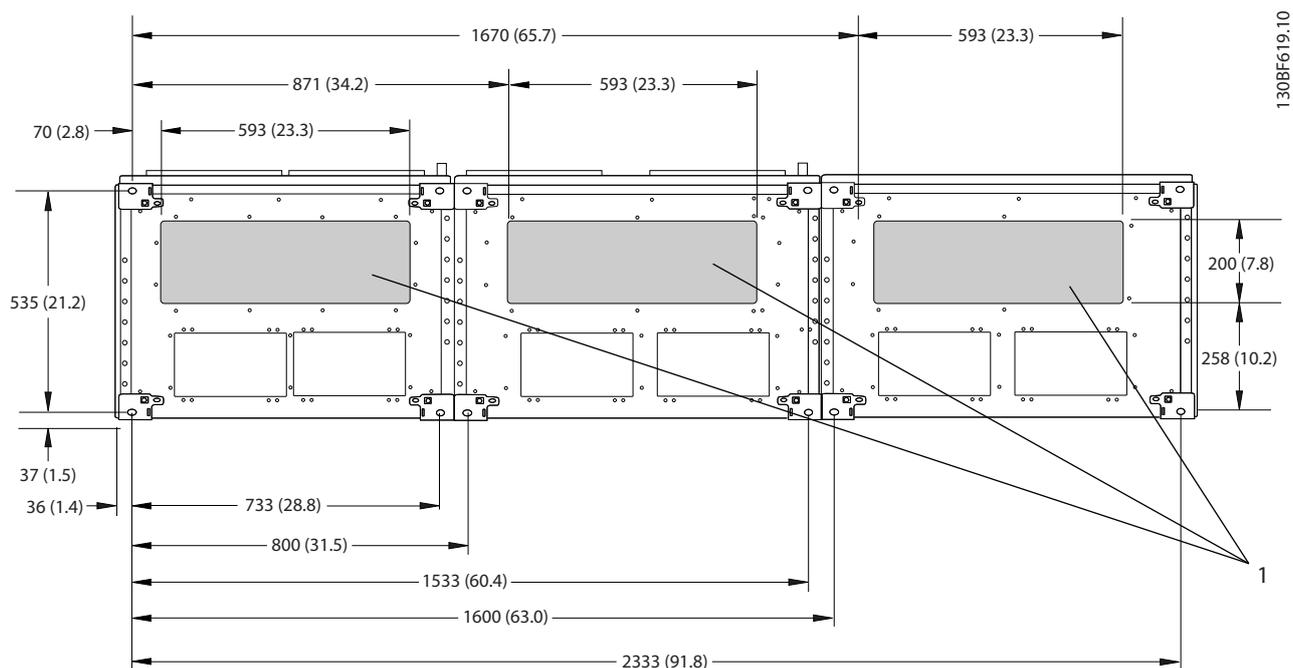


Ilustração 8.72 Dimensões da folga da porta, frontal e lateral do F11



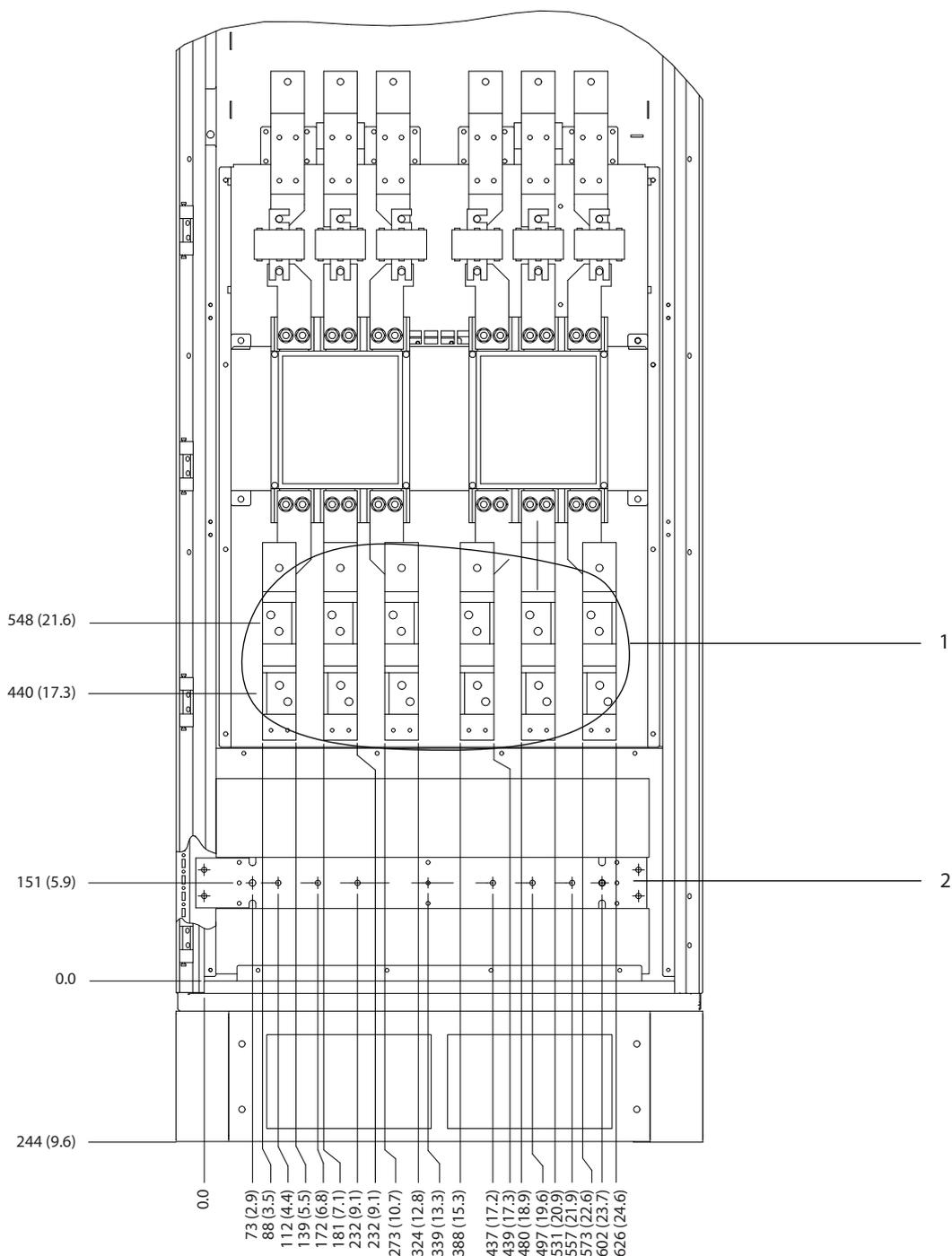
1	Lado da rede elétrica	2	Lado do motor
---	-----------------------	---	---------------

8

Ilustração 8.73 Dimensões da placa da bucha para F11

### 8.10.2 Dimensões do terminal do F11

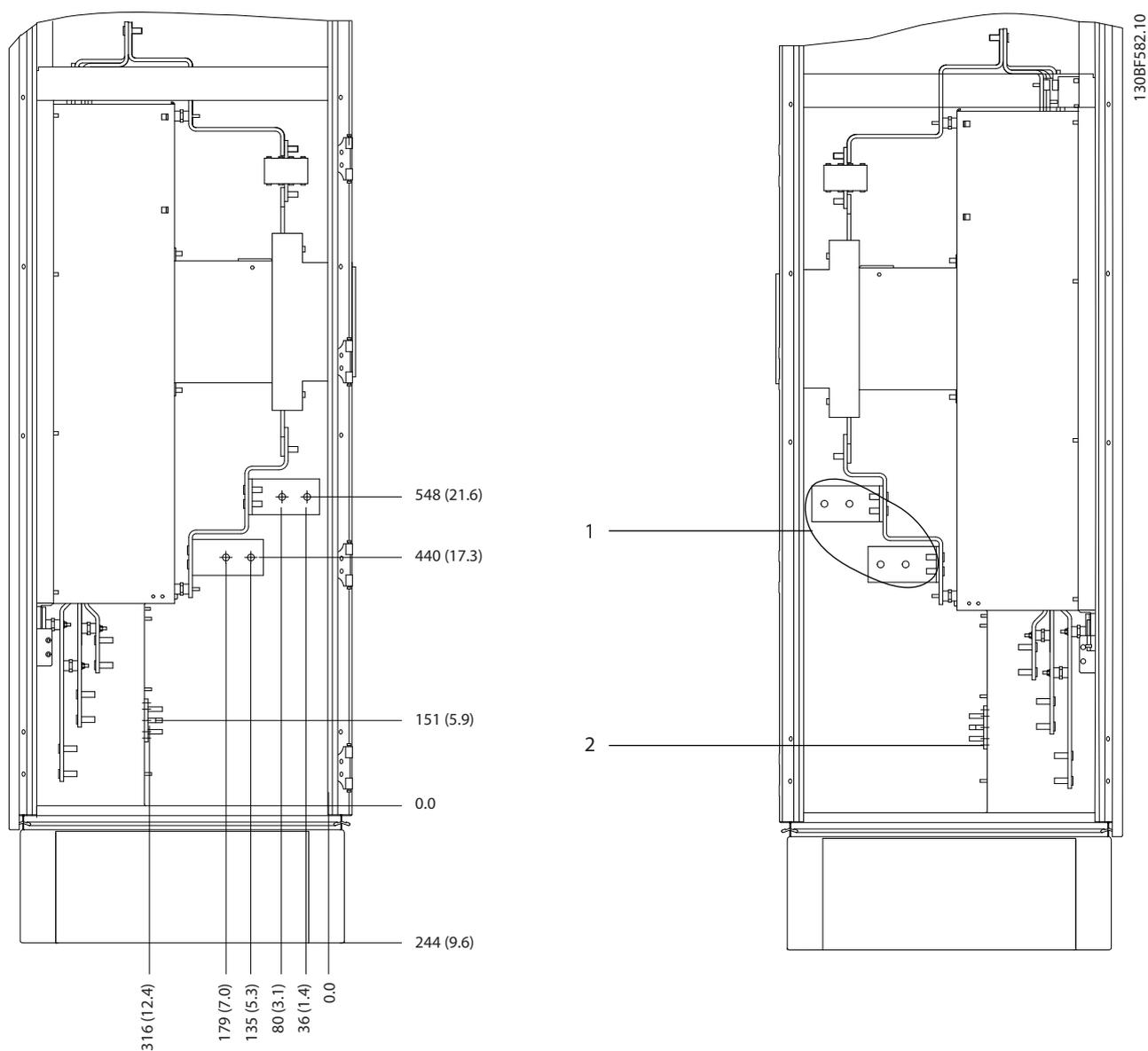
Os cabos de energia são pesados e difíceis de dobrar. Para garantir uma fácil instalação dos cabos, considere o posicionamento ideal do conversor. Cada terminal comporta até 4 cabos com fixadores de cabo ou encaixe de cabo padrão. O ponto de aterramento é conectado ao um ponto de terminação relevante no conversor.



130BF581.10

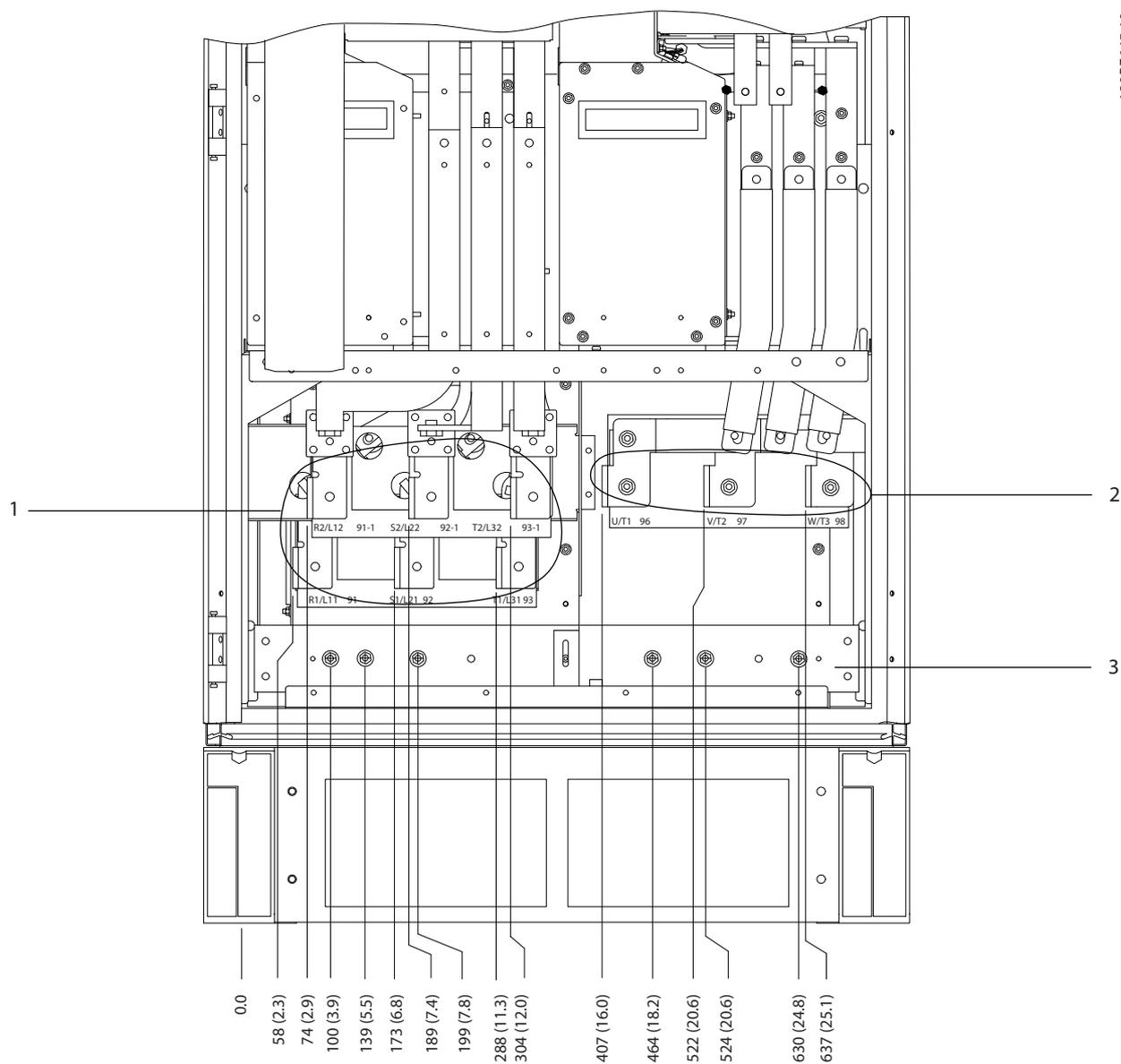
1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

Ilustração 8.74 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F11/F13, vista frontal



1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

Ilustração 8.75 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F11/F13, vista lateral

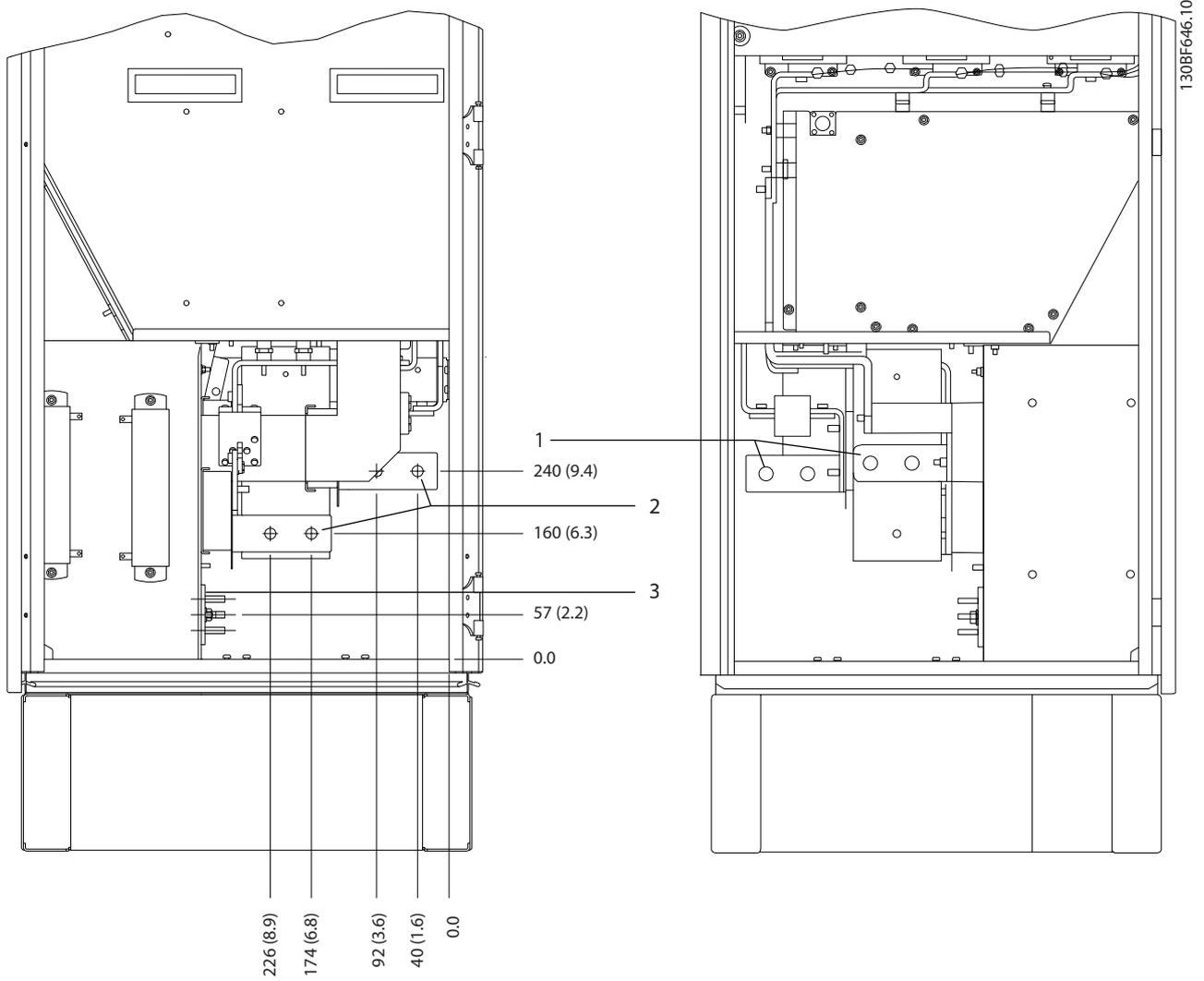


130BF645.10

8

1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

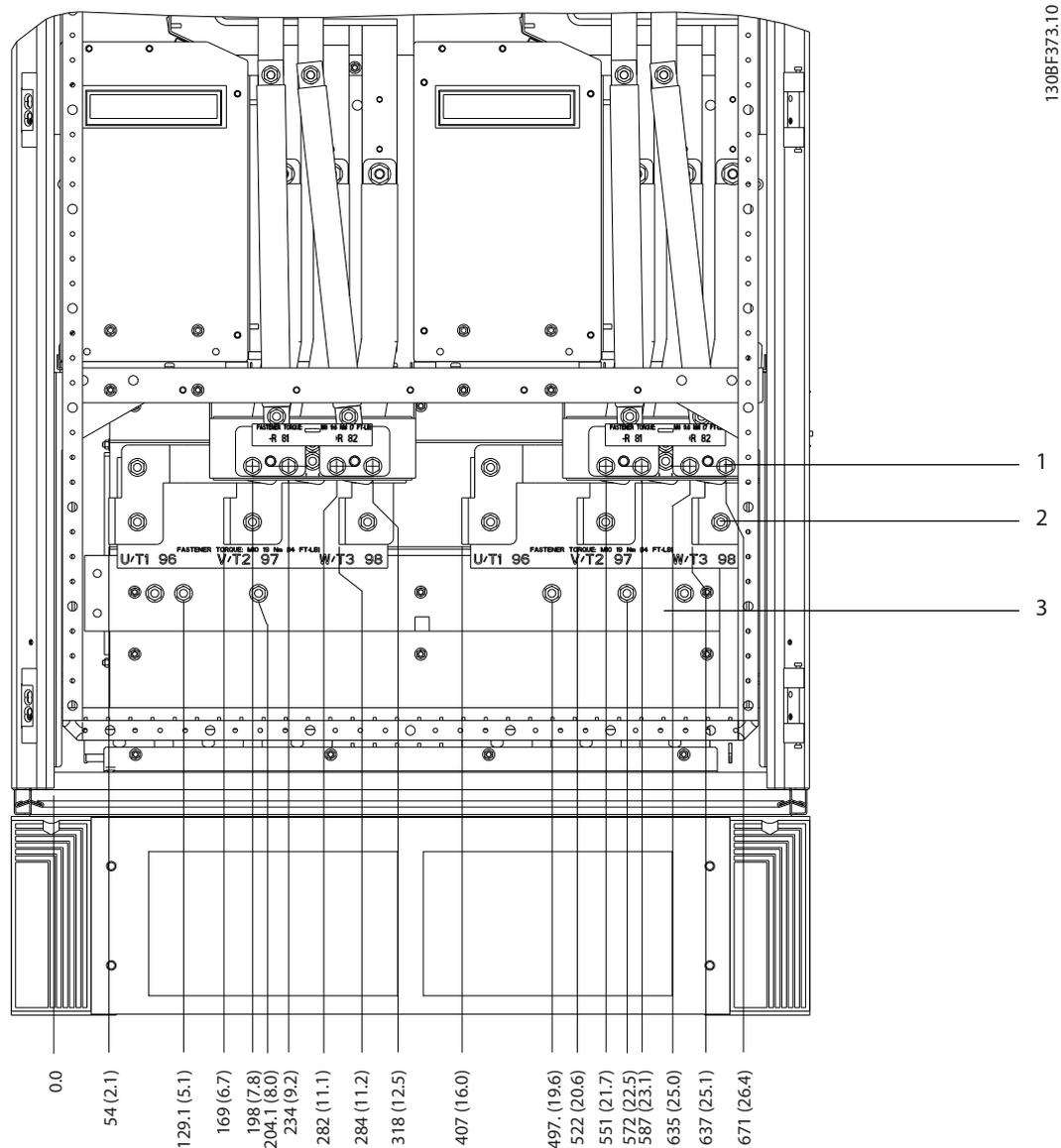
Ilustração 8.76 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador F10-F13, vista frontal



8

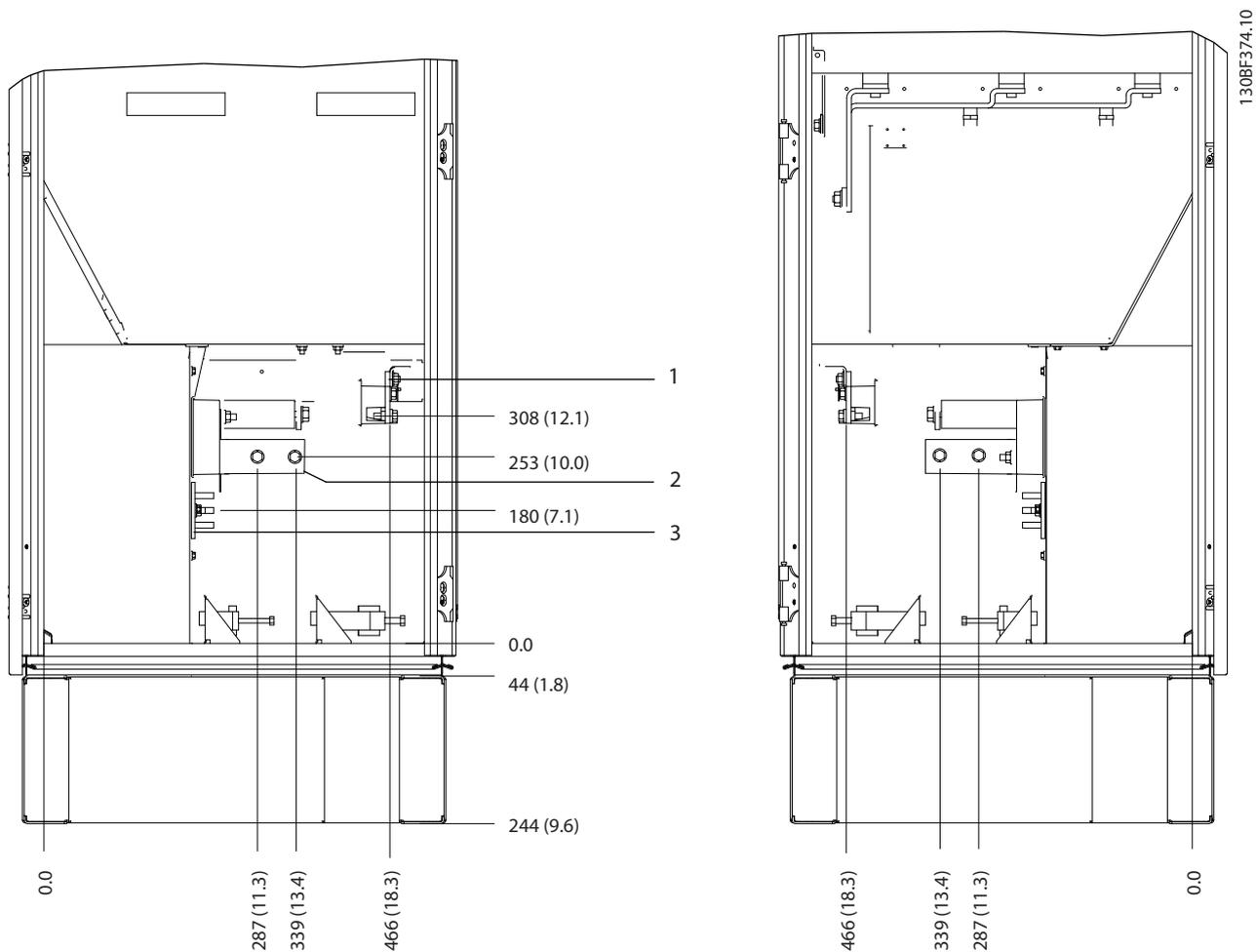
1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

Ilustração 8.77 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador F10-F13, vista lateral



1	Terminais do freio	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

Ilustração 8.78 Dimensões do terminal para o gabinete do inversor F10-F11, vista frontal

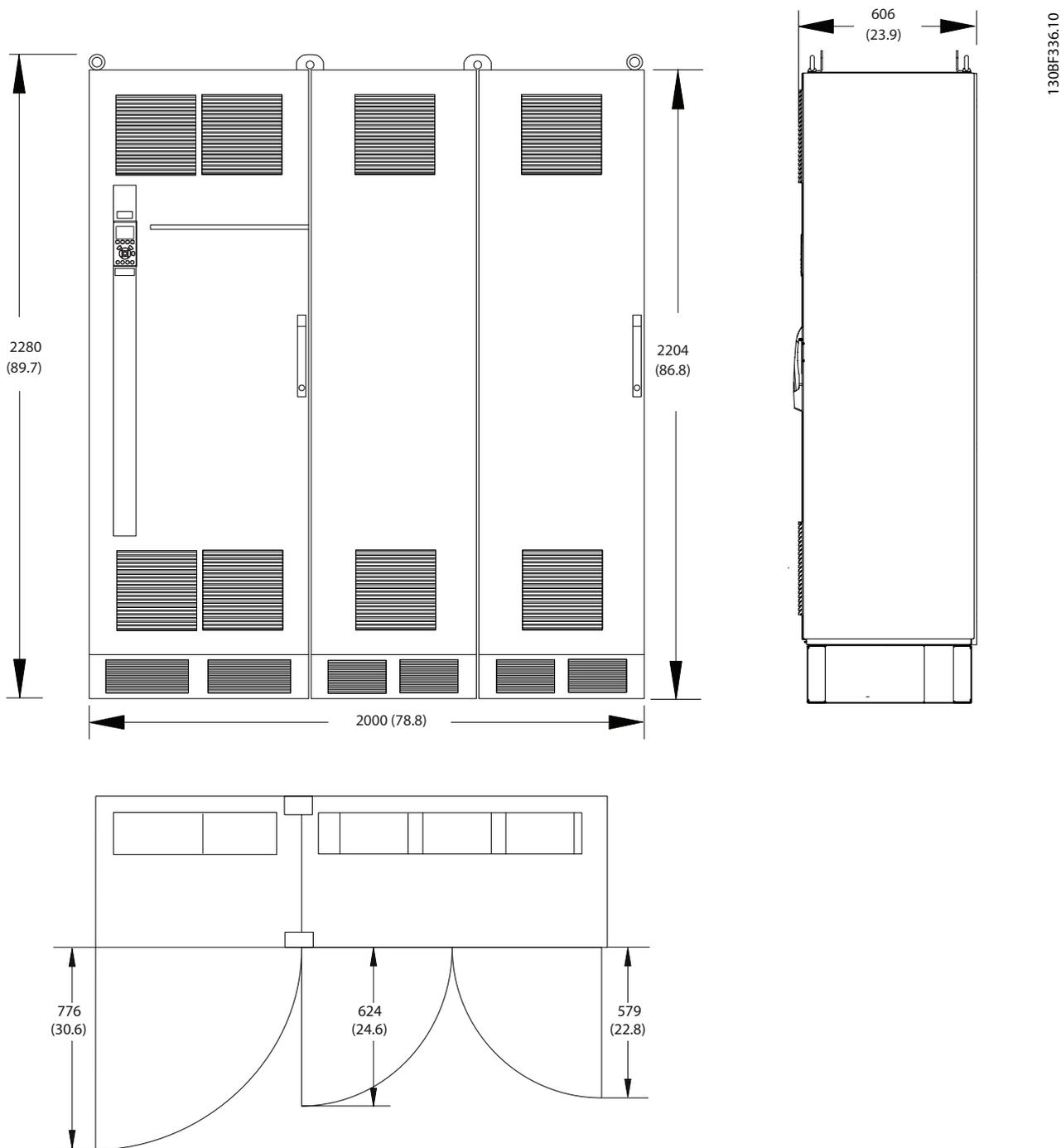


1	Terminais do freio	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

Ilustração 8.79 Dimensões do terminal para o gabinete do inversor F10-F11, vista lateral

8.11 Dimensões externas e do terminal F12

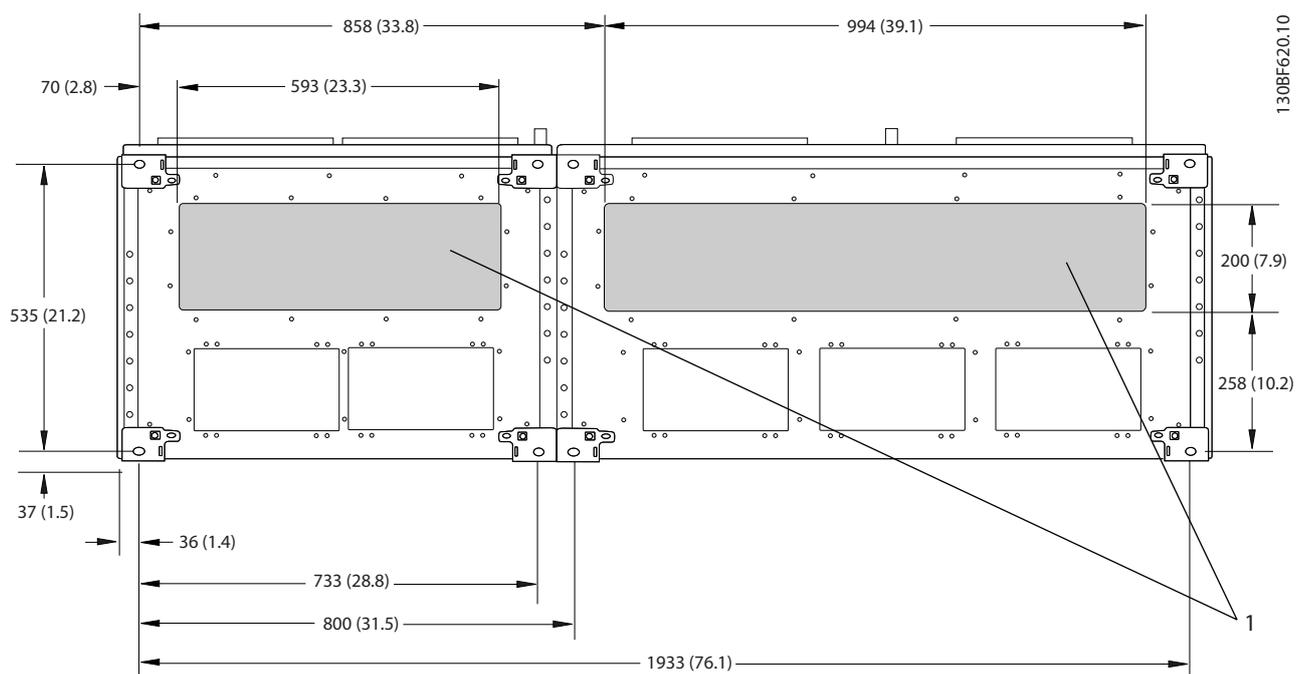
8.11.1 Dimensões externas do F12



8

130BF336.10

Ilustração 8.80 Dimensões da folga da porta, frontal e lateral do F12



1	Lado da rede elétrica	2	Lado do motor
---	-----------------------	---	---------------

8

Ilustração 8.81 Dimensões da placa da bucha para F12

8.11.2 Dimensões do terminal do F12

Os cabos de energia são pesados e difíceis de dobrar. Para garantir uma fácil instalação dos cabos, considere o posicionamento ideal do conversor. Cada terminal comporta até 4 cabos com fixadores de cabo ou encaixe de cabo padrão. O ponto de aterramento é conectado ao um ponto de terminação relevante no conversor.

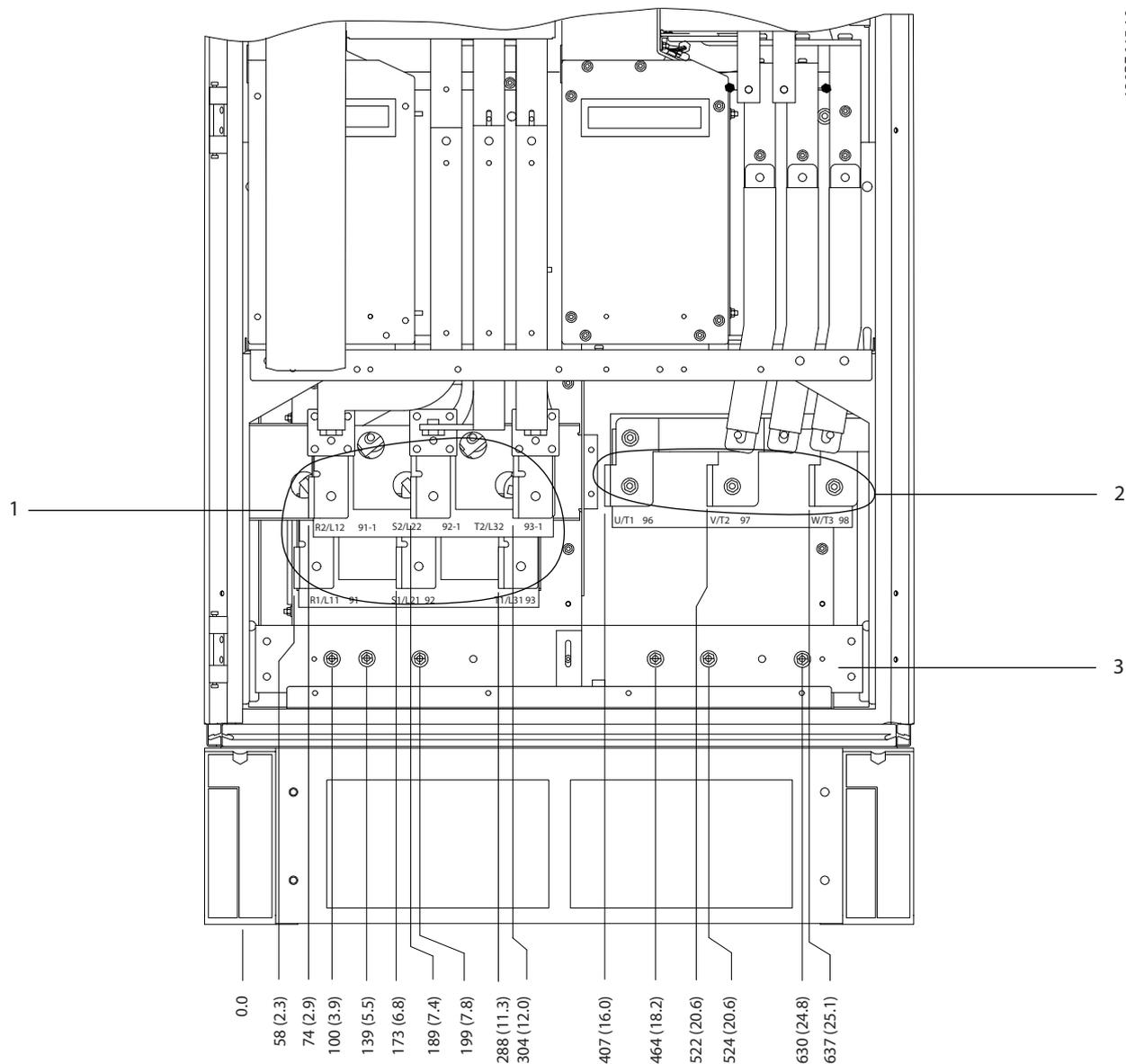
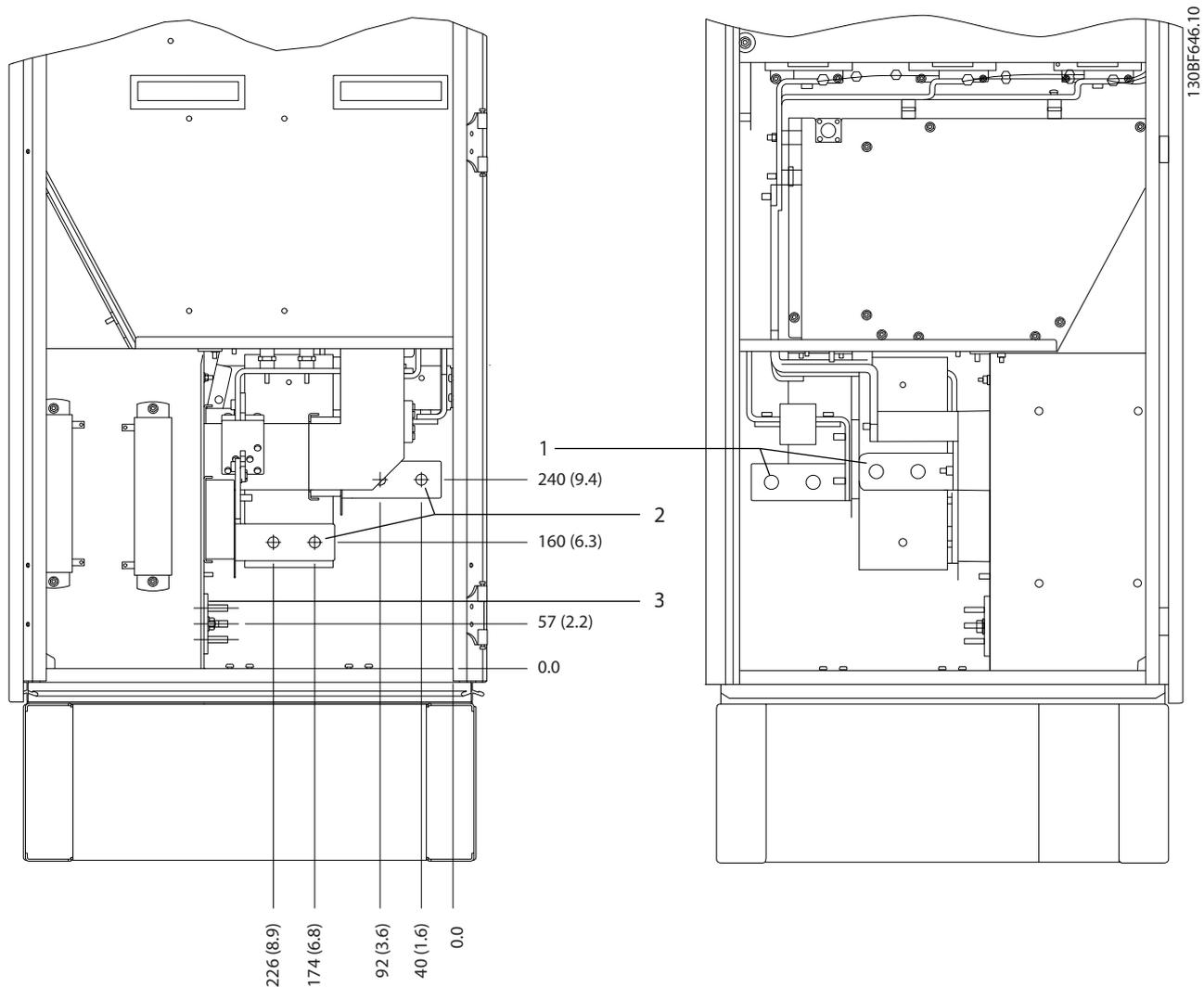
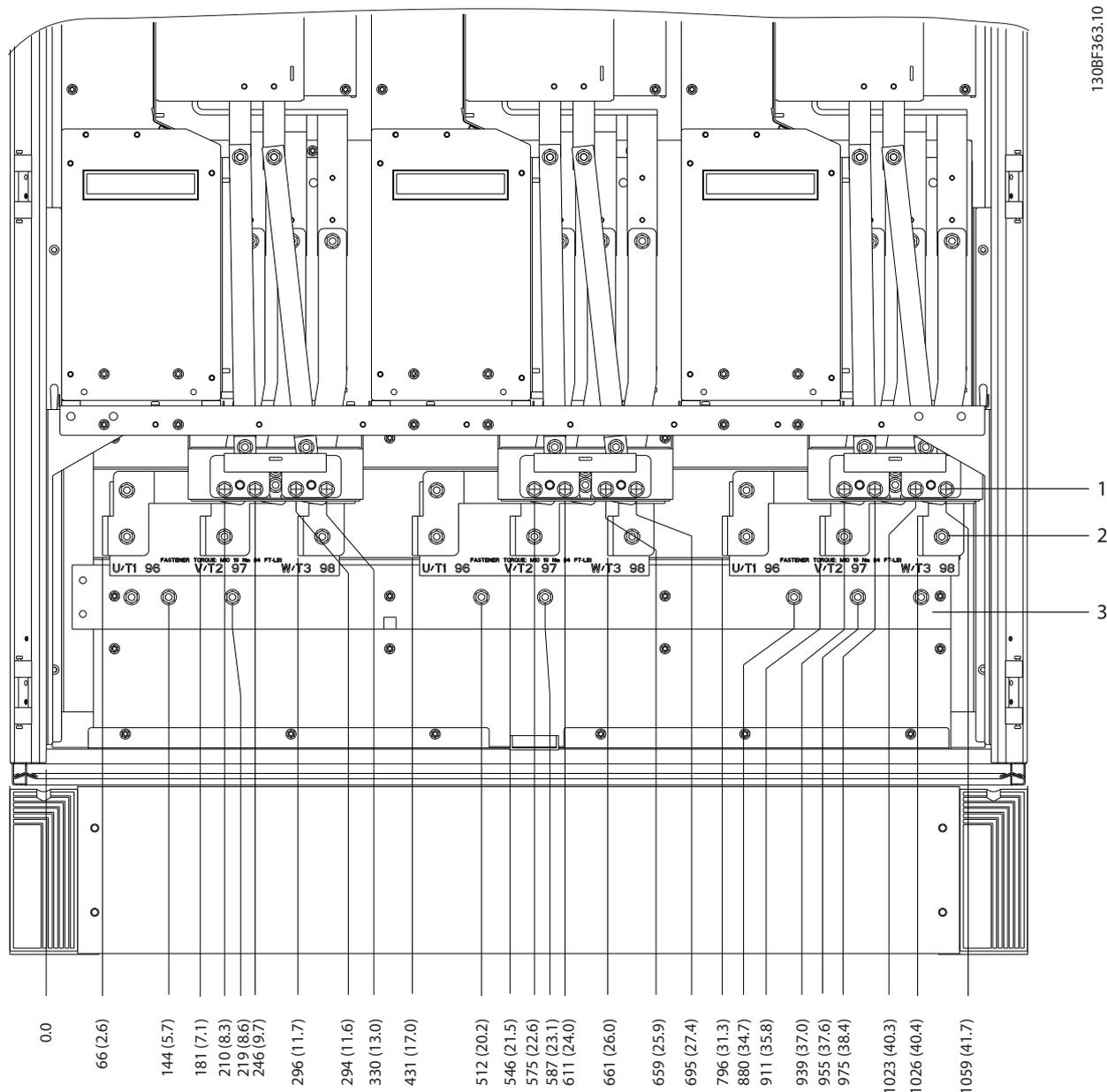


Ilustração 8.82 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador F10-F13, vista frontal



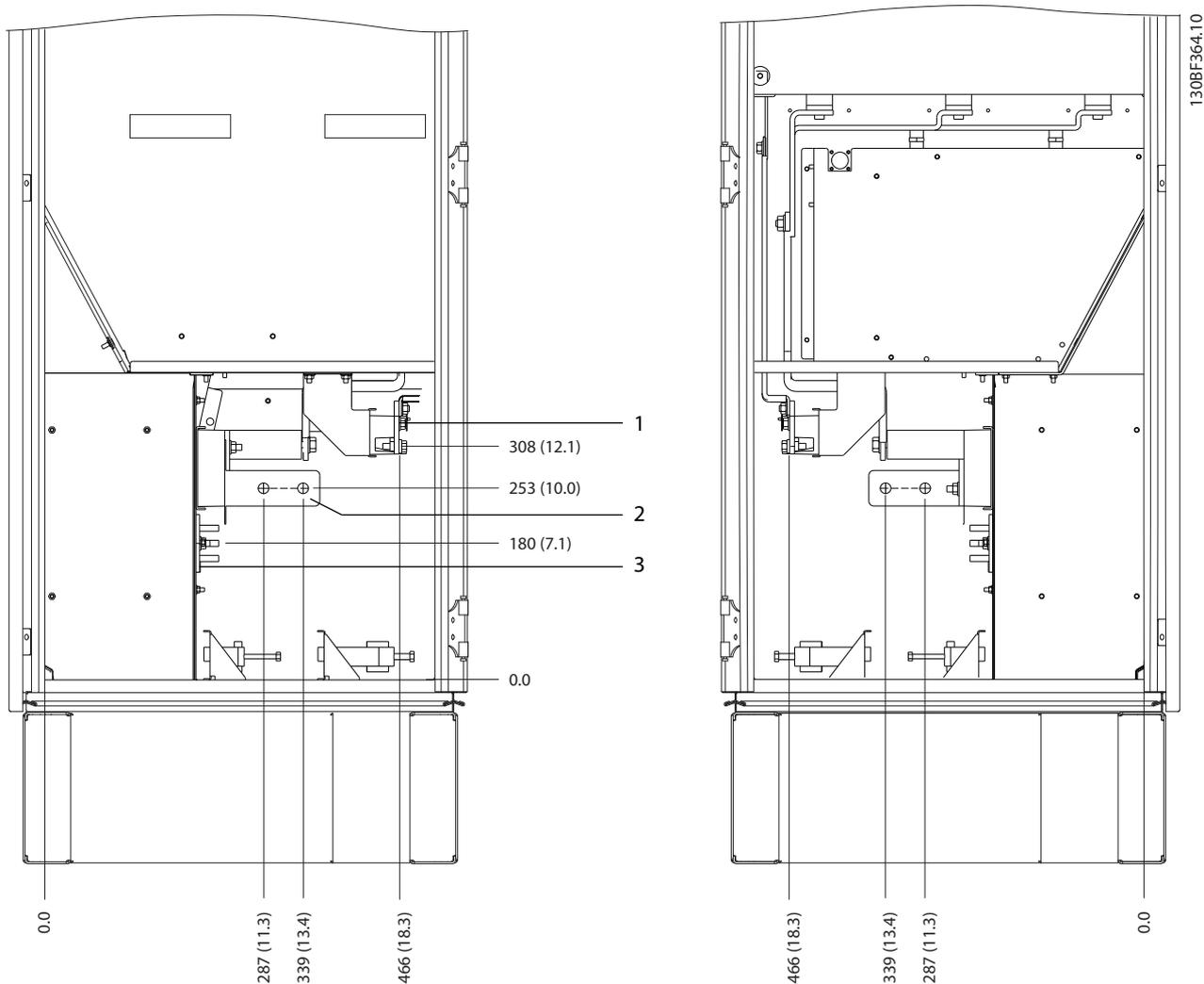
1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

Ilustração 8.83 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador F10-F13, vista lateral



1	Terminais do freio	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

Ilustração 8.84 Dimensões do terminal para o gabinete do inversor F12–F13, vista frontal



8

1	Terminais do freio	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

Ilustração 8.85 Dimensões do terminal para o gabinete do inversor F12-F13, vista lateral

8.12 Dimensões externas e do terminal F13

8.12.1 Dimensões externas do F13

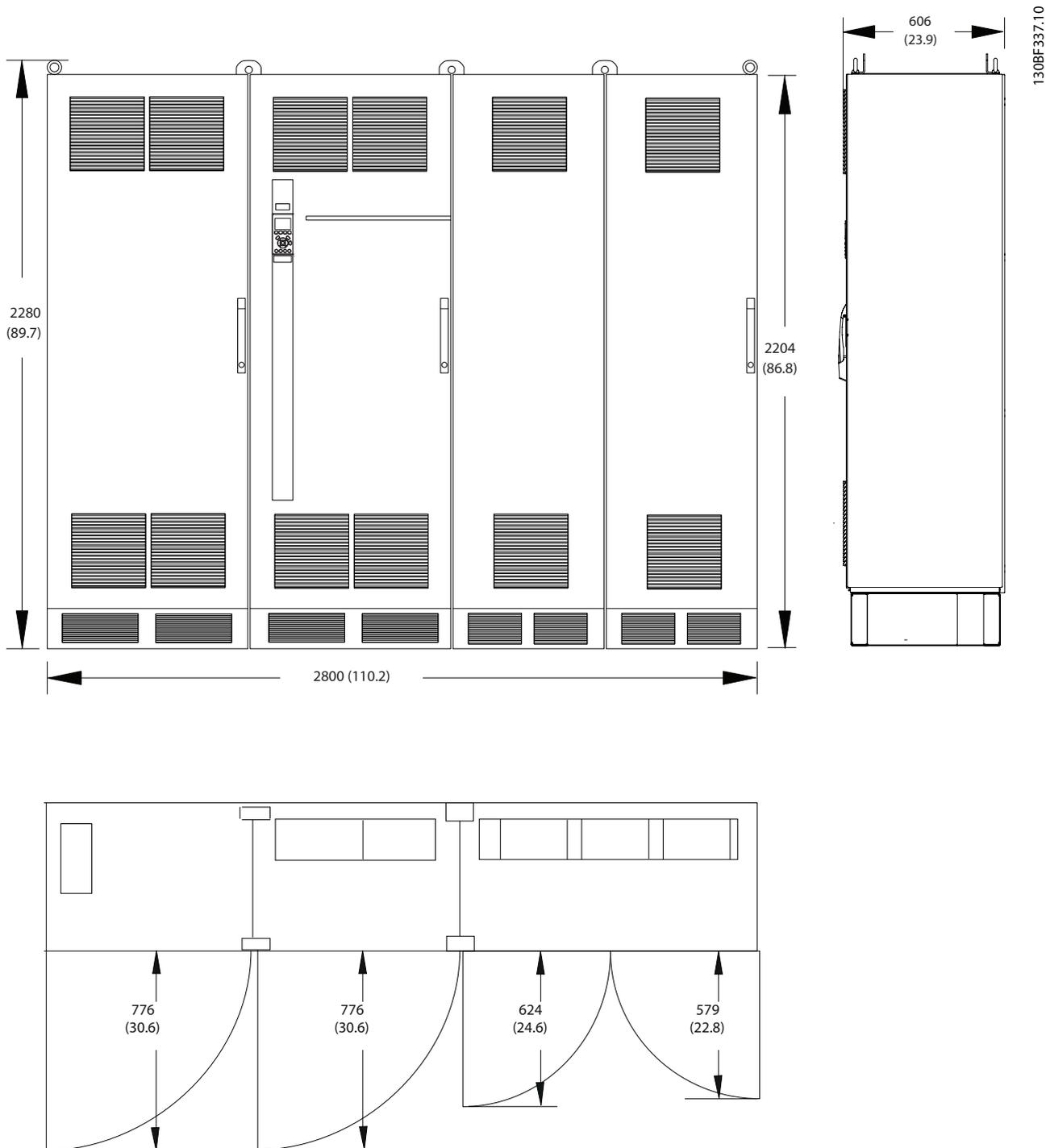
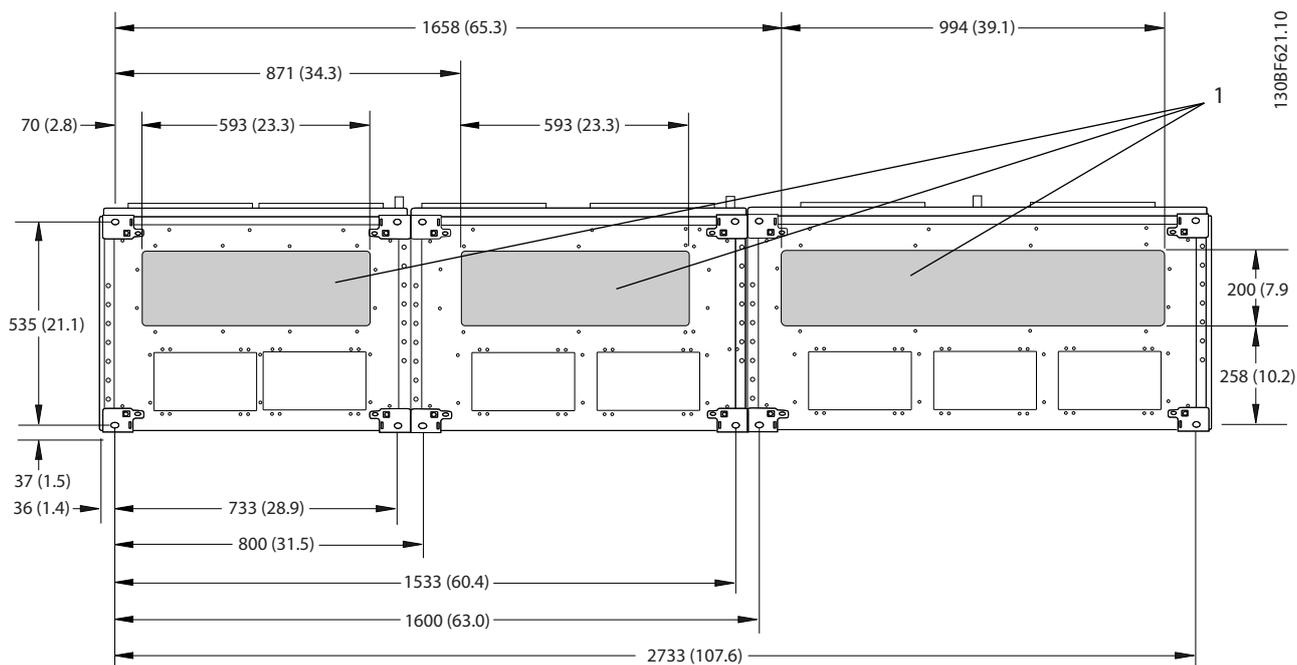


Ilustração 8.86 Dimensões da folga da porta, frontal e lateral do F13



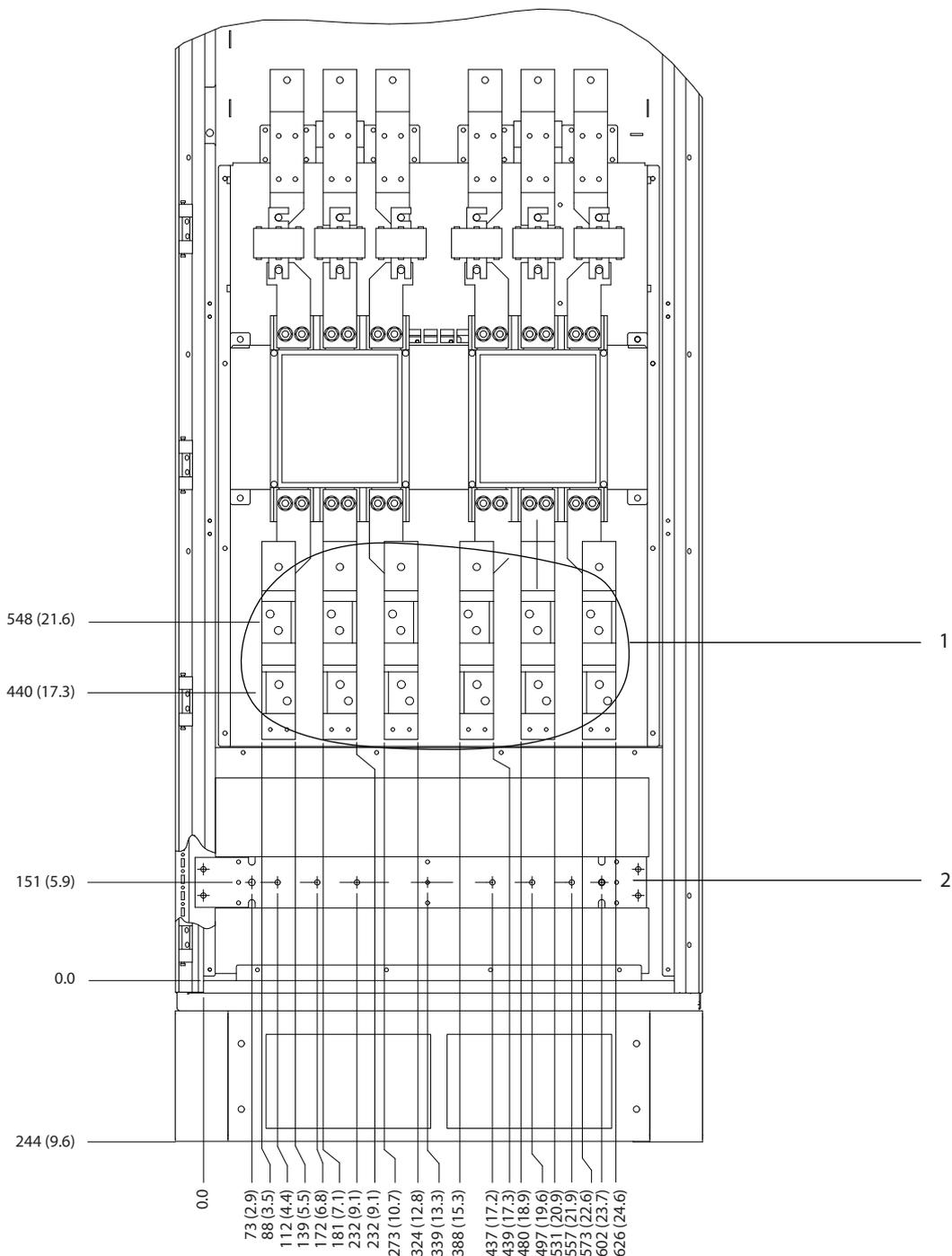
1	Lado da rede elétrica	2	Lado do motor
---	-----------------------	---	---------------

8

Ilustração 8.87 Dimensões da placa da bucha para F13

### 8.12.2 Dimensões do terminal do F13

Os cabos de energia são pesados e difíceis de dobrar. Para garantir uma fácil instalação dos cabos, considere o posicionamento ideal do conversor. Cada terminal comporta até 4 cabos com fixadores de cabo ou encaixe de cabo padrão. O ponto de aterramento é conectado ao um ponto de terminação relevante no conversor.

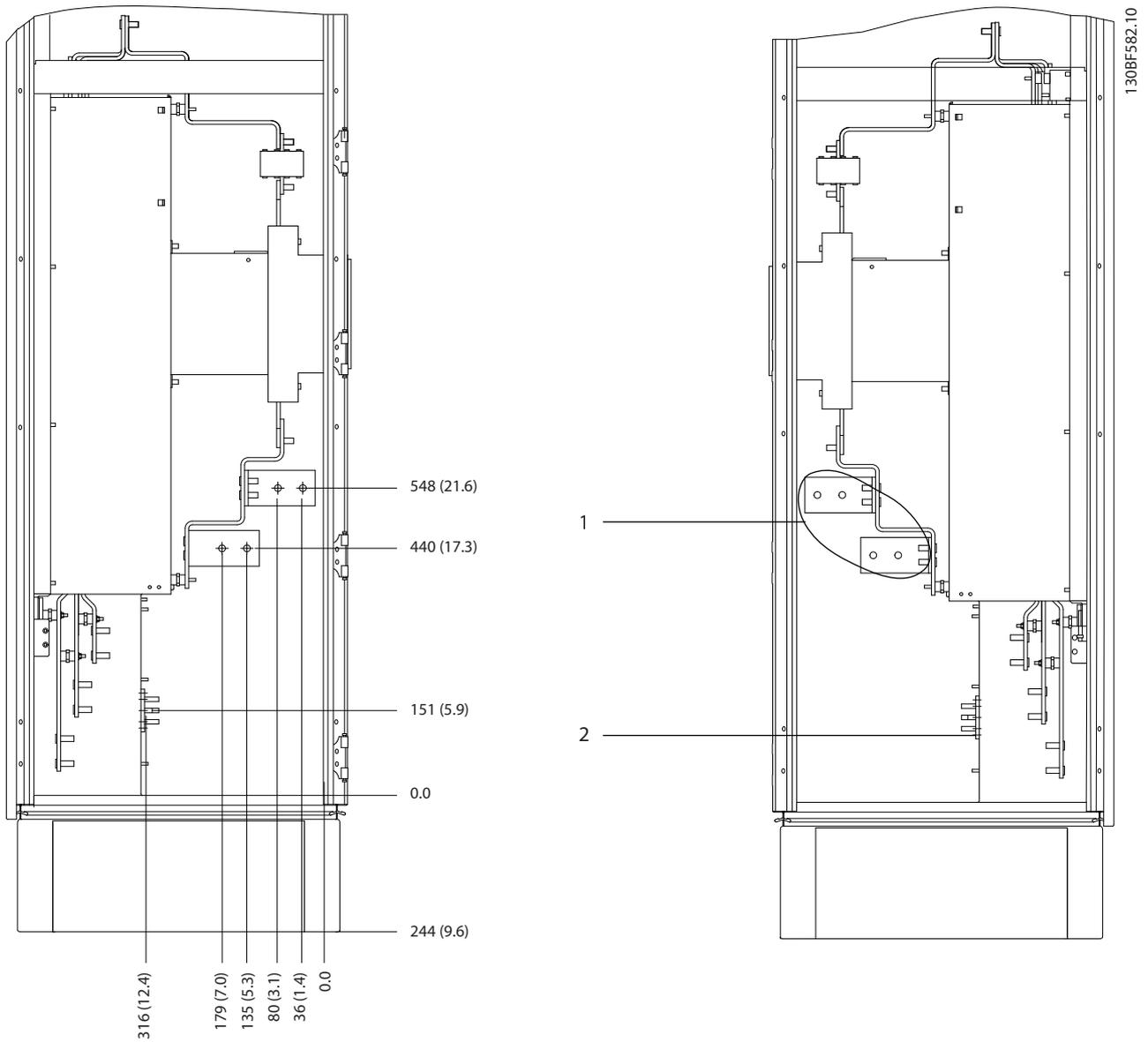


130BF581.10

8

1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

Ilustração 8.88 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F11/F13, vista frontal



8

1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

Ilustração 8.89 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F11/F13, vista lateral

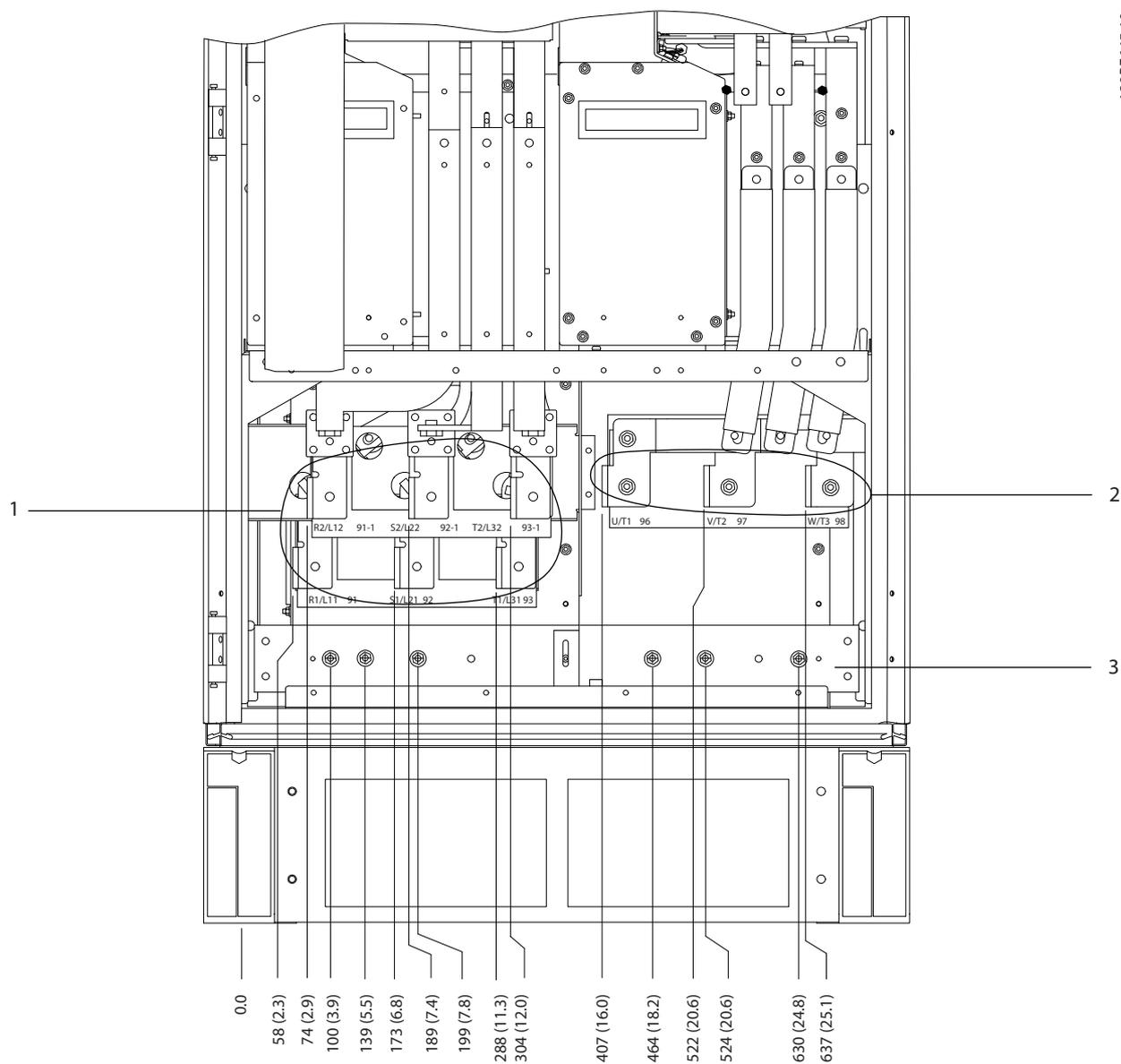
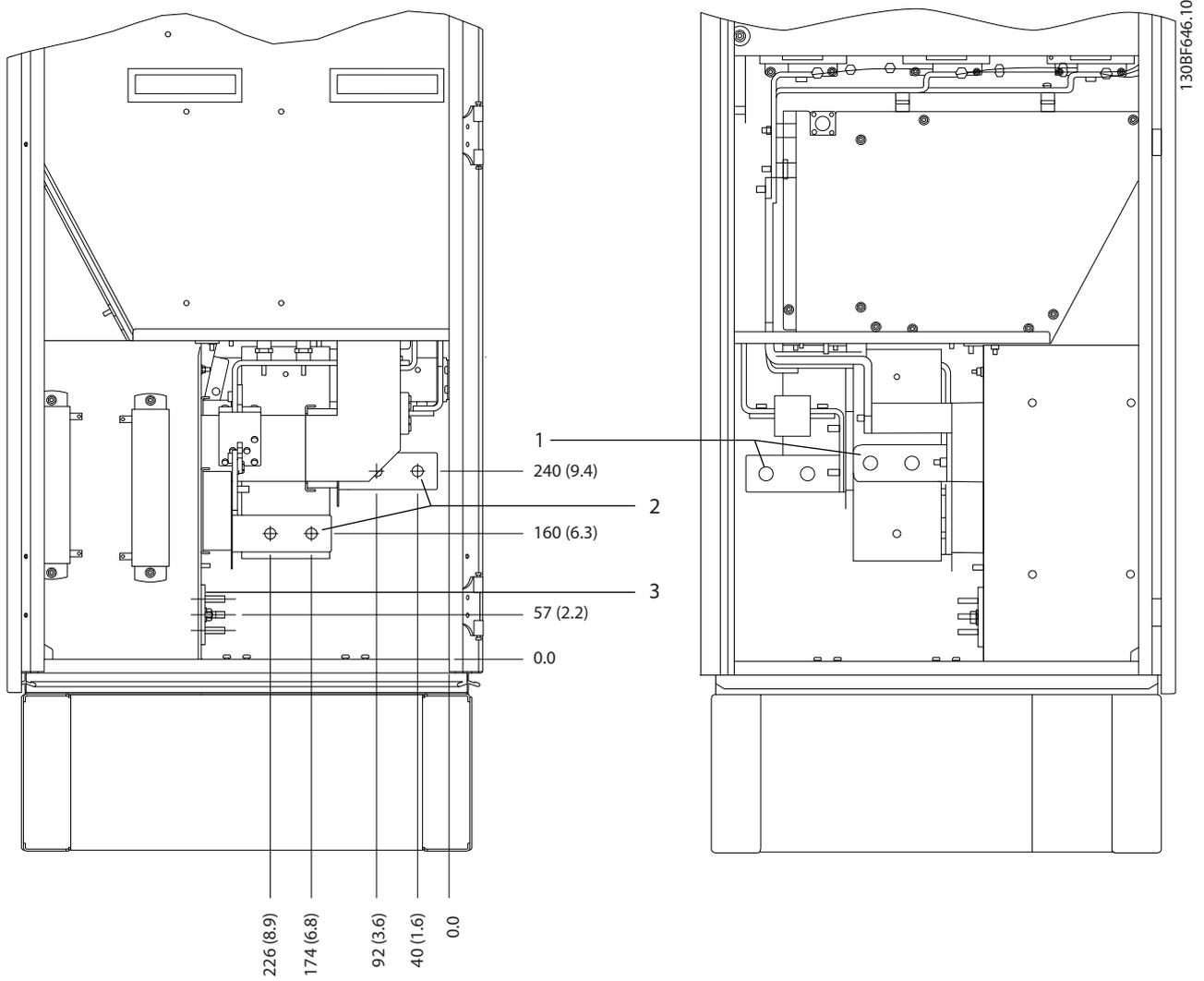
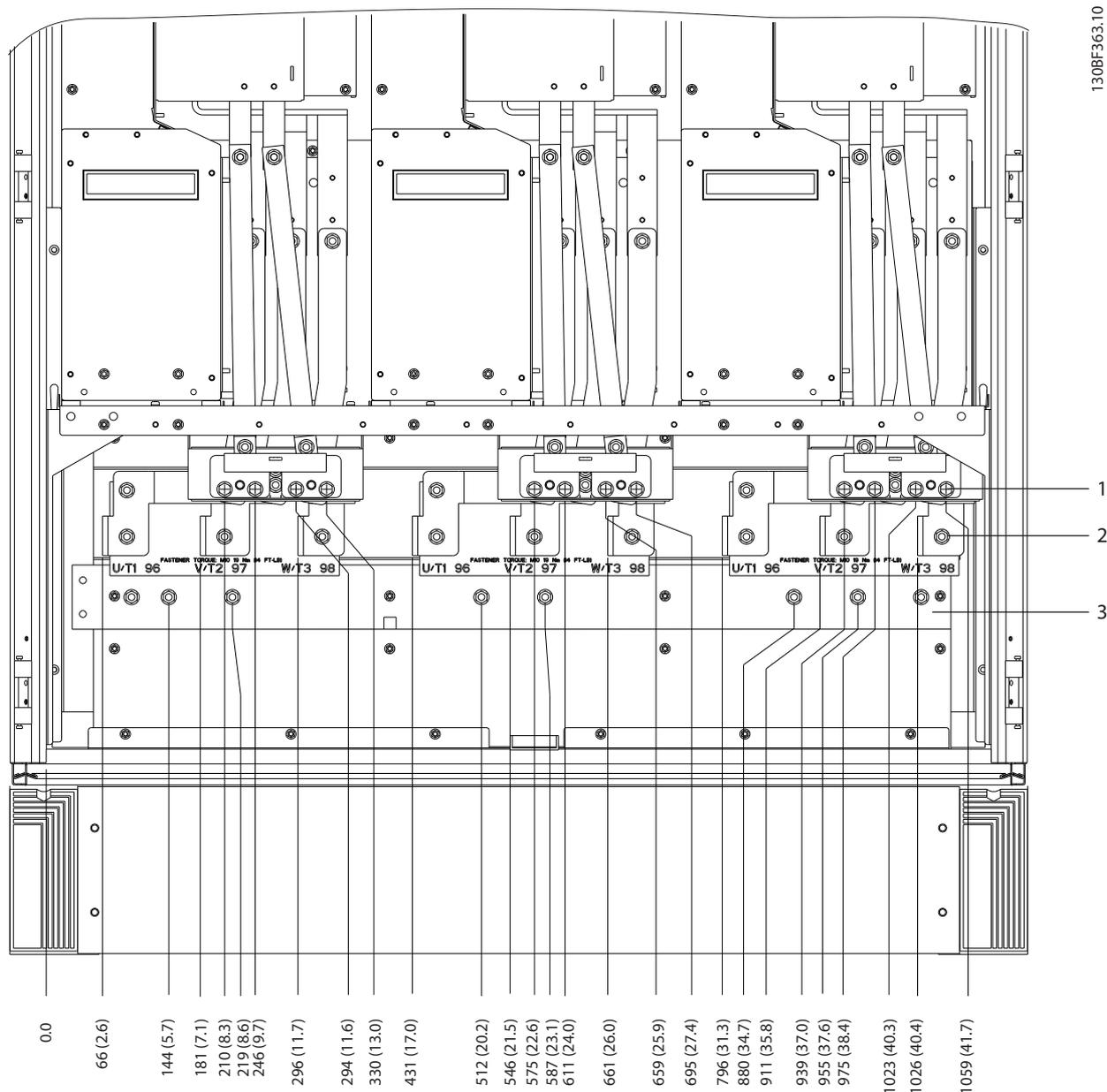


Ilustração 8.90 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador F10-F13, vista frontal



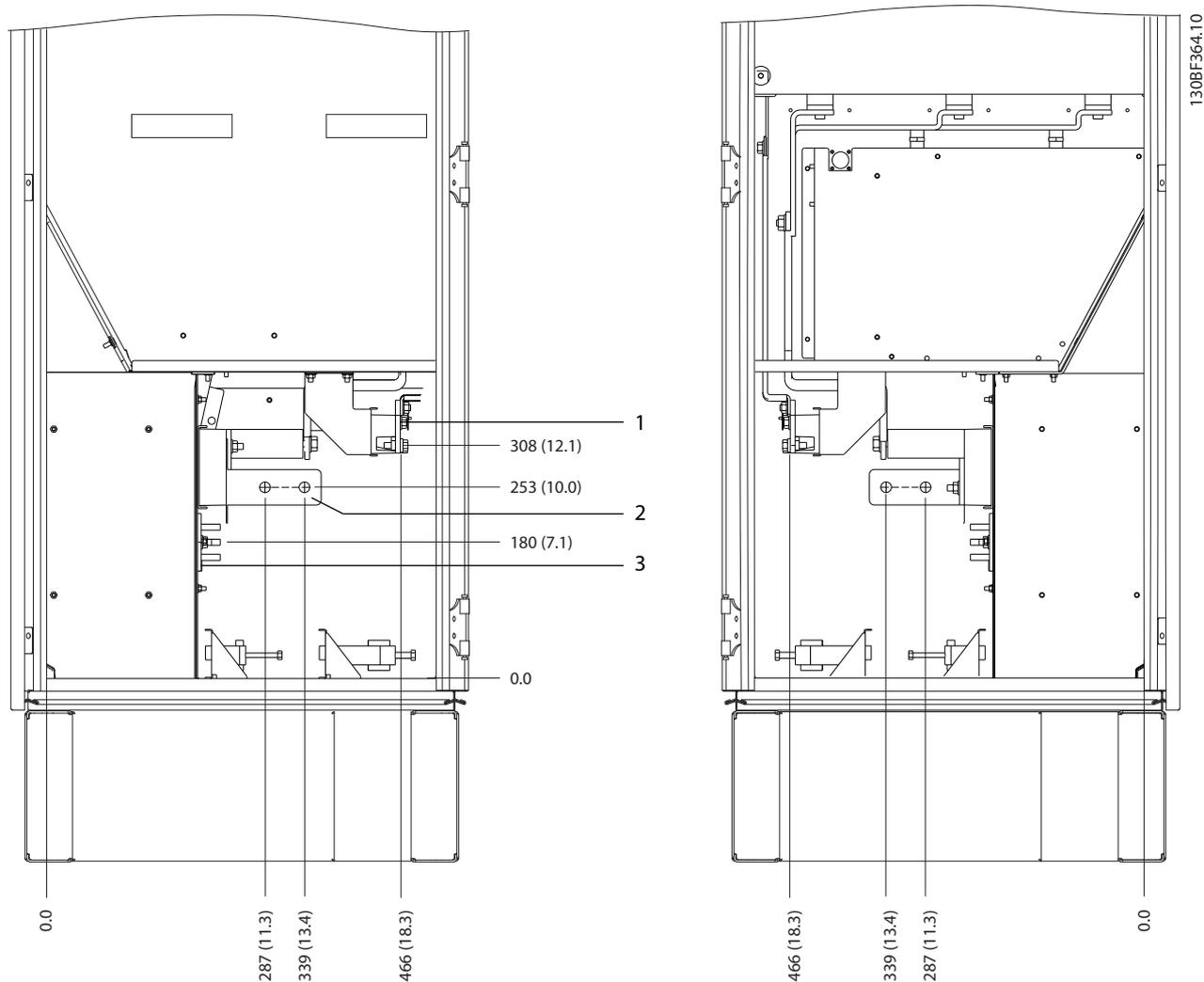
8

Ilustração 8.91 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador F10-F13, vista lateral



1	Terminais do freio	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

Ilustração 8.92 Dimensões do terminal para o gabinete do inversor F12–F13, vista frontal



8

Ilustração 8.93 Dimensões do terminal para o gabinete do inversor F12-F13, vista lateral

## 9 Considerações de instalação mecânica

### 9.1 Armazenagem

Armazene o conversor em local seco. Mantenha o equipamento selado em sua embalagem até a instalação. Consulte *capítulo 7.5.1 Condições ambientais* para obter a temperatura ambiente recomendada.

A formação periódica (carregamento do capacitor) não é necessária durante a armazenagem, a menos que a armazenagem exceda 12 meses

### 9.2 Elevação da unidade

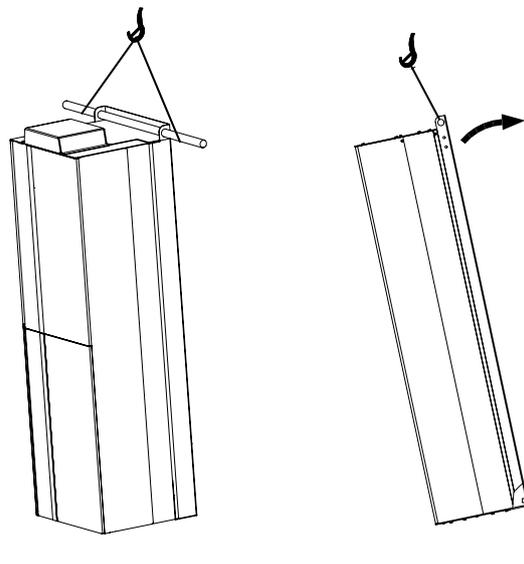
Sempre levante o conversor usando os olhais de içamento dedicados. Para evitar a dobra dos olhais de içamento, use uma barra.

#### **⚠️ ADVERTÊNCIA**

##### RISCO DE FERIMENTOS OU MORTE

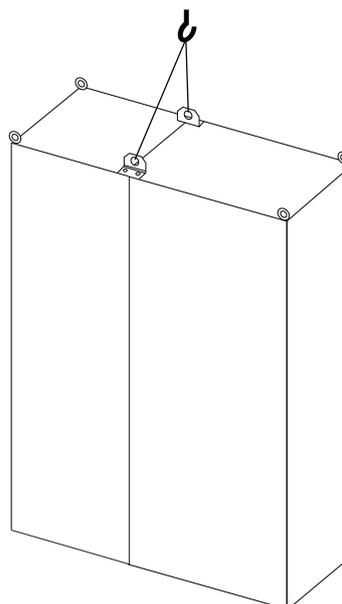
Siga as normas de segurança locais para o içamento de objetos pesados. O não cumprimento das recomendações e normas de segurança locais pode resultar em morte ou ferimentos graves.

- Certifique-se de que o equipamento de içamento esteja em condições de trabalho adequadas.
- Consulte *capítulo 4 Visão geral do produto* para obter o peso dos diferentes tamanhos de gabinete.
- Diâmetro máximo da barra: 20 mm (0,8 pol.).
- O ângulo da parte superior do conversor até o cabo de içamento: 60° ou maior.



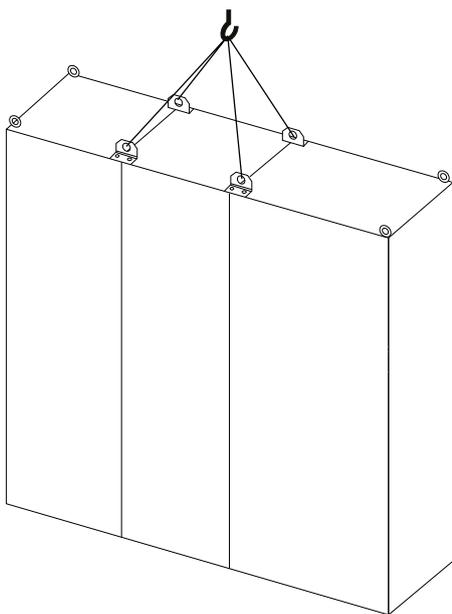
130BF990.10

Ilustração 9.1 Método de içamento recomendado para gabinetes E1-E2



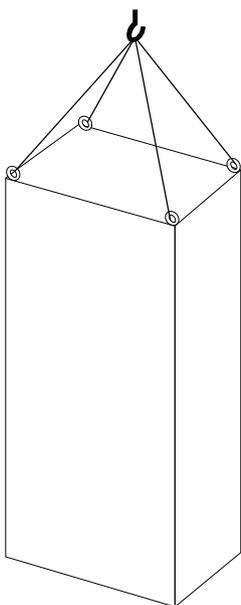
130BF991.10

Ilustração 9.2 Método de içamento recomendado para gabinetes F1/F2/F9/F10



130BF992.10

Ilustração 9.3 Método de içamento recomendado para gabinetes F3/F4/F11/F12/F13



130BF993.10

Ilustração 9.4 Método de içamento recomendado para gabinete F8

## 9.3 Ambiente operacional

Em ambientes com líquidos, partículas ou gases corrosivos em suspensão no ar, assegure-se de que as características nominais IP/Tipo do equipamento correspondam ao ambiente de instalação. Para obter as especificações relativas às condições ambientais, consulte *capítulo 7.5 Condições do ambiente*.

### **AVISO!**

#### CONDENSAÇÃO

A umidade pode condensar nos componentes eletrônicos e causar curtos circuitos. Evite instalação em áreas sujeitas a geada. Instale um aquecedor de espaço opcional quando o conversor estiver mais frio que o ar ambiente. Operação em modo de espera reduz o risco de condensação enquanto a dissipação de energia mantiver o circuito isento de umidade.

### **AVISO!**

#### CONDIÇÕES AMBIENTE EXTREMAS

Temperaturas quentes ou frias comprometem o desempenho e a longevidade da unidade.

- Não opere em ambientes em que a temperatura ambiente exceder 55 °C (131 °F).
- O conversor pode operar em temperaturas de até -10 °C (14 °F). No entanto, a operação adequada na carga nominal é garantida somente a 0 °C (32 °F) ou mais.
- Se a temperatura exceder limites de temperatura ambiente, será necessário condicionamento de ar adicional do gabinete ou do local de instalação.

### 9.3.1 Gases

Gases agressivos, como sulfeto de hidrogênio, cloro ou amônia, podem danificar os componentes elétricos e mecânicos. A unidade usa placas de circuito com revestimento isolante para reduzir os efeitos de gases agressivos. Para obter características nominais e especificações de classe dos revestimentos isolantes, consulte *capítulo 7.5 Condições do ambiente*.

### 9.3.2 Poeira

Ao instalar o conversor em ambientes empoeirados, preste atenção ao seguinte:

#### Manutenção periódica

Quando há acúmulo de poeira em componentes eletrônicos, ela atua como uma camada isolante. Esta camada reduz a capacidade de resfriamento dos componentes, o que os deixa mais quentes. O ambiente mais quente diminui a vida útil dos componentes eletrônicos.

Mantenha o dissipador de calor e os ventiladores sem acúmulo de poeira. Para obter mais informações de serviço e manutenção, consulte o *guia de operação*.

**Ventiladores de resfriamento**

Ventiladores fornecem fluxo de ar para resfriar o conversor. Quando os ventiladores estão expostos a ambientes empoeirados, a poeira pode danificar os rolamentos do ventilador e causar falhas prematuras no ventilador. Além disso, a poeira pode se acumular nas pás do ventilador, causando um desequilíbrio que impede os ventiladores de resfriar adequadamente a unidade.

**9.3.3 Atmosferas potencialmente explosivas****⚠️ ADVERTÊNCIA****ATMOSFERA EXPLOSIVA**

**Não instale o conversor em uma atmosfera potencialmente explosiva. Instale a unidade em um gabinete fora dessa área. Não seguir essa diretriz aumenta o risco de morte ou ferimentos graves.**

Os sistemas operados em atmosferas potencialmente explosivas devem atender a condições especiais. A Diretiva 94/9/CE (ATEX 95) da UE classifica a operação de dispositivos eletrônicos em atmosferas potencialmente explosivas.

- A classe d especifica que, se ocorrer uma faísca, ela está contida em uma área protegida.
- A classe e proíbe qualquer ocorrência de faísca.

**Motores com classe de proteção d**

Não exige aprovação. São necessárias fiação e contenção especiais.

**Motores com classe de proteção e**

Quando combinado com um dispositivo de monitoramento PTC aprovado pela ATEX, como o VLT® Cartão do Termistor do PTC MCB 112, a instalação não precisa de uma aprovação individual de uma organização aprovadora.

**Motores com classes de proteção d/e**

O próprio motor tem uma classe de proteção de ignição, enquanto o ambiente de conexão e cabeamento do motor está em conformidade com a classificação d. Para atenuar a alta tensão de pico, use um filtro de onda senoidal na saída do conversor.

**Quando for utilizar um conversor em uma atmosfera potencialmente explosiva, use o seguinte:**

- Motores com classe de proteção de ignição d ou e.
- Sensor de temperatura PTC para monitorar a temperatura do motor.
- Cabos de motor curtos.
- Filtros de saída de onda senoidal quando não forem usados cabos de motor blindados.

**AVISO!****MONITORAMENTO DO SENSOR DO TERMISTOR DO MOTOR**

Os conversores com o opcional de Cartão do Termistor do PTC VLT® MCB 112 são certificados pela PTB para atmosferas potencialmente explosivas.

**9.4 Configurações de montagem**

A Tabela 9.1 apresenta as configurações de montagem disponíveis para cada gabinete. Para obter instruções específicas para a instalação da montagem em painel/ parede ou da montagem em pedestal, consulte o *guia de operação*. Consulte também *capítulo 8 Dimensões externas e do terminal*.

**AVISO!**

**Montagem inadequada pode resultar em superaquecimento e desempenho reduzido.**

Gabinete	Montagem em painel/parede	Montagem em pedestal (independente)
E1	–	X
E2	X	–
F1	–	X
F2	–	X
F3	–	X
F4	–	X
F8	–	X
F9	–	X
F10	–	X
F11	–	X
F12	–	X
F13	–	X

Tabela 9.1 Configurações de montagem

**Considerações de montagem:<sup>1)</sup>**

- Posicione a unidade o mais próximo possível do motor. Consulte *capítulo 7.6 Especificações de Cabo* para obter o máximo comprimento de cabo.
- Garanta a estabilidade da unidade, montando-a em uma superfície sólida.
- Garanta que a força da posição de montagem suporta o peso da unidade.
- Garanta que há espaço suficiente em volta da unidade para o resfriamento adequado. Consulte *capítulo 9.5 Resfriamento*.
- Garanta acesso suficiente para abrir a porta.
- Garanta a entrada de cabo pela parte inferior.

*1) Para uma instalação atípica, entre em contato com o fabricante.*

## 9.5 Resfriamento

### **AVISO!**

Montagem inadequada pode resultar em superaquecimento e desempenho reduzido. Para saber mais sobre a montagem correta, consulte *capítulo 9.4 Configurações de montagem*.

- Garanta que há folga acima e abaixo para o resfriamento de ar. Requisito da folga: 225 mm (9 pol.).
- Forneça uma vazão de ar suficiente. Consulte *Tabela 9.2*.
- Considere derating para temperaturas começando entre 45 °C (113 °F) e 50 °C (122 °F) e elevação de 1.000 m (3.300 pés) acima do nível do mar. Consulte *capítulo 9.6 Derating* para obter informações detalhadas sobre derating.

O conversor utiliza um conceito de resfriamento do canal traseiro que remove o ar de resfriamento do dissipador de calor. O ar de resfriamento do dissipador de calor carrega aproximadamente 90% do calor do canal traseiro do conversor.

Redirecione o ar do canal traseiro do painel ou do ambiente usando:

- **Resfriamento do duto**  
Os kits de resfriamento do canal traseiro estão disponíveis para direcionar o ar de resfriamento do dissipador de calor para fora do painel quando os conversores IP20/Chassi estão instalados em gabinetes Rittal. O uso desses kits reduz o calor no painel e ventiladores de porta menores podem ser especificados.
- **Resfriamento da parede traseira**  
A instalação de tampas superiores e da base na unidade permite que o ar de resfriamento do canal traseiro seja ventilado para fora da sala.

### **AVISO!**

É necessário um ventilador de porta no gabinete para remover as perdas de calor não contidas no canal traseiro do conversor e as perdas geradas a partir de outros componentes instalados dentro do gabinete. O fluxo de ar total necessário deve ser calculado de modo que o ventilador apropriado seja selecionado. Alguns fabricantes de gabinetes oferecem software para efetuar cálculos de fluxo de ar.

Prenda o fluxo de ar necessário sobre o dissipador de calor.

Gabinete	Modelos		Ventilador da porta/ventilador superior [m <sup>3</sup> /hr (cfm)]	Ventilador do dissipador de calor [m <sup>3</sup> /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)

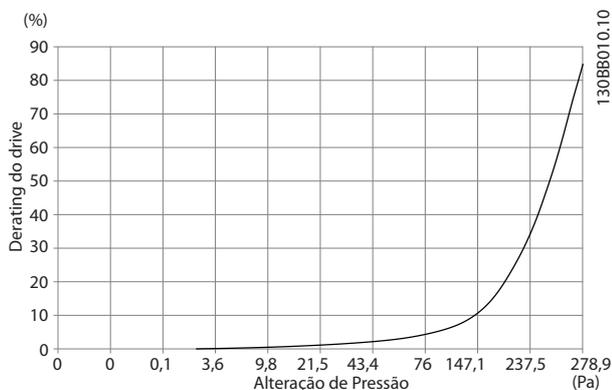
Tabela 9.2 Taxa de fluxo de ar E1–E2

Gabinete	Tipo de proteção	Ventilador da porta/ventilador superior [m <sup>3</sup> /hr (cfm)]	Ventilador do dissipador de calor [m <sup>3</sup> /hr (cfm)]
	IP54/Tipo 12	525 (309)	985 (580)
F8–F13	IP21/Tipo 1	700 (412)	985 (580)
	IP54/Tipo 12	525 (309)	985 (580)

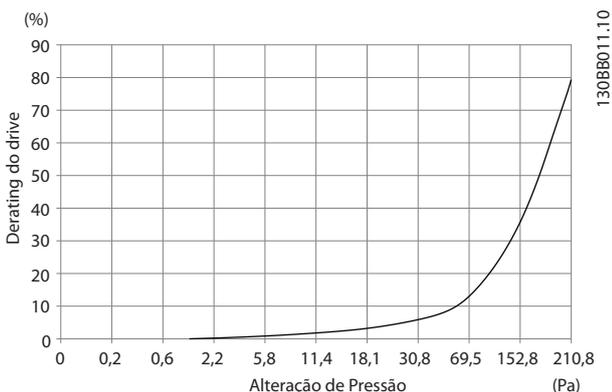
Tabela 9.3 Taxas de fluxo de ar F1–F4 e F8–F13

### 9.5.1 Duto externo e derating

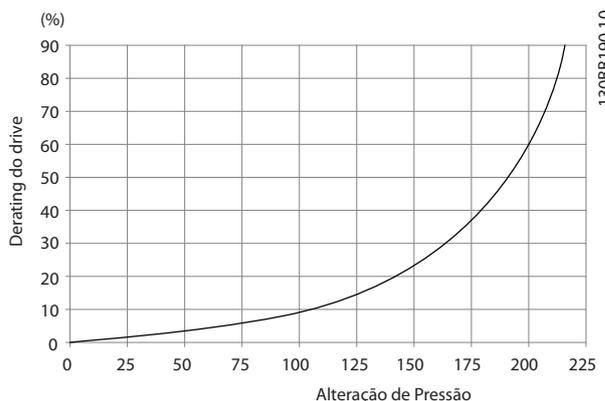
Se for realizado algum trabalho adicional externo no duto do painel elétrico da Rittal, deve-se calcular a queda de pressão no duto usando *Ilustração 9.5 – Ilustração 9.7*.



**Ilustração 9.5 Derating x Mudança de pressão para gabinetes E1–E2, Modelos de 380–500 V: Modelos P250 e 525–690 V: P355–P400. Fluxo de ar: 650 cfm (1105 m<sup>3</sup>/h)**



**Ilustração 9.6 Derating x Mudança de pressão para gabinetes E1–E2, Modelos de 380–500 V: Modelos P315–P400 e 525–690 V: P500–P560. Fluxo de ar: 850 cfm (1445 m<sup>3</sup>/h)**



**Ilustração 9.7 Derating x Mudança de pressão para gabinetes F1–F4. Fluxo de ar: 580 cfm (985 m<sup>3</sup>/h)**

### 9.6 Derating

Derating é um método usado para reduzir a corrente de saída com o objetivo de evitar o desarme do conversor quando altas temperaturas são atingidas no interior do gabinete. Se determinadas condições de operação extremas forem esperadas, um conversor de potência mais alta pode ser selecionado para eliminar a necessidade de derating. Isto é chamado de derating manual. Caso contrário, o conversor irá reduzir automaticamente a corrente de saída para eliminar o calor excessivo gerado em condições extremas.

#### Derating manual

Quando estiverem presentes as seguintes condições, a Danfoss recomenda selecionar um conversor 1 tamanho de potência maior (por exemplo, P710 em vez de P630):

- Baixa velocidade - operação contínua em baixa rpm em aplicações de torque constante.
- Baixa pressão do ar – operação em altitudes acima de 1.000 m (3.281 pés).
- Alta temperatura ambiente - operação em temperaturas ambiente de 10 °C (50 °F).
- Alta frequência de chaveamento.
- Cabos de motor longos.
- Cabos com seção transversal grande.

#### Derating automático

Se as seguintes condições operacionais forem encontradas, o conversor muda automaticamente a frequência de chaveamento ou o padrão de chaveamento (PWM para SFAVM) para reduzir o calor excessivo no interior do gabinete:

- Alta temperatura no cartão de controle ou no dissipador de calor.
- Alta carga do motor ou baixa velocidade do motor.
- Alta tensão do barramento CC.

**AVISO!**

O derating automático é diferente quando o parâmetro 14-55 Filtro Saída está definido para [2] Filtro Sinewave fixo.

### 9.6.1 Derating para operação de baixa velocidade

Quando um motor está conectado a um conversor, é necessário verificar se o resfriamento do motor está adequado. O nível de resfriamento necessário depende do seguinte:

- Carga no motor.
- Velocidade operacional
- Duração do tempo de operação.

#### Aplicações de torque constante

Um problema pode ocorrer em baixos valores de rpm em aplicações de torque constante. Em uma aplicação de torque constante, um motor pode superaquecer em baixas velocidades porque o ventilador no interior do motor proporciona menos resfriamento de ar.

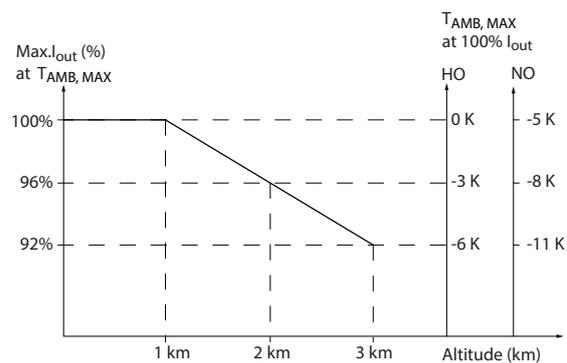
Se o motor permanecer em funcionamento contínuo em um valor de rpm inferior a metade do valor nominal, o motor deve receber resfriamento de ar adicional. Se não for possível fornecer um resfriamento de ar adicional, um motor projetado para aplicações de torque constante/rpm baixo pode ser usado.

#### Aplicações de torque variável (quadrático)

Não é necessário obter um resfriamento ou um derating adicional do motor em aplicações de torque variável, onde o torque é proporcional ao quadrado da velocidade, e a potência é proporcional ao cubo da velocidade. Bombas centrífugas e ventiladores são aplicações comuns de torque variável.

### 9.6.2 Derating para altitude

A capacidade de resfriamento de ar diminui nas pressões de ar mais baixas. Não é necessário derating a menos de 1.000 m (3.281 pés). Acima de 1.000 m (3.281 pés), a temperatura ambiente ( $T_{AMB}$ ) ou a corrente de saída máxima ( $I_{MAX}$ ) deve ser reduzida. Consulte *Ilustração 9.8*.



**Ilustração 9.8** Derating da corrente de saída baseada na altitude a  $T_{AMB, MAX}$

A *Ilustração 9.8* mostra que a 41,7 °C (107 °F), 100% da corrente de saída nominal está disponível. A 45 °C (113 °F) ( $T_{AMB, MAX}-3$  K), 91% da corrente de saída nominal está disponível.

### 9.6.3 Derating para a temperatura ambiente

Os gráficos são apresentados individualmente para 60° AVM e SFAVM. 60° AVM apenas muda 2/3 do tempo, enquanto SFAVM muda durante todo o período. A frequência de chaveamento máxima é de 16 kHz para 60° AVM e 10 kHz para SFAVM. As frequências de chaveamento discretas são apresentadas na *Tabela 9.4* e na *Tabela 9.5*.

Modelo	Padrão de chaveamento	Sobrecarga alta HO, 150%	Sobrecarga normal NO, 110%
P315 para P1M2 380–500 V	60 AVM	<p>Graph showing derating curves for 60 AVM HO 150% load. Y-axis: I<sub>out</sub> [%] (60-110). X-axis: f<sub>sw</sub> [kHz] (0-7). Curves for 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). Reference: 130BX477.11</p>	<p>Graph showing derating curves for 60 AVM NO 110% load. Y-axis: I<sub>out</sub> [%] (50-110). X-axis: f<sub>sw</sub> [kHz] (0-7). Curves for 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). Reference: 130BX478.12</p>
	SFAVM	<p>Graph showing derating curves for SFAVM HO 150% load. Y-axis: I<sub>out</sub> [%] (60-110). X-axis: f<sub>sw</sub> [kHz] (0-5). Curves for 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). Reference: 130BX479.11</p>	<p>Graph showing derating curves for SFAVM NO 110% load. Y-axis: I<sub>out</sub> [%] (50-110). X-axis: f<sub>sw</sub> [kHz] (0-5). Curves for 40°C (104°F), 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). Reference: 130BX480.11</p>

Tabela 9.4 Tabelas de derating da temperatura ambiente para gabinetes E1–E2, F1–F4 e F8–F13, 380–500 V

Modelo	Padrão de chaveamento	Sobrecarga alta HO, 150%	Sobrecarga normal NO, 110%
P355 para P1M2 525–690 V	60 AVM	<p>Graph showing derating curves for 60 AVM HO 150% load. Y-axis: I<sub>out</sub> [%] (60-110). X-axis: f<sub>sw</sub> [kHz] (0.0-5.5). Curves for 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). Reference: 130BX489.11</p>	<p>Graph showing derating curves for 60 AVM NO 110% load. Y-axis: I<sub>out</sub> [%] (50-110). X-axis: f<sub>sw</sub> [kHz] (0.0-5.5). Curves for 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). Reference: 130BX490.11</p>
	SFAVM	<p>Graph showing derating curves for SFAVM HO 150% load. Y-axis: I<sub>out</sub> [%] (60-110). X-axis: f<sub>sw</sub> [kHz] (0.0-4.0). Curves for 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). Reference: 130BX491.11</p>	<p>Graph showing derating curves for SFAVM NO 110% load. Y-axis: I<sub>out</sub> [%] (50-110). X-axis: f<sub>sw</sub> [kHz] (0.0-4.0). Curves for 40°C (104°F), 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). Reference: 130BX492.11</p>

Tabela 9.5 Tabelas de derating da temperatura ambiente para gabinetes E1–E2, F1–F4 e F8–F13, 525–690 V

## 10 Considerações de instalação elétrica

### 10.1 Instruções de Segurança

Consulte *capítulo 2 Segurança* para instruções gerais de segurança.

#### **⚠️ ADVERTÊNCIA**

##### TENSÃO INDUZIDA

A tensão induzida dos cabos de motor de saída de diferentes conversores que correm juntos pode carregar os capacitores do equipamento mesmo com o equipamento desligado e bloqueado. Falha ao passar os cabos do motor de saída separadamente ou usar cabos blindados pode resultar em morte ou ferimentos graves.

- Passe os cabos de motor de saída separadamente ou use cabos blindados.
- Bloqueie simultaneamente todos os conversores.

#### **⚠️ ADVERTÊNCIA**

##### PERIGO DE CHOQUE

O conversor pode gerar uma corrente CC no condutor de aterramento e, conseqüentemente, resultar em morte ou ferimentos graves.

- Quando um dispositivo de proteção residual (RCD) operado por corrente é usado para proteção contra choque elétrico, apenas um RCD de Tipo B é permitido ao lado da alimentação.

Não seguir a recomendação significa que o RCD pode não fornecer a proteção pretendida.

##### Proteção de sobrecorrente

- Equipamentos de proteção adicional, como proteção contra curto-circuito ou proteção

térmica do motor, são necessários entre o conversor e o motor para aplicações com vários motores.

- O uso de fusíveis de entrada é necessário para fornecer proteção contra curto-circuito e sobrecorrente. Se os fusíveis não forem fornecidos de fábrica, o instalador deve fornecê-los. Consulte as características nominais máximas de fusível em *capítulo 10.5 Fusíveis e disjuntores*.

##### Tipo de fio e características nominais

- Toda a fiação deve obedecer às normas locais e nacionais relativas aos requisitos de seção transversal e temperatura ambiente.
- Recomendação de fio de conexão de energia: Cabo de cobre com mínimo de 75 °C (167 °F).

Consulte *capítulo 7.6 Especificações de Cabo* para obter tipos e tamanhos de fios recomendados.

#### **⚠️ CUIDADO**

##### DANOS À PROPRIEDADE

A proteção contra sobrecarga do motor não está incluída na configuração padrão. Para adicionar essa função, programe *parâmetro 1-90 Proteção Térmica do Motor* como *[ETR trip] (Desarme por ETR)* ou *[ETR warning] (Advertência do ETR)*. Para o mercado norte-americano, a função ETR fornece uma proteção de sobrecarga do motor classe 20 em conformidade com a NEC. Não programar o *parâmetro 1-90 Proteção Térmica do Motor* como *[ETR trip] (Desarme por ETR)* ou *[ETR warning] (Advertência do ETR)* indica que a proteção de sobrecarga do motor não é fornecida e, se o motor superaquecer, podem ocorrer danos à propriedade.

10.2 Esquemática de Fiação

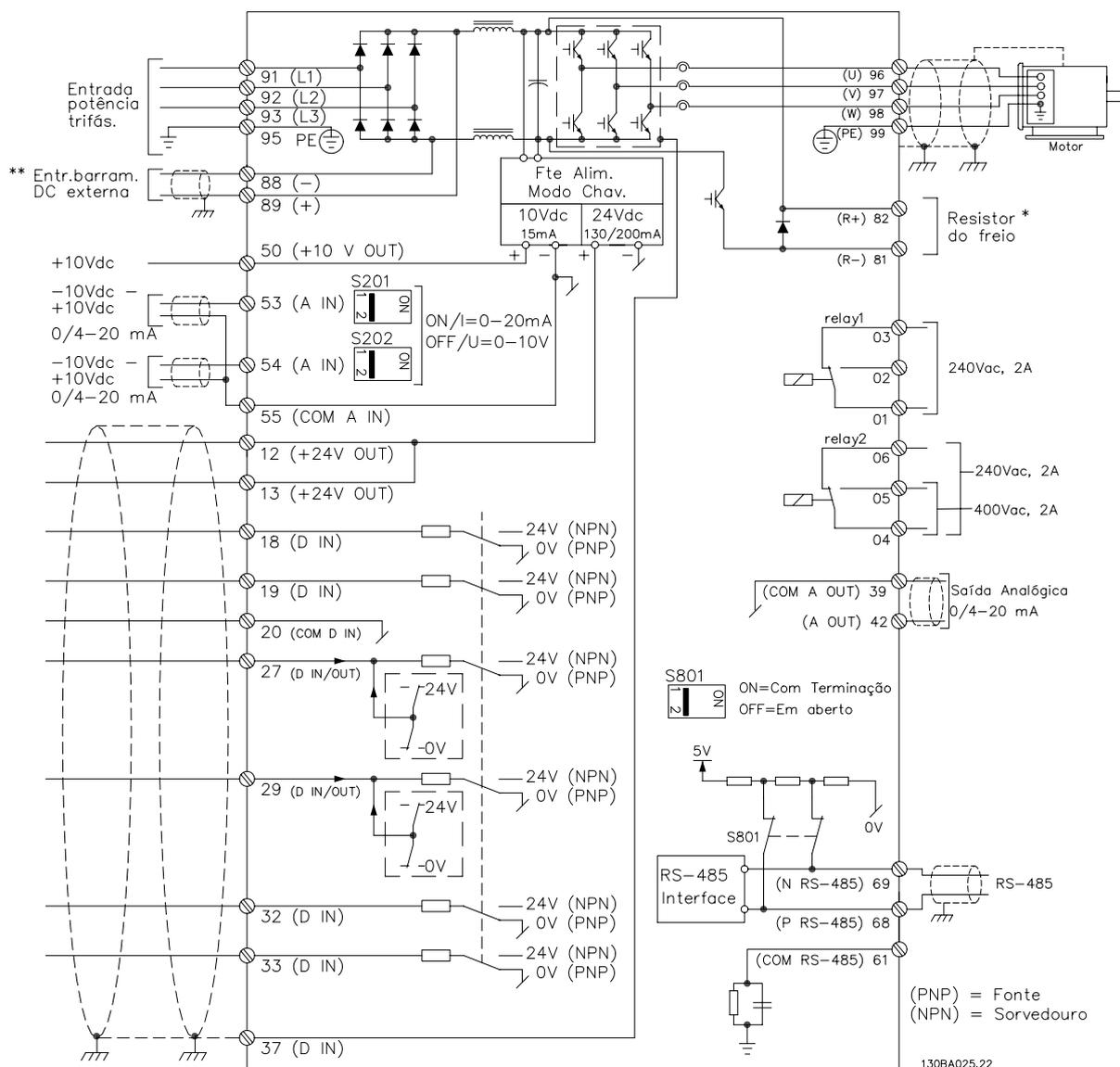


Ilustração 10.1 Esquemática básica de fiação

A=Analógico, D=Digital

1) Terminal 37 (opcional) é usado para o Safe Torque Off Para obter as instruções de instalação do Safe Torque Off, consulte o Guia de Operação do Safe Torque Off.

10

### 10.3 Conexões

#### 10.3.1 Conexões de energia

**AVISO!**

Todo o cabeamento deve estar em conformidade com as normas nacionais e locais quanto às seções transversais dos cabos e à temperatura ambiente. As aplicações UL exigem condutores de cobre a 75 °C (167 °F). As aplicações não UL podem usar condutores de cobre a 75 °C (167 °F) e 90 °C (194 °F).

As conexões dos cabos de energia estão localizadas conforme mostrado na *Ilustração 10.2*. Consulte *capítulo 7.6 Especificações de Cabo* para obter o dimensionamento correto da seção transversal e do comprimento do cabo do motor.

Para a proteção do conversor, use os fusíveis recomendados a menos que a unidade possua fusíveis integrados. Os fusíveis recomendados estão listados no *capítulo 10.5 Fusíveis e disjuntores*. Certifique-se de que os fusíveis estejam corretos e em conformidade com as normas locais.

A conexão de rede elétrica está instalada no interruptor da rede elétrica, se inclusa.

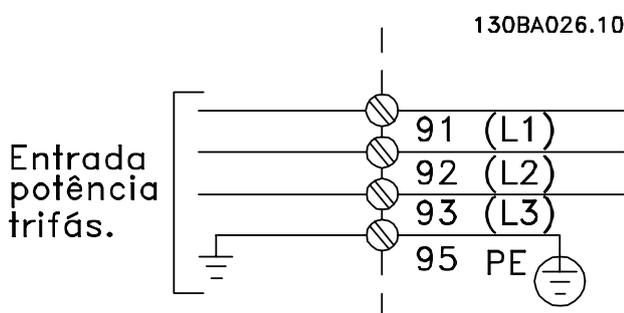


Ilustração 10.2 Conexão de rede elétrica, gabinetes E1-E2 e F1-F4

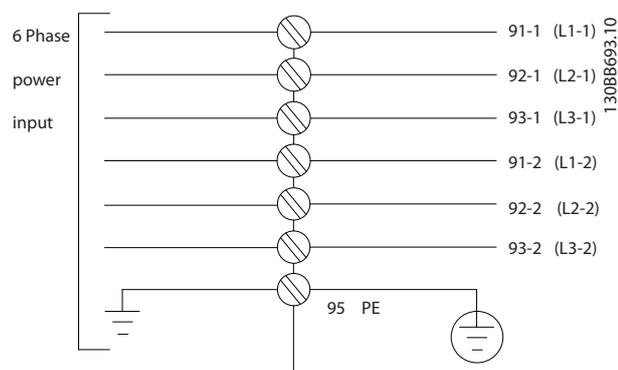
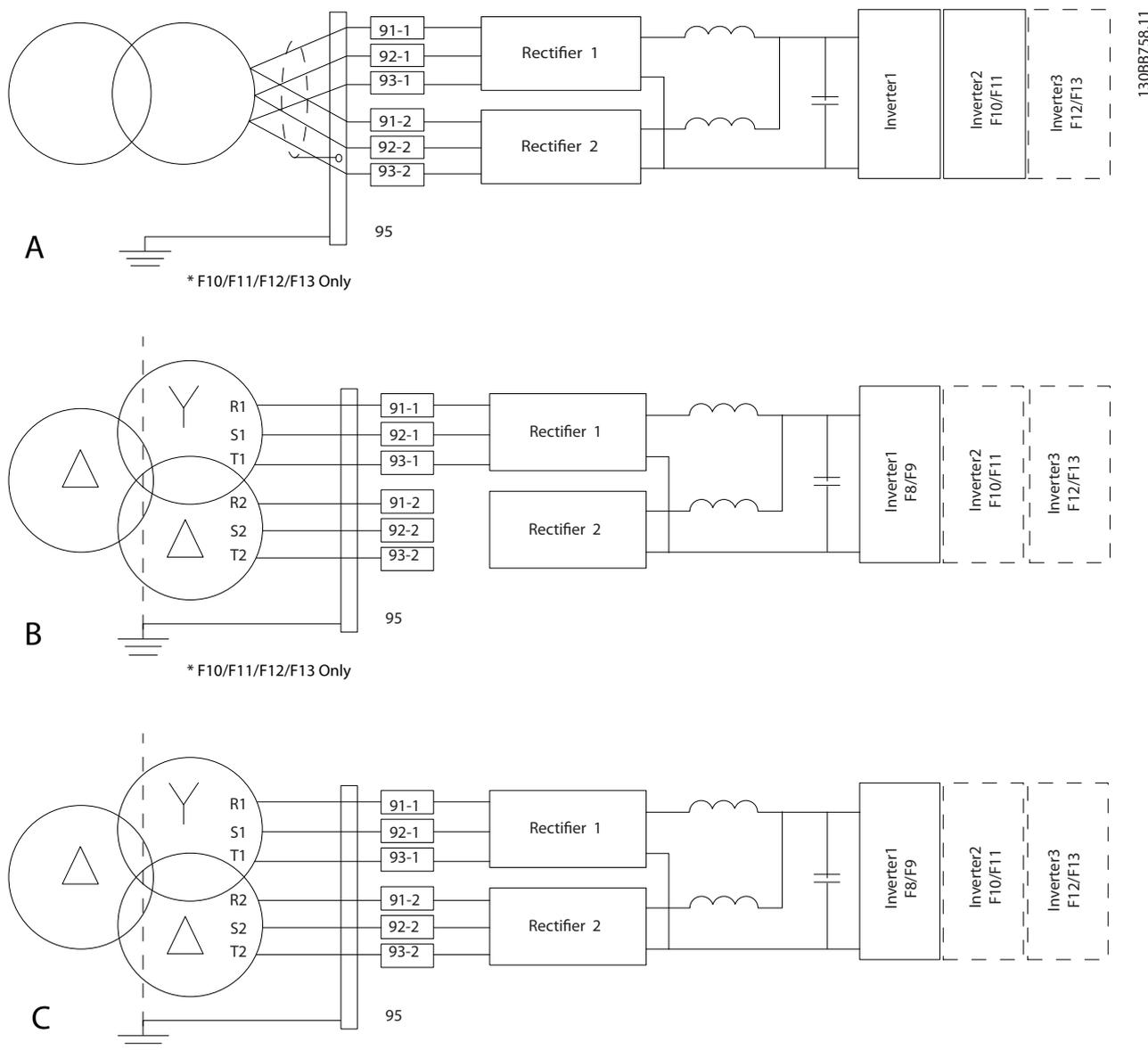


Ilustração 10.3 Conexão de rede elétrica, gabinetes F8-F13



10

A	Conexão de 6 pulsos <sup>1), 2), 3)</sup>
B	Conexão de 6 pulsos modificada <sup>2), 3), 4)</sup>
C	Conexão de 12 pulsos <sup>3), 5)</sup>

Ilustração 10.4 Opcionais de conexão de rede elétrica para conversores de 12 pulsos

1) Conexão em paralelo mostrada. Um único cabo trifásico pode ser usado com capacidade de transporte suficiente. Instale barramentos de curto-circuito.

2) A conexão de 6 pulsos elimina os benefícios de redução de harmônicos do retificador de 12 pulsos.

3) Adequado para conexão de rede elétrica TI e TN .

4) Se um retificadores modulares de 6 pulsos se tornar inoperável, é possível operar o conversor com carga reduzida com um único retificador de 6 pulsos. Entre em contato com a Danfoss para obter detalhes de reconexão.

5) Nenhuma ligação em paralelo do cabeamento da rede elétrica é mostrada aqui. Um conversor de 12 pulsos usado como um de 6 pulsos deve ter cabos de rede elétrica com número e comprimentos iguais.

**Blindagem de cabos**

**AVISO!**

O cabo de motor deve ser blindado. Se um cabo não blindado for usado, alguns requisitos EMC não serão cumpridos. Use um cabo de motor blindado para cumprir as especificações de emissão EMC. Para obter mais informações, consulte capítulo 10.16 Instalação compatível com EMC.

Evite a instalação com extremidades de blindagem torcidas (rabichos). Eles tornam inútil o efeito de blindagem em frequências mais altas. Se for necessário romper a blindagem, continue a blindagem na impedância de HF mais baixa possível.

Conecte a blindagem do cabo de motor à placa de desacoplamento do conversor e ao compartimento metálico do motor. Faça as conexões da blindagem com a maior área de superfície possível (braçadeira de cabo) usando os dispositivos de instalação dentro do conversor.

**Comprimento do cabo e seção transversal**

O conversor foi testado para EMC com um determinado comprimento de cabo. Mantenha o cabo do motor o mais curto possível, a fim de reduzir o nível de ruído e correntes de fuga.

**Frequência de chaveamento**

Quando os conversores são usados em conjunto com filtros de onda senoidal para reduzir o ruído acústico de um motor, a frequência de chaveamento deve ser ajustada de acordo com as instruções em parâmetro 14-01 Frequência de Chaveamento.

Terminais				Tipo de conexão
96	97	98	99	
U	V	W	PE <sup>1)</sup>	Tensão do motor de 0 a 100% da tensão de rede. 3 fios saindo do motor.
U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Conectados em delta.
W2	U2	V2		6 fios saindo do motor.
U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	U2, V2 e W2 conectados em estrela. U2, V2 e W2 a serem interconectados separadamente.

Tabela 10.1 Conexões do cabo de motor, gabinetes E1-E2 e F1-F4

1) Conexão do terra protegida

Terminais				Tipo de conexão
96	97	98	99	
U	V	W	PE <sup>1)</sup>	Tensão do motor de 0 a 100% da tensão de rede. 3 fios saindo do motor.
U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Conectados em delta.
W2	U2	V2		6 fios saindo do motor.
U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	U2, V2 e W2 conectados em estrela. U2, V2 e W2 a serem interconectados separadamente.

Tabela 10.2 Conexões do cabo de motor, gabinetes F8-F13

1) Conexão do terra de proteção

**AVISO!**

Em motores sem isolamento de fase, papel ou outro reforço de isolamento adequado para operação com alimentação de tensão, utilize um filtro de onda senoidal na saída do conversor.

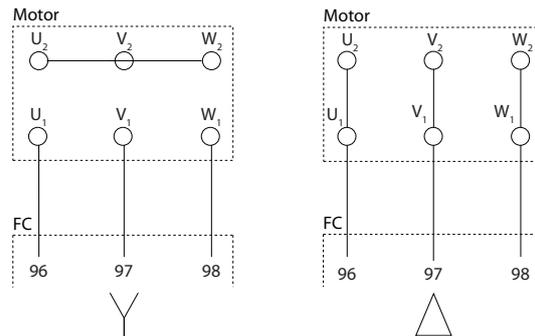


Ilustração 10.5 Conexão do cabo do motor

175ZA114:11

**10.3.2 Conexão do barramento CC**

O terminal do barramento CC é utilizado como backup CC, com o barramento CC sendo alimentado por uma fonte externa.

Terminal	Função
88, 89	Barramento CC

Tabela 10.3 Terminais do barramento CC

### 10.3.3 Conexão de Load Sharing

O Load Sharing compartilha os circuitos intermediários CC de vários conversores. Para obter uma visão geral, consulte *capítulo 5.5 Visão geral da divisão da carga*.

O recurso de Load Sharing exige equipamento adicional e considerações de segurança. Consulte Danfoss para recomendações sobre solicitação de pedido e instalação.

Terminal	Função
88, 89	Load Sharing

Tabela 10.4 Terminais de Load Sharing

O cabo de conexão deve ser blindado e o comprimento máximo do conversor ao barramento CC é limitado a 25 m (82 pés).

### 10.3.4 Conexão do cabo do freio

O cabo de conexão até o resistor de frenagem deve ser blindado e o comprimento máximo do conversor ao barramento CC é limitado a 25 m (82 pés).

- Use braçadeiras de cabo para conectar a blindagem à placa traseira condutora no conversor e ao gabinete metálico do resistor de frenagem.
- Dimensione a seção transversal do cabo do freio de forma a corresponder ao torque do freio.

Terminal	Função
81, 82	Terminais do resistor de frenagem

Tabela 10.5 Terminais do resistor de frenagem

Consulte o *Guia de Design do VLT® Brake Resistor MCE 101* para obter mais detalhes.

#### **AVISO!**

Se ocorrer um curto-circuito no módulo do freio, evite dissipação de energia excessiva no resistor de frenagem, usando um interruptor de rede elétrica ou um contator para desconectar a rede elétrica do conversor.

### 10.3.5 Conexão do transformador

Os transformadores usados juntamente com os conversores de 12 pulsos (F8-F13) devem seguir às seguintes especificações. A carga é baseada no transformador K-4 nominal de 12 pulsos com tensão de 0,5% e balanceamento de impedância entre os enrolamentos secundários. Os cabos do transformador aos terminais de entrada no conversor devem ter o mesmo comprimento, dentro de 10%.

Conexão	Dy11 d0 ou Dyn 11d0
Deslocamento de fase entre os secundários	30°
Diferença de tensão entre os secundários	<0.5%
Impedância de curto-circuito dos secundários	>5%
Diferença de impedância de curto-circuito entre os secundários	<5% de impedância de curto-circuito
Outro	Não é permitido o aterramento dos secundários Blindagem estática recomendada

### 10.3.6 Conexão da alimentação do ventilador externo

Caso o conversor seja alimentado por CC ou o ventilador deva funcionar independentemente da alimentação de rede elétrica, uma alimentação externa pode ser conectada por meio do cartão de potência.

O conector, que está no cartão de potência, conecta a tensão de rede aos ventiladores de resfriamento. Os ventiladores são configurados na fábrica para serem conectados a uma linha CA comum. Use jumpers entre os terminais 100–102 e 101–103. Se for necessária alimentação externa, os jumpers deverão ser removidos e a alimentação conectada aos terminais 100 e 101. Use um fusível de 5 A para proteção. Em aplicações UL, use um fusível Littelfuse KLK-5 ou equivalente.

Terminal	Função
100, 101	Alimentação auxiliar S, T
102, 103	Alimentação interna S, T

Tabela 10.6 Alimentação externa

### 10.3.7 Conexão do computador pessoal

Para controlar o conversor de um PC, instale o Software de Setup MCT 10. O PC é conectado por meio de um cabo USB padrão (host/dispositivo) ou por intermédio de uma interface RS-485, conforme ilustrado na seção *Conexão do barramento* no *guia de programação*.

USB é um barramento serial universal que utiliza 4 fios blindados com o pino 4 de aterramento conectado à blindagem na porta USB do PC. Todos os PCs padrão são fabricados sem isolamento galvânica na porta USB.

Para evitar danos ao controlador de host USB através da blindagem do cabo USB, siga as recomendações de aterramento descritas no *guia de operação*.

Ao conectar o PC ao conversor através de um cabo USB, a Danfoss recomenda o uso de um isolador USB com isolamento galvânica para proteger o controlador de host USB do PC das diferenças de potencial do ponto de aterramento. Recomenda-se também não usar um cabo de alimentação do PC com plugue de aterramento quando o PC estiver conectado ao conversor através de um cabo USB. Essas recomendações reduzem a diferença de potencial do ponto de aterramento, mas não eliminam todas as diferenças de potencial devido ao terra e à blindagem conectados na porta USB do PC.

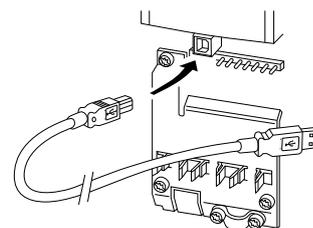
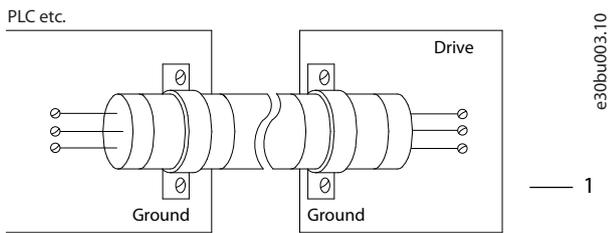


Ilustração 10.6 Conexão USB

### 10.4 Terminais e fiação de controle

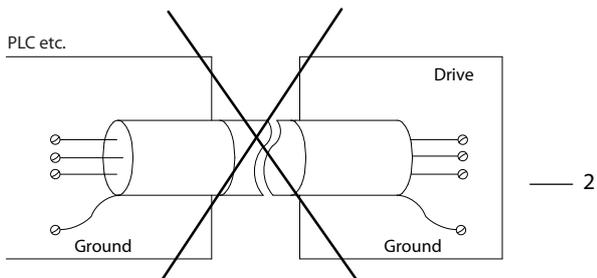
Os cabos de controle devem ser blindados, e a blindagem deve ser conectada com uma braçadeira de cabo em ambas as extremidades do gabinete metálico da unidade.

Para obter informações sobre o correto aterramento dos cabos de controle, consulte *Ilustração 10.7*.

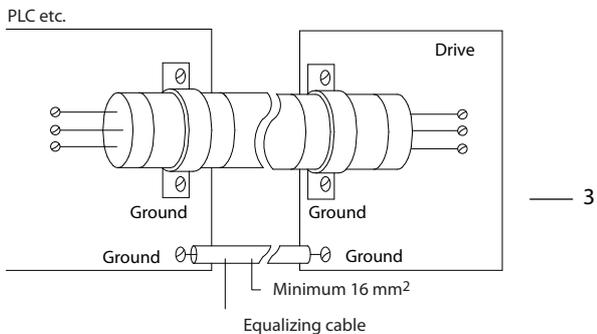


e30bu003.10

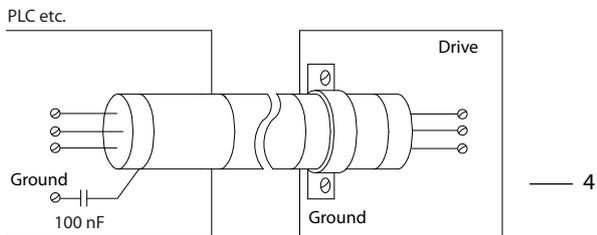
— 1



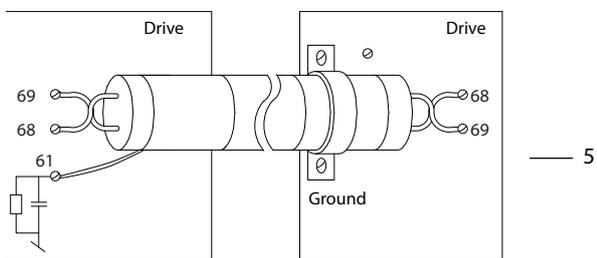
— 2



— 3



— 4



— 5

3	Se o potencial do ponto de aterramento entre o conversor e o PLC for diferente, pode ocorrer um ruído elétrico que perturba todo o sistema. Coloque um cabo de equalização ao lado do cabo de controle. Seção transversal do cabo mínima: 16 mm <sup>2</sup> (6 AWG).
4	Se forem usados cabos de controle longos, podem ocorrer malhas de aterramento de 50/60 Hz. Conecte 1 extremidade da blindagem ao aterramento por meio de um capacitor de 100 nF (mantendo os cabos curtos).
5	Ao usar cabos para comunicação serial, elimine as correntes de ruído de baixa frequência entre 2 conversores, conectando uma extremidade da blindagem ao terminal 61. Esse terminal está conectado ao aterramento por meio de um link RC interno. Utilize cabos de par torcidos para reduzir a interferência do modo diferencial entre os condutores.

Ilustração 10.7 Exemplos de aterramento

### 10.4.1 Roteamento do cabo de controle

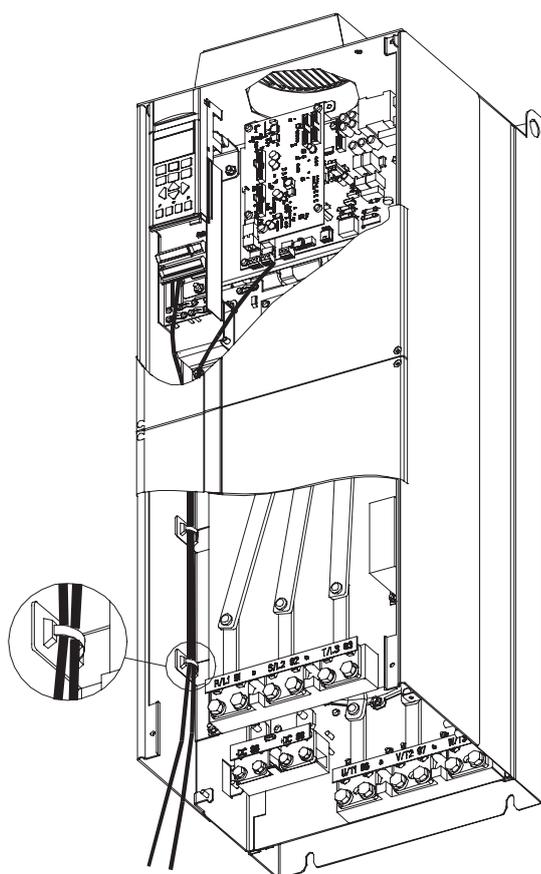
Fixe e direcione todos os fios de controle conforme mostrado na *Ilustração 10.8* e na *Ilustração 10.9*. Lembre-se de conectar as blindagens apropriadamente para garantir imunidade elétrica ótima.

- Isole a fiação de controle dos cabos de alta potência.
- Quando o conversor estiver conectado a um termistor, garanta que a fiação de controle do termistor seja blindada e com isolamento reforçado/duplo. Recomenda-se uma tensão de alimentação de 24 V CC.

#### Conexão do fieldbus

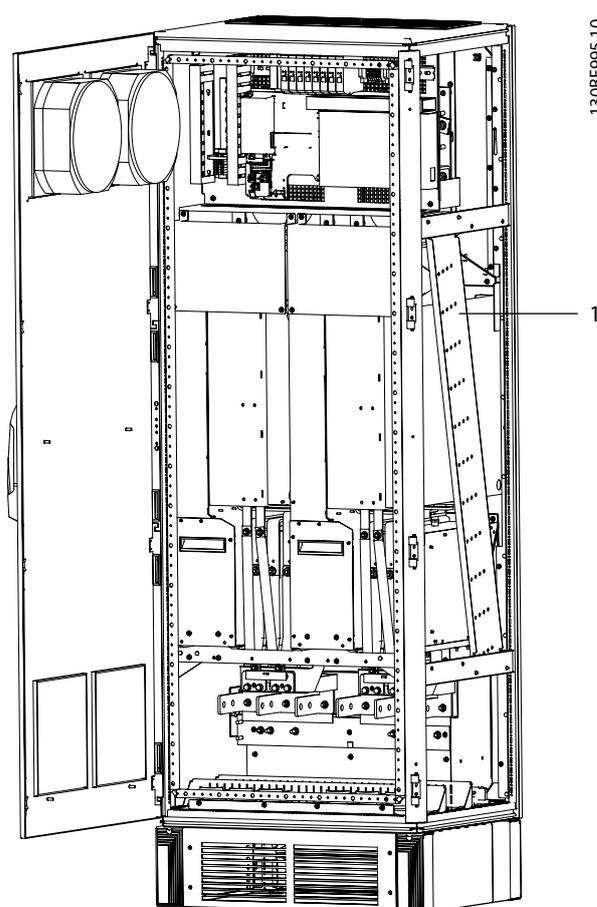
As conexões são feitas para os opcionais apropriados no cartão de controle. Consulte as instruções do fieldbus relevantes. O cabo deve ser fixado e direcionado junto com outros fios de controle dentro da unidade. Consulte *Ilustração 10.8* e *Ilustração 10.9*.

1	Os cabos de controle e os cabos de comunicação serial devem ser fixados com braçadeiras de cabo nas duas extremidades a fim de garantir o melhor contato elétrico possível.
2	Não use cabos com extremidades torcidas (rabichos). Elas aumentam a impedância da blindagem em frequências altas.



130BF994.10

Ilustração 10.8 Percurso da fiação do cartão de controle para gabinetes E1 e E2



130BF995.10

1	Canaleta de cabos para o roteamento dos cabos de controle nos gabinetes F1-F13
---	--

Ilustração 10.9 Percurso da fiação do cartão de controle para o F1/F3. Fiação do cartão de controle para o F2/F4 e para o F8-F13: Use o mesmo percurso.

Nos conversores em gabinetes E, é possível conectar o fieldbus pela parte superior da unidade, conforme mostrado nas ilustrações a seguir. Na unidade IP21/54 (NEMA-1/NEMA-12), uma placa de cobertura deve ser removida.

O número do kit para a conexão superior do fieldbus é 176F1742.

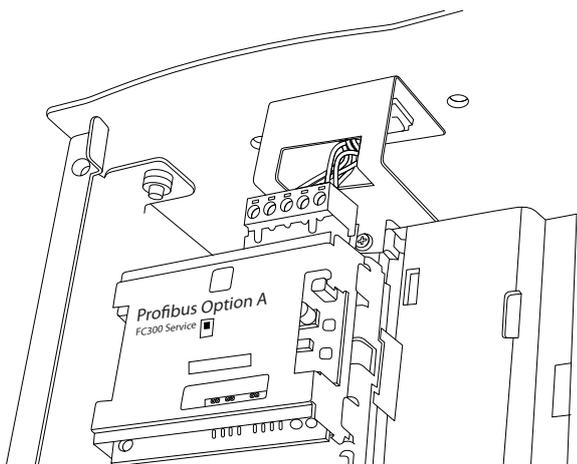
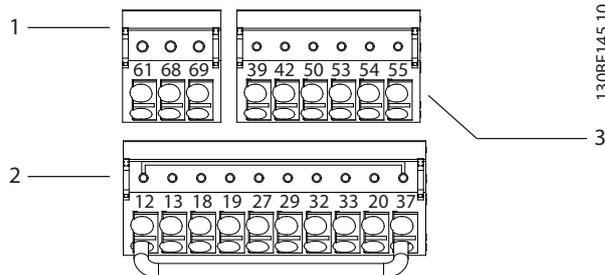


Ilustração 10.10 Conexão superior do Fieldbus

130BA867.10



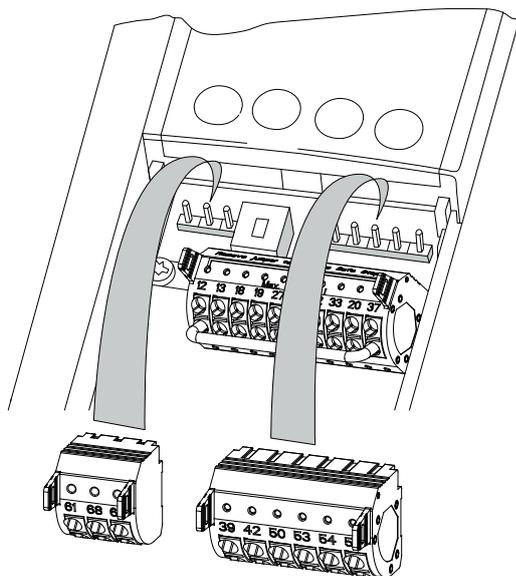
130BF145.10

1	Terminais de comunicação serial
2	Terminais de entrada digital/saída digital
3	Terminais de entrada analógica/saída analógica

Ilustração 10.12 Números dos terminais localizados nas buchas

### 10.4.2 Terminais de Controle

A Ilustração 10.11 mostra as buchas removíveis do conversor. As funções do terminal e configurações padrão são resumidas em Tabela 10.7 – Tabela 10.9.



130BF144.10

Ilustração 10.11 Localizações dos terminais de controle

Terminal	Parâmetro do	Configuração padrão	Descrição
61	–	–	Filtro RC integrado para conectar a blindagem do cabo se houver problemas de EMC.
68 (+)	Grupo do parâmetro 8-3* Config Port de Com	–	Interface RS485. Um interruptor (BUS TER.) é fornecido no cartão de controle para a resistência de terminação do bus serial.
69 (-)	Grupo do parâmetro 8-3* Config Port de Com	–	

Tabela 10.7 Descrição dos terminais de comunicação serial

Terminal	Parâmetro do	Configuração padrão	Descrição
12, 13	–	+24 V CC	Tensão de alimentação de 24 V CC para entradas digitais e transdutores externos. Corrente de saída máxima de 200 mA para todas as cargas de 24 V.

Terminal	Parâmetro do	Configuração padrão	Descrição
18	Parâmetro 5-10 Terminal 18 Entrada Digital	[8] Partida	Entradas digitais.
19	Parâmetro 5-11 Terminal 19, Entrada Digital	[10] Reversão	
32	Parâmetro 5-14 Terminal 32, Entrada Digital	[0] Sem operação	
33	Parâmetro 5-15 Terminal 33 Entrada Digital	[0] Sem operação	
27	Parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital	[2] Parada por inércia inversa	Para entrada digital ou saída digital. Configuração padrão é entrada.
29	Parâmetro 5-13 Terminal 29, Entrada Digital	[14] JOG	
20	–	–	Comum para entradas digitais e potencial de 0 V para alimentação de 24 V.
37	–	STO	Quando não estiver usando o recurso STO opcional, um fio de jumper deve ser colocado entre o terminal 12 (ou 13) e o terminal 37. Este setup permite que o conversor opere com valores de programação padrão de fábrica.

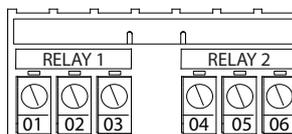
Tabela 10.8 Descrição dos terminais de entrada/saída digital

Terminal	Parâmetro do	Configuração padrão	Descrição
39	–	–	Comum para saída analógica.
42	Parâmetro 6-50 Terminal 42 Saída	[0] Sem operação	Saída analógica programável. 0-20 mA ou 4-20 mA no máximo de 500 Ω.
50	–	+10 V CC	Tensão de alimentação analógica de 10 V CC para potenciômetro ou termistor. Máximo de 15 mA.

Terminal	Parâmetro do	Configuração padrão	Descrição
53	Grupo do parâmetro 6-1* Entrada analógica 1	Referência	Entrada analógica. Para tensão ou corrente. Interruptores A53 e A54 seleccione mA ou V.
54	Grupo do parâmetro 6-2* Entrada analógica 2	Feedback	
55	–	–	Comum para entrada analógica.

Tabela 10.9 Descrição dos terminais de entrada/saída analógica

## Terminais do relé



130BF156.10

Ilustração 10.13 Terminais dos relés 1 e 2

- Relés 1 e 2. A localização depende da configuração do conversor. Consulte o *guia de operação*.
- Terminais no equipamento integrado opcional. Consulte as instruções fornecidas com o opcional do equipamento.

Terminal	Parâmetro do	Configuração padrão	Descrição
01, 02, 03	Parâmetro 5-40 Função do Relé [0]	[0] Sem operação	Saída do relé formato C. Para tensão CA ou CC e cargas resistivas ou indutivas.
04, 05, 06	Parâmetro 5-40 Função do Relé [1]	[0] Sem operação	

Tabela 10.10 Descrições do terminal de relé

### 10.4.3 Polaridade de entrada dos cabos de controle

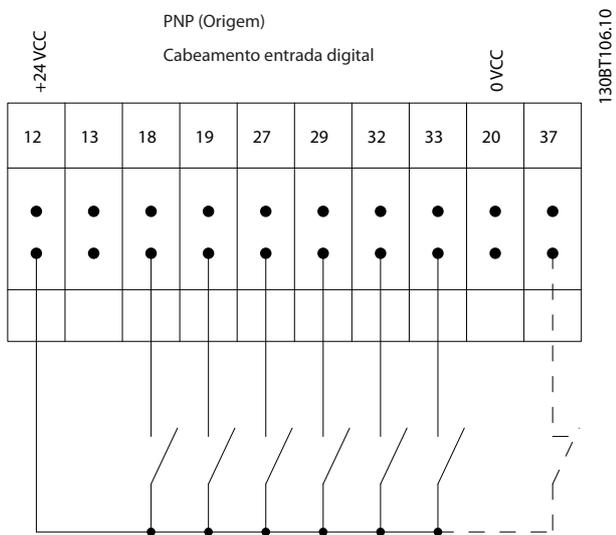


Ilustração 10.14 Polaridade de entrada dos terminais de controle (fonte PNP)

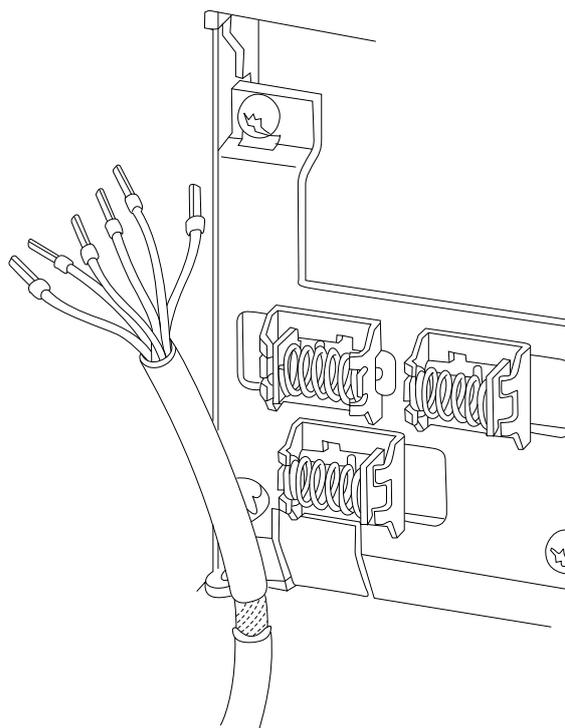


Ilustração 10.16 Terminação de blindagem e alívio de tensão do cabo de controle

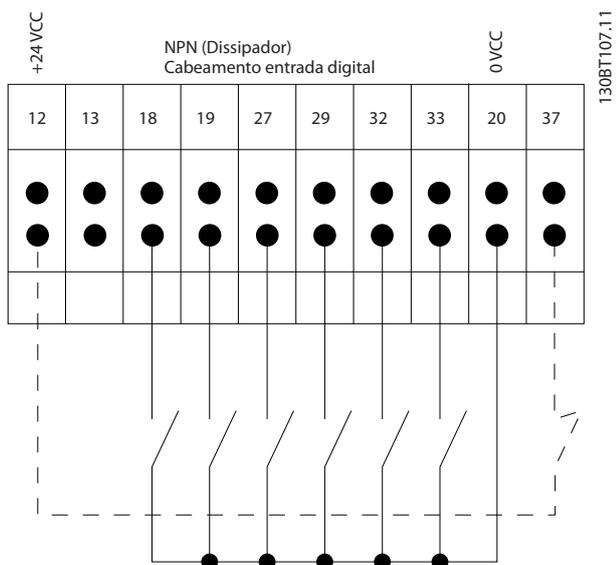


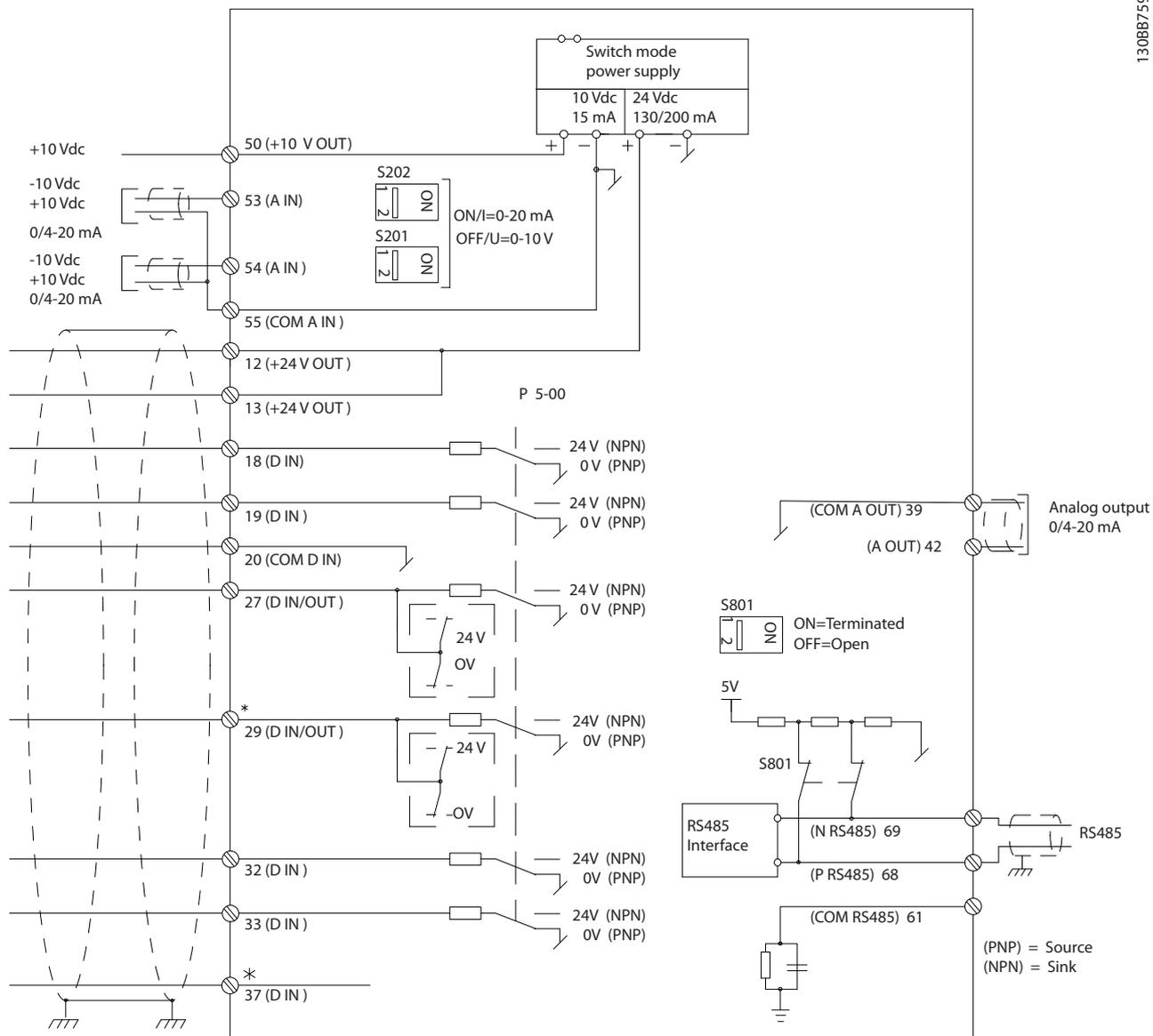
Ilustração 10.15 Polaridade de entrada dos terminais de controle (dissipador NPN)

#### **AVISO!**

Use cabos blindados para cumprir as especificações de emissão EMC. Para obter mais informações, consulte capítulo 10.16 *Instalação compatível com EMC*.

10.4.4 Terminais de controle de 12 pulsos

13088759.11



10

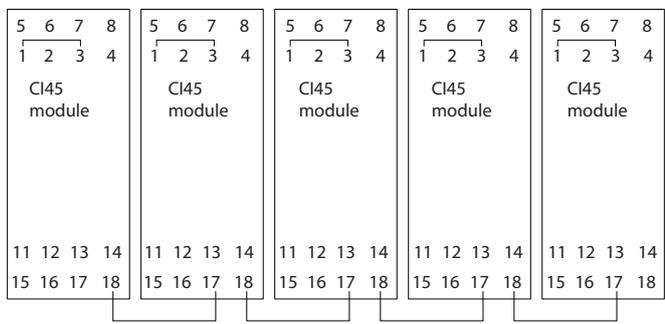
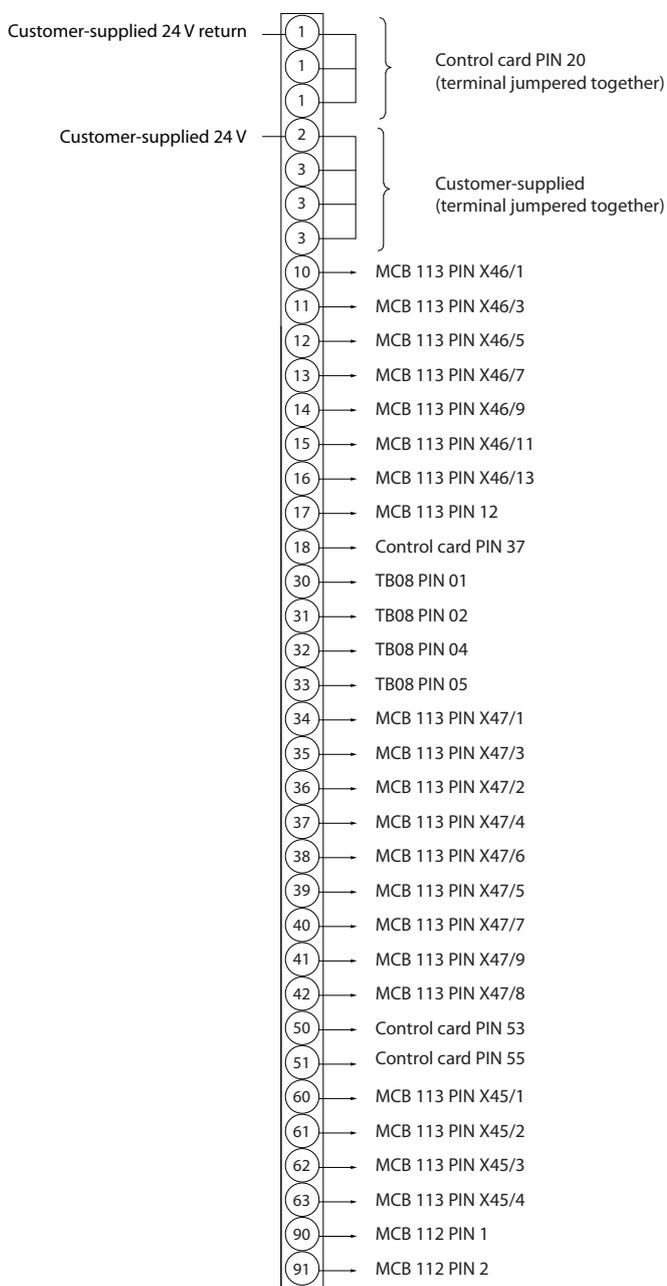


Ilustração 10.17 Terminais de controle de 12 pulsos

### 10.4.5 Terminais de controle NAMUR



1308G054.10

10

Ilustração 10.18 Terminais de controle NAMUR

### 10.5 Fusíveis e disjuntores

Os fusíveis garantem que possíveis danos ao drive sejam limitados a danos dentro do drive. Para garantir a conformidade com EN 50178, use os fusíveis recomendados como substituições. O uso dos fusíveis no lado da alimentação é obrigatório para instalações em conformidade com IEC 60364 (CE) e NEC 2009 (UL).

#### Proteção do circuito de derivação

Para proteger a instalação contra perigos elétricos e de incêndio, todos os circuitos de derivação em uma instalação, como esses encontrados em comutadores e máquinas, devem ser protegidos contra curto circuito e sobrecorrente de acordo com as regulamentações nacionais/internacionais.

Os fusíveis ou disjuntores são obrigatórios para cumprir o IEC 60364.

Gabinete	Modelo FC 300	Tamanho recomendado do fusível	Fusível máximo recomendado
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

Tabela 10.11 Fusíveis recomendados para conformidade com CE, 380–500 V

Gabinete	Modelo FC 300	Tamanho recomendado do fusível	Fusível máximo recomendado
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		

Tabela 10.12 Fusíveis recomendados para conformidade com CE, 525–690 V

### 10.5.1 Opcionais de fusível de potência/com semicondutor

Modelo	Fusível externo do drive recomendado Bussmann PN	Características nominais	Opcional de drive interno Bussmann PN	Siba PN externo alternativo	Ferraz Shawmut PN externo alternativo
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

Tabela 10.13 380–480/500 V, Gabinete E, opcionais de fusíveis da rede elétrica para conformidade com o UL

Modelo	Fusível recomendado do drive externo Bussmann PN	Características nominais	Opcional do drive interno Bussmann PN	Siba PN alternativo
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

Tabela 10.14 380–480/500 V, Gabinete F, opcionais do fusíveis da rede elétrica para conformidade com o UL

Modelo	Drive interno Bussmann PN	Características nominais	Siba PN alternativo
P450	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P500	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P560	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P630	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P800	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400

Tabela 10.15 380-480/500 V, Gabinete F, Fusíveis do barramento CC do módulo do inversor

**AVISO!**

Para conformidade com o UL, os fusíveis da série Bussmann 170M devem ser usados nas unidades fornecidas sem um opcional somente contator. Em unidades fornecidas com o opcional somente contator, consulte *Tabela 10.33* para obter as características nominais de SCCR e os critérios do fusível UL.

Modelo	Fusível externo do drive recomendado Bussmann PN	Características nominais	Opcional de drive interno Bussmann PN	Siba PN externo alternativo	Ferraz Shawmut PN externo alternativo
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

Tabela 10.16 525–690 V, Gabinete E, opcionais de fusíveis da rede elétrica para conformidade com o UL

Modelo	Fusível recomendado do drive externo Bussmann PN	Características nominais	Opcional do drive interno Bussmann PN	Siba PN alternativo
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

Tabela 10.17 525–690 V, Gabinete F, opcionais dos fusíveis da rede elétrica em conformidade com o UL

Modelo	Drive interno Bussmann PN	Características nominais	Siba PN alternativo
P630	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P800	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P900	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P1000	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P1200	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000

Tabela 10.18 525–690 V, Gabinete F, fusíveis de barramento CC do módulo do inversor

Os fusíveis 170M da Bussmann mostram o uso do indicador visual -/80. Os fusíveis indicadores -TN/80 Tipo T, -/110 ou TN/110 Tipo T do mesmo tamanho e amperagem podem ser substituídos para uso externo. Para estar em conformidade com os requisitos do UL, use qualquer mínimo de fusível 500 V UL listado com as características nominais associadas.

## 10.5.2 Fusíveis complementares

### Fusíveis complementares

Gabinete	Bussmann PN	Características nominais
E e F	KTK-4	4 A, 600 V

**Tabela 10.19 Fusível SMPS**

Tamanho/tipo	Bussmann PN	Littelfuse	Características nominais
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

**Tabela 10.20 Fusíveis de Ventilador**

Fusível	Tipo	Bussmann PN	Características nominais	Fusíveis alternativos
2,5-4,0 A	P450-P800, 380-500 V	LPJ-6 SP ou SPI	6 A, 600 V	Qualquer Elemento Dual Classe J listado, atraso de tempo, 6 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-10 SP ou SPI	10 A, 600 V	Qualquer Elemento Dual Classe J listado, atraso de tempo, 10 A
4,0-6,3 A	P450-P800, 380-500 V	LPJ-10 SP ou SPI	10 A, 600 V	Qualquer Elemento Dual Classe J listado, atraso de tempo, 10 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-15 SP ou SPI	15 A, 600 V	Qualquer Elemento Dual Classe J listado, atraso de tempo, 15 A
6,3-10 A	P450-P800, 380-500 V	LPJ-15 SP ou SPI	15 A, 600 V	Qualquer Elemento Dual Classe J listado, atraso de tempo, 15 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-20 SP ou SPI	20 A, 600 V	Qualquer Elemento Dual Classe J listado, atraso de tempo, 20 A
10-16 A	P450-P800, 380-500 V	LPJ-25 SP ou SPI	25 A, 600 V	Qualquer Elemento Dual Classe J listado, atraso de tempo, 25 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-20 SP ou SPI	20 A, 600 V	Qualquer Elemento Dual Classe J listado, atraso de tempo, 20 A

**Tabela 10.21 Fusíveis para o Controlador de Motor Manual**

Gabinete	Bussmann PN	Características nominais	Fusíveis alternativos
F	LPJ-30 SP ou SPI	30 A, 600 V	Qualquer Elemento Dual Classe J listado, atraso de tempo, 30 A

**Tabela 10.22 Terminal protegido por fusível de 30 A**

Gabinete	Bussmann PN	Características nominais	Fusíveis alternativos
F	LPJ-6 SP ou SPI	6 A, 600 V	Qualquer Elemento Dual Classe J listado, atraso de tempo, 6 A

**Tabela 10.23 Fusível do Transformador de Controle**

Gabinete	Bussmann PN	Características nominais
F	GMC-800 mA	800 mA, 250 V

Tabela 10.24 Fusível da NAMUR

Gabinete	Bussmann PN	Características nominais	Fusíveis alternativos
F	LP-CC-6	6 A, 600 V	Qualquer Classe CC listada, 6 A

Tabela 10.25 Fusível da bobina de relé de segurança com relé Pilz

### 10.5.3 Fusíveis da rede elétrica, F8–F13

Os seguintes fusíveis são adequados para uso em um circuito capaz de fornecer 100000  $A_{rms}$  (simétrico), 240 V, 480 V, 500 V ou 600 V, dependendo das características nominais de tensão do drive. Com o fusível adequado, as características nominais da corrente do curto circuito do drive (SCCR) são de 100000  $A_{rms}$ .

Modelo	Tamanho do gabinete	Características nominais		N/P Bussmann	Reposição N/P Bussmann	Perda de energia estimada do fusível [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

Tabela 10.26 Fusíveis da rede elétrica, 380–500 V

Modelo	Tamanho do gabinete	Características nominais		N/P Bussmann	Reposição N/P Bussmann	Perda de energia estimada do fusível [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

Tabela 10.27 Fusíveis da rede elétrica, 525–690 V

Modelo	N/P Bussmann <sup>1)</sup>	Características nominais	Siba
P450	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P500	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P560	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P630	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P800	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400

Tabela 10.28 Fusíveis de barramento CC do módulo do inversor, 380–500 V

Modelo	N/P Bussmann <sup>1)</sup>	Características nominais	Siba
P630	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P800	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P900	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P1M0	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P1M2	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000

Tabela 10.29 Fusíveis de barramento CC do módulo do inversor, 525–690 V

1) Os fusíveis 170M da Bussmann mostram o uso do indicador visual -/80. Os fusíveis indicadores -TN/80 Tipo T, -/110 ou TN/110 Tipo T do mesmo tamanho e amperagem podem ser substituídos para uso

externo. Para estar em conformidade com os requisitos do UL, use qualquer mínimo de fusível 500 V UL listado com as características nominais associadas.

Gabinete	Modelos	Tipo	Configurações padrão do disjuntor	
			Nível de desarme [A]	Tempo [s]
F3	380–500 V, Modelo: P450 525–690 V, Modelo: P630–P710	Merlin Gerin NPJF36120U31AABSCYP	1200	0,5
F3	380–500 V, Modelo: P500–P630 525–690 V, Modelo: P800	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	380–500 V, Modelo: P710 525–690 V, Modelo: P900– P1M2	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	380–500 V, Modelo: P800	Merlin Gerin NRJF36250U31AABSCYP	2500	0,5

Tabela 10.30 Disjuntores, F3–F4

## 10.6 Desconexões e contatores

### 10.6.1 Desconexões da rede elétrica, E1–E2 e F3–F4

Tamanho do gabinete	Modelo	Tipo
<b>380–500 V</b>		
E1–E2	P315–P400	ABB OETL-NF800A
F3	P450	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P500–P630	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P710–P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
<b>525–690 V</b>		
E1–E2	P355–P560	ABB OETL-NF600A
F3	P630–P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P900–P1M2	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP

Tabela 10.31 Desconexões da rede elétrica, Gabinetes E1–E2 e F3–F4

## 10.6.2 Desconexões da rede elétrica, F9/F11/F13

Tamanho do gabinete	Modelo	Tipo
<b>380–500 V</b>		
F9	P250	ABB OETL-NF600A
F9	P315	ABB OETL-NF600A
F9	P355	ABB OETL-NF600A
F9	P400	ABB OETL-NF600A
F11	P450	ABB OETL-NF800A
F11	P500	ABB OETL-NF800A
F11	P560	ABB OETL-NF800A
F11	P630	ABB OT800U21
F13	P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P800	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
<b>525–690 V</b>		
F9	P355	ABB OT400U12-121
F9	P400	ABB OT400U12-121
F9	P500	ABB OT400U12-121
F9	P560	ABB OT400U12-121
F11	P630	ABB OETL-NF600A
F11	P710	ABB OETL-NF600A
F11	P800	ABB OT800U21
F13	P900	ABB OT800U21
F13	P1M0	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P1M2	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP

Tabela 10.32 Desconexões da rede elétrica, Gabinetes F9/F11/F13

## 10.6.3 Contatores da rede elétrica, F3–F4

Tamanho do gabinete	Modelo e tensão	Contator
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

Tabela 10.33 Contatores da rede elétrica, Gabinetes F3–F4

**AVISO!**

A alimentação de 230 V fornecida pelo cliente é obrigatória para contatores da rede elétrica.

## 10.7 Motor

Qualquer motor padrão assíncrono trifásico pode ser usado com um conversor.

Terminal	Função
96	U/T1
97	V/T2
98	W/T3
99	Ponto de aterramento

Tabela 10.34 Terminais de cabo de motor fornecendo rotação no sentido horário (padrão de fábrica)

O sentido de rotação pode ser alterado comutando 2 fases no cabo do motor ou alterando a configuração de parâmetro 4-10 Sentido de Rotação do Motor.

A verificação da rotação do motor pode ser realizada usando o parâmetro 1-28 Motor Rotation Check e seguindo a configuração mostrada na Ilustração 10.19.

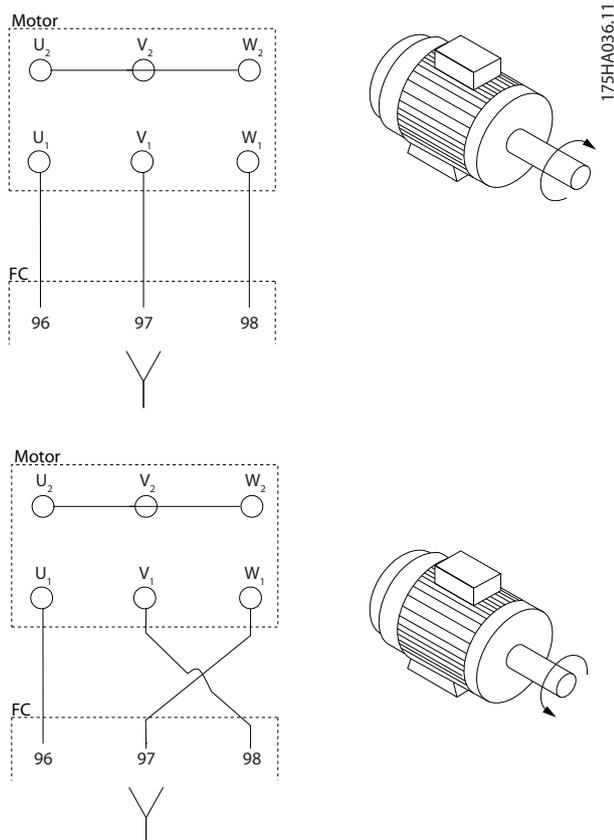


Ilustração 10.19 Alteração da rotação do motor

### Requisitos para gabinetes F1/F3

Cada módulo do inversor deve ter o mesmo número de cabos de fases do motor, e deve vir em múltiplos de 2 (por exemplo, 2, 4, 6 ou 8). Só um cabo não é permitido. Os cabos devem ter um comprimento igual ou dentro de 10% entre os terminais do módulo do inversor e o primeiro

ponto comum de uma fase. O ponto comum recomendado é o dos terminais do motor. Por exemplo, se o módulo do inversor A está usando um cabo de 100 m (328 pés), os módulos do inversor subsequentes devem usar um cabo com comprimento entre 90 e 110 m (295 e 360 pés).

### Requisitos para gabinetes F2/F4

Cada módulo do inversor deve ter o mesmo número de cabos de fases do motor, e devem vir em múltiplos de 3 (por exemplo, 3, 6, 9 ou 12). Um ou dois cabos não são permitidos. Os cabos devem ter um comprimento igual ou dentro de 10% entre os terminais do módulo do inversor e o primeiro ponto comum de uma fase. O ponto comum recomendado é o dos terminais do motor. Por exemplo, se o módulo do inversor A está usando um cabo de 100 m (328 pés), os módulos do inversor subsequentes devem usar um cabo com comprimento entre 90 e 110 m (295 e 360 pés).

## 10.7.1 Proteção térmica do motor

O relé térmico eletrônico no conversor recebeu aprovação UL para proteção de sobrecarga de motor único, quando parâmetro 1-90 Proteção Térmica do Motor estiver programado para Desarme por ETR e parâmetro 1-24 Corrente do Motor estiver programado para a corrente nominal do motor (veja a plaqueta de identificação do motor).

Para proteção térmica do motor, também é possível usar o opcional VLT® PTC Thermistor Card MCB 112. Este cartão fornece certificação ATEX para proteger motores em áreas com risco de explosão, Zona 1/21 e Zona 2/22. Quando parâmetro 1-90 Proteção Térmica do Motor, programado para [20] ATEX ETR, é combinado com o uso de MCB 112, é possível controlar um motor Ex-e em áreas com risco de explosão. Consulte a *guia de programação* para obter detalhes sobre como configurar o conversor para operação segura de motores Ex-e.

## 10.7.2 Conexão de Motores em Paralelo

O conversor pode controlar vários motores conectados em paralelo. Para diferentes configurações de motores conectados em paralelo, consulte Ilustração 10.20.

Ao usar uma conexão do motor em paralelo, observe os seguintes pontos:

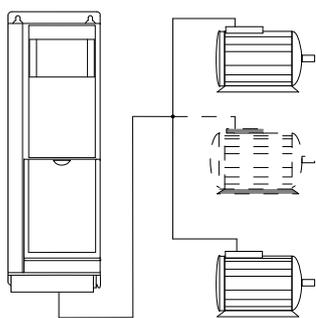
- Execute as aplicações com motores em paralelo no modo U/F (volts por hertz).
- O modo VVC<sup>+</sup> pode ser usado em algumas aplicações.
- O consumo total de corrente dos motores não deve exceder a corrente de saída nominal  $I_{INV}$  para o conversor.
- Podem ocorrer problemas na partida e em baixa rotação se os tamanhos do motor forem muito

diferentes, pois a resistência ôhmica relativamente alta no estator de um pequeno motor exige uma tensão mais alta na partida e em baixa rotação.

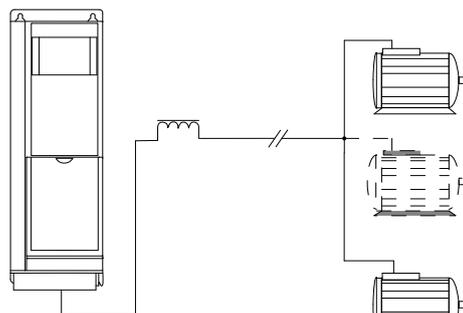
- O relé térmico eletrônico (ETR) do conversor não pode ser usado como proteção contra sobrecarga do motor. Fornece proteção de sobrecarga do motor adicional, incluindo termistores em cada

enrolamento do motor ou relés térmicos individuais.

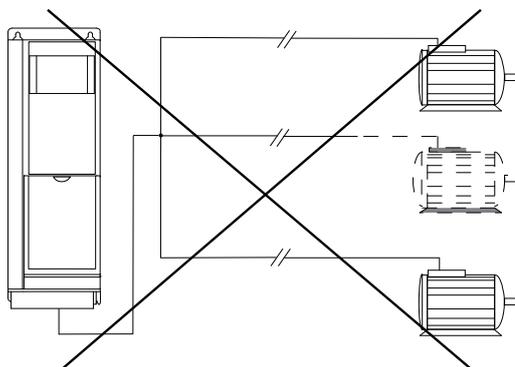
- Quando os motores estão conectados em paralelo, *parâmetro 1-02 Fonte Feedback.Flux Motor* não pode ser usado e *parâmetro 1-01 Princípio de Controle do Motor* deve ser programado para [0] U/f.



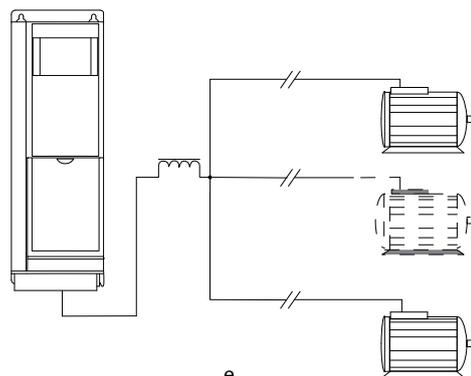
a



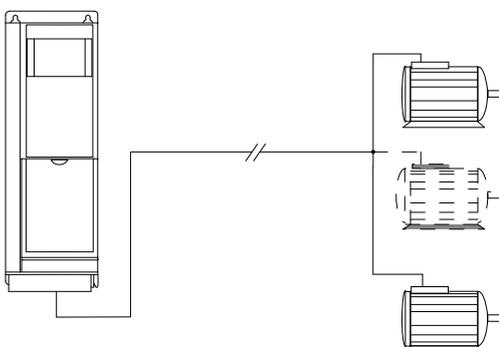
d



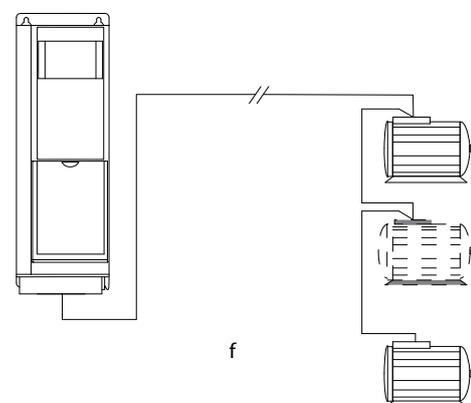
b



e



c



f

130B838.12

10

A Instalações com cabos conectados em uma junta comum, conforme mostrado em A e B, são recomendáveis somente para comprimentos de cabo curtos.

B	Fique atento ao comprimento de cabo do motor máximo especificado em <i>capítulo 7.6 Especificações de Cabo</i> .
C	O comprimento de cabo do motor total especificado em <i>capítulo 7.6 Especificações de Cabo</i> é válido desde que os cabos paralelos sejam mantidos curtos, com menos de 10 m (32 pés).
D	Considere a queda de tensão nos cabos de motor.
E	Considere a queda de tensão nos cabos de motor.
F	O comprimento de cabo do motor total especificado em <i>capítulo 7.6 Especificações de Cabo</i> é válido desde que os cabos paralelos sejam mantidos curtos, com menos de 10 m (32 pés).

**Ilustração 10.20 Diferentes conexões em paralelo de motores**

### 10.7.3 Isolação do Motor

Para comprimentos de cabos do motor inferiores ou iguais ao comprimento de cabo máximo listado em *capítulo 7.6 Especificações de Cabo*, use as características nominais de isolamento do motor mostradas em *Tabela 10.35*. Se um motor tiver menor características nominais de isolamento, a Danfoss recomenda o uso de um filtro de onda senoidal ou dU/dt.

Tensão de rede nominal	Isolamento do motor
$U_N \leq 420$ V	$U_{LL}$ padrão=1.300 V
$420 < U_N \leq 500$ V	$U_{LL}$ reforçado=1.600 V
$500 < U_N \leq 600$ V	$U_{LL}$ reforçado=1.800 V
$600 < U_N \leq 690$ V	$U_{LL}$ reforçado=2.000 V

**Tabela 10.35 Características nominais de isolamento do motor**

### 10.7.4 Correntes de mancal do motor

Para eliminar as correntes de mancal de circulação em todos os motores instalados com o conversor, instale rolamentos isolados NDE (extremidade sem conversor). Para minimizar as correntes de rolamento e eixo DE (extremidade do conversor), assegure um aterramento adequado do conversor, do motor, da máquina acionada e do motor para a máquina acionada.

Estratégias de atenuação padrão:

- Utilize um rolamento isolado.
- Siga os procedimentos de instalação adequados.
  - Garanta que o motor e o motor de carga estejam alinhados.
  - Siga as orientações de instalação de EMC.
  - Reforce o PE de modo que a impedância de alta frequência seja menor no PE do que nos cabos de potência de entrada.
  - Forneça uma boa conexão de alta frequência entre o motor e o conversor. Use um cabo blindado que tenha uma

conexão de 360° no motor e no conversor.

- Garanta que a impedância do conversor ao ponto de aterramento do prédio seja menor do que a impedância de aterramento da máquina. Esse procedimento pode ser difícil para bombas.
- Faça uma conexão do terra direta entre o motor e o motor de carga.
- Abaixar a frequência de chaveamento do IGBT.
- Modifique a forma de onda do inversor, AVM a 60° x SFAVM.
- Instale um sistema de aterramento do eixo ou utilize um acoplamento de isolamento.
- Aplique lubrificação condutora.
- Use configurações de velocidade mínima, se possível.
- Tente garantir que a tensão de rede fique balanceada em relação ao ponto de aterramento. Esse procedimento pode ser difícil para IT, TT, TN-CS ou sistemas com hastes aterradas.
- Use um filtro de onda senoidal ou dU/dt.

## 10.8 Frenagem

### 10.8.1 Seleção do resistor do freio

Para lidar com as demandas mais altas de frenagem do resistor, um resistor do freio é necessário. O resistor do freio absorve a energia em vez do drive. Para obter mais informações, consulte o *Guia de Design do VLT® Brake Resistor MCE 101*.

Se a quantidade de energia cinética transferida para o resistor em cada período de frenagem for desconhecida, a potência média pode ser calculada com base no tempo de ciclo e no tempo de frenagem (ciclo útil intermitente). O ciclo útil intermitente do resistor indica o ciclo útil em que o resistor está ativo. *Ilustração 10.21* mostra um ciclo de frenagem típico.

Os fornecedores de motor geralmente usam o S5 ao determinar a carga permitida, que é uma expressão do ciclo útil intermitente. O ciclo útil intermitente do resistor é calculado da seguinte maneira:

$$\text{Ciclo útil} = t_b / T$$

T = tempo de ciclo em s

t<sub>b</sub> é o tempo de frenagem em s (do tempo de ciclo)

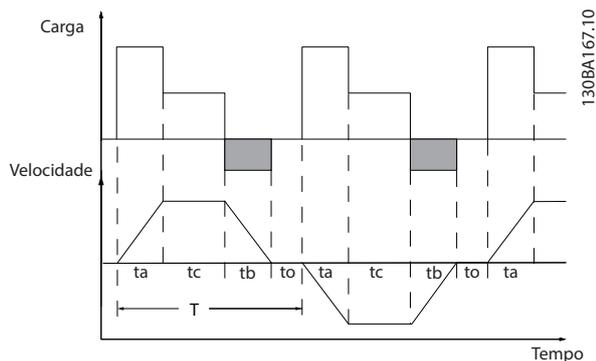


Ilustração 10.21 Ciclo de frenagem típico

380–500 V modelo	Tempo de ciclo	Ciclo útil da frenagem com torque 100%	Ciclo útil da frenagem em torque excessivo (150/160%)
P315–P800	600	40%	10%
525–690 modelo	Tempo de ciclo	Ciclo útil da frenagem com torque 100%	Ciclo útil da frenagem em torque excessivo (150/160%)
P500–P560	600	40%	10%
P630–P1M2	600	40%	10%

Tabela 10.36 Frenagem em nível de torque de sobrecarga alta

Danfoss oferece resistores do freio com ciclo útil de 5%, 10% e 40%. Se for aplicado um ciclo útil de 10%, os resistores de freio são capazes de absorver a potência de frenagem durante 10% do tempo de ciclo. Os 90% restantes do tempo de ciclo são usados para dissipar o excesso de calor.

**AVISO!**

Certifique-se de que o resistor tenha sido projetado para suportar o tempo de frenagem necessário.

A carga máxima permitida no resistor do freio é indicada como a potência de pico em um ciclo útil intermitente determinado. A resistência do freio é calculada como segue:

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

em que

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

Como pode ser visto, a resistência do freio depende da tensão do barramento CC (U<sub>dc</sub>).

Tamanho	Freio ativo	Advertência antes de desativar	Desativar (desarme)
380–500 V <sup>1)</sup>	810 V	828 V	855 V
525–690 V	1084 V	1109 V	1130 V

Tabela 10.37 FC 302 Limites do freio

1) Dependente do tamanho da potência

**AVISO!**

Verifique se o resistor do freio pode processar uma tensão de 410 V, 820 V, 850 V, 975 V ou 1130 V. Os resistores do freio da Danfoss são classificados para uso em todos os drives Danfoss.

A Danfoss recomenda a resistência do freio R<sub>rec</sub>. Este cálculo garante que o drive consegue frear na mais alta potência de frenagem (M<sub>br</sub>(%)) de 150%. A fórmula pode ser escrita como:

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

O η<sub>motor</sub> está tipicamente em 0,90

η<sub>VLT</sub> é tipicamente 0,98.

Para os drives de 200 V, 480 V, 500 V e 600 V, R<sub>rec</sub> a 160% da potência de frenagem é estabelecido como:

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

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

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

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

**AVISO!**

A resistência do circuito do freio do resistor selecionada não deve ser maior do que a Danfoss recomenda.

**AVISO!**

Se houver um curto circuito no transistor do freio, a dissipação de energia no resistor do freio só é evitada com o uso de um interruptor de rede elétrica ou contator para desconectar a rede elétrica do drive, ou um contato no circuito do freio. A dissipação de energia ininterrupta no resistor do freio pode causar superaquecimento, danos ou um incêndio.

**⚠️ ADVERTÊNCIA****RISCO DE INCÊNDIO**

Os resistores de frenagem esquentam durante e depois da frenagem. Não colocar o resistor de frenagem em uma área segura pode resultar em danos à propriedade e/ou ferimentos graves.

- Garanta que o resistor de frenagem seja colocado em um ambiente seguro, para prevenir risco de incêndio.
- Não toque no resistor de frenagem durante ou após a frenagem para evitar queimaduras graves.

**10.8.2 Controle com a Função de Frenagem**

Um relé/saída digital pode ser usado para proteger o resistor de frenagem contra sobrecarga ou superaquecimento, gerando uma falha no conversor. Se o IGBT do freio for sobrecarregado ou superaquecido, o relé/sinal digital do freio para o conversor desliga o IGBT do freio. Este relé/sinal digital não protege contra um curto-circuito no IGBT do freio ou uma falha de aterramento no módulo ou fiação do freio. Se ocorrer um curto-circuito no IGBT do freio, a Danfoss recomenda um meio de desconectar o freio.

Além disso, o freio possibilita ler a potência instantânea e a potência média dos últimos 120 s. O freio pode monitorar a energização da potência e se certificar de que o limite selecionado no *parâmetro 2-12 Brake Power Limit (kW)* não será excedido. O *Parâmetro 2-13 Brake Power Monitoring* seleciona qual função ocorre quando a potência transmitida ao resistor de frenagem excede o limite programado no *parâmetro 2-12 Brake Power Limit (kW)*.

**AVISO!**

O monitoramento da potência de frenagem não é uma função de segurança; uma chave térmica conectada a um contator externo é exigida para essa finalidade. O circuito do resistor de frenagem não é protegido contra fuga para o terra.

*Controle de sobretensão (OVC)* pode ser selecionado como uma função de frenagem alternativa em *parâmetro 2-17 Over-voltage Control*. Esta função está ativa para todas as unidades e garante que se a tensão do barramento CC aumentar, a frequência de saída também irá aumentar para limitar a tensão do barramento CC, o que evita um desarme.

**AVISO!**

O OVC não pode ser ativado quando estiver acionando um motor PM, enquanto o *parâmetro 1-10 Motor Construction* estiver programado para [1] PM, SPM não saliente.

**10.9 Dispositivos de corrente residual (RCD) e monitor de resistência de isolamento (IRM)**

Use relés RCD, aterramento de proteção múltipla ou aterramento como proteção adicional, desde que estejam de acordo com as normas de segurança locais. Se aparecer uma falha de aterramento, uma corrente CC pode se desenvolver na corrente com falha. Se forem usados relés RCD, as normas locais devem ser observadas. Os relés devem ser apropriados para a proteção de equipamento trifásico com uma ponte retificadora e uma pequena descarga na energização. Consulte *capítulo 10.10 Corrente de Fuga* para obter mais detalhes.

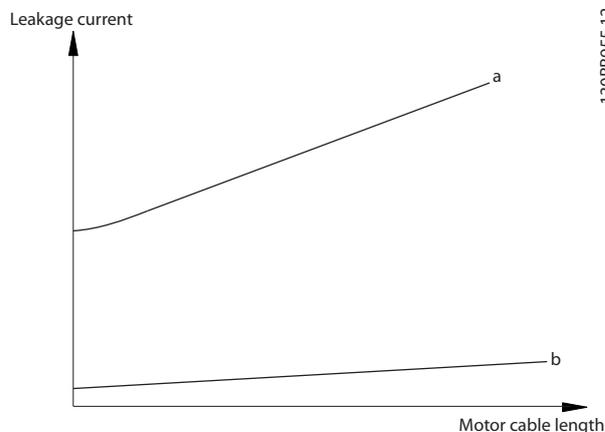
**10.10 Corrente de Fuga**

Siga os códigos nacionais e locais relativos ao aterramento de proteção de equipamentos em que a corrente de fuga exceda 3,5 mA.

A tecnologia do conversor implica no chaveamento de alta frequência em alta potência. Esse chaveamento de alta frequência gera uma corrente de fuga na conexão do terra.

A corrente de fuga para o terra é composta por várias contribuições e depende de várias configurações do sistema, incluindo:

- Filtragem de RFI.
- Comprimento de cabo do motor.
- Blindagem do cabo do motor.
- Potência do conversor.



**Ilustração 10.22** O comprimento de cabo do motor e a potência influenciam a corrente de fuga. Potência a > Potência b.

A corrente de fuga também depende da distorção da linha.

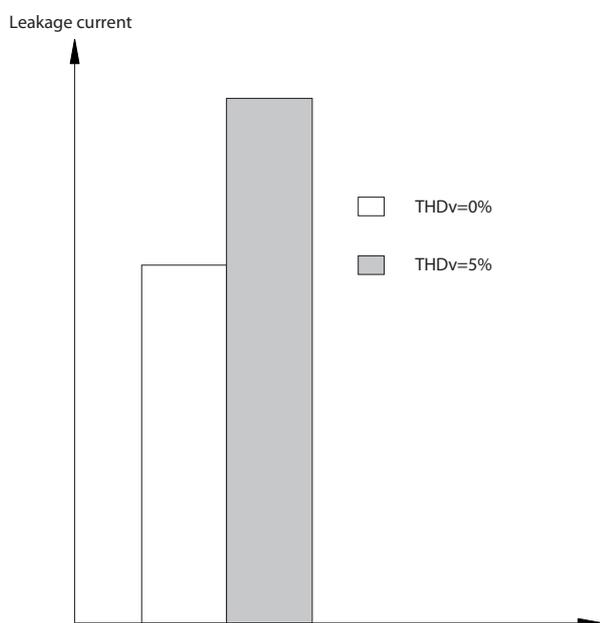


Ilustração 10.23 A distorção da linha influencia a corrente de fuga

10

Se a corrente de fuga exceder 3,5 mA, a conformidade com a norma EN/IEC61800-5-1 (padrão de produto do sistema de conversor de potência) exige cuidados especiais.

Reforce o aterramento com os seguintes requisitos de proteção para a conexão do terra:

- Fio de aterramento (terminal 95) com seção transversal de pelo menos 10 mm<sup>2</sup> (8 AWG).
- 2 fios de ponto de aterramento separados que estão em conformidade com as regras de dimensionamento.

Consulte as normas EN/IEC61800-5-1 e EN 50178 para obter mais informações.

Usando RCDs

Quando os dispositivos de corrente residual (RCDs), também conhecidos como disjuntores para a corrente de fuga à terra, forem utilizados, atente-se para o seguinte:

- Use somente RCDs do tipo B, pois eles conseguem detectar correntes CA e CC.
- Use RCDs com retardo para impedir falhas decorrentes de correntes transientes do terra.
- Dimensione RCDs de acordo com a configuração do sistema e as considerações ambientais.

A corrente de fuga inclui várias frequências provenientes da frequência da rede elétrica e da frequência de

chaveamento. A frequência de chaveamento é detectada, dependendo do tipo de RCD usado.

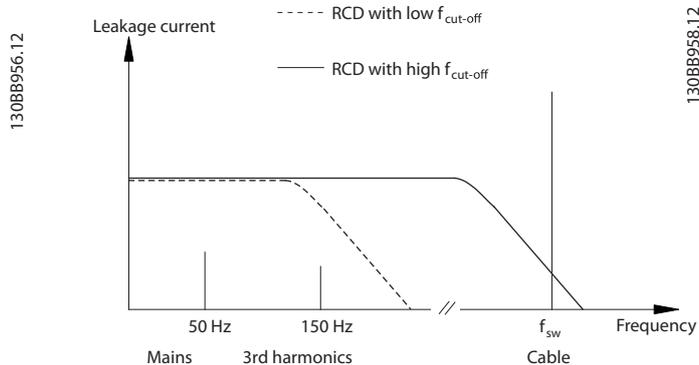


Ilustração 10.24 Principais contribuições para a corrente de fuga

A quantidade de corrente de fuga detectada pelo RCD depende da frequência de desativação do RCD.

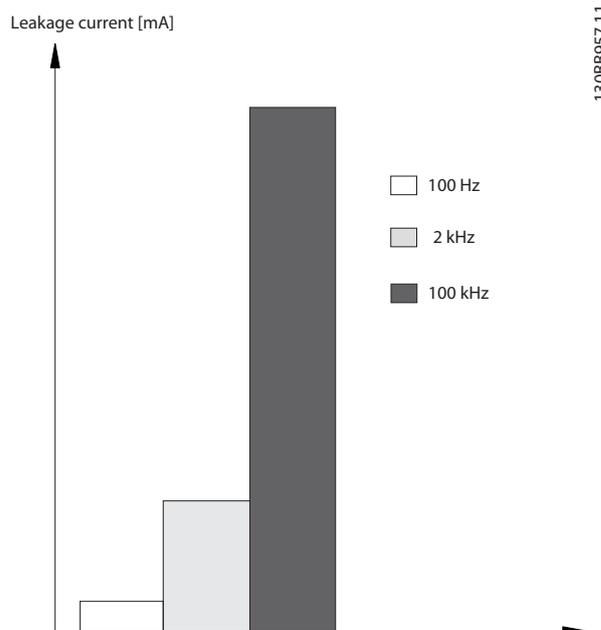


Ilustração 10.25 Influência da frequência de desativação do RCD na corrente de fuga

10.11 Grade de TI

Alimentação de rede elétrica isolada do ponto de aterramento

Se o conversor for alimentado a partir de uma fonte de rede elétrica isolada (rede de TI, delta flutuante ou delta aterrado) ou rede elétrica TT/TN-S com haste aterrada, o interruptor RFI é recomendado para ser desligado através de *parâmetro 14-50 Filtro de RFI* no conversor e *parâmetro 14-50 Filtro de RFI* no filtro. Para obter mais detalhes, consulte IEC 364-3. Na posição desligada, os capacitores do filtro entre o chassi e o barramento CC são

desativados para evitar danos ao barramento CC e reduzir as correntes da capacitivas do terra, conforme a norma IEC 61800-3.

Se o desempenho de EMC ideal for necessário, motores paralelos estiverem conectados ou o comprimento de cabo do motor estiver acima de 25 m (82 ft), a Danfoss recomenda programar *parâmetro 14-50 Filtro de RFI* para [ON] (Ligado). Consulte também as *Notas de aplicação, VLT® em rede elétrica de TI*. É importante usar monitores de isolamento classificados para uso em conjunto com componentes eletrônicos de potência (IEC 61557-8).

A Danfoss não recomenda o uso de um contator de saída para conversores de 525-690 V conectados a uma rede elétrica de TI.

### 10.12 Eficiência

#### Eficiência do conversor ( $\eta_{VLT}$ )

A carga no conversor tem pouco efeito sobre sua eficiência. Em geral, a eficiência é a mesma na frequência nominal do motor  $f_{M,N}$  se o motor fornecer 100% do torque nominal do eixo ou apenas 75%, em caso de cargas parciais.

A eficiência do conversor não muda mesmo se outras características U/f forem selecionadas. Entretanto, as características U/f influem na eficiência do motor.

A eficiência declina ligeiramente quando a frequência de chaveamento é definida com um valor superior a 5 kHz. A eficiência é ligeiramente reduzida quando a tensão de rede é de 480 V, ou se o comprimento de cabo do motor for maior que 30 m (98 pés).

#### Cálculo da eficiência do conversor

Calcule a eficiência do conversor em diferentes velocidades e cargas com base na *Ilustração 10.26*. O fator neste gráfico deve ser multiplicado pelo fator de eficiência específico listado nas tabelas de especificações em *capítulo 7.1 Dados elétricos, 380-500 V* e *capítulo 7.2 Dados elétricos, 525-690 V*.

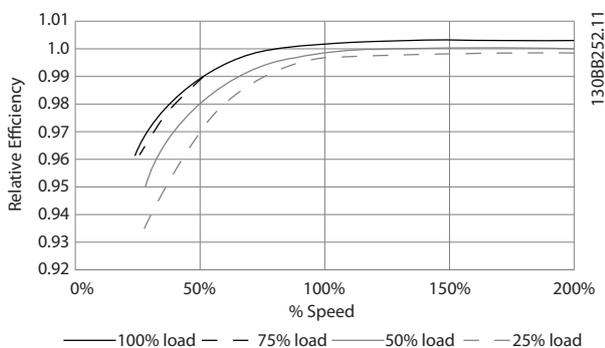


Ilustração 10.26 Curvas de eficiência típica

Exemplo: Assuma um conversor de frequência de 160 kW, 380-480/500 V com carga de 25% a uma velocidade de 50%. *Ilustração 10.26* mostra 0,97 - a eficiência nominal

para um conversor de 160 kW é de 0,98. Então, a eficiência real é:  $0,97 \times 0,98 = 0,95$ .

#### Eficiência do motor ( $\eta_{MOTOR}$ )

A eficiência de um motor conectado ao conversor depende do nível de magnetização. Em geral, a eficiência é tão boa quanto com a operação na rede elétrica. A eficiência do motor depende do tipo do motor.

Na faixa de 75 a 100% do torque nominal, a eficiência do motor é praticamente constante, quando o conversor controla e quando funciona diretamente na rede elétrica.

Nos motores pequenos, a influência da característica U/f sobre a eficiência é marginal. No entanto, em motores a partir de 11 kW (15 hp), as vantagens são significativas.

Normalmente, a frequência de chaveamento não afeta a eficiência de pequenos motores. Os motores de 11 kW (15 hp) e acima têm a eficiência melhorada (1 a 2%), pois a forma da onda senoidal da corrente do motor é quase perfeita em altas frequências de chaveamento.

#### Eficiência do sistema ( $\eta_{SYSTEM}$ )

Para calcular a eficiência do sistema, a eficiência do conversor ( $\eta_{VLT}$ ) é multiplicada pela eficiência do motor ( $\eta_{MOTOR}$ ):

$$\eta_{SYSTEM} = \eta_{VLT} \times \eta_{MOTOR}$$

### 10.13 Ruído Acústico

O ruído acústico do drive está disponível em 3 fontes:

- Bobinas do barramento CC.
- Ventiladores internos.
- Bobina do filtro de RFI.

A *Tabela 10.38* lista os valores de ruído acústico típicos medidos a uma distância de 1 m (9 pés) da unidade.

Tamanho do gabinete	dBa na velocidade máxima do ventilador
E1-E2 <sup>1)</sup>	74
E1-E2 <sup>2)</sup>	83
F1-F4 e F8-F13	80

Tabela 10.38 Ruído Acústico

- 1) Somente P355-P400, 525-690 V.
- 2) Todos os outros modelos de gabinete E.

Resultados de testes realizados de acordo com ISO 3744 para magnitude de ruído audível em um ambiente controlado. O tom do ruído foi quantificado para o registro de dados de engenharia de desempenho do hardware de acordo com ISO 1996-2 Anexo D.

## 10.14 Condições dU/dt

### **AVISO!**

Para evitar o envelhecimento prematuro de motores não projetados para serem usados com drives, como os motores sem papel de isolamento de fase ou outro reforço de isolamento, a Danfoss recomenda veemente um filtro dU/dt ou um filtro de onda senoidal instalado na saída do drive. Para obter mais informações sobre o filtro dU/dt e o filtro de onda senoidal, consulte o *Guia de Design dos filtros de saída*.

Quando um transistor na ponte do inversor comuta, a tensão do motor aumenta em uma relação dU/dt, dependendo:

- Cabo de motor (tipo, seção transversal, comprimento, blindado ou não blindado).
- Indutância.

A indução natural causa um overshoot  $U_{PICO}$  na tensão do motor antes de se estabilizar em um nível dependendo da tensão no barramento CC. Tempo de subida e a tensão de pico  $U_{PICO}$  afetam a vida útil do motor. Em especial, os motores sem isolamento da bobina de fase são afetados se a tensão de pico for muito alta. O comprimento de cabo do motor afeta o tempo de subida e a tensão de pico. Por exemplo, se o cabo do motor for curto (alguns metros), o tempo de subida e a tensão de pico são mais baixos. Se o cabo do motor for longo (100 m (328 pés)), o tempo de subida e a tensão de pico são mais altos.

O chaveamento dos IGBTs gera a tensão de pico nos terminais do motor. O drive está em conformidade com as demandas do IEC 60034-25 com relação aos motores projetados para serem controlados por drives. O drive também está em conformidade com IEC 60034-17 em relação aos motores normais controlados por drives.

### **Faixa de alta potência**

As capacidades de potência na *Tabela 10.39* e na *Tabela 10.40* nas tensões de rede apropriadas cumprem com os requisitos da IEC 60034-17 em relação a motores normais controlados por drives, da IEC 60034-25 em relação a motores projetados para serem controlados por drives e da NEMA MG 1-1998 Parte 31.4.4.2 para motores alimentados por inversores. As capacidades de potência na *Tabela 10.39* e na *Tabela 10.40* não cumprem com a NEMA MG 1-1998 Parte 30.2.2.8 para motores de aplicações gerais.

## 380–500 V

Modelo	Comprimento de cabo [m (pés)]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [ $\mu$ s]	Tensão de pico [V]	dU/dt [V/ $\mu$ s]
P250–P800 (380–500 V)	30 (98,5)	500	0,71	1165	1389
	30 (98,5)	500 <sup>1)</sup>	0,80	906	904
	30 (98,5)	400	0,61	942	1233
	30 (98,5)	400 <sup>1)</sup>	0,82	760	743

Tabela 10.39 dU/dt Gabinetes E1–E2 e F1–F13, 380–500 V

1) Com Danfoss filtro dU/dt

## 525–690 V

Modelo	Comprimento de cabo [m (pés)]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [ $\mu$ s]	Tensão de pico [V]	dU/dt [V/ $\mu$ s]
P355–P1M2 (525–690 V)	30 (98,5)	690	0,57	1611	2261
	30 (98,5)	575	0,25	–	2510
	30 (98,5)	690 <sup>1)</sup>	1,13	1629	1150

Tabela 10.40 dU/dt Gabinetes E1–E2 e F1–F13, 525–690 V

1) Com Danfoss filtro dU/dt.

## 10.15 Visão geral da compatibilidade eletromagnética (EMC)

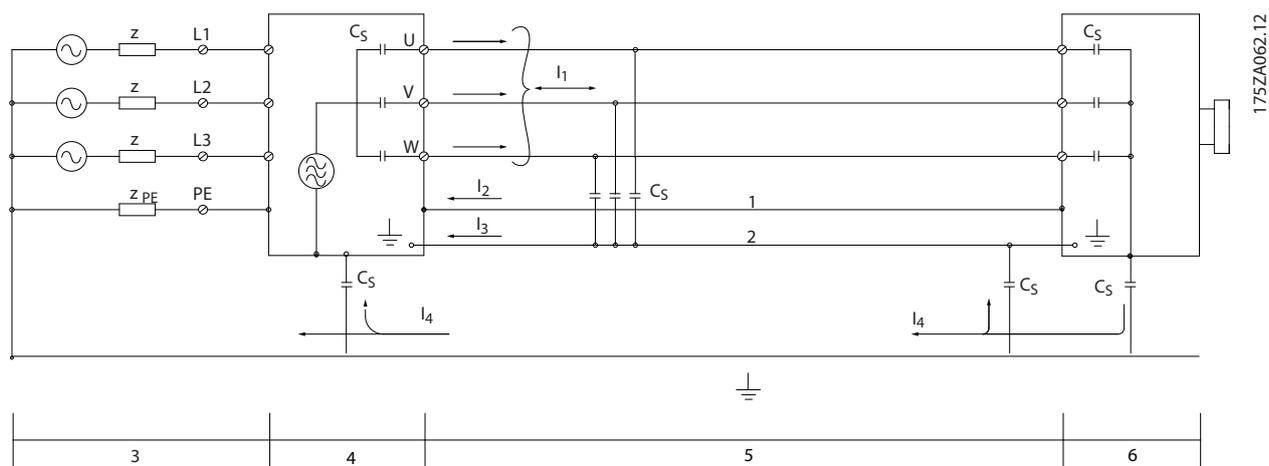
Os dispositivos elétricos geram interferência e são afetados pela interferência de outras fontes geradas. A compatibilidade eletromagnética (EMC) desses efeitos depende da potência e das características harmônicas dos dispositivos.

A interação não controlada entre dispositivos elétricos em um sistema pode degradar a compatibilidade e prejudicar a operação confiável. A interferência assume a forma do seguinte:

- Descargas eletrostáticas
- Flutuações rápidas de tensão
- Interferência de alta frequência

O transiente por faísca elétrica é encontrado mais comumente em frequências na faixa de 150 kHz a 30 MHz. A interferência aérea proveniente do sistema do conversor, na faixa de 30 MHz a 1 GHz, é gerada pelo inversor, cabo do motor e motor.

Correntes capacitivas no cabo de motor, acopladas com alta dU/dt da tensão do motor, geram correntes de fuga. Consulte o *Ilustração 10.27*. Os cabos blindados do motor possuem maior capacitância entre os fios de fase e a blindagem e, novamente, entre a blindagem e o ponto de aterramento. Esta capacitância adicional do cabo, juntamente com outras capacitâncias parasitas e indutâncias do motor, altera a assinatura de emissão eletromagnética produzida pela unidade. A alteração na assinatura de emissão eletromagnética ocorre principalmente em emissões abaixo de 5 MHz. A maior parte da corrente de fuga (I1) é carregada de volta para a unidade através do PE (I3), deixando apenas um pequeno campo eletromagnético (I4) do cabo de motor blindado. A blindagem reduz a interferência irradiada, mas aumenta a interferência de baixa frequência na rede elétrica.



1	Fio terra	Cs	Possíveis percursos da capacitância parasita de derivação (varia de acordo com diferentes instalações)
2	Blindagem	I <sub>1</sub>	Corrente de fuga de modo comum
3	Alimentação de rede elétrica CA	I <sub>2</sub>	Cabo de motor blindado
4	Conversor	I <sub>3</sub>	Ponto de aterramento de segurança (4º condutor nos cabos de motor)
5	Cabo de motor blindado	I <sub>4</sub>	Corrente de modo comum acidental
6	Motor	-	-

Ilustração 10.27 Modelo elétrico mostrando possíveis correntes de fuga

### 10.15.1 Resultados do teste de EMC

Os resultados do teste a seguir foram obtidos utilizando um drive (com opcionais, se relevante), um cabo de controle blindado, uma caixa de controle com potenciômetro, um motor e um cabo blindado de motor.

Tipo do filtro de RFI	Normas e requisitos	Emissão conduzida			Emissão irradiada		
		Classe B Residências, comércio e indústrias leves	Grupo 1 Classe A Ambiente industrial	Grupo 2 Classe A Ambiente industrial	Classe B Residências, comércio e indústrias leves	Grupo 1 Classe A Ambiente industrial	Grupo 2 Classe A Ambiente industrial
	EN 55011						
	EN/IEC 61800-3	Categoria C1 Ambiente inicial Residencial e Escritório	Categoria C2 Ambiente inicial Residencial e Escritório	Categoria C3 Segundo ambiente Industrial	Categoria C1 Ambiente inicial Residencial e Escritório	Categoria C2 Ambiente inicial Residencial e Escritório	Categoria C3 Ambiente inicial Residencial e Escritório
<b>H2</b>							
FC 302	90–500 kW 380– 500 V	Não	Não	150 m (492 pés)	Não	Não	Sim
	90–710 kW 525– 690 V	Não	Não	150 m (492 pés)	Não	Não	Sim
<b>H4</b>							
FC 302	90–500 kW 380– 500 V	Não	150 m (492 pés)	150 m (492 pés)	Não	Sim	Sim
	90–710 kW 525– 690 V	–	–	–	–	–	–

Tabela 10.41 Resultados do teste de EMC (emissão e imunidade)

### 10.15.2 Requisitos de Emissão

De acordo com a norma EMC do produto para conversores de velocidade ajustáveis EN/IEC 61800-3:2004, os requisitos de EMC dependem do ambiente em que o conversor está instalado. Esses ambientes, juntamente com os requisitos de alimentação de tensão de rede, são definidos na Tabela 10.42.

Os conversores cumprem os requisitos de EMC descritos na categoria C3 da IEC/EN 61800-3 (2004)+AM1 (2011) para equipamentos com um consumo de corrente por fase de mais de 100 A, instalados no segundo ambiente. O teste de conformidade é realizado com um cabo de motor blindado de 150 m (492 pés).

Categoria (EN 61800-3)	Definição	Emissão conduzida (EN 55011)
C1	Ambiente inicial (residencial e comercial) com uma tensão de alimentação menor do que 1.000 V.	Classe B
C2	Ambiente inicial (residencial e comercial) com uma tensão de alimentação menor do que 1.000 V, que não possui plug-in ou não é portátil e onde um profissional deve instalar ou comissionar o sistema.	Classe A Grupo 1
C3	Segundo ambiente (industrial) com uma tensão de alimentação menor do que 1.000 V.	Classe B Grupo 2
C4	Segundo ambiente com o seguinte: <ul style="list-style-type: none"> <li>Tensão de alimentação igual ou superior a 1.000 V.</li> <li>Corrente nominal igual ou superior a 400 A.</li> <li>Destinado para uso em sistemas complexos.</li> </ul>	Sem linha limite. Deve-se fazer um plano de EMC.

**Tabela 10.42 Requisitos de Emissão**

Quando as normas de emissão genéricas são usadas, os conversores devem estar em conformidade com a *Tabela 10.43*.

Ambiente	Norma genérica	Requisito de emissão conduzido de acordo com os limites em EN55011
Ambiente inicial (residencial e comercial)	EN/IEC 61000-6-3 Norma de emissão para ambientes residenciais, comerciais e industriais leves.	Classe B
Segundo ambiente (ambiente industrial)	EN/IEC 61000-6-4 Norma de emissão para ambientes industriais.	Classe A Grupo 1

**Tabela 10.43 Limites da norma de emissão genérica**
**10**

### 10.15.3 Requisitos de imunidade

Os requisitos de imunidade para conversores depende do ambiente de instalação. Os requisitos para ambiente industrial são mais rigorosos que os requisitos para ambientes residencial e de escritório. Todos os conversores Danfoss atendem os requisitos para ambiente industrial e para residencial/escritório.

Para documentar a imunidade contra transientes de ruptura, os seguintes testes de imunidade foram realizados em um conversor (com opcionais, se relevante), um cabo de controle blindado e uma caixa de controle com potenciômetro, cabo de motor e motor. Os testes foram realizados de acordo com as seguintes normas básicas. Para obter mais detalhes, consulte *Tabela 10.44*.

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** Descargas eletrostáticas (ESD): Simulação de descargas eletrostáticas causadas por seres humanos.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** Radiação de campo eletromagnético de incidência, simulação modulada em amplitude dos efeitos de radar, equipamentos de comunicação por rádio e equipamentos de comunicação móvel.
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Transiente por fásca elétrica: Simulação de interferência provocada pelo chaveamento de um contator, um relé ou dispositivos similares.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Transientes de sobretensão: Simulação de transientes provocados por relâmpagos que atingem instalações próximas.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** Modo comum de RF: Simulação do efeito de equipamento de radiotransmissão, ligado aos cabos de conexão.

Norma básica	Ruptura IEC 61000-4-4	Surto IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Campo eletromagnético irradiado IEC 61000-4-3	Tensão do modo comum de RF IEC 61000-4-6
<b>Critério de aceitação</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>A</b>
Linha	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	–	–	10 V <sub>RMS</sub>
Motor	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	–	–	10 V <sub>RMS</sub>
Freio	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	–	–	10 V <sub>RMS</sub>
Load Sharing	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	–	–	10 V <sub>RMS</sub>
Fiação de controle	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	–	–	10 V <sub>RMS</sub>
Barramento padrão	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	–	–	10 V <sub>RMS</sub>
Fiação de relé	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	–	–	10 V <sub>RMS</sub>
Opcionais de aplicação/ fieldbus	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	–	–	10 V <sub>RMS</sub>
Cabo do LCP	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	–	–	10 V <sub>RMS</sub>
24 V CC externa	2 V CM	0.5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	–	–	10 V <sub>RMS</sub>
Gabinete	–	–	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	–

Tabela 10.44 Formulário de imunidade EMC, faixa de tensão: 380–480/500 V, 525–600 V, 525–690 V

1) Injeção na blindagem do cabo.

AD: descarga aérea; CD: descarga de contato; CM: modo comum; DM: modo diferencial.

### 10.15.4 Compatibilidade de EMC

#### **AVISO!**

#### **RESPONSABILIDADE DO OPERADOR**

De acordo com a norma EN 61800-3 para sistemas de conversor de velocidade variável, o operador é responsável por assegurar a compatibilidade de EMC. Fabricantes podem oferecer soluções para operação em conformidade com a norma. Operadores são responsáveis por aplicar essas soluções e por arcar com os custos associados.

Há 2 opcionais para garantir a compatibilidade eletromagnética.

- Elimine ou minimize a interferência na fonte da interferência emitida.
- Aumente a imunidade à interferência em dispositivos afetados por essa recepção.

#### **Filtros de RFI**

O objetivo é obter sistemas que funcionem de forma estável sem interferência de radiofrequência entre os componentes. Para alcançar um alto nível de imunidade, use conversores com filtros de RFI de alta qualidade.

#### **AVISO!**

#### **INTERFERÊNCIA DE RÁDIO**

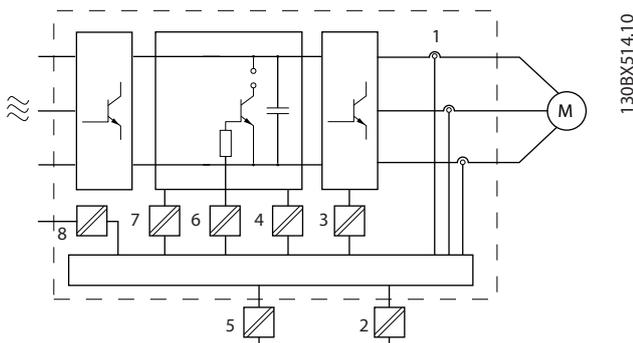
Em um ambiente residencial, este produto pode causar interferência nas frequências de rádio, caso em que medidas de atenuação suplementares podem ser necessárias.

#### **Conformidade de isolamento galvânica e PELV**

Todos os conversores E1h-E4h e terminais de relé estão em conformidade com PELV (excluindo a haste Delta aterrada acima de 400 V).

A isolamento galvânica (assegurada) é obtida cumprindo os requisitos para maior isolamento e fornecendo as distâncias de fuga/desvio relevantes. Esses requisitos são descritos na norma EN 61800-5-1.

O isolamento elétrico é fornecido conforme mostrado (consulte *Ilustração 10.28*). Os componentes descritos cumprem os requisitos de isolamento galvânica e PELV.



1	Transdutores de corrente
2	Isolação galvânica para a interface do barramento padrão RS485
3	Conversor do gate para os IGBTs
4	Alimentação (SMPS), incluindo o isolamento do sinal de V CC, indicando a tensão atual intermediária
5	Isolação galvânica para o opcional de backup de 24 V
6	Acoplador óptico, módulo de freio (opcional)
7	Inrush interna, RFI e circuitos de medição de temperatura
8	Relés do cliente

Ilustração 10.28 Isolação galvânica

10

### 10.16 Instalação compatível com EMC

Para obter uma instalação compatível com EMC, siga as instruções fornecidas no *guia de operação*. Para obter um exemplo de instalação de EMC correta, consulte *Ilustração 10.29*.

**AVISO!**

#### EXTREMIDADES DA BLINDAGEM TORCIDAS (RABICHOS)

As extremidades de blindagem torcidas aumentam a impedância da blindagem em frequências mais altas, o que reduz o efeito da blindagem e aumenta a corrente de fuga. Evite blindagens torcidas quando usar braçadeiras de blindagem integradas.

- Para uso com relés, cabos de controle, uma interface de sinal, fieldbus ou freio, conecte a blindagem ao gabinete nas duas extremidades. Se o percurso de terra tiver uma alta impedância, for ruidoso ou estiver transportando corrente, quebre a conexão de blindagem em uma extremidade para evitar malhas de corrente de terra.
- Coloque as correntes de volta na unidade usando uma placa de montagem metálica. Garanta um

bom contato elétrico da placa de montagem com os parafusos de montagem até o chassi do conversor.

- Use cabos blindados para os cabos de saída do motor. Uma alternativa são os cabos de motor não blindados com conduítes metálicos.

**AVISO!**

#### CABOS BLINDADOS

Se não forem utilizados cabos blindados ou conduítes metálicos, a unidade e a instalação não atendem aos limites regulatórios para os níveis de emissão de radiofrequência (RF).

- Certifique-se de que os cabos de motor e do freio sejam o mais curto possível para reduzir o nível de interferência de todo o sistema.
- Evite colocar cabos com nível de sinal sensível junto com os cabos do motor e do freio.
- Para linhas de comunicação e comando/controle, siga os padrões de protocolo de comunicação específicos. Por exemplo, o USB deve usar cabos blindados, mas RS485/Ethernet pode usar cabos UTP blindados ou UTP não blindados.
- Garanta que todas as conexões dos terminais de controle sejam PELV.

**AVISO!**

#### INTERFERÊNCIA DE EMC

Use cabos blindados para a fiação do motor e de controle. Separe os cabos de entrada da rede elétrica, do motor e de controle, uns dos outros. A falta de isolamento nesses cabos pode resultar em comportamento não desejado ou desempenho reduzido. É necessária uma distância mínima de 200 mm (7,9 pol.) entre os cabos de entrada da rede elétrica, do motor e de controle.

**AVISO!**

#### INSTALAÇÃO EM ALTITUDES ELEVADAS

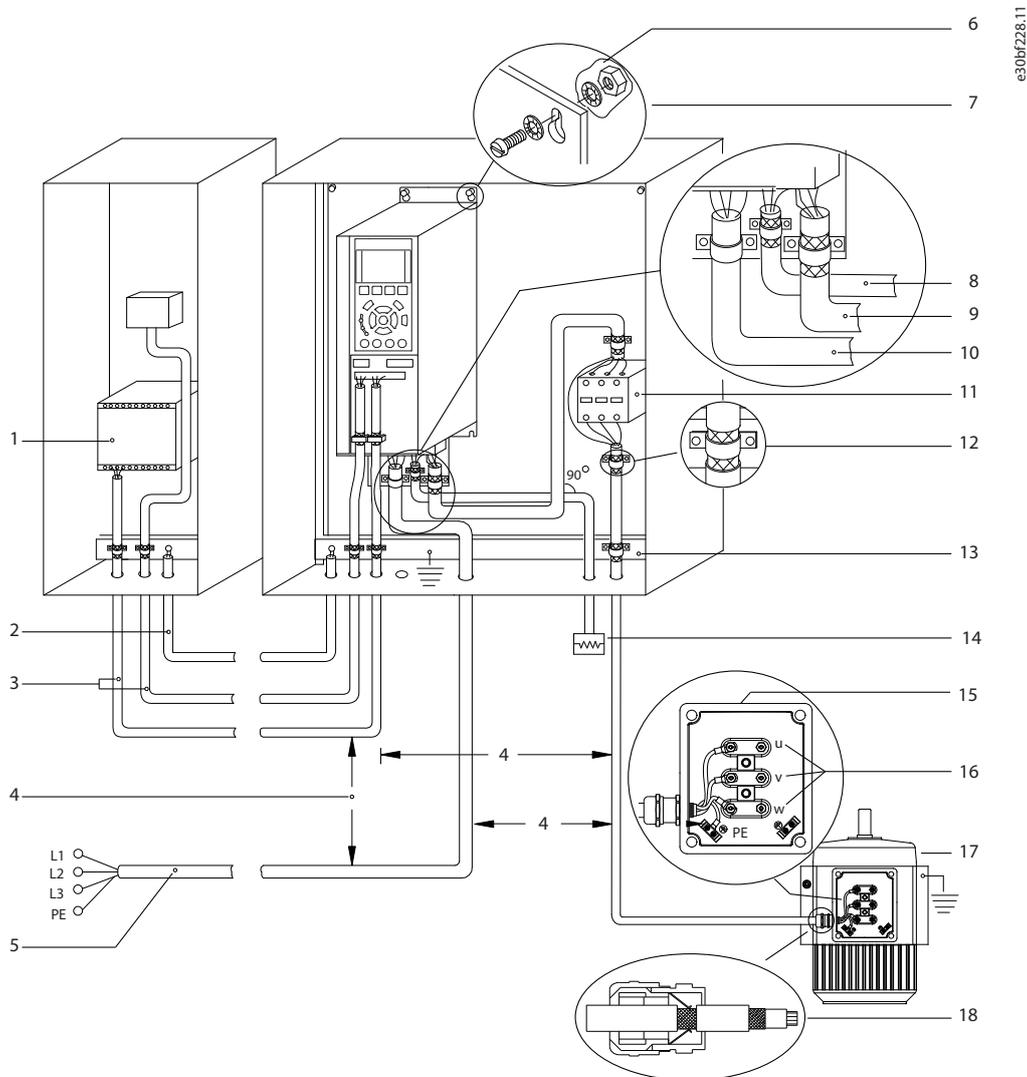
Há risco de sobretensão. O isolamento entre componentes e peças críticas pode ser insuficiente e não estar em conformidade com os requisitos PELV. Reduza o risco de sobretensão usando dispositivos de proteção externos ou isolação galvânica.

Para instalações em altitudes acima de 2.000 m (6.500 pés), entre em contato com a Danfoss quanto à conformidade com PELV.

**AVISO!**

**CONFORMIDADE COM PELV**

Evite choques elétricos usando a alimentação de energia elétrica de Tensão Extra Baixa Protetiva (PELV) e cumprindo as normas de PELV locais e nacionais.



10

1	PLC	10	Cabo de rede elétrica (não blindado)
2	Cabo de equalização com diâmetro mínimo de 16 mm <sup>2</sup> (6 AWG).	11	Contator de saída
3	Cabos de controle	12	Isolamento do cabo descascado
4	Espaçamento mínimo de 200 mm (7,9 pol.) entre cabos de controle, cabos de motor e cabos de rede elétrica.	13	Barramento do ponto de aterramento comum Siga as exigências locais e nacionais para o aterramento do gabinete.
5	Alimentação de rede elétrica	14	Resistor de frenagem
6	Superfície exposta (não pintada)	15	Caixa metálica
7	Arruelas tipo estrela	16	Conexão para o motor
8	Cabo do freio (blindado)	17	Motor
9	Cabo de motor (blindado)	18	Bucha de cabo de EMC

Ilustração 10.29 Exemplo de instalação de EMC correta

## 10.17 Visão geral das harmônicas

Cargas não lineares como as encontradas com conversores não puxam corrente de maneira uniforme da rede de energia. Essa corrente não senoidal possui componentes que são múltiplos da frequência básica da corrente. Esses componentes são chamados de harmônicas. É importante controlar a distorção de harmônica total na alimentação de rede elétrica. Apesar das correntes harmônicas não afetarem diretamente o consumo de energia elétrica, geram calor na fiação e em transformadores que podem afetar outros dispositivos na mesma rede elétrica.

### 10.17.1 Análise de harmônicas

Como as harmônicas aumentam as perdas de calor, é importante projetar sistemas com as harmônicas em mente para evitar a sobrecarga do transformador, dos indutores e da fiação. Quando necessário, realize uma análise das harmônicas do sistema para determinar os efeitos sobre o equipamento.

Uma corrente não senoidal é transformada com uma análise da série de Fourier em correntes de ondas senoidais de diversas frequências; ou seja, diversas correntes harmônicas  $I_n$  com 50 ou 60 Hz como a frequência básica.

10

Abreviações	Descrição
$f_1$	Frequência básica (50 Hz ou 60 Hz)
$I_1$	Corrente na frequência básica
$U_1$	Tensão na frequência básica
$I_n$	Corrente na enésima frequência harmônica
$U_n$	Tensão na enésima frequência harmônica
$n$	Ordem de harmônicas

Tabela 10.45 Abreviações relacionadas a harmônicas

	Corrente básica ( $I_1$ )	Correntes harmônicas ( $I_n$ )			
	$I_1$	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	
Corrente	$I_1$	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	
Frequência	50 Hz	250 Hz	350 Hz	550 Hz	

Tabela 10.46 Correntes básicas e correntes harmônicas

Corrente	Corrente harmônica				
	$I_{RMS}$	$I_1$	$I_5$	$I_7$	$I_{11-49}$
Corrente de entrada	1,0	0,9	0,5	0,2	<0,1

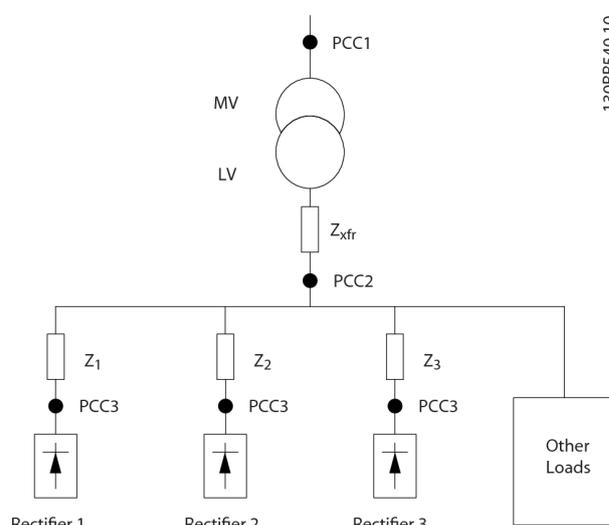
Tabela 10.47 Correntes harmônicas x corrente de entrada RMS

A distorção na tensão de alimentação de rede elétrica depende da amplitude das correntes harmônicas, multiplicada pela impedância de rede elétrica, para a frequência em questão. A distorção de tensão total (THDi) é calculada com base nas harmônicas de tensão individuais usando a seguinte fórmula:

$$THDi = \frac{\sqrt{U_{25}^2 + U_{27}^2 + \dots + U_{2n}^2}}{U}$$

### 10.17.2 Efeito das harmônicas em um sistema de distribuição de energia

Na *Ilustração 10.30*, um transformador está conectado no lado primário a um ponto de acoplamento comum PCC1, na alimentação de tensão média. O transformador tem um impedância  $Z_{xfr}$  e alimenta diversas cargas. O ponto de acoplamento comum em que todas as cargas são conectadas é o PCC2. Cada carga é conectada através de cabos com impedâncias  $Z_1, Z_2, Z_3$ .



PCC	Ponto de acoplamento comum
MV	Tensão média
LV	Baixa tensão
$Z_{xfr}$	Impedância do transformador
$Z_{\#}$	Modelagem da resistência e indutância na fiação

Ilustração 10.30 Sistema de distribuição pequeno

Correntes harmônicas produzidas por cargas não lineares causam a distorção da tensão devido à queda de tensão nas impedâncias do sistema de distribuição. Impedâncias mais altas resultam em níveis mais altos de distorção da tensão.

A distorção de corrente está relacionada ao desempenho dos aparelhos e este à carga individual. A distorção de tensão está relacionada ao desempenho do sistema. Não é possível determinar a distorção de tensão no PCC conhecendo somente o desempenho harmônico da carga. Para prever a distorção no PCC, a configuração do sistema de distribuição e as impedâncias relevantes devem ser conhecidas.

Um termo comumente usado para descrever a impedância de uma grade é a relação de curto-circuito  $R_{scc}$ , onde  $R_{scc}$  é definido como a relação entre a potência aparente de curto-circuito da alimentação no PCC ( $S_{sc}$ ) e a potência

aparente nominal da carga.  $(S_{equ}).R_{scc} = \frac{S_{sc}}{S_{equ}}$

em que  $S_{sc} = \frac{U^2}{Z_{alimentação}}$  e  $S_{equ} = U \times I_{equ}$

#### Efeitos negativos das harmônicas

- As correntes harmônicas contribuem para as perdas do sistema (no transformador e cabeamento).
- A distorção de tensão harmônica causa distúrbios em outras cargas e aumenta as perdas em outras cargas.

### 10.17.3 Normas IEC para harmônicas

Na maior parte da Europa, a base para a avaliação objetiva da qualidade da energia da rede elétrica é a Lei de Compatibilidade Electromagnética de Dispositivos (EMVG).

Existem 2 normas europeias que abordam as harmônicas na faixa de frequência de 0 a 9 kHz:

#### EN 61000-2-2 (Níveis de compatibilidade para distúrbios condutores de baixa frequência e sinalização em sistemas públicos de alimentação de baixa tensão)

A norma EN 61000-2-2 estabelece os requisitos para níveis de compatibilidade para PCC (ponto de acoplamento comum) de sistemas de CA de baixa tensão em uma rede pública de abastecimento. Os limites são especificados apenas para a tensão harmônica e a distorção harmônica total da tensão. A norma EN 61000-2-2 não define limites para as correntes harmônicas. Em situações em que a distorção harmônica total THD (V) é igual a 8%, os limites PCC são idênticos aos limites especificados na EN 61000-2-4 Classe 2.

#### EN 61000-2-4 (Níveis de compatibilidade para distúrbios conduzidos de baixa frequência e sinalização em plantas industriais)

A norma EN 61000-2-4 declara os requisitos para os níveis de compatibilidade em redes privadas e industriais. A norma define ainda as seguintes 3 classes de ambientes eletromagnéticos:

- A classe 1 refere-se a níveis de compatibilidade que são menores que a rede pública de abastecimento, que afeta equipamentos sensíveis a distúrbios (equipamentos de laboratório, alguns equipamentos de automação e certos dispositivos de proteção).
- A classe 2 refere-se a níveis de compatibilidade que são iguais à rede pública de abastecimento. A classe se aplica a PCCs na rede pública de

O cumprimento desta regulamentação garante que todos os dispositivos e redes conectados a sistemas de distribuição elétrica atinjam o propósito pretendido sem gerar problemas.

Norma	Definição
EN 61000-2-2, EN 61000-2-4, EN 50160	Define os limites da tensão de rede exigidos para redes elétricas públicas e industriais.
EN 61000-3-2, 61000-3-12	Regula a interferência de rede elétrica gerada por dispositivos conectados em produtos de corrente mais baixa.
EN 50178	Monitora equipamentos eletrônicos para uso em instalações elétricas.

Tabela 10.48 Normas de design EN para qualidade da rede elétrica

abastecimento e a IPCs (pontos internos de acoplamento) em redes industriais ou outras redes privadas de abastecimento. Todo equipamento projetado para operação em uma rede pública de abastecimento é permitido nesta classe.

- A classe 3 refere-se a níveis de compatibilidade superiores à rede pública de abastecimento. Esta classe se aplica somente a IPCs em ambiente industrial. Use esta classe onde os seguintes equipamentos são encontrados:
  - Conversores grandes
  - Máquinas de solda.
  - Motores grandes com partida frequente.
  - Rápida variação de cargas.

Normalmente, uma classe não pode ser definida de antemão sem considerar o equipamento pretendido e os processos a serem usados no ambiente. Os conversores VLT® de alta potência observam os limites da Classe 3 em condições típicas do sistema de abastecimento ( $R_{sc} > 10$  ou  $V_k \text{ Line} < 10\%$ ).

Ordem de harmônicas (h)	Classe 1 (V <sub>h</sub> %)	Classe 2 (V <sub>h</sub> %)	Classe 3 (V <sub>h</sub> %)
5	3	6	8
7	3	5	7
11	3	3,5	5
13	3	3	4,5
17	2	2	4
17 < h ≤ 49	2,27 x (17/h) – 0,27	2,27 x (17/h) – 0,27	4,5 x (17/h) – 0,5

Tabela 10.49 Níveis de compatibilidade das harmônicas

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

Tabela 10.50 Níveis de compatibilidade para distorção de tensão harmônica total THDv

### 10.17.4 Conformidade de harmônicas

Os conversores Danfoss estão em conformidade com as seguintes normas:

- IEC61000-2-4
- IEC61000-3-4
- G5/4

## 10

### 10.17.5 Atenuação de harmônicas

Em casos em que a supressão adicional de harmônicas é exigida, a Danfoss oferece os seguintes equipamentos de atenuação.

- VLT® 12-pulse Drives
- VLT® Low Harmonic Drives
- VLT® Advanced Harmonic Filters
- VLT® Advanced Active Filters

Escolher a solução certa depende de vários fatores:

- A grade (distorção de fundo, desequilíbrio de rede, ressonância e tipo de alimentação (transformador/gerador)
- Aplicação (perfil de carga, número de cargas e tamanho da carga).
- Requisitos/normas locais/nacionais (como IEEE 519, IEC e G5/4).
- Custo total de propriedade (custo inicial, eficiência e manutenção).

### 10.17.6 Cálculo de harmônicas

Utilize o software de cálculo Danfoss MCT 31 gratuito para determinar o grau de poluição de tensão na grade e a precaução necessária. O VLT® Harmonic Calculation MCT 31 está disponível em [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com).

# 11 Princípios básicos da operação de um drive

Este capítulo fornece uma visão geral dos principais conjuntos e circuitos de um conversor Danfoss. Ela descreve a eletricidade interna e as funções de processamento de sinais. Uma descrição da estrutura de controle interno também é incluída.

## 11.1 Descrição da Operação

Um conversor é um controlador eletrônico que fornece uma quantidade regulada de potência CA para um motor indutivo trifásico. Ao fornecer frequência variável e tensão ao motor, o conversor varia a velocidade do motor ou mantém uma velocidade constante à medida que a carga no motor muda. Além disso, o conversor pode parar e ligar um motor sem o estresse mecânico associado a uma partida de linha.

Em sua forma básica, o conversor pode ser dividido nas seguintes 4 áreas principais:

### Retificador

O retificador consiste em SCRs ou diodos que convertem a tensão CA trifásica para tensão CC pulsante.

### Barramento CC (bus CC)

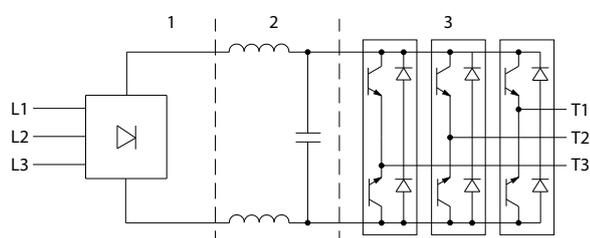
O barramento CC consiste em indutores e bancos de capacitores que estabilizam a tensão CC pulsante.

### Inversor

O inversor usa IGBTs para converter a tensão CC em tensão variável e frequência variável CA.

### Controle

A área de controle consiste em software que opera o hardware para produzir a tensão variável que controla e regula o motor CA.



1	Retificador (SCR/diodos)
2	Barramento CC (bus CC)
3	Inversor (IGBTs)

Ilustração 11.1 Processamento interno

## 11.2 Controles do drive

Os seguintes processos são utilizados para controlar e regular o motor:

- Entrada/referência do usuário
- Tratamento de feedback.
- Estrutura de controle definida pelo usuário.
  - Modo de malha aberta/malha fechada.
  - Controle do motor (velocidade, torque ou processo).
- Algoritmos de controle (VVC<sup>+</sup>, fluxo sem sensor, fluxo com feedback do motor e controle de corrente interna VVC<sup>+</sup>).

### 11.2.1 Entradas/referências do usuário

O conversor usa uma fonte de entrada (também chamada de referência) para controlar e regular o motor. O conversor recebe essa entrada:

- Manualmente por meio do LCP. Esse método é referido como local (Hand On).
- Remotamente por meio de entradas analógicas/digitais e várias interfaces seriais (RS485, USB ou um fieldbus opcional). Este método é referido como remoto (Auto On) e é a configuração de entrada padrão.

### Referência ativa

O termo referência ativa está relacionado à fonte de entrada ativa. A referência ativa é configurada em parâmetro 3-13 Tipo de Referência. Consulte Ilustração 11.2 e Tabela 11.1.

Para obter mais informações, consulte o Guia de Programação.

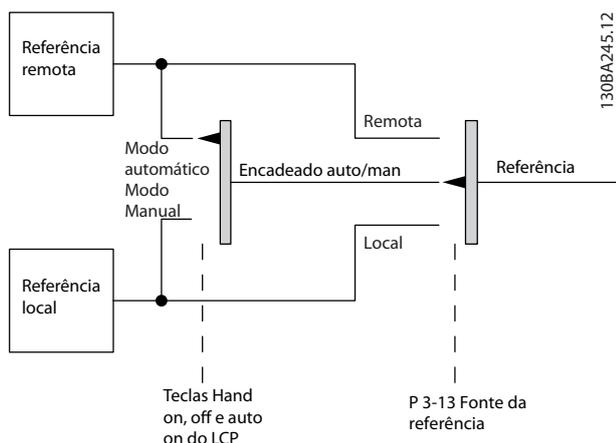


Ilustração 11.2 Seleção da referência ativa

Teclas do LCP	Parâmetro 3-13 Tipo de Referência	Ativo Referência
[Hand On] (Manual Ligado)	Vinculado a manual/ automático	Local
[Hand On] (Manual ligado)⇒(Off) (Desligado)	Vinculado a manual/ automático	Local
[Auto On] (Automático Ligado)	Vinculado a manual/ automático	Remoto
[Auto On] (Automático ligado)⇒(Off) (Desligado)	Vinculado a manual/ automático	Remoto
Todas as teclas	Local	Local
Todas as teclas	Remoto	Remoto

Tabela 11.1 Configurações de referências remota e local

### 11.2.2 Tratamento remoto de referências

O tratamento remoto da referência se aplica tanto à operação em malha fechada quanto em malha aberta. Consulte o *Ilustração 11.3*.

Até 8 referências predefinidas internas podem ser programadas no conversor. A referência predefinida interna ativa pode ser selecionada externamente através de entradas de controle digital ou através do barramento de comunicação serial.

As referências externas também podem ser fornecidas ao conversor, mais comumente através de uma entrada de controle analógico. Todas as fontes de referência e a referência de barramento são adicionadas para produzir a referência externa total.

A referência ativa pode ser selecionada a partir do seguinte:

- Referência externa
- Referência predefinida
- Setpoint
- Soma da referência externa, referência predefinida e setpoint

A referência ativa pode ser escalonada. A referência graduada é calculada da seguinte forma:

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

Onde X é a referência externa, a referência predefinida ou a soma dessas referências, e Y é *parâmetro 3-14 Preset Relative Reference* em [%].

Se Y, *parâmetro 3-14 Preset Relative Reference*, for definido como 0%, a escala não afeta a referência.

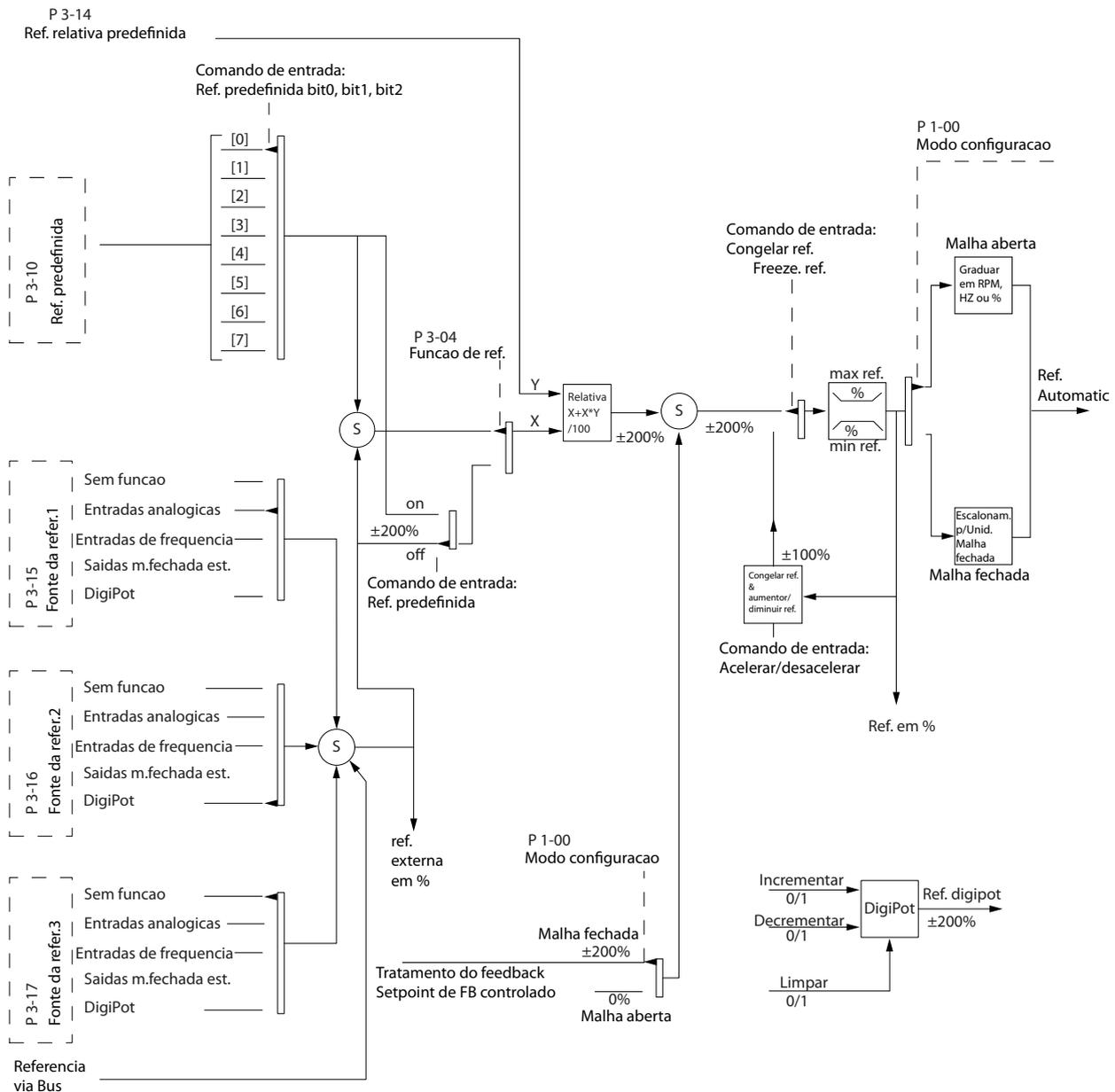


Ilustração 11.3 Tratamento remoto da referência

### 11.2.3 Tratamento de feedback

O tratamento de feedback pode ser configurado para trabalhar com aplicações que exigem controle avançado, como múltiplos setpoints e múltiplos tipos de feedback. Consulte o *Ilustração 11.4*. Três tipos de controle são comuns:

#### Zona única (setpoint único)

Este tipo do controle é uma configuração de feedback básico. O Setpoint 1 é adicionado a qualquer outra referência (se houver) e o sinal de feedback é selecionado.

#### Zonas múltiplas (setpoint único)

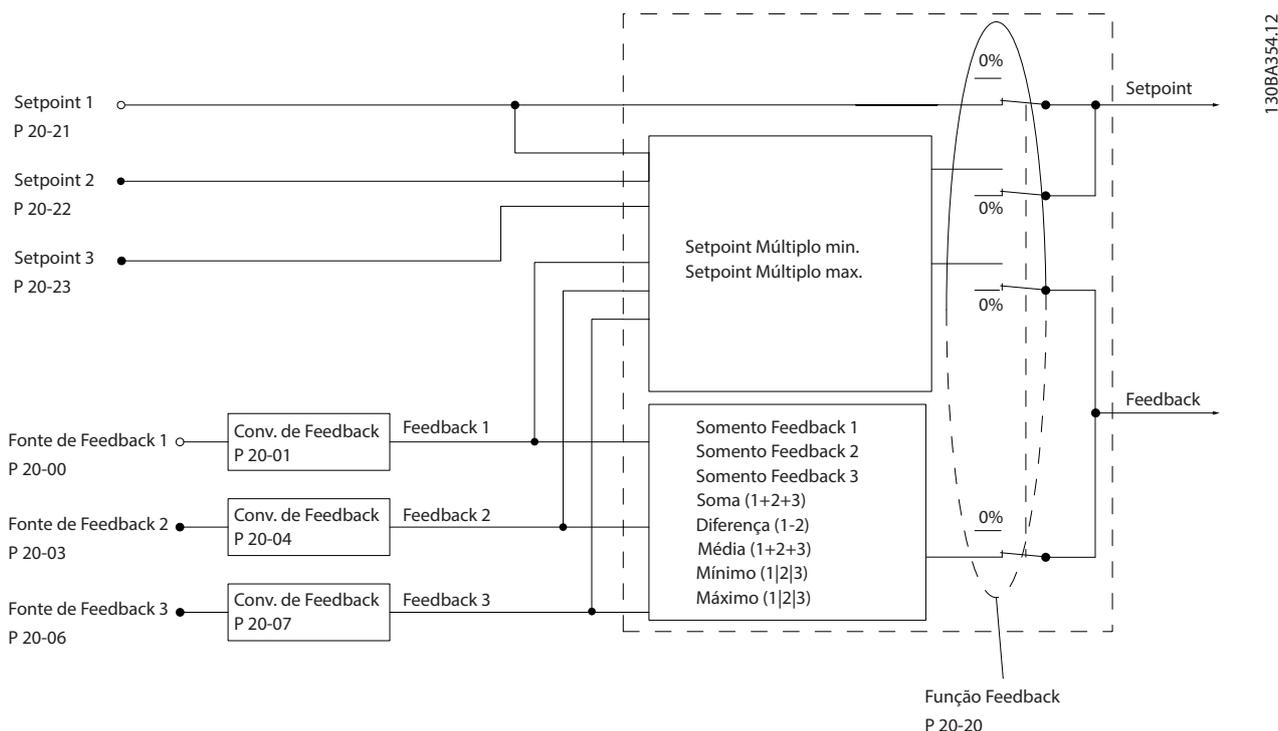
Este tipo de controle usa 2 ou 3 sensores de feedback, mas somente 1 setpoint. O feedback pode ser adicionado, subtraído ou em média. Além disso, o valor máximo ou mínimo pode ser usado. O setpoint 1 é utilizado exclusivamente nesta configuração.

**Zonas múltiplas (setpoint/feedback)**

O par setpoint/feedback com a maior diferença controla a velocidade do conversor. O valor máximo tenta manter todas as zonas nos respectivos setpoints, ou abaixo, enquanto o valor mínimo tenta manter todas as zonas nos seus respectivos setpoints, ou acima.

**Exemplo:**

Uma aplicação de 2 setpoints e 2 zonas. O setpoint da zona 1 é de 15 bar e o feedback é de 5,5 bar. O setpoint da zona 2 é de 4,4 bar e o feedback é de 4,6 bar. Se o valor máximo for seleccionado, o setpoint e o feedback da zona 2 são enviados ao controlador PID, pois ele tem a menor diferença (o feedback é maior do que o setpoint, resultando em uma diferença negativa). Se o valor mínimo for seleccionado, o setpoint e o feedback da zona 1 serão enviados ao controlador PID, pois ele tem a diferença maior (o feedback é menor do que o setpoint, resultando em uma diferença positiva).

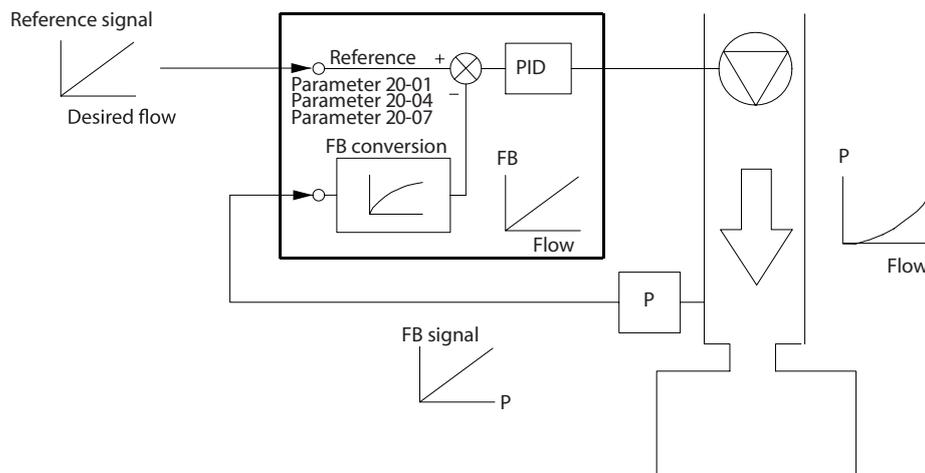


11

Ilustração 11.4 Diagrama de blocos do processamento de sinal de feedback

**Conversão de feedback**

Em algumas aplicações, é útil converter o sinal de feedback. Um exemplo é usar um sinal de pressão para fornecer feedback do fluxo. Uma vez que a raiz quadrada da pressão é proporcional ao fluxo, a raiz quadrada do sinal de pressão produz um valor proporcional ao fluxo; consulte *Ilustração 11.5*.



130BF834.10

Ilustração 11.5 Conversão de feedback

## 11.2.4 Visão geral da estrutura de controle

A estrutura de controle é um processo de software que controla o motor com base em referências definidas pelo usuário (por exemplo, RPM) e se o feedback é usado/não usado (malha aberta/malha fechada). O operador define o controle em *parâmetro 1-00 Modo Configuração*.

As estruturas de controle são as seguintes:

### Estrutura de controle em malha aberta

- Velocidade (RPM)
- Torque (Nm)

### Estrutura de controle em malha fechada

- Velocidade (RPM)
- Torque (Nm)
- Processo (unidades definidas pelo usuário, por exemplo, pés, lpm, psi, %, bar)

## 11.2.5 Estrutura de controle em malha aberta

No modo de malha aberta, o conversor usa uma ou mais referências (local ou remota) para controlar o torque ou a velocidade do motor. Há 2 tipos de controle em malha aberta:

- Controle da velocidade. Sem feedback do motor.
- Controle de torque. Usado em modo VVC<sup>+</sup>. A função é utilizada em aplicações mecanicamente robustas, mas a precisão é limitada. A função de torque em malha aberta funciona somente em um sentido de rotação. O torque é calculado com base na medição de corrente dentro do conversor. Consulte *capítulo 12 Exemplos de Aplicações*.

Na configuração mostrada em *Ilustração 11.6*, o conversor funciona no modo de malha aberta. Ele recebe a entrada do LCP (modo manual ligado) ou através de um sinal remoto (modo automático ligado).

O sinal (referência de velocidade) é recebido e condicionado com o seguinte:

- Limites mínimos e máximos programados de velocidade do motor (em RPM e Hz).
- Tempo de desaceleração e aceleração.

- Sentido de rotação do motor.

Em seguida, a referência é transmitida para controlar o motor.

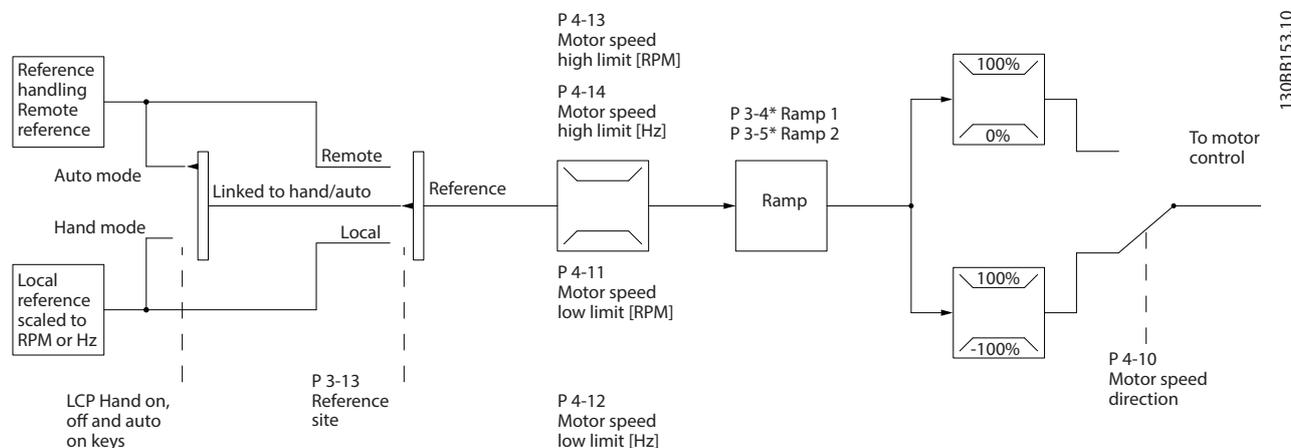


Ilustração 11.6 Diagrama de blocos de uma estrutura de controle em malha aberta

## 11.2.6 Estrutura de controle em malha fechada

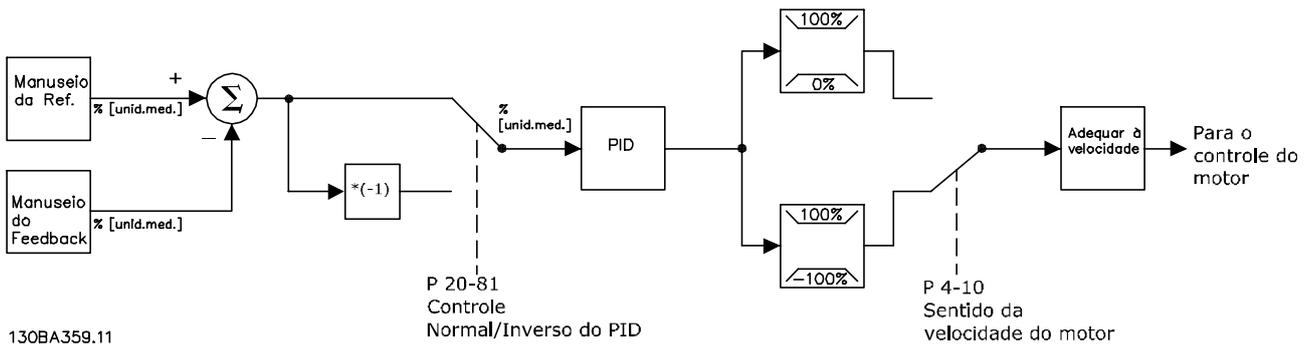
No modo de malha fechada, o conversor usa uma ou mais referências (local ou remota) e sensores de feedback para controlar o motor. O conversor recebe um sinal de feedback de um sensor do sistema. Em seguida, compara esse feedback com um valor de referência do setpoint e determina se há alguma discrepância entre esses 2 sinais. O conversor ajusta a velocidade do motor para corrigir a discrepância.

Por exemplo, considere uma aplicação de bomba na qual a velocidade da bomba é controlada de modo que a pressão estática em um tubo seja constante (consulte *Ilustração 11.7*). O conversor recebe um sinal de feedback de um sensor do sistema. Ele compara esse feedback com um valor de referência de setpoint e determina a discrepância, se houver, entre estes 2 sinais. Em seguida, ajusta a velocidade do motor para compensar essa discrepância.

O setpoint de pressão estática é o sinal de referência para o conversor. Um sensor de pressão estática mede a pressão estática real no tubo e fornece essa informação ao conversor como um sinal de feedback. Se o sinal de feedback exceder a referência do setpoint, o conversor desacelera para reduzir a pressão. Da mesma forma, se a pressão do tubo for menor do que a referência do setpoint, o conversor acelera para aumentar a pressão da bomba.

Existem 3 tipos de controle em malha fechada:

- Controle da velocidade. Este tipo de controle exige uma velocidade de feedback do PID para uma entrada. Um controle em malha fechada de velocidade otimizado corretamente tem maior precisão do que um controle em malha aberta de velocidade. O controle de velocidade é utilizado apenas em VLT® AutomationDrive FC 302.
- Controle de torque. Usado no modo de fluxo com feedback do encoder, este controle oferece desempenho superior em todos os 4 quadrantes e em todas as velocidades do motor. O controle de torque é utilizado apenas em VLT® AutomationDrive FC 302.  
A função de controle de torque é usada em aplicações em que o torque no eixo de saída do motor está controlando a aplicação como controle de tensão. A configuração de torque é feita definindo uma referência analógica, digital ou controlada por barramento. Ao executar o controle de torque, é recomendável fazer um procedimento AMA completo, pois os dados corretos do motor são essenciais para um desempenho ideal.
- Controle de processo. Usado para controlar parâmetros de aplicação que são medidos por diferentes sensores (pressão, temperatura e fluxo) e que são afetados pelo motor conectado através de uma bomba ou ventilador.



130BA359.11

Ilustração 11.7 Diagrama de blocos do controlador em malha fechada

### Recursos programáveis

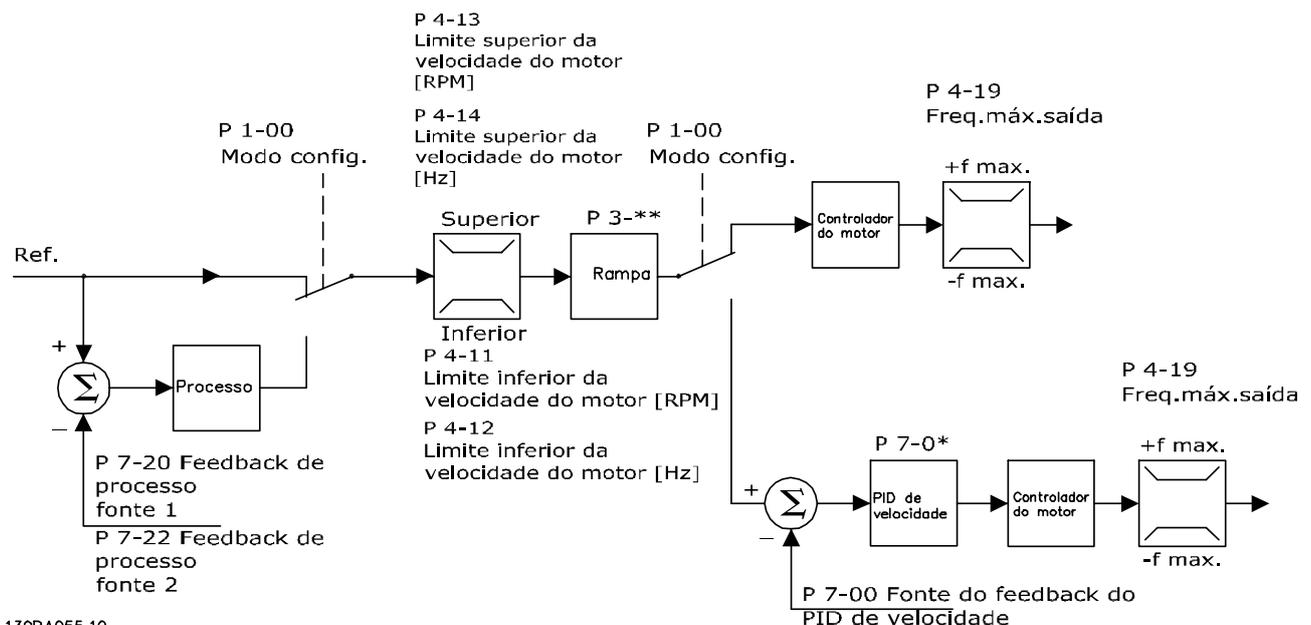
Embora os valores padrão para a unidade em malha fechada geralmente ofereçam desempenho satisfatório, o controle de sistema pode ser otimizado ao ajustar os parâmetros PID. A *Sintonização automática* é fornecida para essa otimização.

- Regulagem inversa - a velocidade do motor aumenta quando um sinal de feedback é alto.
- Frequência de partida - permite ao sistema alcançar rapidamente um status operacional antes de o controlador do PID assumir.
- Filtro passa-baixa embutido - reduz o ruído do sinal de feedback.

## 11.2.7 Processamento de controle

Consulte *Ativar/desativar parâmetros em modos de controle do drive diferentes no guia de programação* para obter uma visão geral de qual configuração de controle está disponível para a sua aplicação, dependendo da seleção de um motor CA ou um motor PM não saliente.

### 11.2.7.1 Estrutura de Controle no VVC+



130BA055.10

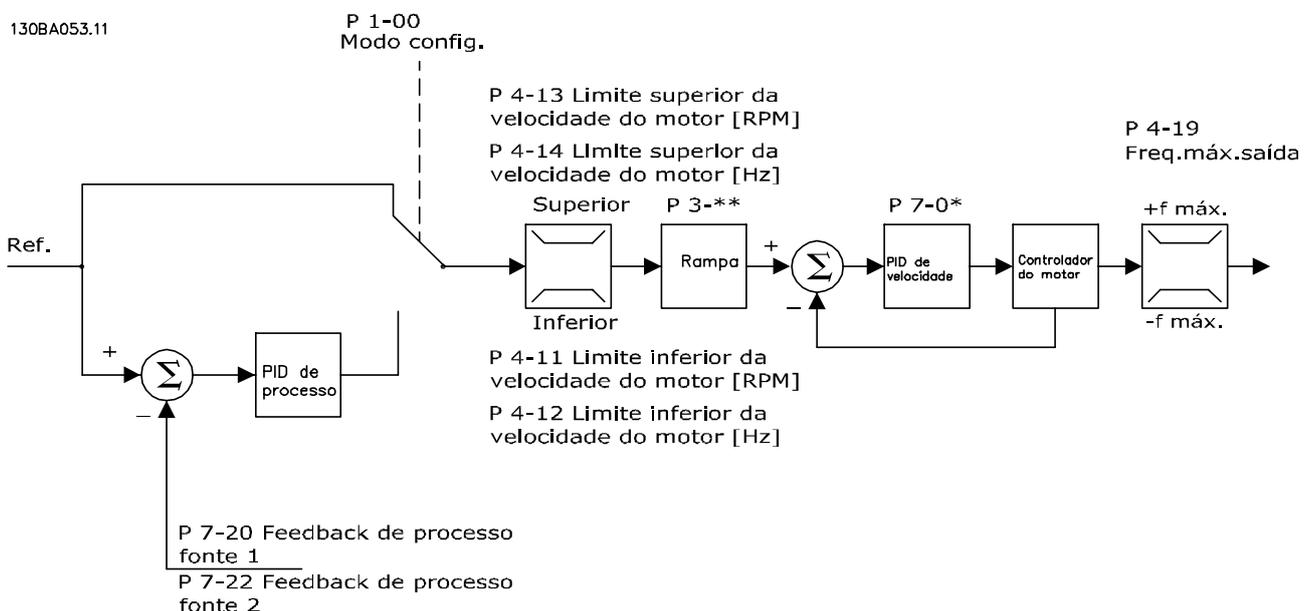
Ilustração 11.8 Estrutura de controle nas configurações de malha aberta e malha fechada do VVC+

Na *Ilustração 11.8*, a referência resultante do sistema de tratamento da referência é recebida e alimentada pelo limite da rampa e pelo limite de velocidade antes de ser enviada para o controle do motor. A saída do controle do motor fica então restrita pelo limite de frequência máxima.

*Parâmetro 1-01 Princípio de Controle do Motor* é programado para [1] VVC<sup>+</sup> e *parâmetro 1-00 Modo Configuração* é programado para [0] *Velocidade em malha aberta*. Se *parâmetro 1-00 Modo Configuração* for programado para [1] *Velocidade em malha fechada*, a referência resultante é passada do limite da rampa e limite de velocidade para um controle do PID de velocidade. Os parâmetros de controle do PID de velocidade estão localizados no grupo do parâmetro 7-0\* *Contrl. PID de Veloc.* A referência resultante do controle do PID de velocidade é enviada ao controle do motor limitado pelo limite de frequência.

Selecione [3] *Processo* em *parâmetro 1-00 Modo Configuração* para usar o controle do PID do processo para controle em malha fechada de, por exemplo, velocidade ou pressão na aplicação controlada. Os parâmetros do PID do processo estão nos grupos de parâmetros 7-2\* *Feedb Ctrl. Process* e 7-3\* *Ctrl. PID Processos*.

### 11.2.7.2 Estrutura de controle em fluxo sem sensores



**Ilustração 11.9** Estrutura de controle em configurações de malha aberta e fechada para fluxo sem sensores

Na *Ilustração 11.9*, a referência resultante do sistema de tratamento da referência é alimentada pelo limite de rampa e limite de velocidade, conforme determinado pelas programações de parâmetro indicadas.

*Parâmetro 1-01 Princípio de Controle do Motor* é programado para [2] *Flux Sensorless* e *parâmetro 1-00 Modo Configuração* é programado para [0] *Malha aberta veloc.* Um retorno de velocidade estimado é gerado para o PID de velocidade para controlar a frequência de saída. O PID de velocidade deve ser definido com seus parâmetros P, I e D (*grupo do parâmetro 7-0\* Contrl. PID de Veloc.*).

Selecione [3] *Processo* em *parâmetro 1-00 Modo Configuração* para usar o controle do PID de processo para o controle em malha fechada da aplicação controlada. Os parâmetros do PID de processo estão nos grupos de parâmetros 7-2\* *Feedb Ctrl. Process* e 7-3\* *Ctrl. PID Processos*.

### 11.2.7.3 Estrutura de controle em fluxo com feedback de motor

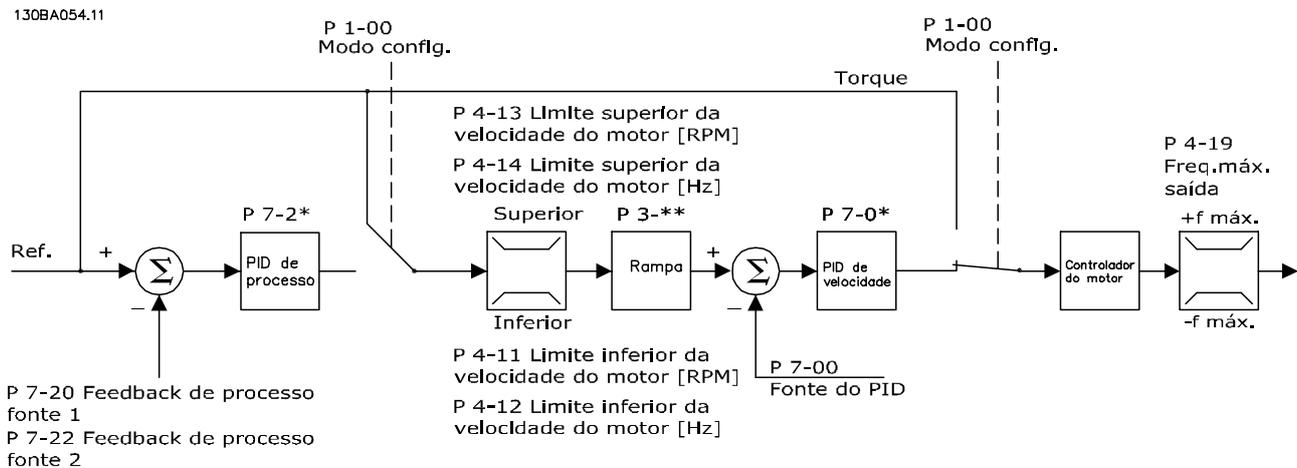


Ilustração 11.10 Estrutura de controle em fluxo com configuração de feedback de motor

Na *Ilustração 11.10*, o controle do motor nesta configuração depende de um sinal de feedback de um encoder ou resolver montado diretamente no motor (definido no *parâmetro 1-02 Fonte Feedback.Flux Motor*). A referência resultante pode ser usada como entrada para o controle do PID de velocidade, ou diretamente como referência de torque.

*Parâmetro 1-01 Princípio de Controle do Motor* é programado para [3] Fluxo com feedback do motor e *parâmetro 1-00 Modo Configuração* é programado para [1] Velocidade em malha fechada. Os parâmetros de controle do PID de velocidade estão no grupo do *parâmetro 7-0\* Contrl. PID de Veloc.*

O controle de torque só pode ser selecionado na configuração do Fluxo c/ feedback do motor (*parâmetro 1-01 Princípio de Controle do Motor*). Quando este modo for selecionado, a referência usa a unidade de medida Nm. Não exige nenhum feedback de torque, pois o torque real é calculado com base na medida atual do conversor.

O controle do PID de processo pode ser usado para controle de velocidade ou pressão em malha fechada na aplicação controlada. Os parâmetros do PID do processo estão nos grupos de parâmetros 7-2\* *Feedb Ctrl. Process* e 7-3\* *Ctrl. PID Processos*.

### 11.2.7.4 Controle de corrente interna no modo VVC<sup>+</sup>

Quando o torque do motor exceder os limites de torque programados em *parâmetro 4-16 Limite de Torque do Modo Motor*, *parâmetro 4-17 Limite de Torque do Modo Gerador* e *parâmetro 4-18 Limite de Corrente*, o controle de limite de corrente integral é ativado.

Quando o conversor estiver no limite de corrente durante o funcionamento do motor ou operação regenerativa, ele tentará ficar abaixo dos limites de torque predefinidos o mais rápido possível, sem perder o controle do motor.

## 12 Exemplos de Aplicações

Os exemplos desta seção se destinam a uma referência rápida para aplicações comuns.

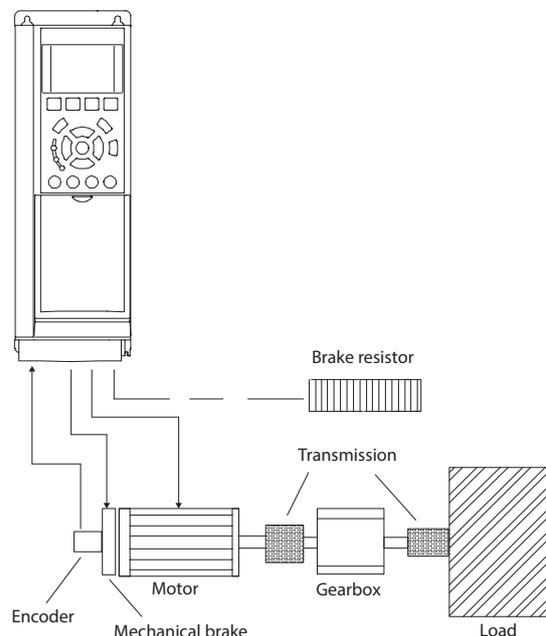
- As configurações dos parâmetros são os valores padrão regionais, a menos que seja indicado de outra forma (selecionado em *parâmetro 0-03 Regional Settings*).
- Os parâmetros associados aos terminais e suas configurações estão mostrados ao lado dos desenhos.
- As configurações dos interruptores para os terminais analógicos A53 ou A54 são mostradas onde necessário.
- Para STO, um fio jumper pode ser necessário entre o terminal 12 e o terminal 37 quando usar valores de programação padrão de fábrica.

### 12.1 Programar um sistema do drive de malha fechada

Um sistema de conversor de malha fechada normalmente consiste no seguinte:

- Motor
- Drive
- Encoder como sistema de feedback
- Freio mecânico
- Resistor do freio para a frenagem dinâmica
- Transmissão
- Caixa de engrenagem
- Carga

Aplicações que exigem controle do freio mecânico normalmente necessitam de um resistor do freio.



130BT865.10

Ilustração 12.1 Setup básico para FC 302 controle da velocidade de malha fechada

### 12.2 Configurações de fiação para Adaptação Automática do Motor (AMA)

		Parâmetros	
FC		Função	Configuração
+24 V	12	Parâmetro 1-29 Adaptação Automática do Motor (AMA)	[1] Ativar AMA completa
+24 V	13		
D IN	18	Parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital	[2]* Parada por inércia inversa
D IN	19		
COM	20	*=Valor padrão	
D IN	27	<b>Notas/comentários:</b> Programe o grupo do parâmetro 1-2* Dados do Motor de acordo com a plaqueta de identificação do motor.	
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabela 12.1 Configuração de fiação para AMA com T27 conectado

		Parâmetros	
FC		Função	Configuração
+24 V	12	130BB930.10	Parâmetro 1-29 Adaptação Automática do Motor (AMA)
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50	e30bb927.11	Parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
		*=Valor padrão	
		Notas/comentários: Programe o grupo do parâmetro 1-2* Dados do Motor de acordo com a plaqueta de identificação do motor.	

Tabela 12.2 Configuração de fiação para AMA sem T27 conectado

### 12.3 Configurações de fiação para Referência de Velocidade Analógica

		Parâmetros	
FC		Função	Configuração
+10 V	50	e30bb926.11	Parâmetro 6-10 Terminal 53 Low Voltage
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
		*=Valor padrão	
		Notas/comentários:	

Tabela 12.3 Configuração de fiação para referência de velocidade analógica (Tensão)

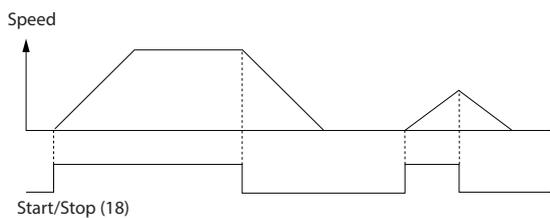
		Parâmetros	
FC		Função	Configuração
+10 V	50	e30bb927.11	Parâmetro 6-12 Terminal 53 Low Current
A IN	53		
A IN	54		
		*=Valor padrão	
		Notas/comentários:	

Tabela 12.4 Configuração de fiação para referência de velocidade analógica (Corrente)

### 12.4 Configurações de fiação para Partida/Parada

		Parâmetros	
FC		Função	Configuração
+24 V	12	130BB802.10	Parâmetro 5-10 Terminal 18 Digital Input
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
		*=Valor padrão	
		Notas/comentários: Se parâmetro 5-12 Terminal 27 Digital Input estiver programado para [0] Sem operação, não é necessário um fio do jumper para o terminal 27.	

Tabela 12.5 Configuração de fiação para comando de partida/parada com Safe Torque Off



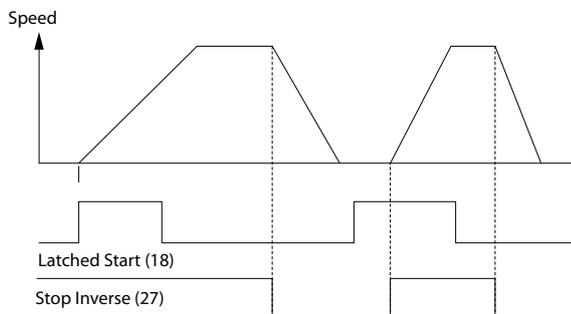
130BB805.12

Ilustração 12.2 Partida/parada com Safe Torque Off

		Parâmetros	
FC		Função	Configuração
+24 V	12	Parâmetro 5-10	[9] Partida por pulso
+24 V	13	Terminal 18	Digital Input
D IN	18	Parâmetro 5-12	[6] Parada por inércia inversa
D IN	19	Terminal 27	Digital Input
COM	20	*=Valor padrão	
D IN	27	<b>Notas/comentários:</b>	
D IN	29	Se parâmetro 5-12 Terminal 27 Digital Input estiver programado para [0] Sem operação, não é necessário um fio do jumper para o terminal 27.	
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

130BB803.10

Tabela 12.6 Configuração da fiação para partida/parada por pulso



130BB806.10

Ilustração 12.3 Partida por pulso/Parada por inércia inversa

		Parâmetros	
FC		Função	Configuração
+24 V	12	Parâmetro 5-10	[8] Partida
+24 V	13	Terminal 18	Digital Input
D IN	18	Parâmetro 5-11	[10] Reversão*
D IN	19	Terminal 19,	Entrada Digital
COM	20		
D IN	27	Parâmetro 5-12	[0] Sem operação
D IN	29	Terminal 27	Digital Input
D IN	32	Parâmetro 5-14	[16] Referência predefinida bit 0
D IN	33	Terminal 32,	Entrada Digital
+10 V	50	Parâmetro 5-15	[17] Referência predefinida bit 1
A IN	53	Terminal 33	Entrada Digital
A IN	54	Parâmetro 3-10	Referência Predefinida
COM	55	Referência predefinida 0	25%
A OUT	42	Referência predefinida 1	50%
COM	39	Referência predefinida 2	75%
		Referência predefinida 3	100%
		*=Valor padrão	
		<b>Notas/comentários:</b>	

130BB934.11

Tabela 12.7 Configuração de fiação para partida/parada com reversão e 4 velocidades predefinidas

### 12.5 Configuração de fiação para um Reset de Alarme Externo

		Parâmetros	
FC		Função	Configuração
+24 V	12	Parâmetro 5-11	[1]
+24 V	13	Terminal 19	Reinicializar
D IN	18	Digital Input	
D IN	19	*=Valor padrão	
COM	20	Notas/comentários:	
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabela 12.8 Configuração de fiação para um reset de alarme externo

### 12.6 Configuração de fiação para a referência de velocidade usando um potenciômetro manual

		Parâmetros	
FC		Função	Configuração
+10 V	50	Parâmetro 6-10	0,07 V*
A IN	53	Terminal 53 Low Voltage	
A IN	54	Terminal 53 High Voltage	
COM	55	Parâmetro 6-11	10 V*
A OUT	42	Parâmetro 6-14	0 RPM
COM	39	Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	
		Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1.500 RPM
		*=Valor padrão	
		Notas/comentários:	

Tabela 12.9 Configuração de fiação para referência de velocidade (usando um potenciômetro manual)

### 12.7 Configuração de fiação para aceleração/desaceleração

		Parâmetros	
FC		Função	Configuração
+24 V	12	Parâmetro 5-10	[8] Partida*
+24 V	13	Terminal 18	
D IN	18	Digital Input	
D IN	19	Parâmetro 5-12	[19] Congelar referência
COM	20	Terminal 27	
D IN	27	Digital Input	
D IN	29	Parâmetro 5-13	[21] Aceleração
D IN	32	Terminal 29, Entrada Digital	
D IN	33	Parâmetro 5-14	[22] Desaceleração
D IN	37	Terminal 32, Entrada Digital	
		*=Valor padrão	
		Notas/comentários:	

Tabela 12.10 Configuração de fiação para aceleração/desaceleração

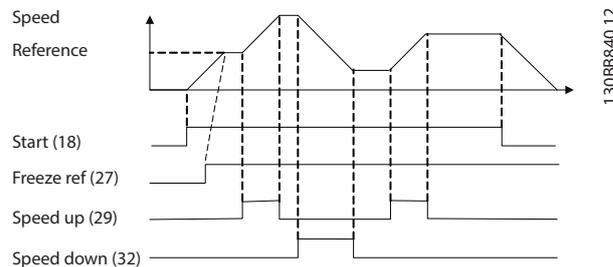


Ilustração 12.4 Aceleração/desaceleração

### 12.8 Configuração de fiação para conexão de rede RS485

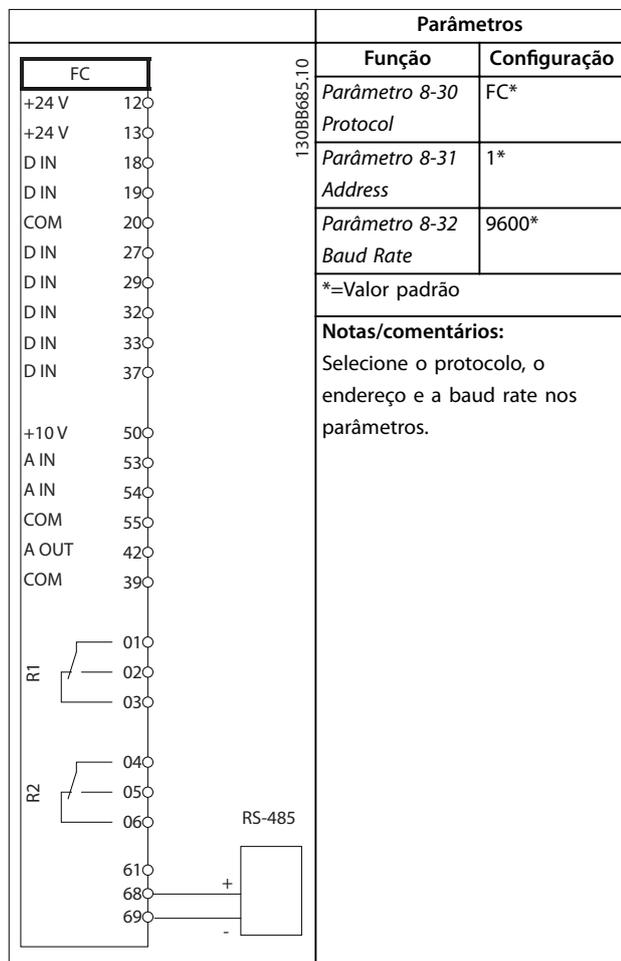


Tabela 12.11 Configuração de fiação para conexão de rede RS485

### 12.9 Configuração de fiação para um termistor do motor

**AVISO!**

Os termistores devem usar um isolamento reforçado ou duplo para atender aos requisitos de isolamento PELV.

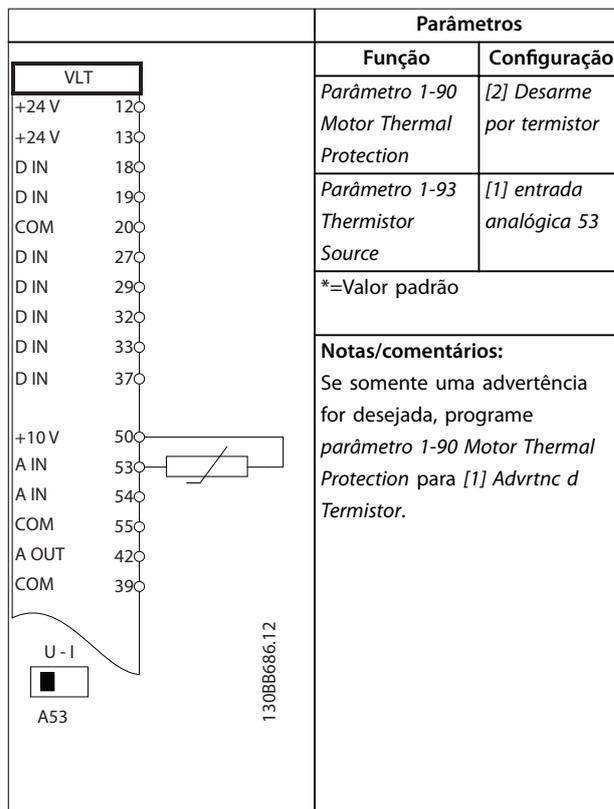


Tabela 12.12 Configuração de fiação para um termistor do motor

### 12.10 Configuração de fiação para um setup de relé com smart logic control

FC		Parâmetros	
		Função	Configuração
+24 V	12	Parâmetro 4-30	[1]
+24 V	13	Função Perda Fdbk do Motor	Advertência
D IN	18	Parâmetro 4-31	100 RPM
D IN	19	Erro Feedb Veloc. Motor	
COM	20	Parâmetro 4-32	5 s
D IN	27	Timeout Perda Feedb Motor	
D IN	29	Parâmetro 7-00	[2] MCB 102
D IN	32	Fonte do Feedb. do PID de Veloc.	
D IN	33	Parâmetro 17-11	1024*
D IN	37	Resolução (PPR)	
+10 V	50	Parâmetro 13-00	[1] On (Ligado)
A IN	53	SL Controller Mode	
A IN	54	Parâmetro 13-01	[19]
COM	55	Iniciar Evento	Advertência
A OUT	42	Parâmetro 13-02	[44] Tecla reset
COM	39	Parar Evento	
01	02	Parâmetro 13-10	[21]
03	04	Operando do Comparador	Advertência n°.
05	06	Parâmetro 13-11	[1] ≈ (igual)*
		Operador do Comparador	
		Parâmetro 13-12	90
		Comparador Value	
		Parâmetro 13-51	[22]
		Evento do SLC	Comparador 0
		Parâmetro 13-52	[32] Definir
		Ação do SLC	saída digital A baixa
		Parâmetro 5-40	[80] Saída
		Função do Relé	digital do SL A
*=Valor padrão			

**Notas/comentários:**  
 Se o limite no monitor de feedback for excedido, a advertência 90, Mon. Feedback é emitida. O SLC monitora a advertência 90, Mon. Feedback e se a advertência se tornar verdadeira, o relé 1 é acionado.  
 Equipamento externo pode exigir serviço. Se o erro de feedback cair abaixo do limite novamente em 5 s, o conversor continua e a advertência desaparece. Reinicialize o relé 1 pressionando [Reset] no LCP.

Tabela 12.13 Configuração de fiação para um setup de relé com Smart Logic Control

### 12.11 Configuração de fiação para o controle do freio mecânico

FC		Parâmetros	
		Função	Configuração
+24 V	12	Parâmetro 5-40	[32] Controle
+24 V	13	Função do Relé	do freio mecânico
D IN	18	Parâmetro 5-10	[8] Partida*
D IN	19	Terminal 18	
COM	20	Digital Input	
D IN	27	Parâmetro 5-11	[11] Partida em reversão
D IN	29	Terminal 19,	
D IN	32	Entrada Digital	
D IN	33	Parâmetro 1-71	0,2
D IN	37	Atraso da Partida	
+10 V	50	Parâmetro 1-72	[5] Sentido
A IN	53	Função de Partida	horário VVC+/FLUX
A IN	54	Parâmetro 1-76	$I_{m,n}$
COM	55	Corrente de Partida	
A OUT	42	Parâmetro 2-20	Dependente da aplicação
COM	39	Corrente de Liberação do Freio	
01	02	Parâmetro 2-21	Metade do deslizamento nominal do motor
03	04	Velocidade de Ativação do Freio [RPM]	
05	06		
*=Valor padrão			
<b>Notas/comentários:</b>			

Tabela 12.14 Configuração de fiação para controle do freio mecânico

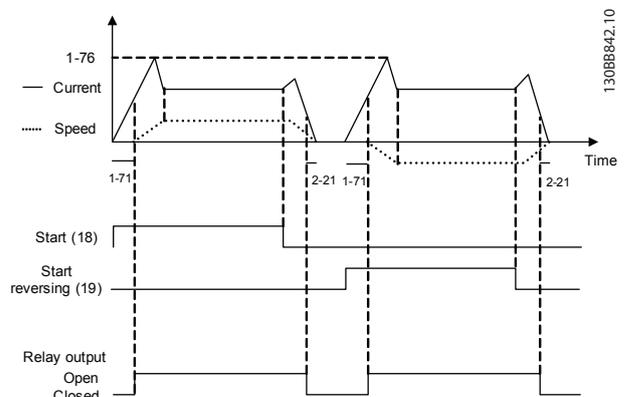


Ilustração 12.5 Controle do Freio Mecânico

### 12.12 Configuração de fiação para o encoder

A direção do encoder, identificada ao olhar a extremidade do eixo, é determinada pela ordem em que os pulsos entram no drive. Consulte o *Ilustração 12.6*.

- Sentido horário (CW) significa que o canal A está a 90 graus elétricos antes do canal B.
- Sentido anti-horário (CCW) significa que o canal B está a 90 graus elétricos antes do canal A.

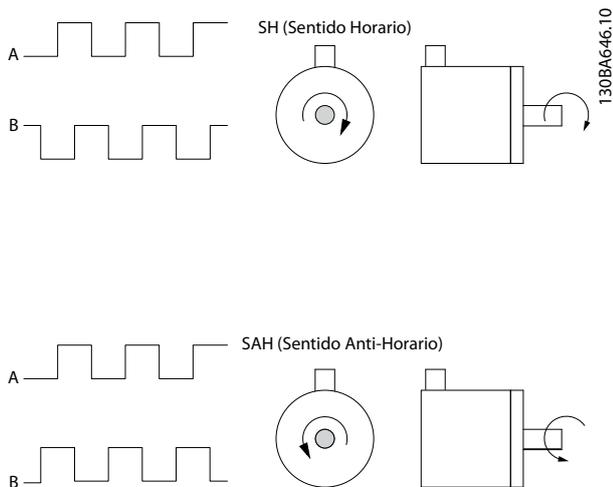


Ilustração 12.6 Determinação da direção do encoder

#### **AVISO!**

Comprimento de cabo máximo de 5 m (16 pés).

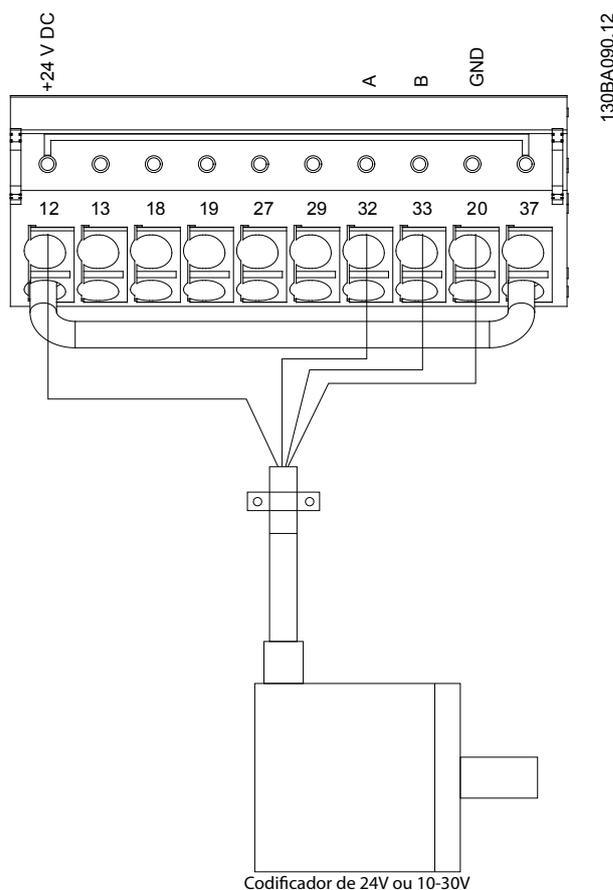


Ilustração 12.7 Configuração dos fios para o encoder

### 12.13 Configuração de fiação para limite de torque e parada

Nas aplicações com um freio eletromecânico externo, como aplicações de içamento, é possível parar o conversor por meio de um comando de parada padrão e ativar simultaneamente o freio eletromecânico externo. A *Ilustração 12.8* mostra a programação dessas conexões do conversor.

Se um comando de parada for ativado pelo terminal 18 e o conversor não estiver no limite de torque, o motor desacelera até 0 Hz.

Se o conversor estiver no limite de torque e um comando de parada for ativado, o sistema ativa a saída do terminal 29 (programado para [27] *Lim.deTorque&Parada*). O sinal para o terminal 27 muda da lógica 1 para a lógica 0 e o motor entra em parada por inércia. Este processo garante que a grua irá parar mesmo que o conversor não suporte o torque exigido, por exemplo, devido a uma sobrecarga excessiva.

Para programar o limite de parada e torque, conecte aos seguintes terminais:

- Partida/parada por meio do terminal 18  
(Parâmetro 5-10 Terminal 18 Entrada Digital [8] Partida).
- Parada rápida pelo terminal 27  
(Parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital [2] Parada/inérc, reverso).
- Saída do terminal 29  
(Parâmetro 5-02 Modo do Terminal 29 [1] Modo de saída do terminal 29 e parâmetro 5-31 Terminal 29 Saída Digital [27] Lim.deTorque&Parada).
- Saída do relé [0] (Relé 1)  
(Parâmetro 5-40 Função do Relé [32] Ctrlfreio mecân).

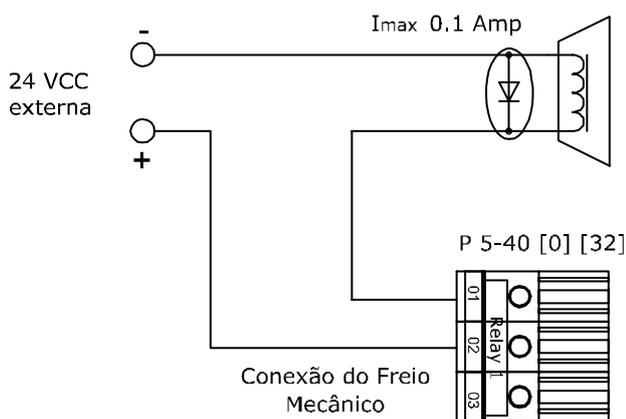
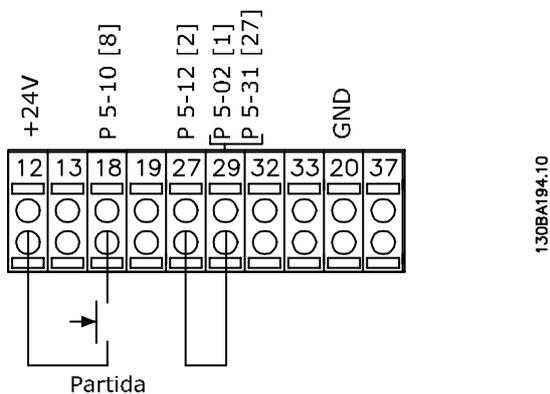


Ilustração 12.8 Configuração de fiação para limite de parada e torque

## 13 Como comprar um drive

### 13.1 Configurador do Drive

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
F	C	-								T											X	X	S	X	X	X	X	A		B		C						D

130BC530.10

Tabela 13.1 String do Código do Tipo

Grupo de produto	1-6	
Modelo	7-10	
Tensão de rede	11-12	
Gabinete	13-15	
Configuração do hardware	16-23	
Filtro de RFI/drive harmônico baixo 12 pulsos	16-17	
Freio	18	
Display (LCP)	19	
Revestimento do PCB	20	
Opcional de rede elétrica	21	
Adaptação A	22	
Adaptação B	23	
Release de software	24-27	
Idioma do software	28	
Opcionais A	29-30	
Opcionais B	31-32	
Opcionais C0, MCO	33-34	
Opcionais C1	35	
Software do opcional C	36-37	
Opcionais D	38-39	

Tabela 13.2 Exemplo de código do tipo para a solicitação de pedido de um drive

Configure o drive correto para a aplicação adequada usando o configurador do drive baseado na internet. O configurador do drive é encontrado no site da internet global: [www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives). O configurador cria uma string do código do tipo e um número de vendas de 8 dígitos, que podem ser entregues ao escritório de vendas local. Também é possível criar uma lista de projeto com vários produtos e enviá-la a um representante de vendas Danfoss.

Um exemplo de um string do código do tipo é:

FC-302P450T5E54H4CGCXXXSXXXXA0BXCXXXX0

O significado dos caracteres no string é definido neste capítulo. No exemplo acima, um drive F3 é configurado com os seguintes opcionais:

- Filtro de RFI
- Safe Torque Off com relé Pilz
- Revestido de PCB
- PROFIBUS DP-V1

Drives são entregues automaticamente com o pacote de idiomas relevante para a região da qual eles foram comprados. Quatro pacotes regionais de idiomas cobrem os seguintes idiomas:

#### Pacote de Idiomas 1

Inglês, alemão, francês, dinamarquês, alemão, espanhol, sueco, italiano e finlandês.

#### Pacote de Idiomas 2

Inglês, alemão, chinês, coreano, japonês, tailandês, chinês tradicional e indonésio de Bahasa.

#### Pacote de Idiomas 3

Inglês, alemão, esloveno, búlgaro, sérvio, romeno, húngaro, tcheco e russo.

#### Pacote de Idiomas 4

Inglês, alemão, espanhol, inglês dos Estados Unidos, grego, português do Brasil, turco e polonês.

Para comprar drives com pacote de idiomas diferentes, entre em contato com o escritório de vendas Danfoss local.

## 13.1.1 Solicitação de pedido do código do tipo para gabinetes E1–E2

Descrição	Posição	Opcional possível
Grupo de produto	1–6	FC-302
Modelo	7–10	P315–P560
Tensão de rede	11–12	T5: 380–500 V CA T7: 525–690 V CA
Gabinete	13–15	E00: IP00 (chassi - para instalação em um gabinete externo) C00: IP00/Chassi com canal traseiro de aço inoxidável E21: IP21 (NEMA 1) E54: IP54 (NEMA 12) E2M: IP21 (NEMA 1) com blindagem de rede elétrica E5M: IP54 (NEMA 12) com blindagem de rede elétrica
Filtro de RFI	16–17	H2: Filtro de RFI, classe A2 (padrão) H4: Filtro de RFI classe A1 <sup>1)</sup> B2: Drive de 12 pulsos com filtro de RFI, classe A2 B4: Drive de 12 pulsos com o filtro de RFI, classe A1 N2: LHD com filtro de RFI, classe A2 N4: LHD com filtro de RFI, classe A1
Freio	18	B: IGBT do freio montado X: Sem IGBT do freio R: Terminais Regen S: Freio + regen
Display	19	G: Painel de controle local (LCP) gráfico N: Painel de Controle Local (LCP) numérico X: Sem painel de controle local (LCP)
Revestimento do PCB	20	C: Revestido de PCB
Opcional de rede elétrica	21	X: Sem opcional de rede elétrica 3: Desconexão da rede elétrica e fusível 5: Rede elétrica desconectada, fusível e load sharing 7: Fusível A: Fusível e load sharing D: Load Sharing
Adaptação	22	X: Entradas de cabo padrão
Adaptação	23	X: Sem adaptação
Release de software	24–27	Software real
Idioma do software	28	X: Pacote de idioma standard

Tabela 13.3 Solicitação de pedido do código do tipo para gabinetes E1–E2<sup>2)</sup>

1) Disponível somente para 380–500 V.

2) Consulte a fábrica para aplicações que exigem certificação marítima.

## 13.1.2 Solicitação de pedido do código do tipo para gabinetes F1–F4 e F8–F13

Descrição	Posição	Opcional possível
Grupo de produto	1–6	FC-302
Valor nominal da potência	7–10	P250–P1200 kW
Tensão de rede	11–12	T5: 380–500 V CA T7: 525–690 V CA

Descrição	Posição	Opcional possível
Gabinete	13–15	C21: IP21/NEMA Tipo 1 com canal traseiro de aço inoxidável C54: IP54/Tipo 12 com canal traseiro de aço inoxidável E21: IP 21/ NEMA Tipo 1 E54: IP 54/ NEMA Tipo 12 L2X: IP21/NEMA 1 com luz do painel elétrico e saída de energia IEC 230 V L5X: IP54/NEMA 12 com luz do painel elétrico e saída de energia IEC 230 V L2A: IP21/NEMA 1 com luz do painel elétrico e saída de energia NAM 115 V L5A: IP54/NEMA 12 com luz do painel elétrico e saída de energia NAM 115 V H21: IP21 com aquecedor elétrico e termostato H54: IP54 com aquecedor elétrico e termostato R2X: IP21/NEMA1 com aquecedor elétrico, termostato, luz e saída de energia IEC 230 V R5X: IP54/NEMA12 com aquecedor elétrico, termostato, luz e saída de energia IEC 230 V R2A: IP21/NEMA1 com aquecedor elétrico, termostato, luz e saída de energia NAM 115 V R5A: IP54/NEMA12 com aquecedor elétrico, termostato, luz e saída de energia NAM 115 V
Filtro de RFI	16–17	H2: Filtro de RFI, classe A2 (padrão) H4: Filtro de RFI, classe A1 HE: RCD com filtro de RFI classe A2 HF: RCD com filtro de RFI classe A1 HG: IRM com filtro de RFI classe A2 HH: IRM com filtro de RFI classe A1 HJ: Terminais NAMUR e filtro de RFI classe A2 HK: Terminais NAMUR com filtro de RFI classe A1 HL: RCD com terminais NAMUR e filtro de RFI classe A2 HM: RCD com terminais NAMUR e filtro de RFI classe A1 HN: IRM com terminais NAMUR e filtro de RFI classe A2 HP: IRM com terminais NAMUR e filtro de RFI classe A1 N2: Drive de harmônicas baixas com filtro de RFI, classe A2 N4: Drive de harmônicas baixas com filtro de RFI, classe A1 B2: Drive de 12 pulsos com filtro de RFI, classe A2 B4: Drive de 12 pulsos com o filtro de RFI, classe A1 BE: 12 pulsos + RCD para rede elétrica TN/TT + RFI classe A2 BF: 12 pulsos + RCD para rede elétrica TN/TT + RFI classe A1 BG: 12 pulsos + IRM para rede elétrica IT + RFI classe A2 BH: 12 pulsos + IRM para rede elétrica IT + RFI classe A1 BM: 12 pulsos + RCD para rede elétrica TN/TT + terminais NAMUR + RFI classe A1 <sup>1)</sup>
Freio	18	B: IGBT do freio montado X: Sem IGBT do freio C: Safe Torque Off com relé de segurança Pilz D: Safe Torque Off com relé de segurança Pilz e IGBT do freio R: Terminais Regen M: Botão de parada de emergência IEC (com relé de segurança Pilz) N: Botão de parada de emergência IEC com IGBT do freio e terminais do freio P: Botão de parada de emergência IEC com terminais regen
Display	19	G: Painel de controle local (LCP) gráfico
Revestimento do PCB	20	C: Revestido de PCB

Descrição	Posição	Opcional possível
Opcional de rede elétrica	21	X: Sem opcional de rede elétrica 3: Desconexão da rede elétrica e fusível 5: Rede elétrica desconectada, fusível e load sharing 7: Fusível A: Fusível e load sharing D: Load Sharing E: Desconexão da rede elétrica, contator e fusíveis F: Disjuntor, contator e fusíveis da rede elétrica G: Desconexão da rede elétrica, contator, terminais de load sharing e fusíveis H: Disjuntor, contator, terminais de load sharing e fusíveis da rede elétrica J: Disjuntores e fusíveis da rede elétrica K: Disjuntor, terminais de load sharing e fusíveis da rede elétrica
Terminais de potência e starters do motor	22	X: Sem opcionais E: Terminais de potência protegidos por fusível de 30 A F: 30 A, terminais de potência protegidos por fusível e starter de motor manual 2.5–4 A G: 30 A, terminais de potência protegidos por fusível e starter de motor manual 4–6.3 A H: 30 A, terminais de potência protegidos por fusível e starter de motor manual 6.3–10 A J: 30 A, terminais de potência protegidos por fusível e starter de motor manual 10–16 A K: Dois starters de motor manual 2.5–4 A L: Dois starters de motor manual 4–6.3 M: Dois starters de motor manual 6.3–10 A N: Dois starters de motor manual 10–16 A
Monitoramento da temperatura externa e da alimentação auxiliar de 24 V.	23	X: Sem opcionais H: 5 A, alimentação de 24 V (uso do cliente) J: Monitoramento da temperatura externa G: 5 A, monitoramento da alimentação de 24 V (uso do cliente) e da temperatura externa
Release de software	24–27	Software real
Idioma do software	28	X: Pacote de idioma standard

Tabela 13.4 Solicitação de pedido do código do tipo para gabinetes F1–F4 e F8–F13<sup>2)</sup>

1) Exige VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 e VLT® Extended Relay Card MCB 113.

### 13.1.3 Solicitação de pedido de opcionais para todos os VLT® AutomationDrive gabinetes FC 302

Descrição	Posição	Opcional possível
Opcionais A	29–30	AX: Sem opcional A A0: VLT® PROFIBUS DP MCA 101 (padrão) A4: VLT® DeviceNet MCA 104 (padrão) A6: VLT® CANopen MCA 105 (padrão) 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

Descrição	Posição	Opcional possível
Opcionais B	31– 32	BX: Sem opcionais 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
Opcionais C	33– 34	CX: Sem opcionais C4: VLT® Motion Control Option MCO 305
Opcionais C1	35	X: Sem opcionais R: VLT® Extended Relay Card MCB 113
Software do opcional C	36– 37	XX: Controlador padrão 10: VLT® Synchronizing Controller MCO 350 (exige opcional C4) 11: VLT® Position Controller MCO 351 (exige opcional C4)
Opcionais D	38– 39	DX: Sem opcionais D0: VLT® 24 V DC Supply MCB 107

**Tabela 13.5 Solicitação de pedido dos códigos do tipo para opcionais FC 302**

## 13.2 Números da solicitação de pedido para opcionais/kits

### 13.2.1 Números da solicitação de pedido para opcionais A: Fieldbuses

Descrição	Solicitação de pedido	
	Sem camada de verniz	Revestido
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

**Tabela 13.6 Números da solicitação de pedido para opcionais A**

Para obter informações sobre compatibilidade do opcional de fieldbus e da aplicação com versões antigas do software, entre em contato com o fornecedor Danfoss.

### 13.2.2 Números da solicitação de pedido para opcionais B: Extensões funcionais

Descrição	Solicitação de pedido	
	Sem camada de verniz	Revestido
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

Tabela 13.7 Números da solicitação de pedido para opcionais B

### 13.2.3 Números da solicitação de pedido para opcionais C: Controle de movimento e placa de relé

Descrição	Solicitação de pedido	
	Sem camada de verniz	Revestido
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

Tabela 13.8 Números da solicitação de pedido para opcionais C

### 13.2.4 Números de solicitação de pedido para opcional D: Fonte de alimentação de backup de 24 V

Descrição	Solicitação de pedido	
	Sem revestimento	Com revestimento
VLT® 24 V DC Supply MCB 107	130B1108	130B1208

Tabela 13.9 Números de solicitação de pedido para opcional D

### 13.2.5 Números de solicitação de pedido para opcionais de software

Descrição	Solicitação de pedido
VLT® Software de Setup MCT 10 - 1 usuário.	130B1000
VLT® Software de Setup MCT 10 - 5 usuários.	130B1001
VLT® Software de Setup MCT 10 - 10 usuários.	130B1002
VLT® Software de Setup MCT 10 - 25 usuários.	130B1003
VLT® Software de Setup MCT 10 - 50 usuários.	130B1004
VLT® Software de Setup MCT 10 - 100 usuários.	130B1005
VLT® Software de Setup MCT 10 - sem limite de usuários.	130B1006

Tabela 13.10 Números de solicitação de pedido para opcionais de software

### 13.2.6 Números de solicitação de pedido para kits

Tipo	Descrição	Solicitação de pedido
Hardwares diversos		
USB na porta, E1 e F1–F13	Kit de extensão USB para permitir o acesso aos controles do conversor via laptop sem abrir o conversor.	E1–E2 – 130B1156 F1–F13 – 176F1784
Entrada superior para cabos de motor, F1/F3	Permite a instalação de cabos de motor através da parte superior do painel elétrico do lado do motor. Deve ser usado com o kit comum de terminais do motor. Somente para gabinetes F1/F3.	Gabinete de 400 mm (15,7 pol.) – 176F1838 Gabinete de 600 mm (23,6 pol.) – 176F1839
Entrada superior para cabos de motor, F2/F4	Permite a instalação de cabos de motor através da parte superior do painel elétrico do lado do motor. Deve ser usado com o kit comum de terminais do motor. Somente para gabinetes F2/F4	Gabinete de 400 mm (15,7 pol.) – 176F1840 Gabinete de 600 mm (23,6 pol.) – 176F1841
Entrada superior para os cabos do motor F8–F13	Permite a instalação de cabos de motor através da parte superior do painel elétrico do lado do motor. Deve ser usado com o kit comum de terminais do motor. Somente para gabinetes F8–F13	Entre em contato com o fabricante
Entrada superior para cabos de rede elétrica, F1–F2	Permite a instalação dos cabos da rede elétrica através da parte superior do painel elétrico do lado da rede elétrica. O kit deve ser solicitado com o kit comum de terminais do motor. Somente para gabinetes F1–F2	Gabinete de 400 mm (15,7 pol.) – 176F1832 Gabinete de 600 mm (23,6 pol.) – 176F1833
Entrada superior para cabo de rede elétrica, F3–F4 com desconexão	Permite a instalação dos cabos da rede elétrica através da parte superior do painel elétrico do lado da rede elétrica. O kit deve ser solicitado com o kit comum de terminais do motor. Somente para gabinetes F3–F4 com desconexão.	Gabinete de 400 mm (15,7 pol.) – 176F1834 Gabinete de 600 mm (23,6 pol.) – 176F1835
Entrada superior para cabos de rede elétrica, F3–F4	Permite a instalação dos cabos da rede elétrica através da parte superior do painel elétrico do lado da rede elétrica. O kit deve ser solicitado com o kit comum de terminais do motor. Somente para gabinetes F3–F4.	Gabinete de 400 mm (15,7 pol.) – 176F1836 Gabinete de 600 mm (23,6 pol.) – 176F1837
Entrada superior para cabos de rede elétrica, F8–F13	Permite a instalação dos cabos da rede elétrica através da parte superior do painel elétrico do lado da rede elétrica. O kit deve ser solicitado com o kit comum de terminais do motor. Somente para gabinetes F8–F13	Entre em contato com o fabricante
Entrada superior para os cabos do fieldbus, E2	Permite a instalação de cabos do fieldbus pela parte superior do conversor. O kit é IP20/Chassi quando instalado, mas um conector de acoplamento diferente pode ser usado para aumentar as características nominais de proteção. Somente para gabinete E2.	176F1742
Terminais do motor comuns, F1–F4	Fornece os barramentos e o hardware exigidos para conectar os terminais do motor dos inversores paralelos a um único terminal (por fase) para acomodar a instalação do kit de entrada superior do lado do motor. Este kit é equivalente ao opcional do terminal do motor comum de um conversor. Este kit não é necessário para instalar o kit de entrada do lado do motor se o opcional do terminal do motor comum tiver sido especificado quando o conversor foi encomendado. Também é recomendado conectar a saída de um conversor a um filtro de saída ou contator de saída. Os terminais do motor comum eliminam a necessidade de comprimento de cabo igual de cada inversor para o ponto comum do filtro de saída (ou motor).	Gabinete de 400 mm (15,7 pol.) – 176F1845 Gabinete de 600 mm (23,6 pol.) – 176F1846
Gabinete NEMA 3R, E2	Projetados para serem usados com os conversores IP00/IP20/Chassi com o objetivo de obter uma classificação de proteção de entrada de NEMA 3R ou NEMA 4. Estes gabinetes se destinam ao uso externo para fornecer um grau de proteção contra inclemências climáticas. Somente para gabinete E2	Gabinete metálico soldado – 176F0298 Gabinete Rittal – 176F1852

Tipo	Descrição	Solicitação de pedido
Pedestal, E1-E2	O kit de pedestal é um pedestal alto de 400 mm (15,8 pol.) que permite que o conversor seja montado no chão. A frente do pedestal tem aberturas para a entrada de ar para resfriamento dos componentes de energia. Somente para gabinete E1-E2.	176F6739
Placa de opcionais de entrada, E1-E2	Permite a adição de fusíveis, desconexões/fusíveis, RFI, RFI/fusíveis e RFI/desconexões/fusíveis. Somente para gabinete E1-E2.	Entre em contato com o fabricante
Conversão IP20, E2	Fornece ao conversor uma classificação de proteção de entrada de IP20/Chassi protegido. Somente para gabinete E2.	176F1884
<b>Kits de resfriamento do canal traseiro</b>		
Entrada traseira/saída traseira, E1	Permite que o ar de resfriamento seja direcionado para dentro e para fora através da parte traseira do conversor. O kit inclui tampas superiores e base para um E1 com classificação de proteção de IP21/54 (Tipo1/12).	176F1946
Entrada traseira/saída traseira, E2	Permite que o ar de resfriamento seja direcionado para dentro e para fora através da parte traseira do conversor. O kit inclui tampas superiores e base para um E2 com uma classificação de proteção de IP00 (chassi).	Gabinete metálico soldado – 176F1861 Gabinete Rittal – 176F1783
Entrada traseira/saída traseira, F1-F13	Permite que o ar de resfriamento seja direcionado para dentro e para fora através da parte traseira do conversor. As placas já estão incluídas no conversor. Entre em contato com o fabricante para obter instruções de instalação.	Entre em contato com o fabricante
Entrada inferior/saída superior, E2	Permite que o ar de resfriamento seja direcionado para dentro pela parte inferior e para fora pela parte superior do conversor. Esse kit é usado somente para gabinete E2.	Gabinete de 2.000 mm (78,7 pol.) – 176F1850 Gabinete de 2.200 mm (86,6 pol.) – 176F0299
Saída superior, E2	Permite que o ar de resfriamento seja direcionado para fora pela parte superior do conversor. Esse kit é usado somente para gabinete E2.	176F1776
<b>LCP</b>		
LCP 101	Painel de controle local numérico (NLCP)	130B1124
LCP 102	Painel de controle local gráfico (GLCP)	130B1107
Cabo do LCP	Cabo separado do LCP, 3 m (9 pés)	175Z0929
Kit do LCP, IP21	Kit para montagem do painel, incluindo LCP gráfico, fixadores, cabo de 3 m (9 pés) e gaxeta	130B1113
Kit do LCP, IP21	Kit de montagem do painel incluindo LCP numérico, fixadores e gaxeta	130B1114
Kit do LCP, IP21	Kit para montagem do painel para todos os LCPs, incluindo fixadores, cabo de 3 m (9 pés) e gaxeta	130B1117

Tabela 13.11 Kits disponíveis para gabinetes E1-E2 e F1-F13

### 13.3 Números da solicitação de pedido para filtros e resistores do freio

Consulte os seguintes Guias de Design para obter as especificações de dimensionamento e os números da solicitação de pedido para filtros e resistores de frenagem:

- *Guia de Design do VLT® Brake Resistor MCE 101*
- *Guia de Design do VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010*
- *Guia de Design de filtros de saída.*

### 13.4 Peças de Reposição

Consulte a loja do VLT® ou o configurador do conversor ([www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives)) para obter as peças sobressalentes que estão disponíveis para a sua aplicação.

## 14 Apêndice

### 14.1 Abreviações e símbolos

60° AVM	Modulação vetorial assíncrona a 60°
A	Ampère/AMP
CA	Corrente alternada
AD	Descarga aérea
AEO	Otimização automática de energia
AI	Entrada analógica
AIC	Corrente de interrupção de Ampere
AMA	Adaptação automática do motor
AWG	American Wire Gauge
°C	Graus Celsius
CB	Disjuntor
CD	Descarga constante
CDM	Módulo do conversor completo: O conversor, a seção de alimentação e os auxiliares
CE	Conformidade europeia (normas de segurança europeias)
MC	Modo comum
TC	Torque constante
CC	Corrente contínua
DI	Entrada digital
MD	Modo diferencial
D-TYPE	Depende do conversor
EMC	Compatibilidade eletromagnética
EMF	FEM Força Eletro Motriz
ETR	Relé térmico eletrônico
°F	Graus Fahrenheit
f <sub>JOG</sub>	Frequência do motor quando a função jog está ativada
f <sub>M</sub>	Frequência do motor.
f <sub>MAX</sub>	Frequência de saída máxima que o conversor aplica em sua saída
f <sub>MIN</sub>	Frequência mínima do motor a partir do conversor
f <sub>M,N</sub>	Frequência nominal do motor
Conversor de frequência	Conversor de frequência (drive)
FSP	Bomba de velocidade fixa
HIPERFACE®	HIPERFACE® é uma marca registrada da Stegmann
SA	Sobrecarga alta
Hp	Cavalo-vapor
HTL	Pulsos do encoder HTL (10-30 V) - lógica do transistor de alta tensão
Hz	Hertz
I <sub>INV</sub>	Corrente Nominal de Saída do Inversor
I <sub>LIM</sub>	Limite de corrente
I <sub>M,N</sub>	Corrente nominal do motor
I <sub>VLT,MAX</sub>	Corrente de saída máxima
I <sub>VLT,N</sub>	Corrente nominal de saída fornecida pelo conversor

kHz	kiloHertz
LCP	Painel de controle local
Lsb	Bit menos significativo
m	Metro
mA	Miliampère
MCM	Mille mil circular
MCT	Motion Control Tool
mH	Indutância em milihenry
mm	Milímetro
ms	Milissegundo
Msb	Bit mais significativo
η <sub>VLT</sub>	Eficiência do conversor definida como relação entre saída e entrada de potência
nF	Capacitância em nano Farad
NLCP	Painel de controle local numérico
Nm	Newton metro
SN	Sobrecarga normal
n <sub>s</sub>	Velocidade de sincronização do motor
Parâmetros online/offline	As alterações nos parâmetros on-line são ativadas imediatamente após o valor dos dados ser alterado
P <sub>br,cont.</sub>	Potência nominal do resistor de frenagem (potência média durante frenagem contínua)
PCB	Placa de circuito impresso
PCD	Dados de processo
PDS	Sistema de potência do conversor: CDM e um motor
PELV	Tensão extra baixa protetiva
P <sub>m</sub>	Potência nominal de saída do conversor como sobrecarga alta
P <sub>M,N</sub>	Potência nominal do motor
Motor PM	Motor com ímã permanente
PID de processo	Regulador diferencial integrado proporcional que mantém a velocidade, pressão, temperatura, etc.
R <sub>br,nom</sub>	Valor nominal do resistor que garante um potência de frenagem no eixo do motor de 150/160% durante 1 minuto
RCD	Dispositivo de corrente residual
Regen	Terminais regenerativos
R <sub>min</sub>	Valor mínimo do resistor de frenagem permitido pelo conversor
RMS	Raiz quadrada média
RPM	Rotações por minuto
R <sub>rec</sub>	Resistência recomendada para resistores de frenagem Danfoss
s	Segundo
SCCR	Características nominais da corrente de curto-circuito
SFAVM	Modulação vetorial assíncrona orientada pelo fluxo do estator
STW	Status word

SMPS	Fonte de alimentação com modo de comutação
THD	Distorção harmônica total
T <sub>LIM</sub>	Limite de torque
TTL	Pulsos do encoder TTL (5 V) - lógica do transistor
U <sub>M,N</sub>	Tensão nominal do motor
UL	Underwriters Laboratories (organização dos EUA para a certificação de segurança)
V	Volts
VSP	Bomba de velocidade variável
VT	Torque variável
VVC <sup>+</sup>	Controle vetorial de tensão plus

Tabela 14.1 Abreviações e símbolos

## 14.2 Definições

### Resistor de frenagem

O resistor de freio é um módulo capaz de absorver a potência de frenagem gerada na frenagem regenerativa. Esta potência de frenagem regenerativa aumenta a tensão do barramento CC e um circuito de frenagem garante que a potência seja transmitida ao resistor de frenagem.

### Torque de segurança

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

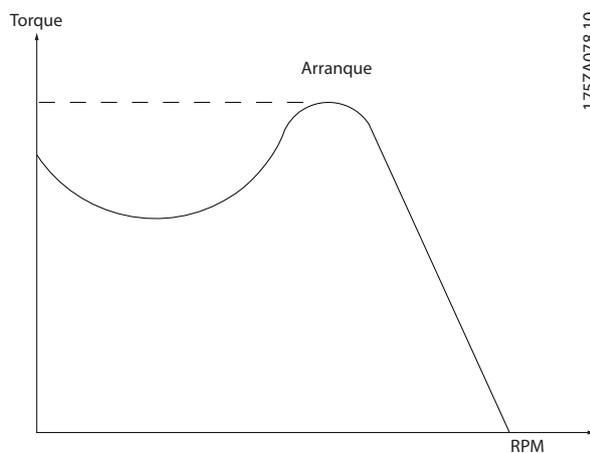


Ilustração 14.1 Gráfico do torque de segurança

### Parada p/inércia

O eixo do motor está em modo livre. Nenhum torque no motor.

### Características de TC

Características do torque constante usadas por todas as aplicações tais como esteiras, bombas de deslocamento e guindastes.

### Inicialização

Se a inicialização for executada (*parâmetro 14-22 Modo Operação*), o conversor retornará à configuração padrão.

### Ciclo útil intermitente

Uma característica útil intermitente refere-se a uma sequência de ciclos úteis. Cada ciclo consiste de um período com carga e outro sem carga. A operação pode ser de funcionamento periódico ou de funcionamento aperiódico.

### Fator de potência

O fator de potência real (lambda) leva em consideração todos os harmônicos e é sempre menor do que o fator de potência (cosphi) que considera apenas os primeiros harmônicos de corrente e tensão.

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

Cosphi também é conhecido como fator de potência de deslocamento.

Tanto lambda quanto cosphi são definidos para conversores Danfoss VLT<sup>®</sup> em *capítulo 7.3 Alimentação de rede elétrica*.

O fator de potência indica em que medida o conversor impõe uma carga na rede elétrica. Quanto menor o fator de potência, maior será a I<sub>RMS</sub> para o mesmo desempenho em kW. Além disso, um fator de alta potência indica que as correntes harmônicas são baixas.

Todos os conversores Danfoss têm bobinas CC incorporadas no barramento CC para ter um fator de alta potência e reduzir o THD na alimentação principal.

### Entrada de pulso/encoder incremental

É um sensor digital externo, utilizado para retornar informações sobre a velocidade do motor e o seu sentido. Os encoders são usados para feedback preciso de alta velocidade e em aplicações dinâmicas altas.

### Setup

Salve a programação do parâmetro em 4 setups. Alterne entre os 4 setups de parâmetros e edite 1 setup enquanto o outro setup estiver ativo.

### Compensação de deslizamento

O conversor compensa o deslizamento do motor dando à frequência um complemento que segue a carga do motor medida, mantendo a velocidade do motor quase constante.

### Smart logic control (SLC)

O SLC é uma sequência de ações definidas pelo usuário executadas quando os eventos definidos pelo usuário associado são avaliados como verdadeiros pelo SLC. (*Grupo do parâmetro 13-\*\* Smart Logic*).

### Barramento padrão do FC

Inclui o barramento RS485 com o protocolo do FC ou o protocolo MC. Consulte o *parâmetro 8-30 Protocolo*.

### Termistor

Um resistor dependente da temperatura colocado onde a temperatura deve ser monitorada (conversor ou motor).

**Desarme**

Um estado que ocorre em situações de falha, como quando o conversor está sujeito a um superaquecimento ou quando protege o motor, processo ou mecanismo. A reinicialização é impedida até a causa da falha desaparecer e o estado do desarme ser cancelado.

**Bloqueio por desarme**

Um estado entrou em situações de falha quando o conversor está se protegendo e exige intervenção física. Um desarme bloqueado só pode ser cancelado desconectando a rede elétrica, removendo a causa da falha e reconectando o conversor. Uma nova partida é impedida até que o estado de desarme seja cancelado, ativando a reinicialização.

**Características de VT**

Características de torque variável para bombas e ventiladores.

**14.3 Instalação e setup do RS485**

RS485 é uma interface do barramento de 2 fios compatível com a topologia de rede de multi-distribuição. Nós podem ser conectados como um barramento ou por meio de cabos pendentes de uma linha tronco comum. 32 nós no total podem ser conectados a um segmento de rede. Os repetidores dividem os segmentos de rede. Observe que cada repetidor funciona como um nó dentro do segmento em que está instalado. Cada nó conectado, dentro de uma rede específica, deve ter um endereço de nó único, ao longo de todos os segmentos. Cada segmento deve estar com terminação em ambas as extremidades, para isso utilize a chave de terminação (S801) dos conversores de frequência ou um banco de resistores de terminação polarizado. Use sempre o cabo de par trançado blindado (STP) para o cabeamento de barramento, e siga sempre as boas práticas comuns de instalação.

A conexão do terra de baixa impedância da blindagem em cada nó é importante, inclusive em frequências altas. Assim, conecte uma grande superfície da blindagem ao ponto de aterramento, por exemplo, com uma braçadeira de cabo ou uma bucha de cabo condutora. Se necessário, aplique cabos equalizadores de potencial para manter o mesmo potencial de aterramento em toda a rede, particularmente em instalações com cabos longos. Para prevenir descasamento de impedância, utilize sempre o mesmo tipo de cabo ao longo da rede inteira. Ao conectar um motor a um conversor, utilize sempre um cabo de motor blindado.

Cabo	Par trançado blindado (STP)
Impedância	120 Ω
Comprimento de cabo	Máximo de 1.200 m (3.937 pés), incluindo linhas pendentes. Máximo de 500 m (1.640,5 pés) de estação a estação

Tabela 14.2 Cabo de motor

Uma ou mais conversores podem ser conectados a um controle (ou mestre) usando a interface personalizada RS485. O terminal 68 está conectado ao sinal P (TX+, RX+), enquanto o terminal 69 está conectado ao sinal N (TX-, RX-). Veja as ilustrações em *capítulo 10.16 Instalação compatível com EMC*.

Se houver mais de um conversor conectado a um mestre, use conexões paralelas.

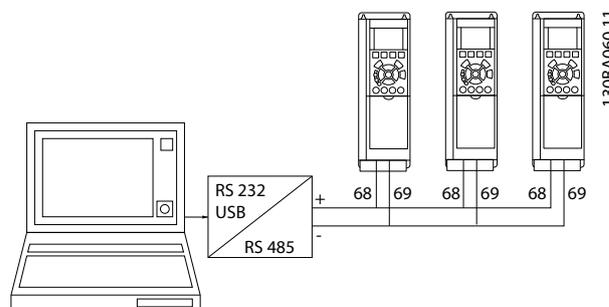


Ilustração 14.2 Conexões paralelas

Para evitar correntes de equalização de potencial na blindagem, aterre a blindagem do cabo por meio do terminal 61, que está conectado ao chassi através de um circuito RC.

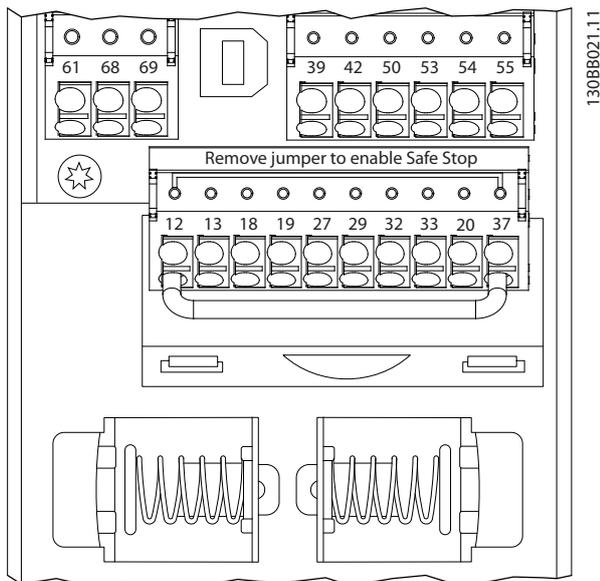


Ilustração 14.3 Terminais do cartão de controle

O barramento do RS485 deve ser terminado por meio de um resistor nas duas extremidades. Para essa finalidade, ajuste o interruptor S801 no cartão de controle para "ON" (Ligado).

Para obter mais informações, consulte capítulo 10.2 Esquemática de Fiação.

O protocolo de comunicação deve ser programado para parâmetro 8-30 Protocolo.

### 14.3.1 Precauções com EMC

Para alcançar um funcionamento sem interferências na rede RS485, recomenda-se as seguintes precauções com EMC.

Deve-se obedecer aos regulamentos locais e nacionais relevantes, por exemplo, a relativa à conexão do terra de proteção. O cabo de comunicação RS485 deve ser mantido distante dos cabos de motor e do resistor de frenagem, para evitar o acoplamento do ruído de alta frequência entre um cabo e outro. Normalmente, uma distância de 200 mm (8 pol.) é suficiente. No entanto, em situações em que os cabos percorrem em paralelo ao longo de grandes distâncias, recomenda-se manter a maior distância possível entre os cabos. Quando o cruzamento for inevitável, o cabo RS485 deve cruzar os cabos de motor e do resistor de frenagem em um ângulo de 90°.

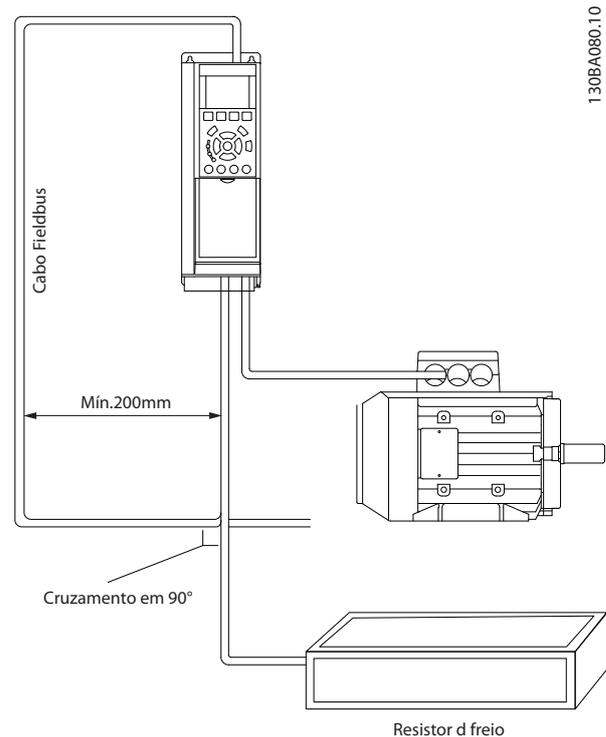


Ilustração 14.4 Precauções com EMC

## 14.4 RS485: Visão Geral do Protocolo Danfoss FC

### 14.4.1 Visão geral do protocolo do FC

O Protocolo Danfoss FC, também conhecido como barramento FC ou barramento padrão, é o fieldbus Danfoss padrão. Ele define uma técnica de acesso de acordo com o princípio mestre/escravo para comunicações por meio de um barramento de campo.

Um mestre e um máximo de 126 escravos podem ser conectados ao barramento. O mestre seleciona os escravos individuais por meio de um caractere de endereço no telegrama. Um escravo por si só nunca pode transmitir sem que primeiramente seja solicitado a fazê-lo e não é permitido que um escravo transfira a mensagem para outro escravo. A comunicação ocorre no modo semi-duplex.

A função do mestre não pode ser transferida para um outro nó (sistema de mestre único).

A camada física é o RS485; portanto, utiliza a porta RS485 embutida no conversor. O Protocolo Danfoss FC suporta diferentes formatos de telegrama:

- Um formato curto de 8 bytes para dados de processo.
- Um formato longo de 16 bytes que também inclui um canal de parâmetro.
- Um formato usado para textos.

### 14.4.2 Setup do conversor

Programa os parâmetros a seguir para habilitar o Protocolo Danfoss FC do conversor.

Número do parâmetro	Configuração
Parâmetro 8-30 Protocolo	FC
Parâmetro 8-31 Endereço	1–126
Parâmetro 8-32 Baud Rate da Porta do FC	2400–115200
Parâmetro 8-33 Bits Parid./Parad	Paridade par, 1 bit de parada (padrão)

Tabela 14.3 Parâmetros do Protocolo Danfoss FC

## 14.5 RS485: Estrutura do telegrama do protocolo Danfoss FC

### 14.5.1 Conteúdo de um caractere (Byte)

Cada caractere transferido começa com um bit de início. Em seguida, 8 bits de dados são transferidos, cada um correspondendo a um byte. Cada caractere é garantido por meio de um bit de paridade. Este bit é definido como 1" quando atinge a paridade. Paridade é quando há um número igual de 1 caractere nos 8 bits de dados e o bit de paridade no total. Um bit de parada completa um caractere, formando, assim, 11 bits no total.

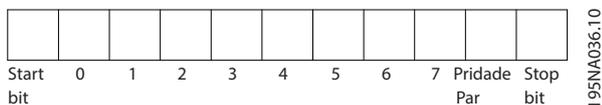


Ilustração 14.5 Caractere (Byte)

### 14.5.2 Estrutura do telegrama

Cada telegrama tem a seguinte estrutura:

- Caractere de início (STX)=02 hex.
- Um byte representando o comprimento do telegrama (LGE).
- Um byte representando o endereço do conversor (ADR).

Seguem inúmeros bytes de dados (variável, dependendo do tipo de telegrama) .

Um byte de controle dos dados (BCC) completa o telegrama.

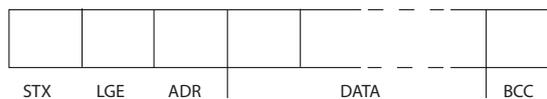


Ilustração 14.6 Estrutura do telegrama

### 14.5.3 Comprimento do telegrama (LGE)

O comprimento do telegrama é o número de bytes de dados mais o ADR do byte de endereço e o BCC do byte de controle de dados.

- O comprimento dos telegramas com 4 bytes de dados é  $LGE=4+1+1=6$  bytes.
- O comprimento dos telegramas com 12 bytes de dados é  $LGE=12+1+1=14$  bytes.
- O comprimento dos telegramas contendo textos é  $10^{11}+n$  bytes.

1) O 10 representa os caracteres fixos, enquanto o n é variável (dependendo do comprimento do texto).

### 14.5.4 Endereço do conversor (ADR)

São utilizados dois formatos de endereço diferentes. A faixa de endereço do conversor é 1-31 ou 1-126.

- Formato de endereço 1–31
  - Bit 7=0 (formato de endereço 1-31 ativo).
  - Bit 6 não é usado.
  - Bit 5=1: Broadcast, bits de endereço (0-4) não são usados.
  - Bit 5=0: Sem broadcast.
  - Bit 0–4=endereço do conversor 1–31.
- Formato de endereço 1–126
  - Bit 7=1 (formato de endereço 1–126 ativo).
  - Bit 0–6=endereço do conversor 1–126.
  - Bit 0–6=0 broadcast.

O escravo retorna o byte de endereço inalterado ao mestre no telegrama de resposta.

### 14.5.5 Byte de controle de dados (BCC)

A soma de verificação é calculada como uma função XOR. Antes de receber o primeiro byte no telegrama, a soma de verificação calculada é 0.

### 14.5.6 Campo de dados

A estrutura dos blocos de dados depende do tipo de telegrama. Existem 3 tipos e o tipo se aplica aos telegramas de controle (mestre⇒escravo) e aos telegramas de resposta (escravo⇒mestre).

Os 3 tipos de telegrama são:

#### Bloco de processo (PCD)

O PCD é constituído por um bloco de dados de 4 bytes (2 palavras) e contém:

- Control word e valor de referência (de mestre para escravo).
- Status word e frequência de saída atual (de escravo para mestre).



130BA269.10

Ilustração 14.7 PCD

#### Bloco de parâmetros

O bloco de parâmetros é usado para transferir parâmetros entre mestre e escravo. O bloco de dados é composto de 12 bytes (6 words) e também contém o bloco de processo.

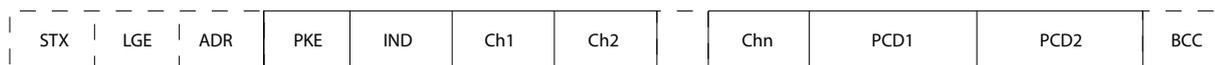
130BA271.10



Ilustração 14.8 Bloco de parâmetros

#### Bloco de texto

O bloco de texto é usado para ler ou gravar textos, via bloco de dados.



130BA270.10

Ilustração 14.9 Bloco de texto

### 14.5.7 Campo PKE

O campo PKE contém 2 subcampos:

- Comando de parâmetro e resposta AK.
- Número do parâmetro PNU.

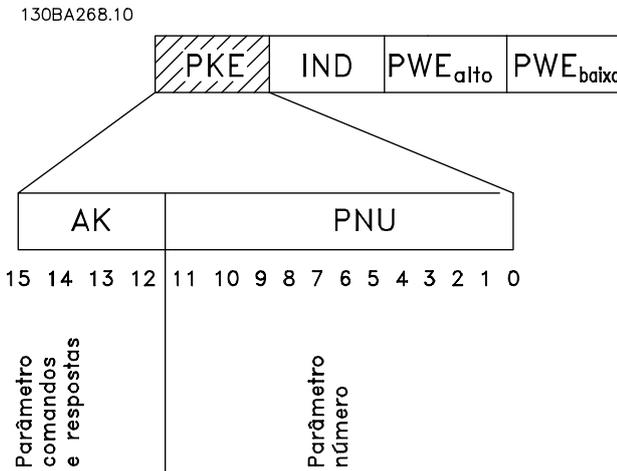


Ilustração 14.10 Campo PKE

Os bits números 12-15 transferem os comandos de parâmetros do mestre para o escravo e retornam as respostas dos escravos processados ao mestre.

Número do bit				Comando de parâmetro
15	14	13	12	
0	0	0	0	Sem comando.
0	0	0	1	Leitura do valor do parâmetro.
0	0	1	0	Gravação do valor do parâmetro na RAM (palavra).
0	0	1	1	Gravação do valor do parâmetro na RAM (palavra dupla).
1	1	0	1	Gravação do valor do parâmetro na RAM e EEPROM (palavra dupla).
1	1	1	0	Gravação do valor do parâmetro na RAM e EEPROM (palavra).
1	1	1	1	Leitura/gravação de texto.

Tabela 14.4 Comandos de parâmetro mestre⇒escravo

Número do bit				Resposta
15	14	13	12	
0	0	0	0	Nenhuma resposta.
0	0	0	1	Valor do parâmetro transferido (palavra).
0	0	1	0	Valor do parâmetro transferido (palavra dupla).
0	1	1	1	Comando não pode ser executado.
1	1	1	1	Texto transferido.

Tabela 14.5 Resposta do escravo⇒mestre

Se o comando não puder ser executado, o escravo envia esta resposta:

0111 O comando não pode ser executado

- e emite o seguinte relatório de falha, no valor do parâmetro (PWE):

PWE baixo (hex)	Relatório de falhas
0	O número do parâmetro utilizado não existe.
1	Não há acesso de gravação para o parâmetro definido.
2	O valor dos dados excede os limites do parâmetro.
3	O sub-índice usado não existe.
4	O parâmetro não é do tipo matriz.
5	O tipo de dados não corresponde ao parâmetro definido.
11	A alteração de dados no parâmetro definido não é possível no modo atual do conversor. Certos parâmetros podem ser alterados somente quando o motor estiver desligado.
82	Não há acesso de barramento para o parâmetro definido.
83	A alteração de dados não é possível porque a configuração de fábrica está selecionada.

Tabela 14.6 Relatório de falhas

### 14.5.8 Número do parâmetro (PNU)

Os bits 0–11 transferem números de parâmetro. A função do parâmetro relevante é definida na descrição do parâmetro no *guia de programação*.

### 14.5.9 Índice (IND)

O índice é usado em conjunto com o número do parâmetro para os parâmetros com acesso de leitura/gravação com um índice, por exemplo, *parâmetro 15-30 Alarm Log: Error Code*. O índice consiste em um byte baixo e um byte alto.

Somente o byte baixo é utilizado como índice.

### 14.5.10 Valor do Parâmetro (PWE)

O bloco de valor de parâmetro consiste em 2 palavras (4 bytes) e o seu valor depende do comando definido (AK). Se o mestre solicita um valor de parâmetro quando o bloco PWE não contiver nenhum valor. Para alterar um valor de parâmetro (gravar), grave o novo valor no bloco PWE e envie-o do mestre para o escravo.

Se um escravo responder a uma solicitação de parâmetro (comando de leitura), o valor do parâmetro atual no bloco PWE é transferido e devolvido ao mestre. Se um parâmetro

não contém um valor numérico, mas várias opções de dados, por exemplo, *parâmetro 0-01 Language [0] Inglês e [4] Dinamarquês*, selecione o valor de dados inserindo o valor no bloco PWE. Através da comunicação serial somente é possível ler parâmetros com tipo de dados 9 (sequência de texto).

*Parâmetro 15-40 FC Type a parâmetro 15-53 Power Card Serial Number* contém o tipo de dados 9.

Por exemplo, pode-se ler a potência da unidade e a faixa de tensão de rede elétrica no par. *parâmetro 15-40 FC Type*. Quando uma sequência de texto é transferida (lida), o comprimento do telegrama é variável, porque os textos têm comprimentos diferentes. O comprimento do telegrama é definido no 2º byte do telegrama, LGE. Ao usar a transferência de texto, o caractere de índice indica se é um comando de leitura ou gravação.

Para ler um texto por meio do bloco PWE, configure o comando de parâmetro (AK) para F hex. O caractere de índice de byte alto deve ser 4.

Alguns parâmetros contêm texto que pode ser gravado por meio do fieldbus. Para gravar um texto por meio do bloco PWE, configure o comando de parâmetro (AK) para F hex. Os caracteres de índice de byte alto devem ser 5

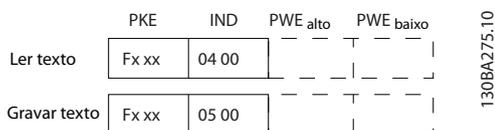


Ilustração 14.11 PWE

### 14.5.11 Tipos de dados suportados

Sem sinal algébrico significa que não há sinal operacional no telegrama.

Tipos de dados	Descrição
3	Inteiro 16
4	Inteiro 32
5	Sem designação 8
6	Sem designação 16
7	Sem designação 32
9	String de texto
10	String de byte
13	Diferença de tempo
33	Reservado
35	Sequência de bits

Tabela 14.7 Tipos de dados suportados

### 14.5.12 Conversão

Os vários atributos de cada parâmetro são mostrados nas configurações de fábrica da seção. Os valores de parâmetro são transferidos somente como números inteiros. Os fatores de conversão são, portanto, utilizados para transferir decimais.

*Parâmetro 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]* tem um fator de conversão de 0,1.

Para predefinir a frequência mínima em 10 Hz, deve-se transferir o valor 100. Um fator de conversão 0,1 significa que o valor transferido é multiplicado por 0,1. O valor 100, portanto, será recebido como 10,0.

Exemplos:

0 s⇒índice de conversão 0

0,00 s⇒índice de conversão -2

0 M/S⇒índice de conversão -3

0,00 M/S⇒índice de conversão -5

Índice de conversão	Fator de conversão
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

Tabela 14.8 Tabela de conversão

### 14.5.13 Palavras do processo (PCD)

O bloco de palavras do processo é dividido em 2 blocos de 16 bits, que sempre ocorrem na sequência definida.

PCD 1	PCD 2
Telegrama de controle (mestre⇒escravo control word)	Valor de referência
Telegrama de controle (escravo⇒mestre status word)	Frequência de saída atual

Tabela 14.9 Sequência PCD

## 14.6 RS485: Exemplos de parâmetro do protocolo Danfoss FC

### 14.6.1 Gravação de um valor de parâmetro

Altere parâmetro 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] para 100 Hz.

Grave os dados na EEPROM.

PKE=E19E hex - Gravar palavra única em parâmetro 4-14 Motor Speed High Limit [Hz].

IND=0000 hex

PWE<sub>high</sub>=0000 hex

PWE<sub>low</sub>=03E8 hex - Valor de dados 1000, correspondendo a 100 Hz, consulte capítulo 14.5.12 Conversão.

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

Ilustração 14.12 Telegrama

130BA092.10

### AVISO!

Parâmetro 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] é uma única palavra, e o comando do parâmetro para gravar na EEPROM é E. Número do parâmetro parâmetro 4-14 Lim. Superior da Veloc do Motor [Hz] é 19E em hexadecimal.

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

Ilustração 14.13 Resposta de mestre para escravo

130BA093.10

### 14.6.2 Leitura de um valor de parâmetro

Leia o valor em parâmetro 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time.

PKE=1155 Hex - Ler o valor do parâmetro em parâmetro 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time

IND=0000 hex

PWE<sub>high</sub>=0000 hex

PWE<sub>low</sub>=0000 hex

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

Ilustração 14.14 Valor do parâmetro

130BA094.10

Se o valor em parâmetro 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time for 10 s, a resposta do escravo ao mestre é:

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

Ilustração 14.15 Resposta do escravo para o mestre

130BA267.10

3E8 hex corresponde ao 1.000 decimal. O índice de conversão para parâmetro 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time é -2. Parâmetro 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time é do tipo Sem designação 32.

## 14.7 RS485: Visão Geral do Modbus RTU

### 14.7.1 Premissas

A Danfoss assume que o controlador instalado suporta as interfaces contidas neste manual e observa rigorosamente todos os requisitos e limitações estipulados no controlador e no conversor.

### 14.7.2 Pré-requisitos de conhecimento

O Modbus RTU (Unidade Terminal Remota) é projetado para se comunicar com qualquer controlador que suporte as interfaces definidas neste manual. Supõe-se que o leitor tenha pleno conhecimento das capacidades e limitações do controlador.

### 14.7.3 Visão geral do Modbus RTU

Independentemente do tipo de redes de comunicação física, a Visão geral do Modbus RTU descreve o processo que um controlador usa para solicitar o acesso a outro dispositivo. Este processo inclui como o Modbus RTU responde a solicitações de outro dispositivo e como erros são detectados e reportados. O documento também estabelece um formato comum para o leiaute e para o conteúdo dos campos de mensagem.

Durante as comunicações através de uma rede Modbus RTU, o protocolo determina:

- Como cada controlador toma conhecimento de seu endereço de dispositivo.
- Reconhece uma mensagem endereçada a ele.
- Determina quais as ações a serem tomadas.
- Extrai todos os dados ou outras informações contidas na mensagem.

Se for necessária uma resposta, o controlador elabora a mensagem de resposta e a envia.

Os controladores se comunicam utilizando uma técnica mestre-escravo em que apenas 1 dispositivo (o mestre) pode iniciar transações (chamadas de consultas). Os outros dispositivos (escravos) respondem fornecendo os dados solicitados ao mestre ou respondendo à consulta.

O mestre pode endereçar escravos individuais ou iniciar uma mensagem de broadcast a todos os escravos. Os escravos retornam uma mensagem, chamada de resposta, a consultas dirigidas a eles individualmente. Nenhuma resposta é devolvida às solicitações de broadcast do mestre. O protocolo Modbus RTU estabelece o formato para a consulta principal, colocando no endereço do dispositivo (ou broadcast), um código de função que define a ação solicitada, qualquer dado para enviar e um campo de verificação de erros. A mensagem de resposta do escravo também é elaborada usando o protocolo Modbus. Ela contém campos que confirmam a ação realizada, todos os dados a serem retornados e um campo de verificação de erros. Se ocorrer um erro no recebimento da mensagem ou se o escravo não conseguir executar a ação solicitada, o escravo elabora uma mensagem de erro que envia em resposta ou ocorre um timeout.

### 14.7.4 Conversor com Modbus RTU

O conversor se comunica em formato Modbus RTU através da interface RS485 integrada. O Modbus RTU fornece acesso à palavra de controle e à referência de barramento do conversor.

A palavra de controle permite ao Modbus mestre controlar diversas funções importantes do conversor:

- Inicial
- Parada do conversor por diversos meios:
  - Parada por inércia
  - Parada rápida
  - Parada por freio CC
  - Parada (de rampa) normal
- Reinicializar após um desarme por falha.
- Funcionar em várias velocidades predefinidas.
- Funcionar em reverso.
- Alterar a configuração ativa.
- Controlar o relé integrado do conversor.

A referência de barramento é comumente usada para controle de velocidade. Também é possível acessar os parâmetros, ler seus valores e, sempre que possível, gravar valores neles, permitindo uma gama de opções de controle, incluindo o controle do setpoint do conversor quando seu controlador PI interno for usado.

### 14.7.5 Conversor com Modbus RTU

Para ativar o Modbus RTU no conversor, programe os seguintes parâmetros:

Parâmetro	Configuração
Parâmetro 8-30 Protocol	Modbus RTU
Parâmetro 8-31 Address	1-247
Parâmetro 8-32 Baud Rate	2400-115200
Parâmetro 8-33 Parity / Stop Bits	Paridade par, 1 bit de parada (padrão)

### 14.7.6 Conversor com Modbus RTU

Os controladores são configurados para se comunicar pela rede Modbus usando o modo RTU, com cada byte em uma mensagem contendo 2 caracteres hexadecimais de 4-bits. O formato para cada byte é mostrado em Tabela 14.10.

Bit de parada	Byte de dados	Parada / Paridade	Parada

Tabela 14.10 Exemplo de formato

Sistema de codificação	Binário de 8 bits, hexadecimal 0-9, A-F. 2 caracteres hexadecimais contidos em cada campo de 8 bits da mensagem.
Bits por byte	1 bit de partida. 8 bits de dados, bit menos significativo enviado primeiro. 1 bit para paridade par/ímpar; nenhum bit para sem paridade. 1 bit de parada se paridade for usada; 2 bits se for sem paridade.
Campo de verificação de erro	CRC (verificação de redundância cíclica)

Tabela 14.11 Detalhe do bit

## 14.8 RS485: Estrutura do telegrama Modbus RTU

### 14.8.1 Estrutura do telegrama do Modbus RTU

O dispositivo transmissor coloca uma mensagem Modbus RTU para um quadro com um ponto de início e fim. Dispositivos receptores são capazes de começar no início da mensagem, ler a parte do endereço, determinar qual dispositivo é endereçado (ou todos os dispositivos, se a mensagem for broadcast) e reconhecer quando a mensagem estiver concluída. As mensagens parciais são detectadas e os erros programados, em consequência. Os caracteres para transmissão devem estar em formato hexadecimal 00-FF em cada campo. O conversor monitora continuamente o barramento de rede, inclusive durante intervalos silenciosos. Quando o primeiro campo (o campo de endereço) é recebido, cada conversor ou dispositivo

decodifica esse campo, para determinar qual dispositivo está sendo endereçado. As mensagens do Modbus RTU endereçadas para 0 são mensagens de broadcast. Nenhuma resposta é permitida para mensagens de broadcast. Um quadro de mensagem típico é mostrado em *Tabela 14.12*.

Inicial	Endereço	Função	Dados	Verificação o de CRC	Final
T1-T2-T3- -T4	8 bits	8 bits	N x 8 bits	16 bits	T1-T2-T3- -T4

Tabela 14.12 Estrutura do telegrama do Modbus RTU

### 14.8.2 Campo de início/parada

As mensagens começam com um período de silêncio de pelo menos 3,5 intervalos de caracteres, implementado como um múltiplo de intervalos de caracteres na taxa de transmissão de rede selecionada (mostrado como início T1-T2-T3-T4). O primeiro campo transmitido é o endereço do dispositivo. Após a transmissão do último caractere, um período similar de pelo menos 3,5 intervalos de caracteres marca o fim da mensagem. Uma nova mensagem pode começar após esse período. Todo o quadro de mensagens deve ser transmitido como um fluxo contínuo. Se um período silencioso de mais de 1,5 intervalos de caracteres ocorrer antes da conclusão do quadro, o dispositivo receptor esvazia a mensagem incompleta e assume que o próximo byte é o campo de endereço de uma nova mensagem. Da mesma maneira, se uma nova mensagem começar antes de 3,5 intervalos de caracteres após uma mensagem anterior, o dispositivo receptor a considera uma continuação da mensagem anterior, causando um timeout (nenhuma resposta do escravo), pois o valor no campo final CRC (verificação de redundância cíclica) não é válido para as mensagens combinadas.

### 14.8.3 Campo de endereço

O campo de endereço de um quadro de mensagem contém 8 bits. Os endereços de dispositivos escravos válidos estão na faixa de 0 a 247 decimais. Os dispositivos escravos individuais recebem endereços no intervalo de 1 a 247 (0 é reservado para o modo de broadcast, que todos os escravos reconhecem). Um mestre responde a um escravo colocando o endereço do escravo no campo de endereço da mensagem. Quando o escravo envia sua resposta, ele coloca seu próprio endereço neste campo de endereço para permitir ao mestre saber qual o escravo está respondendo.

### 14.8.4 Campo de função

O campo de função de um quadro de mensagem contém 8 bits. Os códigos válidos estão na faixa de 1–FF. Os campos de função são usados para enviar mensagens

entre mestre e escravo. Quando uma mensagem é enviada de um dispositivo mestre para um escravo, o campo de código de função informa ao escravo qual ação executar. Quando o escravo responde ao mestre, ele usa o campo de código da função para indicar uma resposta normal (sem erros), ou que ocorreu um erro (chamado de resposta de exceção). Para uma resposta normal, o escravo simplesmente retorna o código de função original. Para uma resposta de exceção, o escravo retorna um código que é equivalente ao código de função original com o bit mais significativo configurado para 1 lógico. Além disso, o escravo coloca um código único no campo de dados da mensagem de resposta. Este código informa ao mestre qual erro ocorreu ou o motivo da exceção. Consulte *capítulo 14.9.1 Códigos de função suportados pelo Modbus RTU*.

### 14.8.5 Campo de dados

O campo de dados é construído usando conjuntos de 2 dígitos hexadecimais, na faixa de 00-FF hexadecimal. Essas sequências são compostas por 1 caractere de RTU. O campo de dados das mensagens enviadas de um dispositivo mestre para escravo contém mais informações, que o escravo deve usar para fazer o que for definido pelo código de função. Essas informações podem incluir itens, tais como, endereços de bobina ou de registro, a quantidade dos itens e a contagem de bytes dos dados reais no campo.

### 14.8.6 Campo de verificação CRC

As mensagens incluem um campo de verificação de erros, operando com base em um método CRC (verificação de redundância cíclica). O campo CRC verifica o conteúdo de toda a mensagem. É aplicado independentemente de qualquer método de verificação de paridade usado nos caracteres individuais da mensagem. O dispositivo transmissor calcula o valor CRC e acrescenta o CRC como o último campo na mensagem. O dispositivo receptor recalcula um CRC durante o recebimento da mensagem e compara o valor calculado com o valor real recebido no campo CRC. Se os 2 valores forem diferentes, ocorrerá um timeout do barramento. O campo de verificação de erros contém um valor binário de 16 bits implementado como 2 bytes de 8 bits. Após a verificação de erros, o byte de ordem inferior do campo é anexado primeiro, seguido do byte de ordem superior. O byte de ordem superior do CRC é o último byte enviado na mensagem.

### 14.8.7 Endereçamento do registrador da bobina

No Modbus, todos os dados estão organizados em bobinas e registradores de retenção. As bobinas mantêm um único bit, enquanto os registradores de retenção mantêm uma

palavra de 2 bytes (16 bits). Todos os endereços de dados em mensagens do Modbus são referenciados em 0. A primeira ocorrência de um item de dados é endereçada como item número 0. Por exemplo: A bobina conhecida como bobina 1, em um controlador programável, é endereçada como bobina 0000 no campo de endereço de dados de uma mensagem do Modbus. A bobina 127 decimal é endereçada como bobina 007Ehex (126 decimal). O registrador de retenção 40001 é endereçado como registro 0000 no campo de endereço de dados da mensagem. O campo de código de função já especifica uma operação de registrador de retenção. Portanto, a referência 4XXXX fica implícita. O registrador de retenção 40108 é endereçado como registro 006Bhex (107 decimal).

Número da bobina	Descrição	Direção do sinal
1–16	Palavra de controle do conversor (consulte <i>Tabela 14.14</i> ).	Mestre para escravo
17–32	Velocidade do conversor ou referência da faixa do setpoint 0x0–0xFFFF (-200% ... ~200%).	Mestre para escravo
33–48	Status word do conversor (consulte <i>Tabela 14.14</i> ).	Mestre para escravo
49–64	Modo de-malha aberta: Frequência de saída do conversor. Modo de malha fechada: Sinal de feedback do conversor.	Escravo para mestre
65	Controle de gravação do parâmetro (mestre para escravo).	Mestre para escravo
	0 = Alterações do parâmetro são gravadas na RAM do conversor.	
	1 = Alterações do parâmetro são gravadas na RAM e EEPROM do conversor.	
66–65536	Reservado.	

**Tabela 14.13 Bobinas e registradores de retenção**

Bobina	0	1
01	Referência predefinida LSB	
02	Referência predefinida MSB	
03	Freio CC	Sem freio CC
04	Parada por inércia	Sem parada por inércia
05	Parada rápida	Sem parada rápida
06	Congelar frequência	Sem congelar frequência
07	Parada de rampa	Inicial
08	Sem reset	Reset
09	Sem jog	Jog
10	Rampa 1	Rampa 2
11	Dados inválidos	Dados válidos
12	Relé 1 desligado	Relé 1 ligado
13	Relé 2 desligado	Relé 2 ligado
14	LSB do Setup	
15	MSB do Setup	
16	Sem reversão	Reversão

**Tabela 14.14 Palavra de controle do conversor (Perfil do FC)**

Bobina	0	1
33	Controle não preparado	Controle pronto
34	Conversor não preparado	Conversor pronto
35	Parada por inércia	Segurança fechada
36	Sem alarme	Alarme
37	Não usado	Não usado
38	Não usado	Não usado
39	Não usado	Não usado
40	Sem advertência	Advertência
41	Não na referência	Na referência
42	Modo manual	Modo automático
43	Fora da faixa de frequência	Na faixa de frequência
44	Parado	Em funcionamento
45	Não usado	Não usado
46	Sem advertência de tensão	Advertência de tensão
47	Fora do limite de corrente	Limite de corrente
48	Sem advertência térmica	Advertência térmica

**Tabela 14.15 Palavra de status do conversor (Perfil do FC)**

Número de registro	Descrição
00001–00006	Reservado.
00007	Último código de falha de uma interface de objeto de dados do FC.
00008	Reservado.
00009	Índice de parâmetro <sup>1)</sup> .
00010–00990	Grupo do parâmetro 000 (parâmetros 001 a 099)
01000–01990	Grupo do parâmetro 100 (parâmetros 100 a 199).
02000–02990	Grupo do parâmetro 200 (parâmetros 200 a 299).
03000–03990	Grupo do parâmetro 300 (parâmetros 300 a 399).
04000–04990	Grupo do parâmetro 400 (parâmetros 400 a 499).
...	...
49000–49990	Grupo do parâmetro 4900 (parâmetros 4900 a 4999).
50000	Dados de entrada: Registrador da palavra de controle do conversor (CTW).
50010	Dados de entrada: Registrador da referência do barramento (REF).
...	...
50200	Dados de saída: Registrador da palavra de status do conversor (STW).
50210	Dados de saída: Registrador do valor real principal (MAV).

**Tabela 14.16 Registradores de retenção**

1) Usado para especificar o número de índice usado ao acessar um parâmetro indexado.

## 14.9 RS485: Códigos de função de mensagem do Modbus RTU

### 14.9.1 Códigos de função suportados pelo Modbus RTU

Modbus RTU suporta o uso dos códigos de função em *Tabela 14.17* no campo de função de uma mensagem.

Função	Código de função
Ler bobinas	1 hex
Ler registradores de retenção	3 hex
Gravar bobina única	5 hex
Gravar registrador único	6 hex
Gravar bobinas múltiplas	F hex
Gravar registradores múltiplos	10 hex
Ler o contador de evento de comunicação.	B hex
Relatar ID do escravo	11 hex

Tabela 14.17 Códigos de função

Função	Código de função	Código da sub-função	Sub-função
Diagnóstico	8	1	Reiniciar a comunicação.
		2	Retornar o registrador de diagnóstico.
		10	Limpar os contadores e o registrador de diagnóstico.
		11	Retornar o contador de mensagem do barramento.
		12	Retornar o contador de erros de comunicação do barramento.
		13	Retornar o contador de erros de exceção do barramento.
		14	Retornar o contador de mensagem do escravo.

Tabela 14.18 Códigos de função

### 14.9.2 Códigos de exceção do Modbus

Para obter uma explicação completa da estrutura de uma resposta de código de exceção, consulte a *capítulo 14.8 RS485: Estrutura do telegrama Modbus RTU*.

Código	Nome	Significado
1	Função inválida	O código de função recebido na consulta não é uma ação permitida para o servidor (ou escravo). Este código pode ser porque o código de função só é aplicável a dispositivos mais recentes e não foi implementado na unidade selecionada. Também pode indicar que o servidor (ou escravo) está no estado errado para processar uma solicitação deste tipo, por exemplo porque não está configurado e está sendo solicitado a retornar os valores do registro.
2	Endereço de dados inválido	O endereço dos dados recebido na consulta não é um endereço permitido para o servidor (ou escravo). Mais especificamente, a combinação do número de referência e o comprimento de transferência não é válido. Para um controlador com 100 registros, uma solicitação com deslocamento 96 e comprimento 4 seria bem-sucedida, uma solicitação com deslocamento 96 e comprimento 5 gera exceção 02.
3	Valor de dados inválido	Um valor contido no campo de dados da consulta não é um valor permitido para o servidor (ou escravo). Este código indica uma falha na estrutura do restante do pedido complexo, como aquele em que o comprimento está incorreto. Isso NÃO significa especificamente que um item de dados submetido para armazenagem em um registrador apresenta um valor fora da expectativa do programa de aplicação, uma vez que o protocolo do Modbus não está ciente do significado de qualquer valor particular de qualquer registrador particular.
4	Falha do dispositivo escravo	Ocorreu um erro irreversível enquanto o servidor (ou escravo) tentava executar a ação requisitada.

Tabela 14.19 Códigos de exceção do Modbus

## 14.10 RS485: Parâmetros do Modbus RTU

### 14.10.1 Tratamento de parâmetros

O PNU (número do parâmetro) é traduzido a partir do endereço do registro contido na mensagem de leitura ou gravação Modbus. O número do parâmetro é traduzido para Modbus como (10 x número do parâmetro) DECIMAL.

### 14.10.2 Armazenagem de dados

A bobina 65 decimal determina se os dados gravados no conversor são armazenados em EEPROM e RAM (bobina 65 = 1) ou somente na RAM (bobina 65=0).

### 14.10.3 IND

O índice de matriz é configurado no registrador de retenção 9 e usado ao acessar os parâmetros de matriz.

### 14.10.4 Blocos de texto

Os parâmetros armazenados como strings de texto são acessados da mesma forma que os outros parâmetros. O tamanho máximo do bloco de texto é de 20 caracteres. Se uma solicitação de leitura de um parâmetro for para mais caracteres do que o parâmetro armazena, a resposta será truncada. Se a solicitação de leitura de um parâmetro for para menos caracteres do que o parâmetro armazena, a resposta é preenchida.

### 14.10.5 Fator de conversão

Como um valor de parâmetro só pode ser transferido como um número inteiro, um fator de conversão deve ser usado para transferir decimais. Consulte capítulo 14.6 RS485: Exemplos de parâmetro do protocolo Danfoss FC.

### 14.10.6 Valores de parâmetros

#### Tipo de dados padrão

Os tipo de dados padrão são int16, int32, uint8, uint16, and uint32. Eles são armazenados como registradores 4x (40001–4FFFF). Os parâmetros são lidos usando a função 03 hex ler registradores de retenção. Os parâmetros são gravados usando a função 6 hexadecimal de registro único predefinido para 1 registro (16 bits), e a função 10 hexadecimal de vários registros predefinidos para 2 registros (32 bits). Os tamanhos legíveis variam desde 1 registrador (16 bits) a 10 registradores (20 caracteres).

#### Tipo de dados não padronizados

Os tipo de dados não padronizados são strings de texto, e são armazenados como registradores 4x (40001–4FFFF). Os parâmetros são lidos usando a função 03 hex de leitura de registradores de retenção e gravados usando função 10 hex de registradores de retenção predefinidos. Os tamanhos legíveis variam de 1 registro (2 caracteres) até 10 registros (20 caracteres).

### 14.11 RS485: Perfil de Controle do FC da

#### 14.11.1 Palavra de controle de acordo com o perfil do FC

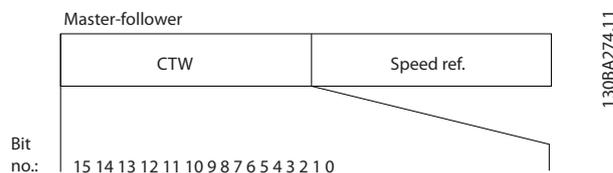


Ilustração 14.16 Mestre para escravo CW

Bit	Valor do bit = 0	Valor do bit = 1
00	Valor de referência	Seleção externa lsb
01	Valor de referência	Seleção externa msb
02	Freio CC	Rampa
03	Parada por inércia	Sem parada por inércia
04	Parada rápida	Rampa
05	Manter a frequência de saída	Utilizar a rampa de velocidade
06	Parada de rampa	Inicial
07	Sem função	Reset
08	Sem função	Jog
09	Rampa 1	Rampa 2
10	Dados inválidos	Dados válidos
11	Sem função	Relé 01 ativo
12	Sem função	Relé 02 ativo
13	Setup do parâmetro	Seleção do lsb
14	Setup do parâmetro	Seleção do msb
15	Sem função	Reversão

#### Explicação dos bits de controle

##### Bits 00/01

Os bits 00 e 01 são usados para selecionar entre os 4 valores de referência, que são pré-programados em parâmetro 3-10 Preset Reference de acordo com a Tabela 14.20.

Valor de referência programado	Parâmetro	Bit 01	Bit 00
1	[0] parâmetro 3-10 Preset Reference	0	0
2	[1] parâmetro 3-10 Preset Reference	0	1
3	[2] parâmetro 3-10 Preset Reference	1	0
4	[3] parâmetro 3-10 Preset Reference	1	1

Tabela 14.20 Bits de controle

**AVISO!**

Faça uma seleção em *parâmetro 8-56 Preset Reference Select* para definir como o bit 00/01 comanda a função correspondente nas entradas digitais.

**Bit 02, Freio CC**

Bit 02=0 leva à frenagem CC e parada. Defina a corrente e a duração de frenagem no *parâmetro 2-01 DC Brake Current* e no *parâmetro 2-02 DC Braking Time*.

Bit 02=1 leva à rampa.

**Bit 03, Parada por inércia**

Bit 03=0: O conversor desliga imediatamente os transistores de saída e o motor para por inércia.

Bit 03=1: O conversor dá partida no motor se as outras condições de partida estiverem satisfeitas.

Faça uma seleção em *parâmetro 8-50 Coasting Select* para definir como bit 03 gates com a função correspondente em uma entrada digital.

**Bit 04, Parada rápida**

Bit 04=0: Desacelera a velocidade do motor até a parada (programado em *parâmetro 3-81 Quick Stop Ramp Time*).

**Bit 05, Frequência de saída em espera**

Bit 05=0: A frequência de saída atual (em Hz) congela. Altere a frequência de saída congelada apenas com as entradas digitais encontradas em *parâmetro 5-10 Terminal 18 Digital Input – parâmetro 5-15 Terminal 33 Digital Input*.

**AVISO!**

Se congelar frequência de saída estiver ativa, somente as seguintes condições podem parar o conversor:

- Bit 03 Parada por inércia.
- Bit 02 Frenagem CC.
- Entrada digital (*parâmetro 5-10 Terminal 18 Digital Input – parâmetro 5-15 Terminal 33 Digital Input*) programada para frenagem CC. Parada por inércia, ou Reset e Parada por inércia.

**Bit 06, Parada/partida de rampa**

Bit 06=0: Causa a parada e faz a velocidade do motor desacelerar até parar por meio do parâmetro de desaceleração selecionado.

Bit 06=1: Permite que o conversor dê a partida do motor se as outras condições de partida estiverem satisfeitas.

Faça uma seleção em *parâmetro 8-53 Start Select* para definir como o bit 06 Rampa de partida/parada comanda a função correspondente em uma entrada digital.

**Bit 07, Reset**

Bit 07=0: Sem reset.

Bit 07=1: Reinicializa um desarme. O reset é ativado na borda de ataque do sinal, ou seja, na transição do 0 lógico para o 1 lógico.

**Bit 08, Jog**

Bit 08=1: A frequência de saída depende de *parâmetro 3-19 Jog Speed [RPM]*.

**Bit 09, Seleção de rampa 1/2**

Bit 09=0: Rampa 1 está ativa (*parâmetro 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time – parâmetro 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time*).

Bit 09=1: Rampa 2 (*parâmetro 3-51 Ramp 2 Ramp Up Time – parâmetro 3-52 Ramp 2 Ramp Down Time*) está ativa.

**Bit 10, Dados inválidos/Dados válidos**

Informa o conversor se deseja usar ou ignorar a palavra de controle. Bit 10=0: A palavra de controle é ignorada.

Bit 10=1: A palavra de controle é utilizada. Esta função é importante porque o telegrama sempre contém a palavra de controle, qualquer que seja o telegrama. Todavia, é possível desligar a palavra de controle se não estiver em uso ao atualizar ou ler os parâmetros.

**Bit 11, Relé 01**

Bit 11=0: O relé não está ativo.

Bit 11=1: Relé 01 ativado se [36] Palavra de controle bit 11 for selecionado em *parâmetro 5-40 Function Relay*.

**Bit 12, Relé 04**

Bit 12=0: O relé 04 não está ativado.

Bit 12=1: Relé 04 é ativado se [37] Palavra de controle bit 12 for selecionada em *parâmetro 5-40 Function Relay*.

**Bit 13/14, Seleção de setup**

Use bits 13 e 14 para selecionar do setups do menu 4 de acordo com a Tabela 14.21.

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

Tabela 14.21 Seleção de setup

A função só é possível quando [9] Setup múltiplos for selecionado em *parâmetro 0-10 Active Set-up*.

Faça uma seleção em *parâmetro 8-55 Set-up Select* para definir como o bit 13/14 comanda a função correspondente nas entradas digitais.

**Bit 15 Reversão**

Bit 15=0: Sem reversão.

Bit 15=1: Reversão. Na configuração padrão, a reversão é programada como [0] Entrada digital em *parâmetro 8-54 Reversing Select*. O bit 15 causa a inversão somente quando o seguinte for selecionado:

- Comunicação serial
- Lógica ou
- Lógica e

### 14.11.2 Palavra de status de acordo com o perfil do FC

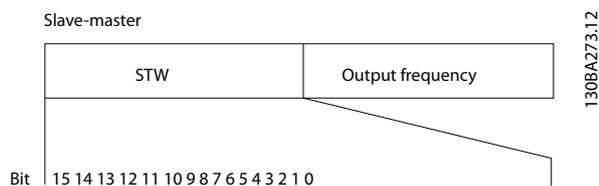


Ilustração 14.17 Escravo para mestre STW

Bit	Bit=0	Bit=1
00	Controle não preparado	Controle pronto
01	Conversor não preparado	Conversor pronto
02	Parada por inércia	Ativado
03	Sem erro	Desarme
04	Sem erro	Erro (sem desarme)
05	Reservado	–
06	Sem erro	Bloqueio por desarme
07	Sem advertência	Advertência
08	Velocidade≠referência	Velocidade=referência
09	Operação local	Controle do barramento
10	Fora do limite de frequência	Limite de frequência OK
11	Sem operação	Em funcionamento
12	Conversor OK	Parado, partida automática
13	Tensão OK	Tensão excedida
14	Torque OK	Torque excedido
15	Temporizador OK	Temporizador expirado

#### Bit 00, Controle não pronto/pronto

Bit 00=0: O conversor desarma.

Bit 00=1: Os controles do conversor estão prontos, mas o componente de energia não recebe necessariamente qualquer alimentação no caso de uma alimentação de 24 V externa aos controles.

#### Bit 01, Conversor pronto

Bit 01=1: O conversor está pronto para funcionar, mas o comando de parada por inércia está ativado através das entradas digitais ou por meio da comunicação serial.

#### Bit 02, Parada por inércia

Bit 02=0: O conversor libera o motor.

Bit 02=1: O conversor dá partida no motor com um comando de partida.

#### Bit 03, Sem erro/desarme

Bit 03=0: O conversor não está em modo de falha.

Bit 03=1: O conversor desarma. Para restabelecer a operação, pressione [Reset].

#### Bit 04, Sem erro/com erro (sem desarme)

Bit 04=0: O conversor não está em modo de falha.

Bit 04=1: O conversor exibe um erro, mas não desarma.

#### Bit 05, Não usado

O bit 05 não é usado na palavra de status.

#### Bit 06, Sem erro/bloqueio por desarme

Bit 06=0: O conversor não está em modo de falha.

Bit 06=1: O conversor está desarmado e bloqueado.

#### Bit 07, Sem advertência/com advertência

Bit 07=0: Não há advertências.

Bit 07=1: Significa que ocorreu uma advertência.

#### Bit 08, Velocidade ≠ referência/velocidade = referência

Bit 08=0: O motor está funcionando, mas a velocidade atual é diferente da referência de velocidade predefinida. Por exemplo, quando a velocidade aumenta/diminui durante a partida/parada.

Bit 08=1: A velocidade do motor corresponde à referência de velocidade predefinida.

#### Bit 09, Operação local/controle do barramento

Bit 09=0: [Parada/reset] é ativado na unidade de controle ou [2] Local em *parâmetro 3-13 Reference Site* é selecionado. O conversor não pode ser controlado por meio de comunicação serial.

Bit 09=1 É possível controlar o conversor por meio do fieldbus/comunicação serial.

#### Bit 10, Fora do limite de frequência

Bit 10=0: A frequência de saída alcançou o valor em *parâmetro 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]* ou *parâmetro 4-13 Motor Speed High Limit [RPM]*.

Bit 10=1: A frequência de saída está dentro dos limites definidos.

#### Bit 11, Fora de funcionamento/em funcionamento

Bit 11=0: O motor não está funcionando.

Bit 11=1: O conversor tem um sinal de partida ou a frequência de saída é maior que 0 Hz.

#### Bit 12, Conversor OK/parado, partida automática

Bit 12=0: Não há superaquecimento temporário no inversor.

Bit 12=1: O inversor parou devido ao superaquecimento, mas o conversor não desarma e voltará a funcionar assim que o superaquecimento cessar.

#### Bit 13, Tensão OK/limite excedido

Bit 13=0: Não há advertências de tensão.

Bit 13=1: A tensão CC no barramento CC está muito baixa ou muito alta.

#### Bit 14, Torque OK/limite excedido

Bit 14=0: A corrente do motor é inferior ao limite de torque selecionado em *parâmetro 4-18 Current Limit*.

Bit 14=1: O limite de torque em *parâmetro 4-18 Current Limit* foi excedido.

#### Bit 15, Temporizador OK/limite excedido

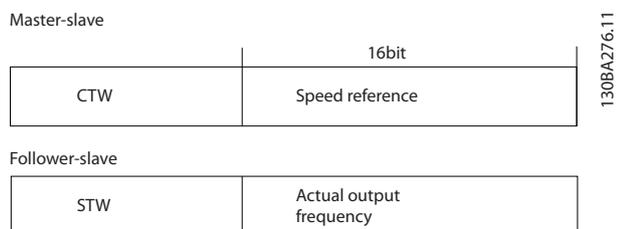
Bit 15=0: Os temporizadores para a proteção térmica do motor e a proteção de térmica do conversor de frequência não ultrapassaram os 100%.

Bit 15=1: Um dos temporizadores ultrapassou 100%.

Se a conexão entre a opção Interbarramento e o conversor for perdida, ou ocorrer um problema de comunicação interna, todos os bits no STW são definidos como 0.

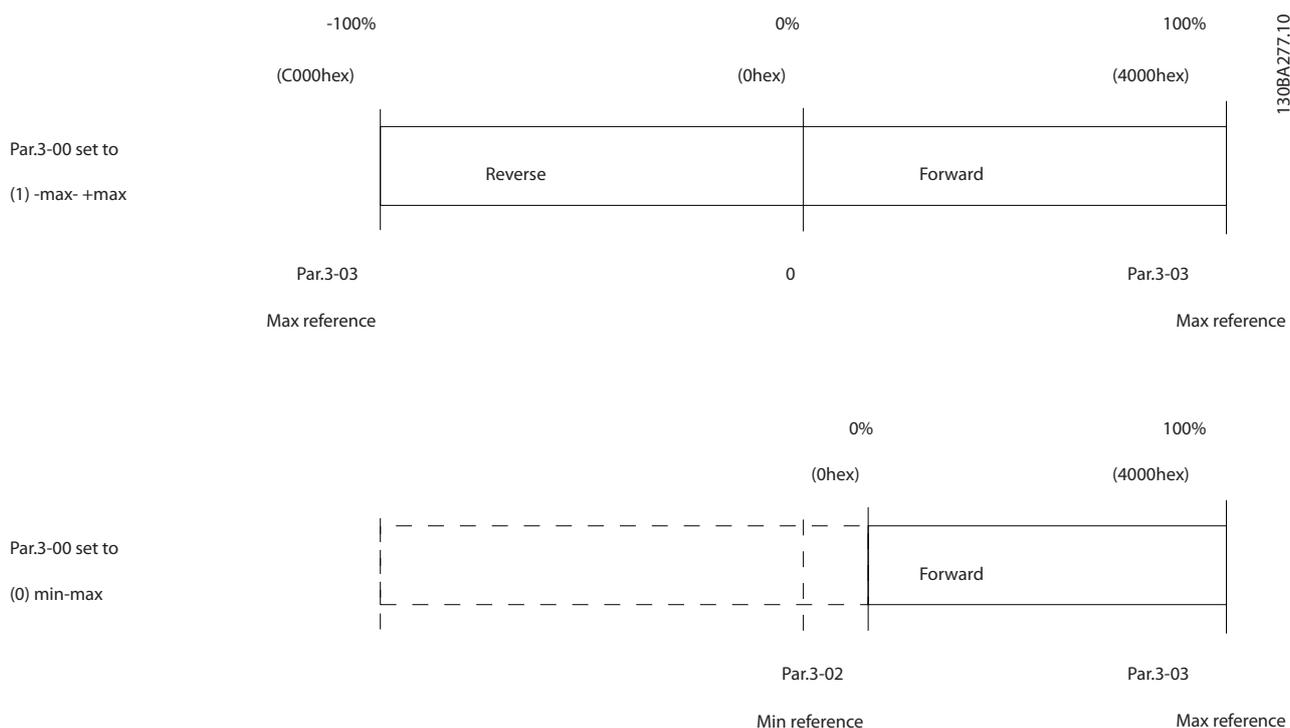
### 14.11.3 Valor de referência da velocidade do barramento

O valor de referência da velocidade é transmitido para o conversor em um valor relativo, em %. O valor é transmitido no formato de uma palavra de 16 bits; em números inteiros (0 a 32.767), o valor 16.384 (4.000 hex) corresponde a 100%. Os números negativos são formatados com o complemento de 2. A frequência de saída real (MAV) é escalonada da mesma maneira que a referência do barramento.



**Ilustração 14.18** Valor de referência da velocidade do barramento

A referência e o MAV são dimensionados conforme mostrado em *Ilustração 14.19*.



**Ilustração 14.19** Referência e MAV

### 14.11.4 Palavra de controle de acordo com perfil do conversor PROFI (CTW)

A palavra de controle é usada para enviar comandos de um mestre para um escravo.

Bit	Bit=0	Bit=1
00	OFF 1	ON 1
01	OFF 2	ON 2
02	OFF 3	ON 3
03	Parada por inércia	Sem parada por inércia
04	Parada rápida	Rampa
05	Mantenha a saída de frequência	Utilizar a rampa de velocidade
06	Parada de rampa	Inicial
07	Sem função	Reset
08	Jog 1 OFF	Jog 1 ON
09	Jog 2 OFF	Jog 2 ON
10	Dados inválidos	Dados válidos
11	Sem função	Redução de velocidade
12	Sem função	Catch-up
13	Setup do parâmetro	Seleção do lsb
14	Setup do parâmetro	Seleção do msb
15	Sem função	Reversão

Tabela 14.22 Valores de bit para a palavra de controle, perfil PROFIdrive

#### Explicação dos bits de controle

##### Bit 00, OFF 1/ON 1

A rampa normal para de usar os tempos de rampa da rampa selecionada.

Bit 00=0 leva à parada e ativação do relé de saída 1 ou 2 se a frequência de saída for 0 Hz e se [31] Relé 123 tenha sido selecionado em *parâmetro 5-40 Função do Relé*.

Quando o bit 00=1, o conversor está no estado 1: Chaveamento inibido.

##### Bit 01, OFF 2/ON 2

Parada por inércia

Quando bit 01=0, uma parada por inércia e ativação do relé de saída 1 ou 2 ocorre se a frequência de saída for 0 Hz e se [31] Relé 123 tiver sido selecionado em *parâmetro 5-40 Função do Relé*.

Quando o bit 01=1, o conversor está no estado 1: inibido. Consulte a *Tabela 14.23*, no final desta seção.

##### Bit 02, OFF 3/ON 3

Parada rápida usando o tempo de rampa de *parâmetro 3-81 Tempo de Rampa da Parada Rápida*.

Quando bit 02=0, ocorre uma parada rápida e a ativação do relé de saída 1 ou 2 se a frequência de saída for 0 Hz e se [31] Relé 123 tiver sido selecionado em *parâmetro 5-40 Função do Relé*.

Quando o bit 02=1, o conversor está no estado 1: Chaveamento inibido.

##### Bit 03, Parada por inércia/Sem parada por inércia

Parada por inércia bit 03=0 leva à parada.

Quando bit 03=1, o conversor pode dar partida se as demais condições para partida forem satisfeitas.

#### AVISO!

A seleção em *parâmetro 8-50 Seleção de Parada por Inércia* determina como o bit 03 está ligado à função correspondente das entradas digitais.

##### Bit 04, Parada rápida/Rampa

Parada rápida usando o tempo de rampa de *parâmetro 3-81 Tempo de Rampa da Parada Rápida*.

Quando o bit 04=0, ocorre uma parada rápida.

Quando bit 04=1, o conversor pode dar partida se as outras condições de partida forem satisfeitas.

#### AVISO!

A seleção em *parâmetro 8-51 Seleção de Parada Rápida* determina como o bit 04 está ligado à função correspondente das entradas digitais.

##### Bit 05, Manter a saída de frequência/Utilizar rampa

Quando bit 05=0, a frequência de saída atual está sendo mantida mesmo se o valor de referência for modificado.

Quando o bit 05=1, o conversor pode executar sua função de regulação novamente; a operação ocorre de acordo com o respectivo valor de referência.

##### Bit 06, Rampa parada/Partida

Parada de rampa normal utilizando os tempos de rampa selecionados da rampa real. Além disso, ativação do relé de saída 01 ou 04 se a frequência de saída for 0 Hz se [31] Relé 123 tiver sido selecionado em *parâmetro 5-40 Função do Relé*.

Bit 06=0 leva a uma parada.

Quando bit 06=1, o conversor pode dar partida se as outras condições de partida forem satisfeitas.

#### AVISO!

A seleção em *parâmetro 8-53 Seleção da Partida* determina como o bit 06 se conecta com a função correspondente das entradas digitais.

##### Bit 07, Sem função/Reset

Reset após desligar.

Reconhece o evento no buffer de defeito.

Quando bit 07=0, não ocorre reset.

Quando há uma mudança de inclinação do bit 07 para 1, ocorre um reset depois do desligamento.

##### Bit 08, Jog 1 OFF/ON

Ativa a velocidade pré-programada em *parâmetro 8-90 Velocidade de Jog 1 via Bus*. JOG 1 é possível somente se bit 04=0 e bit 00–03=1.

##### Bit 09, Jog 2 OFF/ON

Ativa a velocidade pré-programada em *parâmetro 8-91 Velocidade de Jog 2 via Bus*. JOG 2 é possível somente se bit 04=0 e bit 00–03=1.

**Bit 10, Dados não válidos/válidos**

Informa o conversor se a palavra de controle deve ser usada ou ignorada.

Bit 10=0 faz com que a palavra de controle seja ignorada.

Bit 10=1 faz com que a palavra de controle seja usada.

Esta função é relevante porque a palavra de controle está sempre contida no telegrama, independentemente do tipo de telegrama que seja usado. Por exemplo, é possível desligar a palavra de controle se ela não se destina a ser usada com atualização ou leitura de parâmetros.

**Bit 11, Sem função/redução de velocidade**

Reduz o valor de referência de velocidade pelo valor indicado em valor *parâmetro 3-12 Valor de Catch Up/Slow Down*.

Quando o bit 11=0, não ocorre nenhuma modificação do valor de referência. Quando o bit 11=1, o valor de referência é reduzido.

**Bit 12, Sem função/catch-up**

Aumenta o valor de referência de velocidade pelo valor indicado em *parâmetro 3-12 Valor de Catch Up/Slow Down*. Quando o bit 12=0, não ocorre nenhuma modificação do valor de referência.

Quando o bit 12=1, o valor de referência é reduzido.

Se a desaceleração e a aceleração forem ativadas simultaneamente (bits 11 e 12=1), a desaceleração tem maior prioridade, o que significa que a referência da velocidade será reduzida.

**Bits 13/14, Seleção de setup**

Seleciona entre as configurações de 4 parâmetros de acordo com a *Tabela 14.23*.

A função só é possível se [9] *Setup múltiplo* tiver sido selecionado em *parâmetro 0-10 Setup Ativo*. A seleção em *parâmetro 8-55 Seleção do Set-up* determina como os bits 13 e 14 estão ligados à função correspondente das entradas digitais. Alterar setup, enquanto em funcionamento, somente é possível se os setups foram conectados no par. *parâmetro 0-12 Este Set-up é dependente de*.

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

Tabela 14.23 Opcionais de setup de bits 13/14

**Bit 15, Sem função/Inversão**

Bit 15=0 não causa reversão.

Bit 15=1 causa reversão.

Observação: Na configuração de fábrica, a reversão é programada para [0] *Entrada digital* em *parâmetro 8-54 Seleção da Reversão*.

**AVISO!**

O bit 15 causa a inversão somente quando o seguinte for selecionado:

- Comunicação serial
- Lógica ou
- Lógica e

**14.11.5 Palavra de status de acordo com perfil do conversor PROFI (STW)**

A palavra de status notifica um mestre sobre o status de um escravo.

Bit	Bit=0	Bit=1
00	Controle não preparado	Controle pronto
01	Conversor não preparado	Conversor pronto
02	Parada por inércia	Ativado
03	Sem erro	Desarme
04	OFF 2	ON 2
05	OFF 3	ON 3
06	Partida possível	Partida não possível
07	Sem advertência	Advertência
08	Velocidade≠referência	Velocidade=referência
09	Operação local	Controle do barramento
10	Fora do limite de frequência	Limite de frequência ok
11	Sem operação	Em funcionamento
12	Conversor OK	Parado, partida automática
13	Tensão OK	Tensão excedida
14	Torque OK	Torque excedido
15	Temporizador OK	Temporizador expirado

Tabela 14.24 Valores de bit para a palavra de status, perfil PROFIdrive

**Explicação dos bits de status****Bit 00, Controle não pronto/pronto**

Quando o bit 00=0, o bit 00, 01 ou 02 da palavra de controle é 0 (OFF 1, OFF 2 ou OFF 3) - ou o conversor está desligado (desarme).

Quando bit 00=1, o controle do acionamento está pronto, mas não há necessariamente alimentação para a unidade presente (no caso de uma alimentação de 24 V externa ao sistema de controle).

**Bit 01, VLT® não preparado/pronto**

Mesmo significado que o do bit 00, no entanto, com a unidade sendo alimentada de energia. O conversor está pronto quando recebe os sinais de partida necessários.

**Bit 02, Parada por inércia/ativado**

Quando bit 02=0, bit 00, 01 ou 02 da palavra de controle for 0 (OFF 1, OFF 2 or OFF 3 ou parada por inércia) - ou o conversor estiver desligado (desarme).

Quando bit 02=1, bit 00, 01 ou 02 da palavra de controle for 1; o conversor não desarmou.

**Bit 03, Sem erro/desarme**

Quando o bit 03=0, não há nenhuma condição de erro no conversor.

Quando o bit 03=1, o conversor desarmou e requer um sinal de reset antes de restabelecer seu funcionamento.

**Bit 04, ON 2/OFF 2**

Quando bit 01 da palavra de controle for 0, então bit 04=0.

Quando bit 01 da palavra de controle for 1, então bit 04=1.

**Bit 05, ON 3/OFF 3**

Quando bit 02 da palavra de controle for 0, então bit 05=0.

Quando bit 02 da palavra de controle for 1, então bit 05=1.

**Bit 06, Partida possível/Partida impossível**

Se [1] Perfil do PROFIdrive for selecionado em parâmetro 8-10 Perfil da Control Word, o bit 06 é 1 após uma confirmação de desligamento, após a ativação de OFF2 ou OFF3, e depois de ligar a tensão da rede elétrica. A partida não possível é reinicializada com o bit 00 da palavra de controle sendo programada para 0 e os bits 01, 02 e 10 sendo programados para 1.

**Bit 07, Sem advertência/Com advertência**

Bit 07=0 significa que não há advertências.

Bit 07=1 significa que ocorreu uma advertência.

**Bit 08, Velocidade ≠ referência/velocidade = referência**

Quando o bit 08=0, a velocidade atual do motor se desvia do valor de referência da velocidade ajustada. Este cenário pode ocorrer, por exemplo, quando a velocidade está sendo alterada durante o partida/parada através da rampa de aceleração/desaceleração.

Quando o bit 08=1, a velocidade atual do motor se desvia do valor de referência da velocidade ajustada.

**Bit 09, Operação local/controle do barramento**

Bit 09=0 indica que o conversor está parado com a tecla [Stop] (Parar) no LCP, ou que a opção [0] Dependnt d Hand/ Auto ou [2] Local foi selecionada em parâmetro 3-13 Tipo de Referência.

Quando o bit 09=1, o conversor pode ser controlado através da interface serial.

**Bit 10, Fora do limite de frequência/limite de frequência OK**

Quando o bit 10=0, a frequência de saída está fora dos limites estabelecidos em parâmetro 4-52 Advertência de Velocidade Baixa e parâmetro 4-53 Advertência de Velocidade Alta.

Quando o bit 10=1, a frequência de saída está dentro dos limites indicados.

**Bit 11, Fora de funcionamento/Em funcionamento**

Quando o bit 11=0, o motor não gira.

Quando o bit 11=1, o conversor possui um sinal de partida ou a frequência de saída é superior a 0 Hz.

**Bit 12, Conversor OK/parado, partida automática**

Quando o bit 12=0, não há sobrecarga temporária do inversor.

Quando o bit 12=1, o inversor parou devido à sobrecarga. Entretanto, o conversor não desligou (desarme) e dará partida novamente assim que a sobrecarga cessar.

**Bit 13, Tensão OK/tensão excedida**

Quando o bit 13=0, os limites de tensão do conversor não foram excedidos.

Quando o bit 13=1, a tensão direta no circuito intermediário do conversor está muito baixa ou muito alta.

**Bit 14, Torque OK/torque excedido**

Quando o bit 14=0, o torque do motor está abaixo do limite selecionado em parâmetro 4-16 Limite de Torque do Modo Motor e parâmetro 4-17 Limite de Torque do Modo Gerador.

Quando o bit 14=1, o limite de torque selecionado em parâmetro 4-16 Limite de Torque do Modo Motor ou parâmetro 4-17 Limite de Torque do Modo Gerador foi excedido.

**Bit 15, Temporizador OK/temporizador excedido**

Quando o bit 15=0, os temporizadores para a proteção térmica do motor e a proteção contra a transmissão térmica não excederam 100%.

Quando o bit 15=1, 1 dos temporizadores excedeu 100%.

## Índice

## A

Abreviações.....	221
Adaptação automática do motor (AMA)	
Configuração de fiação.....	204
Visão Geral.....	22
Advertência de alta tensão.....	6
Advertências.....	6, 157
Alimentação de 24 V CC.....	166
Altitude.....	155
Ambiente.....	52, 151
Ambiente comercial.....	187
Ambiente residencial.....	187
Amortecimento de ressonância.....	21
Análise da série de Fourier.....	192
Analógica	
Configuração de fiação para referência de velocidade...	205
Descrição dos terminais de entrada/saída e configurações padrão.....	167
Especificações da entrada.....	53
Especificações da saída.....	54
Aprovação CSA/cUL.....	9
Aquecedor	
Esquemática de fiação.....	158
Uso.....	151
Armazenagem.....	150
Armazenagem de capacitores.....	150
Aterramento.....	22, 163, 182
Atmosfera explosiva.....	152
Auto on (Automático ligado).....	195

## B

Backup cinético.....	24
Baixa tensão	
Diretiva.....	8
Barramento CC	
Descrição da operação.....	195
Terminais.....	161
Blindado.....	168
Blindagem	
Cabos.....	161, 163
Extremidades torcidas.....	190
Rede elétrica.....	7
Braçadeira de cabo.....	163
Bypass de frequência.....	24

## C

## Cabos

Abertura.....	59
Blindagem.....	161, 190
do motor.....	177
Conexões de energia.....	159
Controle.....	163
Equalização.....	164
Especificações.....	40, 46, 53
Freio.....	162
Número e tamanho máximos por fase.....	40, 46
Roteamento.....	164
Tipo e características nominais.....	157

Cabos de controle.....	163, 168
------------------------	----------

## Cálculos

Ciclo útil do resistor.....	180
Razão de curto-circuito.....	193
Referência escalonada.....	196
Resistência do freio.....	180
Software de harmônicas.....	194
THDi.....	192
Torque de frenagem.....	180

CANOpen.....	32
--------------	----

Características nominais de proteção NEMA.....	9
--	---

## Cartão de controle

Especificações.....	55
Especificações RS485.....	54
Ponto de desarme por superaquecimento.....	40, 46

Cartão de relé estendido.....	36
-------------------------------	----

Cartão do Termistor do PTC.....	34
---------------------------------	----

Certificação marítima.....	9
----------------------------	---

Certificado TÜV.....	9
----------------------	---

Certificado UKrSEPRO.....	9
---------------------------	---

## Ciclo útil

Cálculo.....	180
Definição.....	221

Código de tipo.....	212
---------------------	-----

Compensação de deslizamento.....	221
----------------------------------	-----

Comprimento do telegrama (LGE).....	224
-------------------------------------	-----

Computador pessoal.....	163
-------------------------	-----

Comunicação Serial.....	166
-------------------------	-----

Condensação.....	151
------------------	-----

## Condições ambientais

Especificações.....	52
Visão Geral.....	151

Conexão de rede.....	222
----------------------	-----

Conexão do PC.....	163
--------------------	-----

Configuração de fiação de partida/parada.....	205, 206
---	----------

Configuração de fiação para reset de alarme externo.....	207
--	-----

Configurações de montagem.....	152
--------------------------------	-----

## Conformidade

Com ADN.....	7
Diretivas.....	8

Controlador.....	35	Dimensões	
Controlador de posicionamento.....	35	Gabinete E1.....	59
Controlador de sincronismo.....	35	Gabinete E2.....	67
Controle		Gabinete F1.....	75
Características.....	55	Gabinete F10.....	122
Descrição da operação.....	195	Gabinete F11.....	128
Estruturas.....	199	Gabinete F12.....	136
Tipos de.....	200	Gabinete F13.....	142
Controle de processo.....	200	Gabinete F2.....	82
Convenções.....	5	Gabinete F3.....	89
Conversor		Gabinete F4.....	101
Requisitos da folga.....	153	Gabinete F8.....	112
Corrente		Gabinete F9.....	116
Atenuação do motor.....	179	Tabela.....	12, 13
Controle de corrente interna.....	203	Dimensões externas (ilustrações).....	59
de fuga.....	181, 182	Diretiva de maquinaria.....	8
fundamental.....	192	Diretiva ErP.....	9
harmônica.....	192	Disjuntor.....	170, 175, 182
nominal de saída.....	220	Dispositivo de corrente residual.....	181, 182
Distorção.....	192	Dissipador de calor	
Fórmula para o limite de corrente.....	220	Fluxo de ar exigido.....	153
Ponto de aterramento de transiente.....	182	Limpeza.....	151
Corrente de fuga.....	6, 181	Ponto de desarme por superaquecimento.....	40, 46
Curto circuito		Divisão da carga	
Características nominais de SCCR.....	172	Advertência.....	6
Frenagem.....	180	Esquemática de fiação.....	158
Proteção.....	170	Proteção contra curto-circuito.....	19
Curto-circuito		Terminais.....	30, 162
Cálculo da razão.....	193	Visão Geral.....	29
Definição.....	222	Drive	
Frenagem.....	26	Configurador.....	212
Proteção.....	19	Solicitação de pedido.....	212
<b>D</b>		Valores nominais da potência.....	12, 13
Derating		Visão Geral.....	12, 13
Altitude.....	155	DU/dt.....	184
Duto externo.....	154	<b>E</b>	
Especificações.....	53, 153	Eficiência	
Operação de baixa velocidade.....	155	Cálculo.....	183
Recurso automático.....	20	Especificações.....	40, 46
Tabelas.....	156	Fórmula da eficiência do conversor.....	220
Visão geral e causas.....	154	Uso da AMA.....	22
Desarme		EMC	
Definição.....	222	Aspectos gerais.....	185
Pontos para drives de 380–500 V.....	40	Compatibilidade.....	189
Pontos para drives de 525–690 V.....	46	Diretiva.....	8
Desbalanceamento de tensão.....	20	Instalação.....	191
DeviceNet.....	32, 216	Interferência.....	190
Digital		Precauções de instalação do RS485.....	223
Descrição dos terminais de entrada/saída e configurações padrão.....	167	Resultados do teste.....	187
Especificações da entrada.....	53	Emissão conduzida.....	187
Especificações da saída.....	54	Emissão irradiada.....	187
		Encoder	
		Configuração.....	210
		Definição.....	221
		Determinação da direção do encoder.....	210
		VLT® Encoder Input MCB 102.....	34

Energia		Freio eletromecânico.....	210
Classe de eficiência.....	52	Freio mecânico	
Entrada do usuário.....	195	Configuração de fiação.....	209
Especificações da entrada.....	53	Uso de controle de malha aberta.....	27
Especificações de USB.....	56	Uso de controle de malha fechada.....	28
Especificações elétricas		Frenagem	
Drives de 12 pulsos.....	43, 49	Configuração de fiação para freio mecânico.....	209
Drives de 6 pulsos.....	40, 46	Controle com a função de frenagem.....	181
Esquemática de fiação		Freio de Holding Mecânico.....	26
Conexões de energia.....	159	Freio eletromagnético.....	27
Conversor.....	158	Freio eletromecânico.....	210
Exemplos de aplicações típicas.....	204	dinâmica.....	26
Terminais de controle de 12 pulsos.....	169	estática.....	26
Terminais NAMUR.....	170	Limites.....	180
EtherCAT.....	33	Use como uma função de frenagem alternativa.....	181
EtherNet/IP.....	33	Frequência de chaveamento	
<b>F</b>		Conexões de energia.....	161
Feedback		Derating.....	20
Conversão.....	198	Filtro de onda senoidal.....	36, 161
Sinal.....	200	Uso com RCDs.....	182
Tratamento.....	197	Fusíveis	
Fieldbus.....	32, 164	Advertência da proteção de sobrecorrente.....	157
Filtro de modo comum.....	36	Complementares.....	173
Filtro de onda senoidal.....	36, 161	Conformidade.....	170
Filtros		Contator da rede elétrica.....	176
Filtro de harmônicas.....	36	Controlador de motor manual.....	173
Filtro de modo comum.....	36	Desconexão de rede elétrica.....	175
Filtro de onda senoidal.....	36, 161	Do Ventilador.....	173
Filtro de RFI.....	189	Especificações para 380–500 V.....	40
Filtro dU/dt.....	36	Especificações para 525–690 V.....	46
Solicitação de pedido.....	219	NAMUR.....	174
Fios.....	157	Opcionais.....	171
consulte também <i>Cabos</i>		Para o uso com conexões de energia.....	159
Fluxo		Potência/semicondutor.....	171
Estrutura de controle em fluxo com feedback de motor.....	203	Rede elétrica.....	174
Estrutura de controle em fluxo sem sensores.....	202	Relé pilz.....	174
Fluxo de ar		Terminal protegido por fusível de 30 A.....	173
Canal traseiro.....	57, 58	Transformador de controle.....	173
Duto externo.....	154	<b>G</b>	
Exigido.....	153	Gabinete E1	
Gabinete.....	57, 58	Dimensões do terminal.....	61
Flying start.....	24	Dimensões externas.....	59
Folga da porta.....	59	Placa da bucha.....	60
Formação periódica.....	150	Gabinete E2	
Fórmula		Dimensões do terminal.....	68
Corrente de saída.....	220	Dimensões externas.....	67
Eficiência do conversor.....	220	Placa da bucha.....	68
Limite de corrente.....	220	Gabinete F1	
Potência nominal do resistor de frenagem.....	220	Dimensões do terminal.....	77
Formulário de pedido do código do tipo.....	212	Dimensões externas.....	75
Freio CA.....	26	Placa da bucha.....	76
Freio CC.....	26, 235	Gabinete F10	
		Dimensões do terminal.....	124
		Dimensões externas.....	122
		Placa da bucha.....	123
		Gabinete F11	
		Dimensões do terminal.....	130
		Dimensões externas.....	128
		Placa da bucha.....	129

Índice	VLT® AutomationDrive FC 302 315–1200 kW
Gabinete F12	
Dimensões do terminal.....	138
Dimensões externas.....	136
Placa da bucha.....	137
Gabinete F13	
Dimensões do terminal.....	144
Dimensões externas.....	142
Placa da bucha.....	143
Gabinete F2	
Dimensões do terminal.....	84
Dimensões externas.....	82
Placa da bucha.....	83
Gabinete F3	
Dimensões do terminal.....	91
Dimensões externas.....	89
Placa da bucha.....	90
Gabinete F4	
Dimensões do terminal.....	103
Dimensões externas.....	101
Placa da bucha.....	102
Gabinete F8	
Dimensões do terminal.....	114
Dimensões externas.....	112
Placa da bucha.....	113
Gabinete F9	
Dimensões do terminal.....	118
Dimensões externas.....	116
Placa da bucha.....	117
Gases.....	151
Grade de TI.....	182
Guia de operação.....	5
Guia de programação.....	5
<b>H</b>	
Hand On (Manual ligado).....	195
Harmônicas	
Atenuação.....	194
Definição de fator de potência.....	221
Filtro.....	36
Normas EN.....	193
Normas IEC.....	193
Visão geral.....	192
<b>I</b>	
Içamento.....	27, 28, 150
Instalação	
Elétrica.....	157
Pessoal qualificado.....	6
Requisitos.....	152
Instalação elétrica.....	168
Instalação em altitudes elevadas.....	190
Interferência de radiofrequência.....	21
Interferência eletromagnética.....	21
Interruputor	
A53 e A54.....	53, 167
Desconexão.....	38
Inversor.....	195
Isolação galvânica.....	22, 54, 189
Isolamento.....	179
<b>K</b>	
Kits	
Descrições.....	219
Disponibilidade de gabinete.....	18
Números de solicitação de pedido.....	219
<b>M</b>	
Malha aberta.....	199
Malha fechada.....	199, 200, 204
Manutenção.....	151
Marcação CE.....	8
Marcação EAC.....	9
Marcação RCM.....	9
Máx.	
Configuração de fiação para aceleração/desaceleração.....	207
Configuração de fiação para referência de velocidade... ..	207
Modbus	
Códigos de função de mensagem RTU.....	233
Estrutura da mensagem.....	229
Opcional.....	33
Visão geral do RTU.....	228
Modulação.....	21, 220
Modulação automática da frequência de chaveamento.....	21
Módulo E/S de uso geral.....	33
Monitoramento ATEX.....	23, 152
Motor	
Atenuação das correntes de mancal.....	179
Cabos.....	161, 177, 181
Classe de proteção.....	152
Conexão em paralelo.....	177
Configuração de fiação do termistor.....	208
Corrente de fuga.....	181
Detecção de fase ausente.....	20
Especificações da saída.....	52
Esquemática de fiação.....	158
Ex-e.....	23, 34
Feedback.....	203
Isolamento.....	179
Plaqueta de identificação.....	24
Proteção térmica.....	22, 177
Rotação.....	177
Torque de segurança.....	221
Torque total.....	24
<b>N</b>	
Nova partida.....	24

## O

O tempo de subida.....	184
Opcionais	
Controle de movimento.....	35
Disponibilidade do gabinete.....	12, 13
Extensões funcionais.....	33
Fieldbus.....	32
Fusíveis.....	171
Placas de relé.....	35
Solicitação de pedido.....	37, 216, 217
Opcional de entrada de sensor.....	34
Opcional de interface segura do PLC.....	34
Opcional de Resolver.....	34
Opcional do controle de movimento.....	35
Operação de baixa velocidade.....	155
Otimização automática de energia (AEO).....	21

## P

Pacote de idiomas.....	212
Parada por inércia.....	235
Peças sobressalentes.....	219
PELV.....	22, 54, 189
Perfil do FC.....	234
Pessoal qualificado.....	6
PID	
Controlador.....	22, 198, 201
Placa da bucha.....	59
PLC.....	164
Ponto de acoplamento comum.....	192
Potência	
Características nominais.....	11, 40, 46
Conexões.....	159
Perdas.....	40, 46
Potência.....	221
Potenciômetro.....	167, 207
POWERLINK.....	33
Pré-aquecimento.....	24
PROFIBUS.....	32, 216
PROFINET.....	32
Proteção	
Classificação do gabinete.....	12, 13
Curto-circuito.....	19
Desbalanceamento da tensão de alimentação.....	20
Função de Frenagem.....	19
Sobrecarga.....	20
Sobrecorrente.....	157
Sobretensão.....	19
Térmico Calculado do Motor.....	22
Valor nominal.....	9
Proteção de sobrecorrente.....	157
Proteção do circuito de derivação.....	170

Proteção do gabinete.....	9
---------------------------	---

## Pulso

Configuração de fiação para partida/parada.....	206
Especificações da entrada.....	54

## R

Rabichos.....	190
Rede elétrica	
Blindagem.....	7
Contator.....	176
Desconexão.....	175
Especificações.....	52
Flutuações.....	21
Queda.....	24
Referência	
Entrada da velocidade.....	205
ativa.....	195
remota.....	196
Tratamento remoto de.....	196
Referência ativa.....	195
Referência escalonada.....	196
Referência remota.....	196
Regen	
Disponibilidade.....	12, 13
Terminais.....	81, 88, 100, 111, 213
Visão Geral.....	31
Regulamentos de controle de exportação.....	9
Relé	
Especificações.....	55
Instalação compatível com ADN.....	7
Opcional.....	34
Opcional de cartão de relé estendido.....	36
Placa.....	35
Terminais.....	167
Relé térmico eletrônico (ETR).....	157
Requisitos de emissão.....	187
Requisitos de imunidade.....	188
Reset do alarme.....	207
Resfriamento	
Advertência de poeira.....	151
Requisitos.....	153
Taxas de fluxo de ar do gabinete.....	153
Visão geral do resfriamento do canal traseiro.....	153
Resfriamento do canal traseiro.....	153
Resfriamento do duto.....	153
Resistor de freio.....	26
Resistor de frenagem	
Definição.....	221
Esquemática de fiação.....	158
Fórmula de potência nominal.....	220
Guia de design.....	5
Segurança.....	6, 181
Solicitação de pedido.....	219
Terminais.....	162
Visão Geral.....	36

Resistor do freio		Terminais	
Seleção.....	179	Comunicação Serial.....	166
Retificador.....	195	Descrições de controle e configurações padrão.....	166
RFI		Dimensões do gabinete E1.....	61
Filtro.....	189	Dimensões do gabinete F1.....	77
Uso do interruptor com a grade de TI.....	182	Dimensões do gabinete F10.....	124
Rotor.....	20	Dimensões do gabinete F11.....	130
RS485		Dimensões do gabinete F12.....	138
Configuração da fiação.....	208	Dimensões do gabinete F13.....	144
Esquemática de fiação.....	158	Dimensões do gabinete F2.....	84
Instalação.....	222	Dimensões do gabinete F3.....	91
Terminais.....	166	Dimensões do gabinete F4.....	103
Valores de parâmetros.....	234	Dimensões do gabinete F8.....	114
Visão Geral.....	222	Dimensões do gabinete F9.....	118
Ruído Acústico.....	183	Dimensões para gabinete E2.....	68
S		Divisão da carga.....	162
Safe Torque Off		Entrada analógica/saída analógica.....	167
Configuração de fiação.....	205	Entrada digital/saída digital.....	167
Conformidade com a diretiva de maquinaria.....	8	NAMUR.....	170
Esquemática de fiação.....	158	Resistor de frenagem.....	162
Guia de operação.....	5	RS485.....	166
Localização do terminal.....	167	do relé.....	167
Visão Geral.....	26	Terminal 37.....	167
Saída		Terminalis de controle.....	166
Contator.....	183, 191	Terminalis NAMUR.....	170
Especificações.....	54	Termistor	
Interruptor.....	20	Configuração de fiação.....	208
Segurança		Definição.....	221
Instruções.....	6, 157	Localização do terminal.....	167
Opcionais.....	34	Roteamento de cabo.....	164
Smart logic control		Torque	
Configuração de fiação.....	209	Característica.....	52
Visão Geral.....	25	Configuração de fiação para limite de parada e torque.....	210
Sobrecarga		Controle.....	200
Emissão com harmônicas.....	192	Torque de segurança.....	221
Limites.....	20	Transdutor.....	166
térmica eletrônica.....	22	Transformador	
Sobrecarga térmica eletrônica.....	22	Conexão.....	162
Sobretensão		Efeitos das harmônicas.....	192
Frenagem.....	36	U	
Função de frenagem alternativa.....	181	UL	
Proteção.....	19	Características nominais de proteção do gabinete.....	9
STO.....	5	Listagem de marcações.....	9
consulte também <i>Safe Torque Off</i>		Umidade.....	151
Superaquecimento.....	222	V	
T		Valor nominal IP.....	9
Temperatura.....	151	Velocidade	
Tempo de descarga.....	6	Controle.....	200
		Feedback do PID.....	200
		Ventiladores	
		Alimentação externa.....	163
		Fluxo de ar exigido.....	153
		controlados por temperatura.....	21
		Versões de software.....	216

Visão geral do protocolo..... 223  
VVC+..... 201, 203



.....  
A Danfoss não aceita qualquer responsabilidade por possíveis erros constantes de catálogos, brochuras ou outros materiais impressos. A Danfoss reserva-se o direito de alterar os seus produtos sem aviso prévio. Esta determinação aplica-se também a produtos já encomendados, desde que tais modificações não impliquem em mudanças nas especificações acordadas. Todas as marcas registradas constantes deste material são propriedade das respectivas empresas. Danfoss e o logotipo Danfoss são marcas registradas da Danfoss A/S. Todos os direitos reservados.  
.....

Danfoss A/S  
Ulsnaes 1  
DK-6300 Graasten  
vlt-drives.danfoss.com

