



Guia de Design

VLT[®] HVAC Drive FC 102

355–1400 kW



Índice

1 Introdução	5
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
2 Segurança	6
2.1 Símbolos de Segurança	6
2.2 Pessoal qualificado	6
2.3 Segurança e Precauções	6
3 Aprovações e certificações	8
3.1 Aprovações regulamentares/de conformidade	8
3.2 Características nominais de proteção do gabinete	10
4 Visão geral do produto	12
4.1 Conversores de alta potência VLT®	12
4.2 Tamanho do gabinete por valor nominal da potência	12
4.3 Visão geral dos gabinetes, 380–480 V	13
4.4 Visão geral dos gabinetes, 525–690 V	16
4.5 Disponibilidade do kit	19
5 Características do produto	20
5.1 Recursos operacionais automatizados	20
5.2 Recursos de aplicação personalizada	23
5.3 Recursos específicos do Drive HVAC VLT®	27
5.4 Controlador em cascata básico	41
5.5 Visão geral da frenagem dinâmica	43
5.6 Visão geral de divisão da carga	43
5.7 Visão geral de Regen	44
6 Visão geral de opcionais e acessórios	45
6.1 Dispositivos Fieldbus	45
6.2 Extensões funcionais	46
6.3 Controle de movimento e placas de relé	47
6.4 Resistores de frenagem	47
6.5 Filtros de onda senoidal	48
6.6 Filtros dU/dt	48
6.7 Filtros de modo comum	48
6.8 Filtros de harmônicas	48
6.9 Opcionais de gabinete integrado	48

6.10 Kits de alta potência	50
7 Especificações	51
7.1 Dados elétricos, 380–480 V	51
7.2 Dados elétricos, 525–690 V	57
7.3 Alimentação de rede elétrica	63
7.4 Saída do motor e dados do motor	63
7.5 Condições ambientais	63
7.6 Especificações de cabo	64
7.7 Entrada/saída de controle e dados de controle	64
7.8 Pesos dos gabinetes	67
7.9 Fluxo de ar para gabinetes E1-E2 e F1–F13	68
8 Dimensões externas e do terminal	70
8.1 Dimensões externas e do terminal do E1	70
8.2 Dimensões externas e do terminal do E2	78
8.3 Dimensões externas e do terminal do F1	86
8.4 Dimensões externas e do terminal do F2	93
8.5 Dimensões externas e do terminal do F3	100
8.6 Dimensões externas e do terminal do F4	112
8.7 Dimensões externas e do terminal do F8	123
8.8 Dimensões externas e do terminal do F9	127
8.9 Dimensões externas e do terminal do F10	133
8.10 Dimensões externas e do terminal do F11	139
8.11 Dimensões externas e do terminal do F12	147
8.12 Dimensões externas e do terminal do F13	153
9 Considerações da instalação mecânica	161
9.1 Armazenagem	161
9.2 Içamento da unidade	161
9.3 Ambiente operacional	162
9.4 Configurações de montagem	163
9.5 Resfriamento	164
9.6 Derating	165
10 Considerações de instalação elétrica	168
10.1 Instruções de segurança	168
10.2 Esquemática de fiação	169
10.3 Conexões	170
10.4 Terminais e fiação de controle	174
10.5 Fusíveis e disjuntores	181
10.6 Desconexões e contadores	185

10.7 Motor	186
10.8 Frenagem	189
10.9 Dispositivos de corrente residual (RCD) e monitor de resistência de isolamento (IRM)	191
10.10 Corrente de fuga	191
10.11 Grade de TI	193
10.12 Eficiência	193
10.13 Ruído acústico	194
10.14 Condições dU/dt	194
10.15 Visão geral da compatibilidade eletromagnética (EMC)	195
10.16 Instalação compatível com EMC	199
10.17 Visão geral das harmônicas	202
11 Princípios básicos de operação de um conversor	205
11.1 Descrição da operação	205
11.2 Controles do conversor	205
12 Exemplos de aplicações	213
12.1 Configurações de fiação para adaptação automática do motor (AMA)	213
12.2 Configurações de fiação para referência de velocidade analógica	213
12.3 Configurações de fiação para partida/parada	214
12.4 Configuração de fiação para reinicialização de alarme externo	215
12.5 Configuração de fiação para referência de velocidade usando um potenciômetro manual	216
12.6 Configuração de fiação para aceleração/desaceleração	216
12.7 Configuração de fiação para conexão de rede RS485	217
12.8 Configuração de fiação para termistor do motor	217
12.9 Configuração de fiação para controlador em cascata	218
12.10 Configuração de fiação para setup do relé com Smart Logic Control	219
12.11 Configuração de fiação para bomba de velocidade fixa/variável	219
12.12 Configuração de fiação para alternância da bomba de comando	219
13 Como comprar um conversor	221
13.1 Configurador do conversor	221
13.2 Números da solicitação de pedido para opcionais/kits	225
13.3 Números da solicitação de pedido para filtros e resistores de frenagem	228
13.4 Peças sobressalentes	228
14 Apêndice	229
14.1 Abreviações e símbolos	229
14.2 Definições	230
14.3 Instalação e setup do RS485	231

14.4 RS485: Visão geral do protocolo do FC	232
14.5 RS485: Estrutura do telegrama do Protocolo Danfoss FC	233
14.6 RS485: Exemplos de parâmetros do Protocolo Danfoss FC	237
14.7 RS485: Visão geral do Modbus RTU	238
14.8 RS485: Estrutura do telegrama do Modbus RTU	239
14.9 RS485: Códigos de função de mensagem Modbus RTU	242
14.10 RS485: Parâmetros do Modbus RTU	243
14.11 RS485: Perfil de controle do FC	243
Índice	250

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/#/ 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
MG16C3xx	Conteúdo D1h–D8h removido e nova estrutura implementada.	5.11

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.

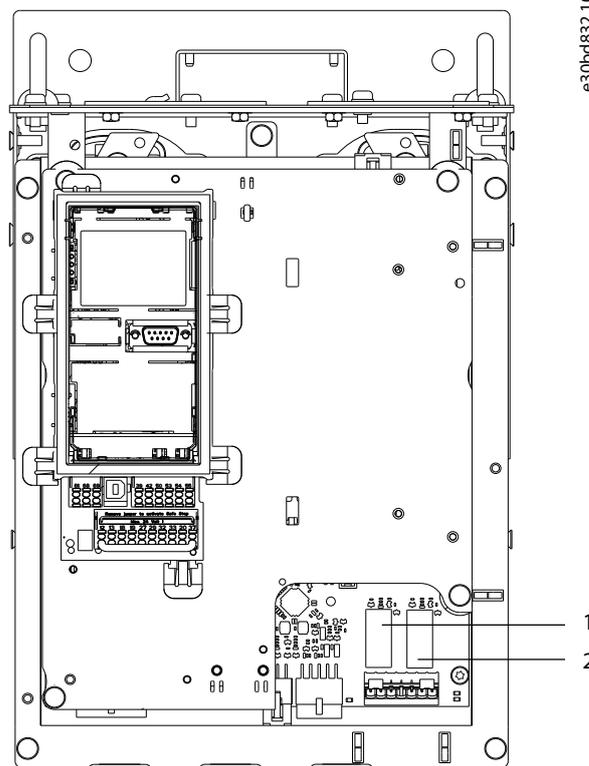
AVISO!**OPCIONAL DE SEGURANÇA PARA BLINDAGEM DA REDE ELÉTRICA**

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 RFI Filter* 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 regulamentares/de conformidade

AVISO!

LIMITAÇÕES IMPOSTAS NA FREQUÊNCIA DE SAÍDA

A partir da versão de software 3.92, a frequência de saída do conversor é limitada a 590 Hz devido às regulamentações de controle de exportação.

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 ¹⁾	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/#/.

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.

3

Tabela 3.3 Detalhamento do Número de IP

4 Visão geral do produto

4

4.1 Conversores de alta potência VLT®

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 por valor nominal da potência

kW ¹⁾	Hp ¹⁾	Gabinetes disponíveis	
		6 pulsos	12 pulsos
315	450	–	F8–F9
355	500	E1–E2	F8–F9
400	550	E1–E2	F8–F9
450	600	E1–E2	F8–F9
500	650	F1–F3	F10–F11
560	750	F1–F3	F10–F11
630	900	F1–F3	F10–F11
710	1000	F1–F3	F10–F11
800	1200	F2–F4	F12–F13
1000	1350	F2–F4	F12–F13

Tabela 4.1 Valores nominais da potência do gabinete, 380–480V

1) Todos os valores nominais da potência são obtidos em sobrecarga normal.

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

kW ¹⁾	Hp ¹⁾	Gabinetes disponíveis	
		6 pulsos	12 pulsos
450	450	E1–E2	F8–F9
500	500	E1–E2	F8–F9
560	600	E1–E2	F8–F9
630	650	E1–E2	F8–F9
710	750	F1–F3	F10–F11
800	950	F1–F3	F10–F11
900	1050	F1–F3	F10–F11
1000	1150	F2–F4	F12–F13
1200	1350	F2–F4	F12–F13
1400	1550	F2–F4	F12–F13

Tabela 4.2 Valores nominais da potência do gabinete, 525–690 V

1) Todos os valores nominais da potência são obtidos em sobrecarga normal.

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

4.3 Visão geral dos gabinetes, 380–480 V

Tamanho do gabinete	E1	E2
Valor nominal da potência¹⁾		
Saída em 400 V (kW)	355–450	355–450
Saída em 460 V (hp)	500–600	500–600
Configuração de front-end		
6 pulsos	S	S
12 pulsos	–	–
Características nominais de proteção		
IP	IP21/54	IP00
Tipo UL	Tipo 1/12	Chassi
Opções de hardware²⁾		
Canal traseiro de aço inoxidável	–	O
Blindagem da rede elétrica	O	–
Aquecedor elétrico 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	O	O
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	–	–
Dimensões		
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 Conversores E1–E2, 380–480 V

1) Todos os valores nominais da potência são obtidos em sobrecarga normal. 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.

Tamanho do gabinete	F1	F2	F3	F4
Valor nominal da potência¹⁾				
Saída em 400 V (kW)	500–710	800–1000	500–710	800–1000
Saída em 460 V (hp)	650–1000	1200–1350	650–1000	1200–1350
Configuração de front-end				
6 pulsos	S	S	S	S
12 pulsos	-	-	-	-
Características nominais de proteção				
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
Tipo UL	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12
Opções de hardware²⁾				
Canal traseiro de aço inoxidável	O	O	O	O
Blindagem da rede elétrica	-	-	-	-
Aquecedor elétrico e termostato	O	O	O	O
Luz do painel elétrico com tomada de energia	O	O	O	O
Filtro de RFI (Classe A1)	-	-	-	-
Terminais NAMUR	-	-	-	-
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	O	O	O	O
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
Dimensões				
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 Conversores F1-F4, 380–500 V

1) Todos os valores nominais da potência são obtidos em sobrecarga normal. 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.

Tamanho do gabinete	F8	F9	F10	F11	F12	F13
Valor nominal da potência¹⁾						
Saída em 400 V (kW)	315–450	315–450	500–710	500–710	800–1000	800–1000
Saída em 460 V (hp)	450–600	450–600	650–1000	650–1000	1200–1350	1200–1350
Configuração de front-end						
6 pulsos	–	–	–	–	–	–
12 pulsos	S	S	S	S	S	S
Características nominais de proteção						
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
Opções de hardware²⁾						
Canal traseiro de aço inoxidável	–	–	–	–	–	–
Blindagem da rede elétrica	–	–	–	–	–	–
Aquecedor elétrico 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	–	–	–	–	–	–
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	O	O	O	O	O	O
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
Dimensões						
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 Conversores F8-F13, 380–480 V

1) Todos os valores nominais da potência são obtidos em sobrecarga normal. 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
Valor nominal da potência¹⁾		
Saída a 690 V (kW)	450–630	450–630
Saída a 575 V (hp)	450–650	450–650
Configuração de front-end		
6 pulsos	S	S
12 pulsos	–	–
Características nominais de proteção		
IP	IP21/54	IP00
Tipo UL	Tipo 1/12	Chassi
Opções de hardware²⁾		
Canal traseiro de aço inoxidável	–	O
Blindagem da rede elétrica	O	–
Aquecedor elétrico 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	–	–
Dimensões		
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 Conversores E1–E2, 525–690 V

1) Todos os valores nominais da potência são obtidos em sobrecarga normal. 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.

Tamanho do gabinete	F1	F2	F3	F4
Valor nominal da potência¹⁾				
Saída a 690 V (kW)	710–900	1000–1400	710–900	1000–1400
Saída a 575 V (hp)	750–1050	1150–1550	750–1050	1150–1550
Configuração de front-end				
6 pulsos	S	S	S	S
12 pulsos	-	-	-	-
Características nominais de proteção				
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
Tipo UL	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12
Opções de hardware²⁾				
Canal traseiro de aço inoxidável	O	O	O	O
Blindagem da rede elétrica	-	-	-	-
Aquecedor elétrico 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	-	-	-	-
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	O	O	O	O
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
Dimensões				
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 Conversores F1-F4, 525–690 V

1) Todos os valores nominais da potência são obtidos em sobrecarga normal. 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.

Tamanho do gabinete	F8	F9	F10	F11	F12	F13
Valor nominal da potência¹⁾						
Saída a 690 V (kW)	450–630	450–630	710–900	710–900	1000–1400	1000–1400
Saída a 575 V (hp)	450–650	450–650	750–1050	750–1050	1150–1550	1150–1550
Configuração de front-end						
6 pulsos	–	–	–	–	–	–
12 pulsos	S	S	S	S	S	S
Características nominais de proteção						
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
Opções de hardware²⁾						
Canal traseiro de aço inoxidável	–	–	–	–	–	–
Blindagem da rede elétrica	–	–	–	–	–	–
Aquecedor elétrico 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	–	–	–	–	–	–
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	O	O	O	O	O	O
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
Dimensões						
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 Conversores F8–F13, 525–690 V

1) Todos os valores nominais da potência são obtidos em sobrecarga normal. 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

Descrição do kit ¹⁾	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 ²⁾	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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4

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 Características 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 conversor, 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 conversor.
- Configuração incorreta de compensação de escorregamento aumenta a tensão do barramento CC.
- Força Contra Eletromotriz da operação do motor PM. Se parada por inércia em alta RPM, a força contra eletromotriz do motor PM pode potencialmente exceder a tolerância de tensão máxima do conversor 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 conversor 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 conversor devido à sobretensão no barramento CC.

AVISO!

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

5.1.3 Detecção de fase ausente de motor

A função de fase ausente de motor (*parâmetro 4-58 Missing Motor Phase Function*) 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 Response to Mains Imbalance*).

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 Torque Limit Motor Mode* e *parâmetro 4-17 Torque Limit Generator Mode*. O tempo antes da advertência do limite de torque ser desarmada é controlado em *parâmetro 14-25 Trip Delay at Torque Limit*.

Limite de corrente

O limite de corrente é controlado em *parâmetro 4-18 Current Limit* e o tempo antes do desarme do conversor é controlado em *parâmetro 14-24 Trip Delay at Current Limit*.

Limite de velocidade

Limite de velocidade mínimo: *Parâmetro 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]* ou *parâmetro 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]* limite a faixa de velocidade operacional mínima do conversor.

Limite de velocidade máximo: *Parâmetro 4-13 Motor Speed High Limit [RPM]* ou *parâmetro 4-19 Max Output Frequency* 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⁺ (*parâmetro 30-22 Locked Rotor Detection*).

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 Output Filter* 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 conversor foi projetado para operação com carga total contínua em frequências de chaveamento entre 1,5–2 kHz para 380–480 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 conversor e exige que a corrente de saída seja reduzida.

Um recurso automático do conversor 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 de 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.

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.

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 conversor calcule o desempenho e a eficiência ideais. Realizar o procedimento AMA também maximiza o recurso de otimização automática da energia do conversor. 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 conversor pode usar 2 sinais de feedback de 2 dispositivos diferentes, permitindo que o sistema seja regulado com requisitos diferentes de feedback. O conversor 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
 - 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).
- 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.

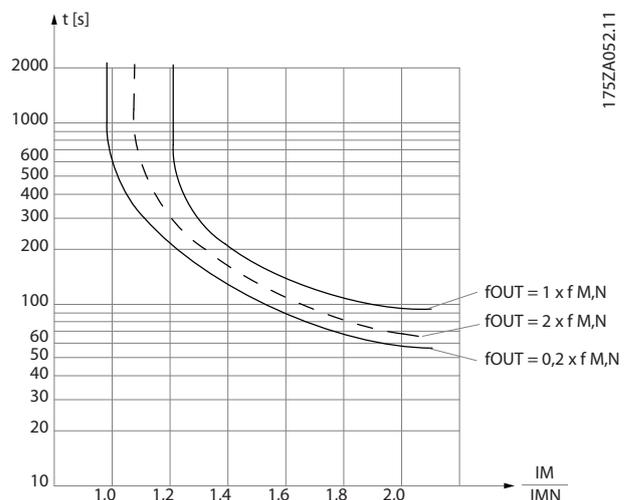


Ilustração 5.1 Características do ETR

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 Motor Thermal*. 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 dos motores Ex-e de acordo com o EN-60079-7. Quando combinado com um dispositivo de monitoramento PTC aprovado pela ATEX, como o 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 evitar 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 de 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. Este dispositivo monitora a temperatura nos enrolamentos do motor. Se houver um nível de temperatura crítico ou um mau funcionamento, o dispositivo desliga o motor.

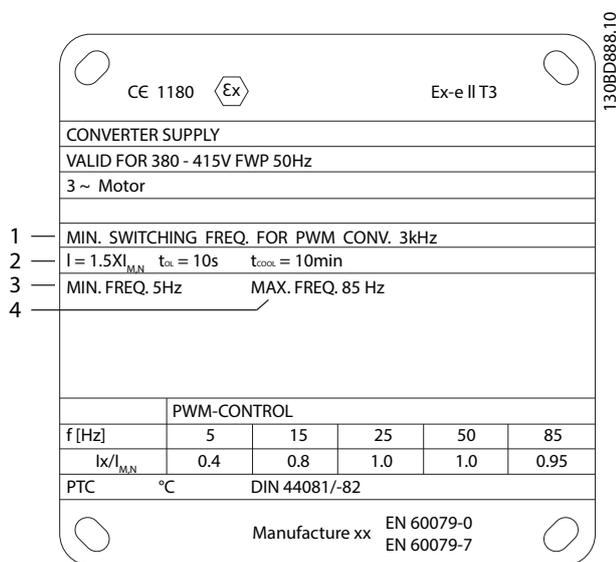
- O opcional VLT® PTC Thermistor MCB 112 fornece monitoramento aprovado pela ATEX da temperatura do motor. É um pré-requisito que o conversor seja equipado com 3–6 termistores PTC em série, de acordo com o DIN 44081 ou 44082.
- Como alternativa, uma fonte externa de dispositivo de proteção de PTC aprovada pela ATEX pode ser usada.
- O filtro de onda senoidal é exigido quando o seguinte se aplicar:
 - 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 Switching Frequency*.

Compatibilidade entre motor e 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 folha 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 do motor mínima.
- Frequência do motor máxima.

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



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

Ilustração 5.2 A plaqueta de identificação do motor mostra os requisitos do conversor

Ao corresponder o conversor e o motor, a Danfoss especifica os seguintes requisitos adicionais para garantir uma adequada proteção térmica 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 menor do que a indicada nas características U/f, a corrente pode aumentar, disparando um alarme.

Para obter mais informações, veja 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 Mains Failure*) 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 Mains Failure* 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 SL Controller Action [x]*) executada pelo SLC quando o evento associado definido pelo usuário (consulte *parâmetro 13-51 SL Controller Event [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*.

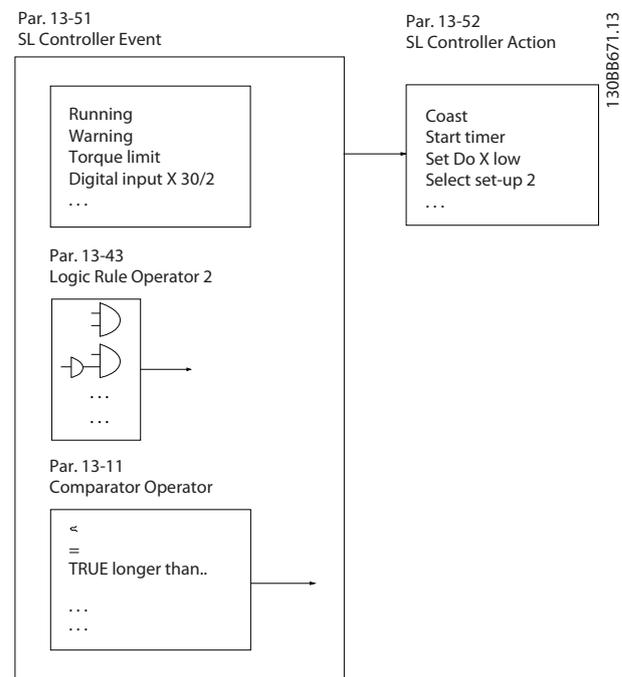


Ilustração 5.3 Evento e ação do SLC

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:

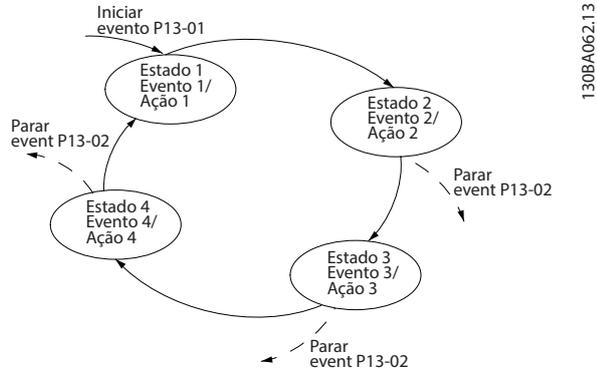


Ilustração 5.4 Ordem de execução quando 4 eventos/ações são programados

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.

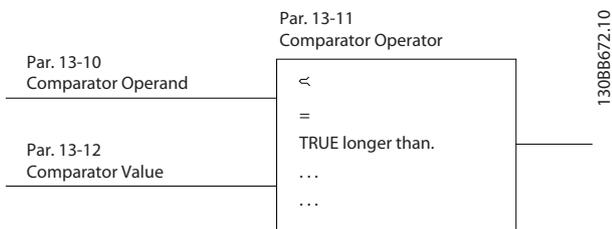


Ilustração 5.5 Comparadores

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).

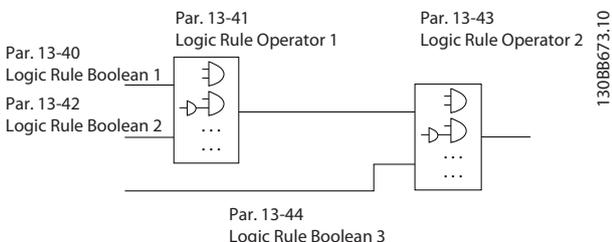


Ilustração 5.6 Regras lógicas

5.2.12 Safe Torque Off

A função Safe Torque Off (STO) é usada para interromper o conversor em situações de parada de emergência. O conversor pode usar a função STO com motores assíncronos, síncronos e motor de imã permanente.

Para obter mais informações sobre o Safe Torque Off, incluindo a instalação e colocação em funcionamento, consulte o *Guia de Operação do VLT® FC Series - 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 operacional do VLT® FC Series - Safe Torque Off*.
- Ter um bom conhecimento das normas gerais e de segurança para a aplicação específica.

5.3 Recursos específicos do Drive HVAC VLT®

Um conversor aproveita o fato de que as bombas e os ventiladores centrífugos seguem as leis de proporcionalidade para tais aplicações. Para obter mais informações, consulte *capítulo 5.3.1 Uso de um conversor para economia de energia*.

5.3.1 Uso de um conversor para economia de energia

A vantagem evidente de usar um conversor para controlar a velocidade dos ventiladores e bombas encontra-se na economia de eletricidade. Ao comparar com sistemas e tecnologias de controle alternativos, um conversor é o sistema de controle de energia ideal para o controle de sistemas de ventilador e bomba.

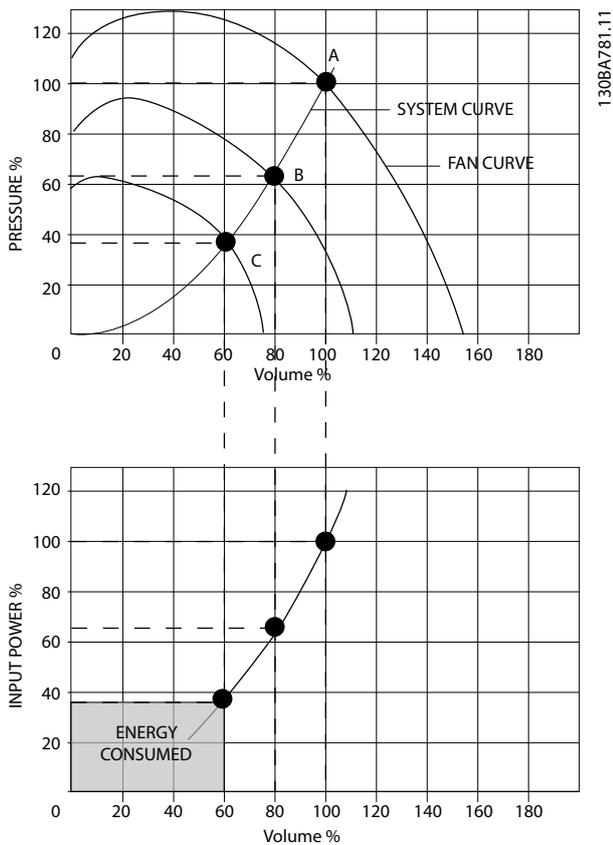


Ilustração 5.7 Energia economizada com capacidade do ventilador reduzida

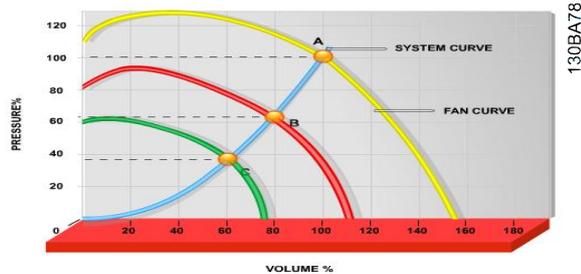


Ilustração 5.8 Curvas do ventilador para volumes do ventilador reduzidos

Exemplo de economia de energia

A Ilustração 5.9 descreve a dependência do fluxo, pressão e consumo de energia em rpm. Conforme mostrado na Ilustração 5.9, o fluxo é controlado pela mudança da rotação. Reduzir a velocidade em apenas 20% da velocidade nominal também reduz o fluxo em 20%. O fluxo é diretamente proporcional ao rpm. No entanto, verifica-se uma redução de 50% no consumo de energia.

Se o sistema funcionar apenas a 100% do fluxo durante alguns dias por ano, enquanto a média é inferior a 80% do fluxo nominal, a quantidade de energia economizada será ainda superior a 50%.

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

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

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

Q	Fluxo	P	Potência
Q ₁	Fluxo nominal	P ₁	Potência nominal
Q ₂	Fluxo reduzido	P ₂	Energia reduzida
H	Pressão	n	Controle da velocidade
H ₁	Pressão nominal	n ₁	Velocidade nominal
H ₂	Pressão reduzida	n ₂	Velocidade reduzida

Tabela 5.1 Leis das definições da proporcionalidade

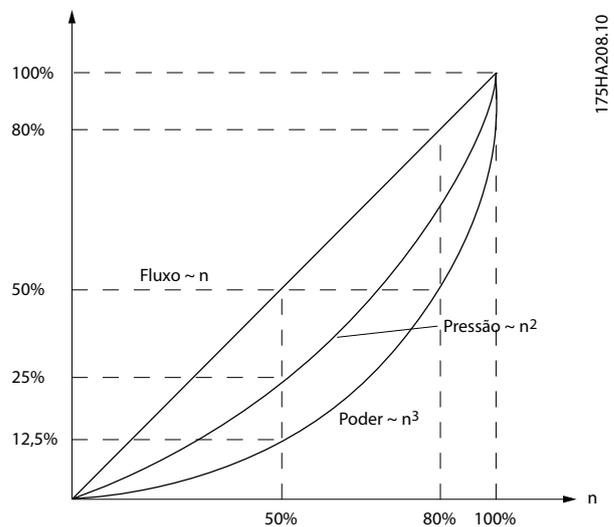


Ilustração 5.9 Leis da proporcionalidade

Comparação de economia de energia

A solução de conversor Danfoss oferece maior economia comparada com as soluções de economia de energia tradicionais. O conversor regula a velocidade do ventilador de acordo com a carga térmica no sistema e funciona como um sistema de gerenciamento predial (BMS).

O gráfico (Ilustração 5.10) mostra a economia de energia típica obtida com 3 soluções bem conhecidas quando o volume é reduzido para 60%. Como mostra o gráfico, em aplicações típicas pode-se conseguir mais de 50% da economia de energia.

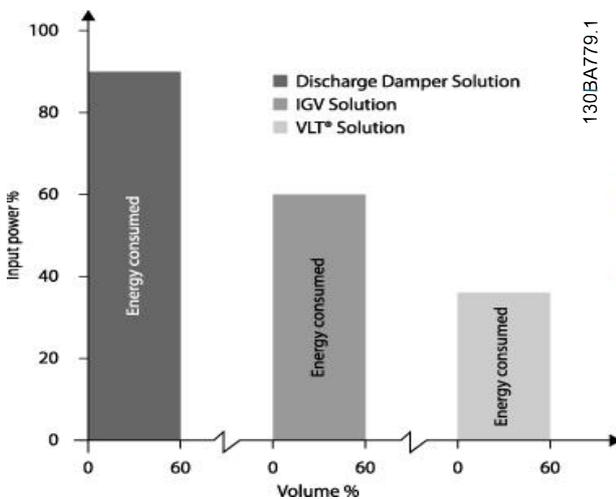


Ilustração 5.10 3 sistemas de economia de energia comuns

Amortecedores de descarga reduzem o consumo de energia. Aletas guias de entrada oferecem uma redução de 40%, mas sua instalação é onerosa. A solução de conversor Danfoss reduz o consumo de energia em mais de 50% e é fácil de instalar.

Exemplo com fluxo variante ao longo de 1 ano

A Ilustração 5.11 é baseada nas características da bomba obtidas de uma folha de dados da bomba. O resultado obtido mostra uma economia de energia de mais de 50% na distribuição do fluxo dado ao longo de um ano. O período de retorno depende do preço por kWh e do preço do conversor. Neste exemplo, é menos de um ano quando comparado com válvulas e velocidade constante.

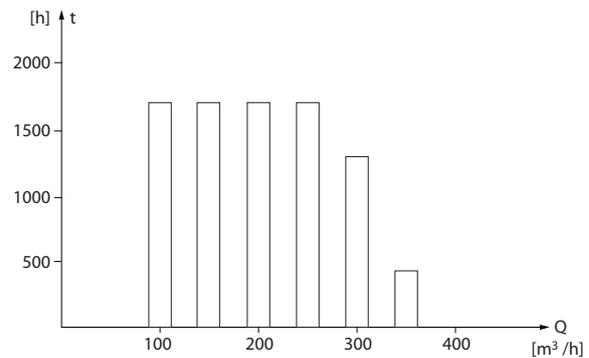


Ilustração 5.11 Distribuição do fluxo ao longo de 1 ano

m³/h	Distribuição		Regulação por válvulas		Controle do conversor	
	%	Horas	Potência	Energia	Potência	Energia
			A ₁ -B ₁	kWh	A ₁ -C ₁	kWh
350	5	438	42,5	18615	42,5	18615
300	15	1314	38,5	50589	29,0	38106
250	20	1752	35,0	61320	18,5	32412
200	20	1752	31,5	55188	11,5	20148
150	20	1752	28,0	49056	6,5	11388
100	20	1752	23,0	40296	3,5	6132
Σ	100	8760	-	275064	-	26801

Tabela 5.2 Cálculo da economia de energia

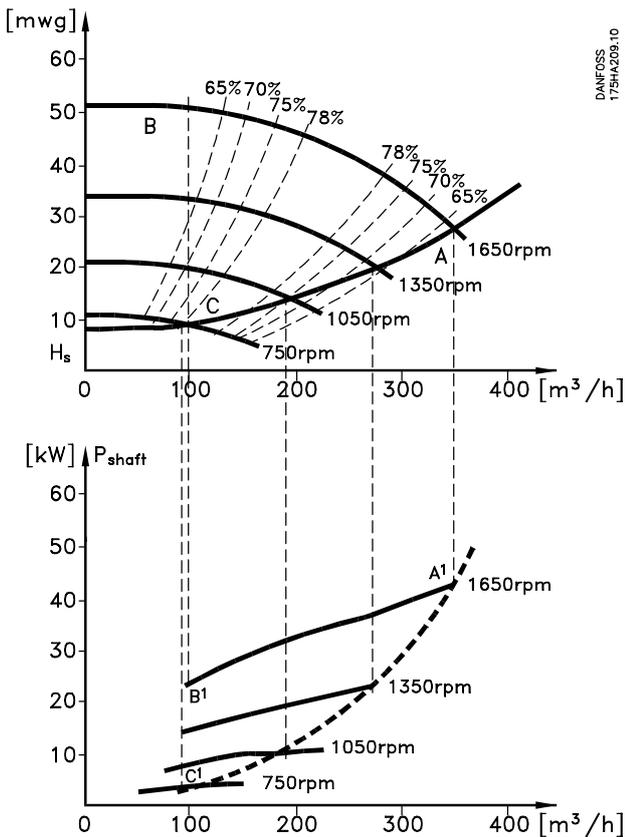


Ilustração 5.12 Economia de energia em uma aplicação de bomba

5.3.2 Usando um conversor para um melhor controle

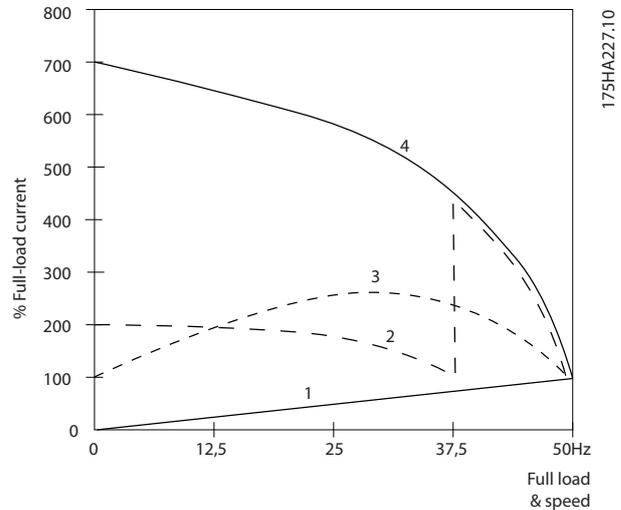
Se um conversor for usado para controlar o fluxo ou a pressão de um sistema, o controle é melhorado. Um conversor pode variar a velocidade do ventilador ou da bomba, obtendo um controle variável de fluxo e pressão com o controle PID integrado. Além disso, um conversor pode adaptar rapidamente a velocidade do ventilador ou da bomba a novas condições de fluxo ou pressão no sistema.

Compensação do cos φ

Normalmente, o VLT® HVAC Drive FC 102 tem um cos φ de 1 e fornece uma correção de fator de potência para o cos φ do motor, o que significa que não há necessidade de tolerar o cos φ do motor ao dimensionar a unidade de correção do fator de potência.

Starter estrela/delta ou soft starter não são necessários

Em muitos países, ao dar a partida em motores grandes, é necessário utilizar equipamento que limite a corrente de partida. Em sistemas mais tradicionais, um starter estrela/delta ou soft starter é amplamente usado. Tais starters de motor não são necessários se um conversor for usado. Conforme a Ilustração 5.13, um conversor não consome mais do que a corrente nominal.



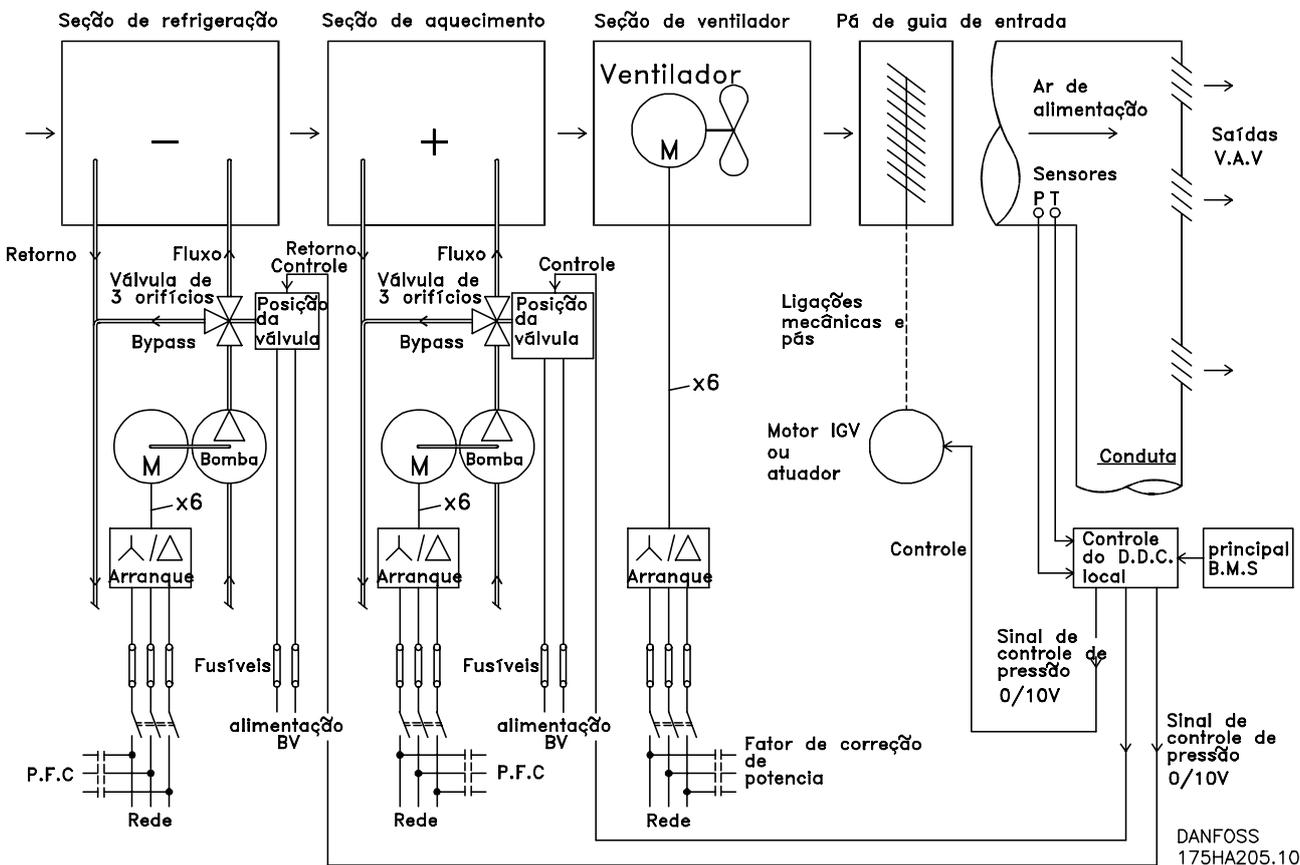
1	VLT® HVAC Drive FC 102
2	Starter estrela/delta
3	Soft starter
4	Partida diretamente pela rede elétrica

Ilustração 5.13 Consumo de corrente com um conversor

5.3.3 Uso de um conversor para economizar dinheiro

O conversor elimina a necessidade de alguns equipamentos que normalmente seriam utilizados. Os 2 sistemas mostrados na Ilustração 5.14 e na Ilustração 5.15 podem ser estabelecidos aproximadamente pelo mesmo preço.

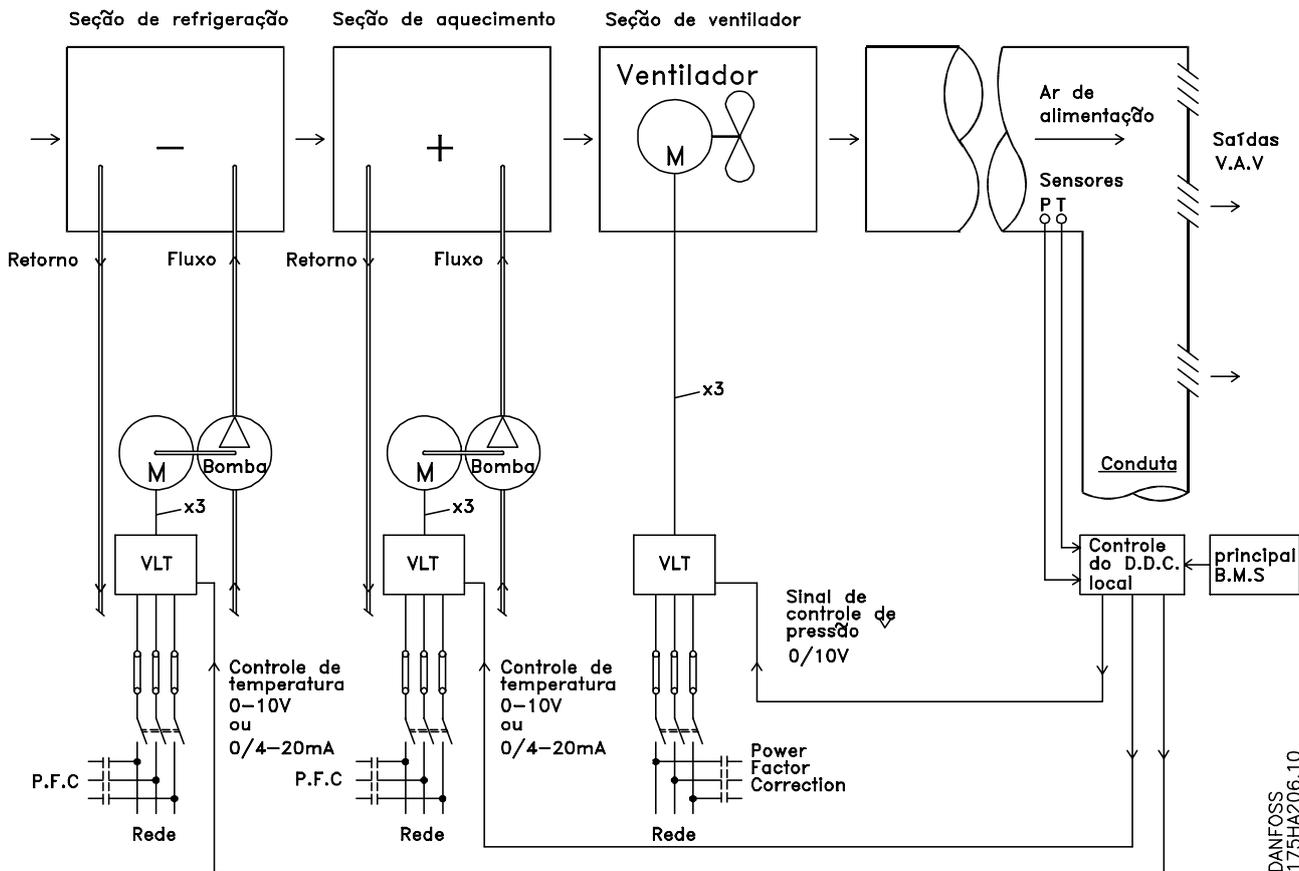
Custo sem um conversor



DDC	Controle digital direto
VAV	Volume de ar variável
Sensor P	Pressão
EMS	Sistema de gerenciamento de energia
Sensor T	Temperatura

Ilustração 5.14 Sistema tradicional de ventilador

Custo com um conversor



DANFOSS
175HA206.10

DDC	Controle digital direto
VAV	Volume de ar variável
BMS	Sistema de gerenciamento predial

Ilustração 5.15 Sistema de ventilador controlado por conversores

5.3.4 Soluções VLT® HVAC Drive FC 102

5.3.4.1 Volume de ar variável

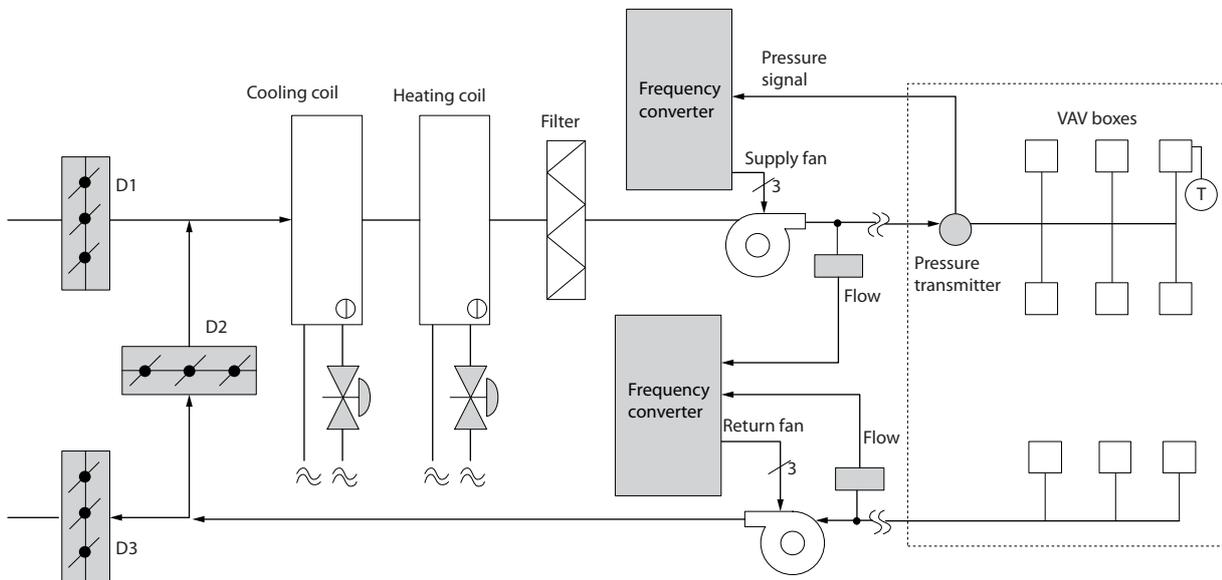
Os sistemas de volume de ar variável (VAV) são usados para controlar a ventilação e a temperatura com o objetivo de atender às necessidades de um prédio. Os sistemas centrais VAV são considerados o método mais eficiente em termos de energia para edifícios com ar condicionado. Os sistemas centrais são mais eficientes do que os sistemas distribuídos. A eficiência vem do uso de ventiladores e resfriadores maiores, que têm maior eficiência do que motores pequenos e resfriadores de ar distribuídos. A economia também é obtida com a redução nos requisitos de manutenção.

Solução VLT®

Enquanto os amortecedores e IGVs funcionam para manter uma pressão constante no duto, uma solução de conversor que economiza mais energia e reduz a complexidade da instalação. Em vez de criar uma queda de pressão artificial ou uma diminuição na eficiência do ventilador, o conversor diminui a velocidade do ventilador para fornecer o fluxo e a pressão exigidos pelo sistema.

Dispositivos centrífugos, como ventiladores, diminuem a pressão e o fluxo que produzem à medida que sua velocidade é reduzida. O consumo de energia é reduzido.

O ventilador de retorno é frequentemente controlado para manter uma diferença fixa na vazão de ar, entre a fonte de ar e o retorno. O controlador PID avançado do conversor HVAC pode ser usado para eliminar a necessidade de mais controladores.



1.30BB455.10

Ilustração 5.16 Conversores usados em um sistema de volume de ar variável

Para obter mais informações, consulte o fornecedor da Danfoss para receber a nota de aplicação *Volume de ar variável: Melhoria dos sistemas de ventilação VAV*.

5.3.4.2 Volume de ar constante

Os sistemas de volume de ar constante (CAV) são sistemas centrais de ventilação utilizados para fornecer quantidades mínimas de ar fresco temperado para grandes áreas comuns. Eles precederam os sistemas VAV e são encontrados também em edifícios comerciais de vários setores mais antigos. Estes sistemas pré-aquecem o ar fresco com unidades de tratamento de ar (AHU) que possuem bobinas de aquecimento. Muitos também são usados em edifícios com ar condicionado e têm uma bobina de resfriamento. As unidades de bobina do ventilador são frequentemente usadas para ajudar nos requisitos de aquecimento e resfriamento nas zonas individuais.

Solução VLT®

Com um conversor, pode-se obter uma economia de energia significativa enquanto se mantém um controle decente do prédio. Sensores de temperatura ou sensores de CO₂ podem ser usados como um sinal de feedback para os conversores. Seja controlando a temperatura, a qualidade do ar ou ambos, um sistema CAV pode ser controlado para operar de acordo com as condições reais do prédio. À medida que diminui a quantidade de pessoas na área controlada, a necessidade de ar fresco diminui. O sensor de CO₂ detecta níveis mais baixos e diminui a velocidade do ventilador de alimentação. O ventilador de retorno é modulado para manter um setpoint de pressão estática ou uma diferença fixa entre os fluxos de ar de entrada e de retorno.

As necessidades de controle de temperatura variam de acordo com a temperatura externa e o número de pessoas na zona controlada. À medida que a temperatura diminui abaixo do setpoint, o ventilador de alimentação pode diminuir a velocidade. O ventilador de retorno é modulado para manter um setpoint de pressão estática. Diminuir o fluxo de ar reduz a energia usada para aquecer ou resfriar o ar fresco, resultando em mais economia.

Vários recursos do conversor HVAC Danfoss dedicado podem ser utilizados para melhorar o desempenho de um sistema CAV. Uma das preocupações quanto ao controle de um sistema de ventilação é a baixa qualidade do ar. A frequência mínima programável pode ser configurada para manter uma quantidade mínima de ar, independente do sinal de feedback ou de referência. O conversor também inclui um controlador PID de 3 zonas com 3 setpoints que permite monitorar a temperatura e a qualidade do ar. Mesmo que o requisito de temperatura seja satisfeito, o conversor mantém ar de alimentação suficiente para satisfazer o sensor de qualidade do ar. O controlador pode monitorar e comparar 2 sinais de feedback para controlar o ventilador de retorno, mantendo um fluxo de ar diferencial fixo entre os dutos de alimentação e retorno.

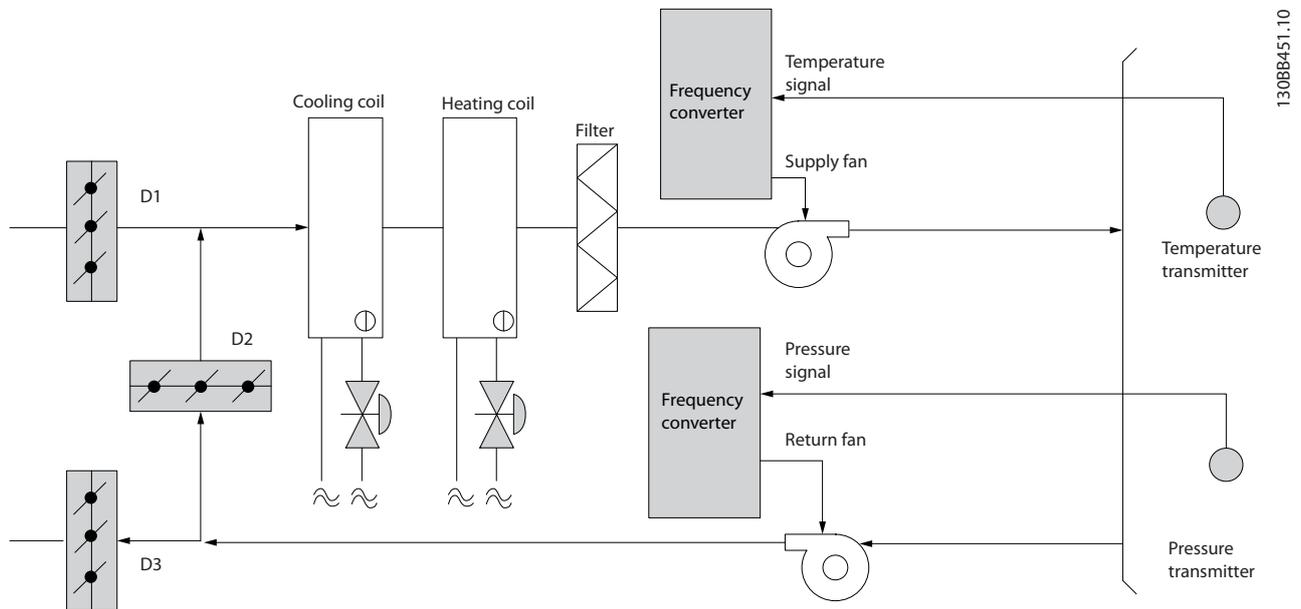


Ilustração 5.17 Conversor usado em um sistema de volume de ar constante

Para obter mais informações, consulte o fornecedor da Danfoss para receber a nota de aplicação *Volume de ar constante: Melhoria dos sistemas de ventilação CAV*.

5.3.4.3 Ventilador de torre de resfriamento

Os ventiladores de torre de resfriamento são usados para resfriar a água do condensador em sistemas de resfriadores a água. Os resfriadores à água fornecem o meio mais eficiente para a obtenção de água gelada. Eles são até 20% mais eficientes que os resfriadores a ar. Dependendo do clima, as torres de resfriamento são muitas vezes o método mais eficiente em termos de energia para resfriar a água do condensador dos resfriadores.

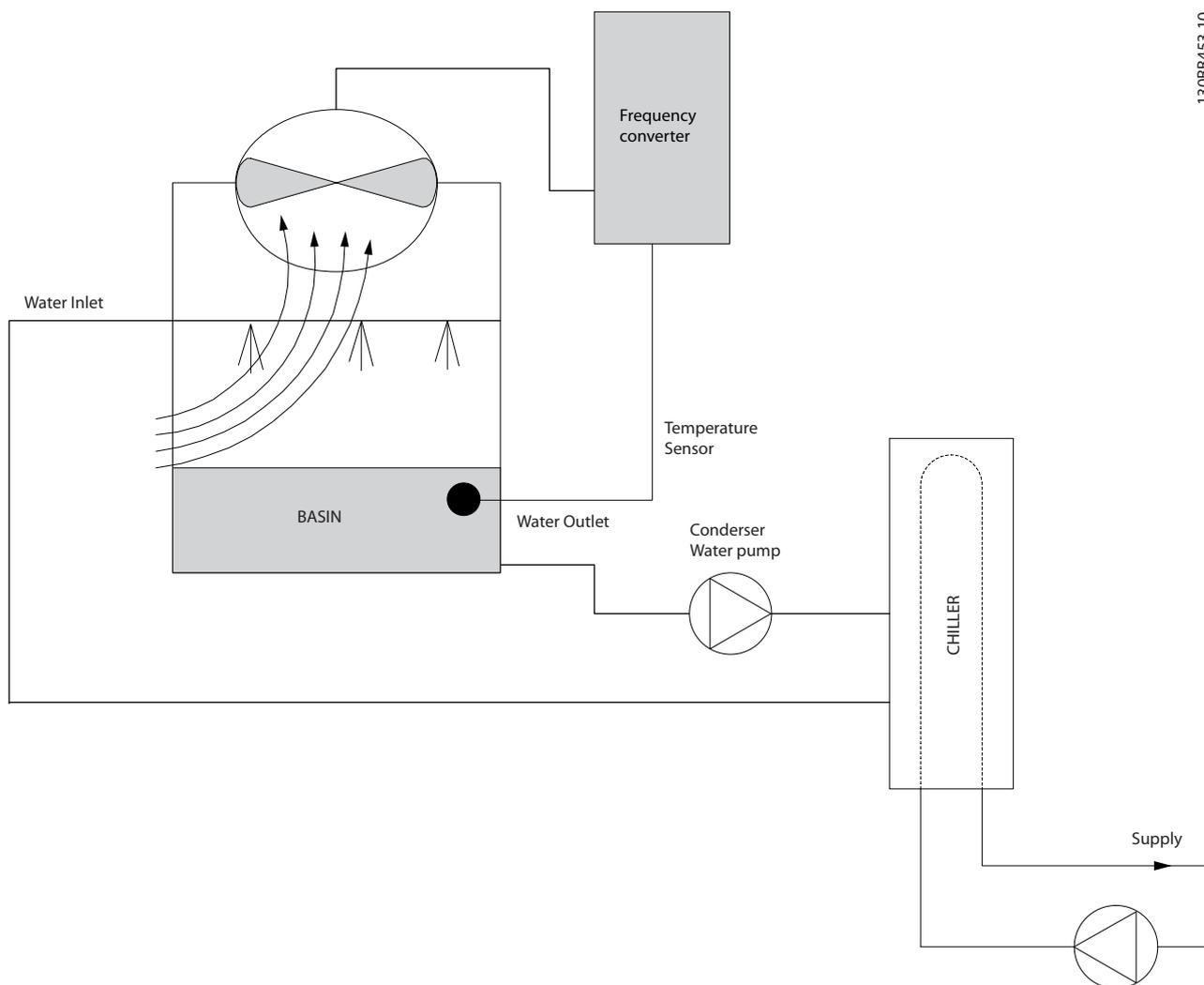
As torres de resfriamento resfriam a água do condensador por evaporação. A água do condensador é pulverizada na torre de resfriamento no enchimento para aumentar sua área de superfície. O ventilador da torre injeta água nebulizada e ar nas superfícies de evaporação para auxiliar no processo de evaporação. A evaporação remove a energia da água, diminuindo a sua temperatura. A água resfriada é coletada no tanque da torre de resfriamento onde é bombeada de volta para o condensador do resfriador, e o ciclo é repetido.

Solução VLT®

Com um conversor, os ventiladores da torre de resfriamento podem ser controlados para a velocidade necessária com o objetivo de manter a temperatura da água do condensador. Os conversores também podem ser usados para ligar e desligar o ventilador, conforme necessário. Com o Danfoss VLT® HVAC Drive, à medida que os ventiladores da torre de resfriamento diminuem até uma certa velocidade, o efeito de resfriamento diminui. Se for usar uma caixa de engrenagem para acionar o ventilador da torre, pode ser necessária uma velocidade mínima de 40-50%. A configuração da frequência mínima programável do usuário está disponível para manter esta frequência mínima, mesmo que o feedback ou a referência de velocidade exija velocidades mais baixas.

O conversor pode ser programado para entrar em sleep mode e parar o ventilador até que uma velocidade maior seja exigida. Além disso, alguns ventiladores de torre de resfriamento têm frequências indesejáveis que podem causar vibrações. Essas frequências podem ser facilmente evitadas através da programação das faixas de frequência de bypass no conversor.

5



130BB453.10

Ilustração 5.18 Conversores usados com um ventilador de torre de resfriamento

Para obter mais informações, consulte o fornecedor da Danfoss para receber a nota de aplicação *Ventilador de torre de resfriamento: Melhoria do controle do ventilador em torres de resfriamento*.

5.3.4.4 Bombas para condensador

As bombas de água para condensador são usadas principalmente para circular água através da seção do condensador de resfriadores a água e da torre de resfriamento associada. A água do condensador absorve o calor da seção do condensador e o libera para a atmosfera na torre de resfriamento. Esses sistemas fornecem o meio mais eficiente para a obtenção de água gelada. Eles são até 20% mais eficientes que os resfriadores a ar.

Solução VLT®

Conversores podem ser adicionados a bombas de água para condensador em vez de equilibrar as bombas com uma válvula de aceleração ou de cortar o rotor da bomba.

O uso de um conversor em vez de uma válvula de aceleração economiza a energia que a válvula teria absorvido. Essa mudança pode gerar uma economia de 15 a 20% ou mais. Cortar o rotor da bomba é irreversível. Se as condições mudarem ou se um fluxo maior for exigido, o rotor deve ser substituído.

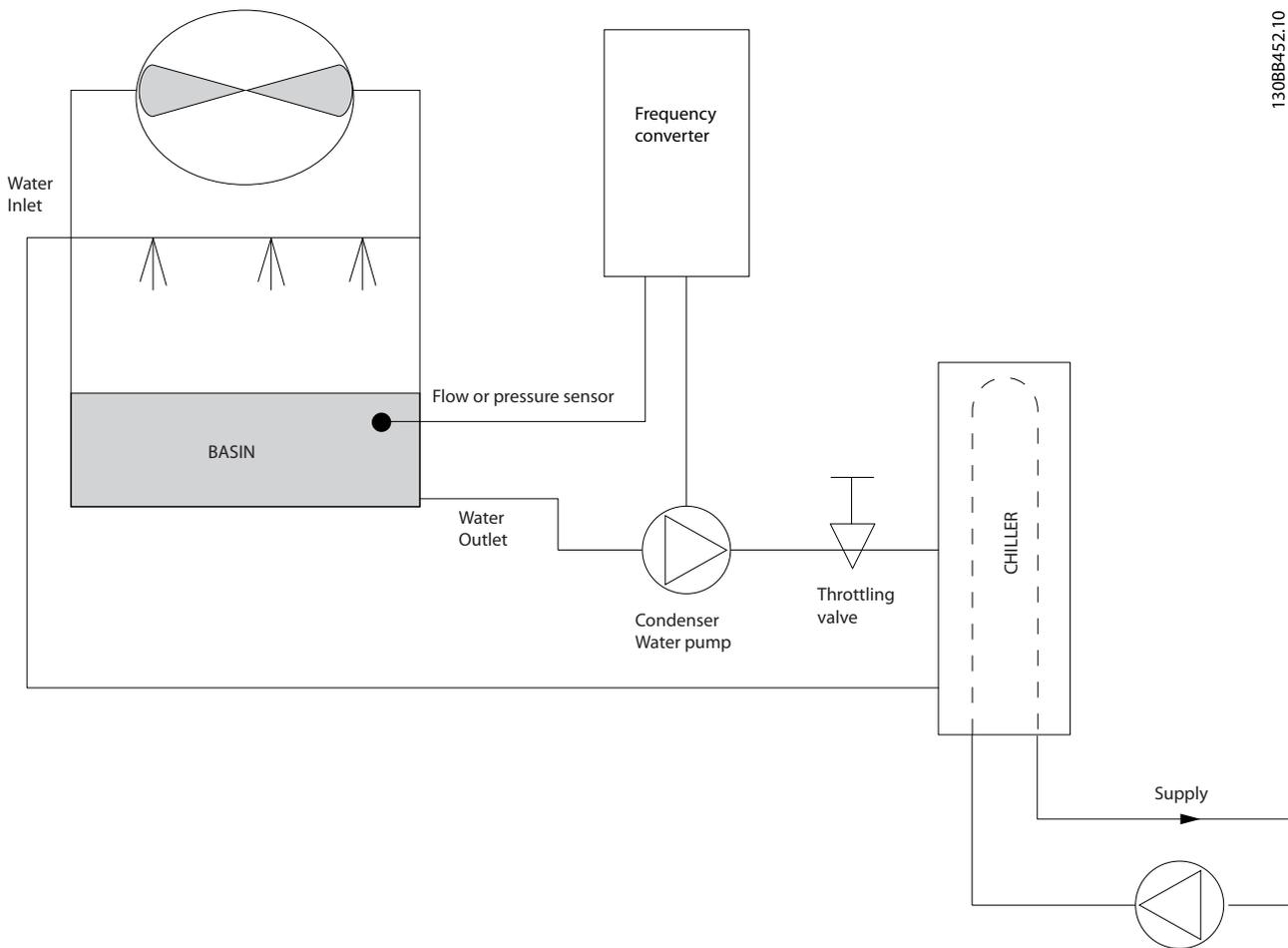


Ilustração 5.19 Conversor usado com uma bomba para condensador

Para obter mais informações, consulte o fornecedor da Danfoss para receber a nota de aplicação *Bombas para condensador: Melhoria dos sistemas de bombeamento de água de condensador*.

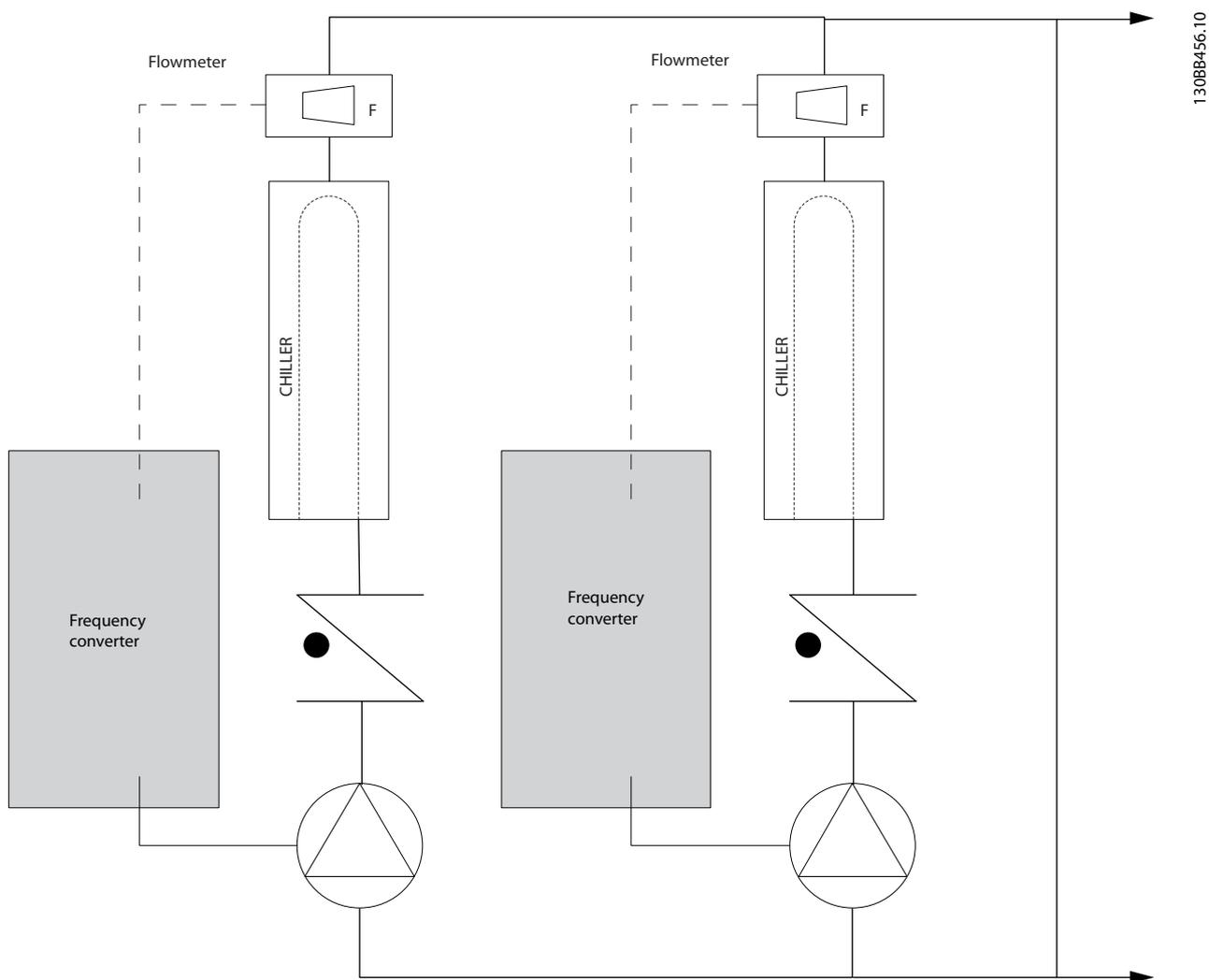
5.3.4.5 Bombas primárias

As bombas primárias em um sistema de bombeamento primário/secundário podem manter um fluxo constante através de dispositivos que enfrentam dificuldades de operação ou controle, quando expostos a fluxo variável. A técnica de bombeamento primário/secundário desacopla a malha de produção primária da malha de distribuição secundária. O desacoplamento permite que dispositivos como os resfriadores obtenham um fluxo de projeto constante e funcionem corretamente enquanto permitem que o restante do sistema varie em fluxo. À medida que a taxa de fluxo do evaporador diminui em um resfriador, a água esfria em excesso. Conforme a água esfria em excesso, o resfriador tenta diminuir a sua capacidade de resfriamento. Se a vazão cair o suficiente, ou muito rapidamente, o resfriador não pode perder suficientemente sua carga, e a baixa temperatura do evaporador desarma o resfriador, exigindo uma reinicialização manual. Essa situação é comum em grandes instalações, principalmente quando 2 ou mais resfriadores estão instalados em paralelo, se bombeamento primário/secundário não for usado.

Solução VLT®

Um conversor pode ser adicionado ao sistema primário para substituir a válvula de aceleração e/ou diminuição de velocidade dos rotores, reduzindo as despesas operacionais. Existem dois métodos comuns de controle:

- Um medidor de fluxo instalado na descarga de cada resfriador pode controlar a bomba diretamente, pois o fluxo desejado é conhecido e constante. Usando o controlador PID, o conversor sempre mantém a vazão adequada, mesmo compensando as mudanças de resistência na malha de tubulação primária conforme os resfriadores e as bombas são ativados e desativados.
- O operador pode usar a determinação da velocidade local, diminuindo a frequência de saída até atingir a vazão de projeto. Usar um conversor para diminuir a velocidade da bomba é semelhante à diminuição da velocidade do rotor da bomba, mas é mais eficiente. O contrativo do balanceamento simplesmente reduz a velocidade da bomba, até que a velocidade apropriada da vazão seja alcançada, deixando a velocidade fixa. A bomba opera nessa velocidade sempre que o resfriador estiver ativado. Uma vez que a malha primária não possui válvulas de controle ou outros dispositivos que possam alterar a curva do sistema, e a variação devido à ativação das bombas e resfriadores é pequena, esta velocidade fixa continua sendo adequada. Posteriormente, se for necessário aumentar a vazão durante a vida útil do sistema, o conversor pode simplesmente aumentar a velocidade da bomba em vez de exigir um novo rotor.



130BB456.10

5

Ilustração 5.20 Conversores usados com bombas primárias em um sistema de bombas primário/secundário

Para obter mais informações, consulte o fornecedor da Danfoss para receber a nota de aplicação *Bombas primárias: Melhoria do bombeamento primário em sistema primário/secundário*.

5.3.4.6 Bombas Secundárias

As bombas secundárias de um sistema de bombeamento primário/secundário de água gelada são utilizadas para distribuir a água refrigerada para as cargas do loop de produção primário. O sistema de bombeamento primário/secundário é utilizado para hidronicamente desacoplar uma malha de tubulação de outra malha. Neste caso, a bomba primária mantém um fluxo constante através dos resfriadores, permitindo que as bombas secundárias variem o fluxo, o que aumenta o controle e economiza energia.

Se o conceito do projeto primário/secundário não for utilizado e se for projetado um sistema de volume variável, quando a velocidade da vazão cair suficientemente ou muito rapidamente, o resfriador não consegue verter sua carga de forma adequada. A segurança de temperatura baixa do evaporador desarma o resfriador, exigindo um reset manual. Esta situação é comum em instalações grandes, especialmente quando 2 ou mais resfriadores são instalados paralelamente.

5

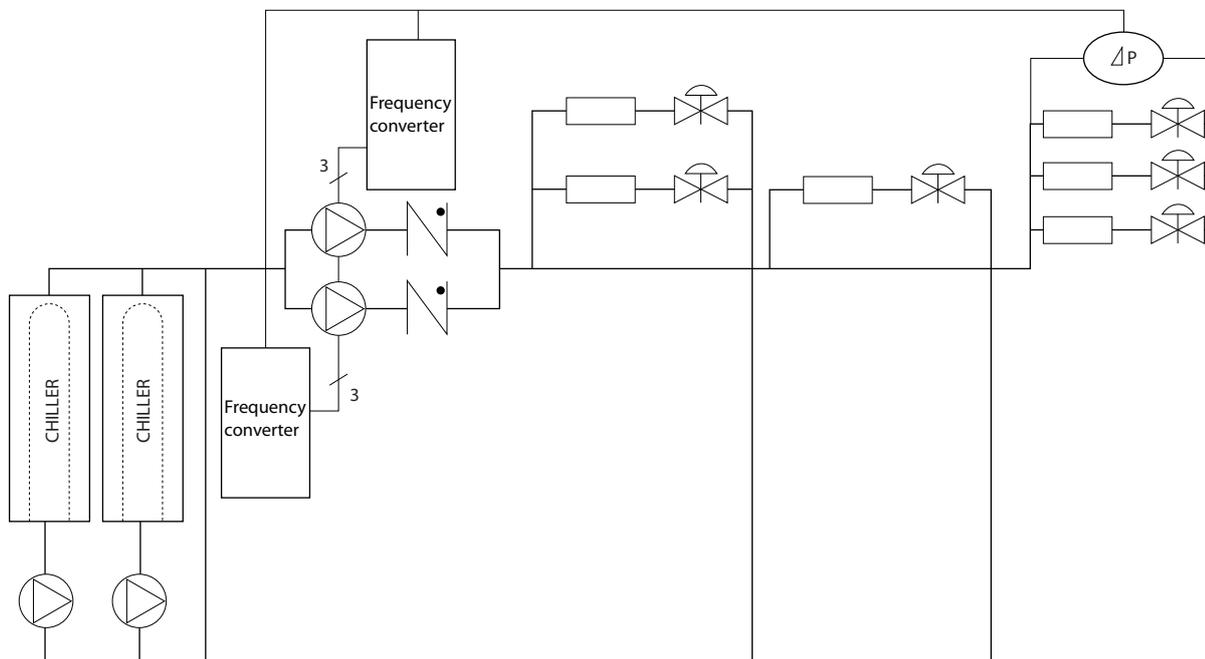
Solução VLT®

Enquanto o sistema primário/secundário com válvulas bidirecionais melhora a energia e o controle do sistema, usar os conversores aumenta a economia de energia e o potencial de controle. Com o sensor de localização adequado, a inclusão dos conversores permite que as bombas correspondam sua velocidade à curva do sistema em vez da curva da bomba, o que elimina a energia desperdiçada e a maioria da sobrepressurização para a qual as válvulas bidirecionais podem estar sujeitas.

Conforme as cargas monitoradas forem atingidas, as válvulas bidirecionais são fechadas, aumentando a pressão diferencial medida pela carga e pela válvula bidirecional. Quando esta pressão diferencial começa a aumentar, a bomba é desacelerada de forma a manter a pressão de saturação de controle, também chamada de valor de setpoint. Este valor de setpoint é calculado pela soma da queda de pressão da carga e da válvula bidirecional juntas sob condições de design.

AVISO!

Ao executar várias bombas em paralelo, elas devem ser executadas na mesma velocidade para aumentar a economia de energia, seja com conversores individuais dedicados ou 1 conversor executando várias bombas em paralelo.



130BB454.10

Ilustração 5.21 Os conversores usados com bombas secundárias em um sistema de bomba primário/secundário

Para obter mais informações, consulte o fornecedor da Danfoss para receber a nota de aplicação *Bombas secundárias: Melhoria do bombeamento secundário em sistema primário/secundário*.

5.4 Controlador em cascata básico

O controlador em cascata básico é usado para aplicações de bombas em que uma determinada pressão (cabecote) ou nível deve ser mantido em uma ampla faixa dinâmica. Fazer uma bomba grande funcionar com velocidade variável em uma ampla faixa, não é uma solução ideal, devido à baixa eficiência da bomba em velocidade mais baixa. De maneira prática, o limite é de 25% da velocidade com carga nominal total para a bomba.

No controlador em cascata básico, o conversor controla um motor de velocidade variável (comando) como a bomba de velocidade variável e pode ativar e desativar até outras 2 bombas de velocidade constante. Conecte as bombas de velocidade constante adicionais diretamente à rede elétrica ou pelos soft starters. Ao variar a velocidade da bomba inicial, disponibiliza-se um controle de velocidade variável ao sistema inteiro. A velocidade variável mantém a pressão constante, o que resulta em um menor estresse do sistema e em uma operação mais silenciosa nos sistemas de bombeamento.

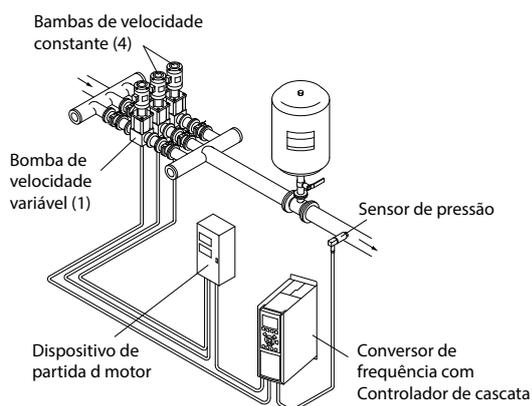


Ilustração 5.22 Controlador em cascata básico

Bomba de comando fixo

Os motores devem ter o mesmo tamanho. O controlador em cascata básico permite que o conversor controle até 3 bombas iguais usando os 2 relés integrados no conversor. Quando a bomba variável (comando) está conectada diretamente ao conversor, os 2 relés incorporados controlam as outras 2 bombas. Quando as alterações da bomba de comando estão ativadas, as bombas são conectadas aos relés incorporados e o conversor pode operar 2 bombas.

Alternação da bomba de comando

Os motores devem ter o mesmo tamanho. Esta função possibilita alternar o conversor entre as bombas no sistema (2 bombas no máximo). Nesta operação, o tempo de funcionamento entre as bombas é equalizado, reduzindo a manutenção exigida da bomba e aumentando a confiabilidade e vida útil do sistema. A alteração da bomba de comando pode ocorrer por um sinal de comando ou no escalonamento (acrescentando outra bomba).

O comando pode ser uma alteração manual ou um sinal do evento alteração. Se o evento alteração estiver selecionado, a alteração da bomba de comando ocorrerá todas as vezes que o evento acontecer. As seleções incluem:

- Sempre que um temporizador de alteração expirar.
- Em um momento predefinido do dia.
- Quando a bomba de comando entrar em sleep mode.

A carga real do sistema determina o escalonamento.

Um parâmetro separado limita a alteração somente se a capacidade total necessária for $> 50\%$. A capacidade total da bomba é determinada como sendo a capacidade da bomba de comando acrescida das capacidades das bombas de velocidade constante.

Gerenciamento da largura de banda

Em sistemas de controle em cascata, para evitar o chaveamento frequente de bombas com velocidades fixas, a pressão de sistema desejada é mantida em uma largura de banda em vez de em um nível constante. A largura de banda do escalonamento fornece a largura de banda exigida para a operação. Quando uma mudança grande e rápida ocorre na pressão do sistema, a largura de banda sobreposta substitui a largura de banda do escalonamento para evitar a resposta imediata para uma mudança de pressão de duração curta. Uma anulação do temporizador de largura de banda pode ser programada para evitar o escalonamento até que a pressão do sistema tenha estabelecido e o controle normal seja estabelecido.

Quando o controlador em cascata estiver ativado e o conversor emitir um alarme de desarme, o comando do sistema é mantido pelo escalonamento e desescalonamento de bombas com velocidade fixa. Para evitar o escalonamento e desescalonamento frequente e minimizar as flutuações de pressão, uma largura de banda maior de velocidade fixa é usada em vez de uma largura de banda de escalonamento.

5.4.1.1 Escalonamento de bomba com alternância da bomba de comando

Com a alternância da bomba de comando ativada, pode-se controlar um máximo de duas bombas. Em um comando de alternância, o PID para, a bomba de comando acelerará até uma frequência mínima (f_{\min}) e, após algum tempo, acelerará até a frequência máxima (f_{\max}). Quando a velocidade da bomba de comando atingir a frequência de desescalamento, a bomba de velocidade constante desligará (desescalonará). A bomba de comando continua a acelerar e, em seguida, desacelerará até parar e os 2 relés são, então, desligados.

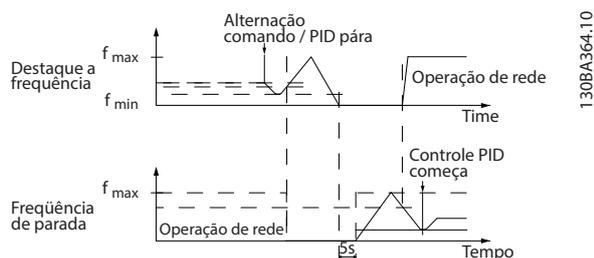


Ilustração 5.23 Alternância da bomba de comando

Depois de algum tempo, o relé da bomba de velocidade constante liga (escalonamento) e a bomba passa a ser a nova bomba de comando. A nova bomba de comando acelera até uma velocidade máxima e, em seguida, desacelera até uma velocidade mínima e, nesta desaceleração, ao atingir a frequência de escalonamento, a antiga bomba de comando entra em funcionamento (escalonada) na rede elétrica, passando a ser a nova bomba de velocidade constante. A nova bomba de comando acelera até uma velocidade máxima e, em seguida, desacelera até uma velocidade mínima e, nesta desaceleração, ao atingir a frequência de escalonamento, a antiga bomba de comando entra em funcionamento (escalonada) na rede elétrica, passando a ser a nova bomba de velocidade constante.

Se a bomba de comando estiver funcionando na frequência mínima (f_{\min}), durante um tempo programado, e tendo uma bomba de velocidade constante funcionando, a bomba de comando contribui pouco para o sistema. Quando o valor programado do temporizador expirar, a bomba de comando é removida, evitando problemas de aquecimento de água.

5.4.1.2 Status do Sistema e Operação

Se a bomba de comando entrar em sleep mode, a função é exibida no LCP. É possível alternar a bomba de comando em uma condição de sleep mode.

Quando o controlador em cascata estiver ativado, o LCP mostra o status da operação para cada bomba e o controlador em cascata. As informações mostradas são:

- O status da bomba é uma leitura do status dos relés associados a cada bomba. O display mostra as bombas que estão desativadas, desligadas, funcionando no conversor ou no starter do motor/rede elétrica.
- O status em cascata é uma leitura do status do controlador em cascata. O display mostra o seguinte:
 - O controlador em cascata está desativado.
 - Todas as bombas estão desligadas.
 - Uma emergência parou todas as bombas.
 - Todas as bombas estão funcionando.
 - Todas as bombas de velocidade fixa estão sendo escalonadas/desescalonadas.
 - A alternância da bomba de comando está ocorrendo.
- O desescalamento na situação de fluxo zero assegura que todas as bombas de velocidade constante são paradas, individualmente, até que a condição de fluxo zero desapareça.

5.5 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 Brake Function = [2]*). A função Freio CA não pode ser usada em aplicações com ciclos de alta frequência, pois essa situação superaquece o motor.
- **Freio CC**
Uma corrente CC sobremodulada adicionada à corrente CA funciona como um freio de corrente parasita (*parâmetro 2-02 DC Braking Time ≠ 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 Brake Function = [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.

5.6 Visão geral de divisão da carga

A divisão da carga é um recurso que permite a conexão dos circuitos CC de vários conversores, criando um sistema de vários conversores para executar 1 carga mecânica. A divisão da carga fornece os seguintes benefícios:

Economia de energia

Um motor sendo executado em modo regenerativo pode alimentar conversores funcionando no modo motor.

Menor necessidade de peças de reposição

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

Backup de energia

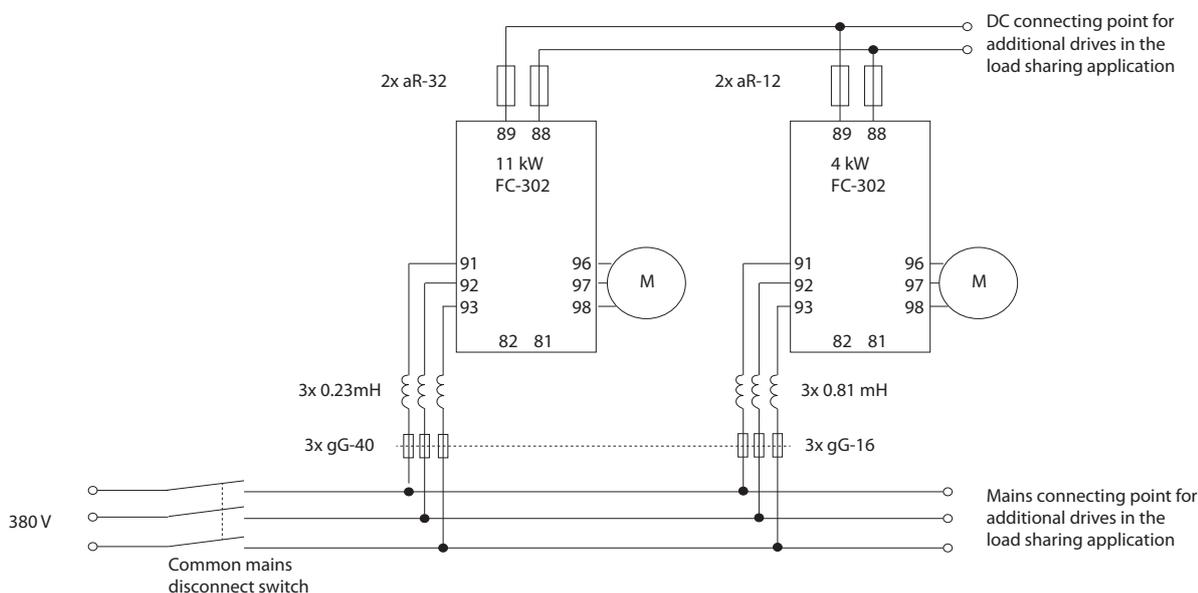
Se houver falha de rede elétrica, todos os conversores ligados podem ser alimentados pelo barramento CC de um backup. A aplicação pode continuar funcionando ou passar por um processo de desligamento controlado.

Pré-condições

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

- O conversor deve estar equipado com terminais para Load Sharing.
- A série do produto deve ser a mesma. Use somente conversores VLT® HVAC Drive FC 102 com outros conversores VLT® HVAC Drive FC 102.
- Os conversores devem ser posicionados fisicamente próximos um ao outro 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.

Para obter um diagrama de uma aplicação de divisão da carga em que as melhores práticas se aplicam, consulte *Ilustração 5.24*.



1308F758.10

5

Ilustração 5.24 Diagrama de uma aplicação de divisão da carga onde as melhores práticas se aplicam

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.

5.7 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 Fieldbus

Esta seção descreve os dispositivos de fieldbus que estão disponíveis com a série VLT[®] HVAC Drive FC 102. Utilizar um dispositivo de fieldbus reduz o custo do sistema, entrega 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[®] LonWorks MCA 108

O LonWorks é um sistema fieldbus desenvolvido para a automação de construção. Permite a comunicação entre unidades individuais no mesmo sistema (ponto a ponto) e, portanto, suporta descentralização de controle.

- Não há necessidade de uma grande estação principal (mestre/escravo).
- As unidades recebem sinais diretamente.
- Suporta a interface de topografia livre Echelon (cabeario flexível e instalação).

- Suporta E/S incorporadas e opções de E/S (implementação fácil de E/S descentralizada).
- Os sinais do sensor podem ser rapidamente movidos para outro controlador por meio de cabos de barramento.
- Certificado como compatível com as especificações da versão 3.4 do LonMark.

6.1.4 VLT[®] BACnet MCA 109

O protocolo de comunicação aberto para uso global em automação predial. O protocolo BACnet é um protocolo internacional que integra de forma eficiente todas as partes dos equipamentos de automação predial, desde o nível do atuador até o sistema de gerenciamento predial.

- O BACnet é o padrão global para automação predial.
- Norma internacional ISO 16484-5.
- Sem custos de licença, o protocolo pode ser usado em sistemas de automação predial de qualquer tamanho.
- O opcional BACnet permite ao conversor comunicar-se com sistemas de gerenciamento predial operando o protocolo BACnet.
- O BACnet é normalmente utilizado para aquecimento, ventilação, resfriamento e controle de equipamento de climatização.
- O protocolo BACnet é facilmente integrado a redes de equipamentos de controle existentes.

6.1.5 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.

6.1.6 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.

6.1.7 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.

6.1.8 VLT® BACnet/IP MCA 125

O opcional VLT® BACnet/IP MCA 125 A permite uma integração rápida e fácil do conversor em sistemas de gerenciamento de construção (BMS) usando o protocolo BACnet/IP ou executando o BACnet sobre Ethernet. Pode ler e compartilhar pontos de dados, e transferir valores reais e solicitados para os sistemas.

O opcional MCA 125 possui 2 conectores Ethernet, permitindo a configuração da cadeia de dados sem necessidade de interruptores externos. O interruptor gerenciado de 3 portas embutido do opcional VLT® BACnet/IP MCA 125 inclui 2 portas Ethernet externas e 1 interna. Este interruptor permite o uso de uma estrutura de linha para o cabeamento Ethernet. Este opcional possibilita o controle de múltiplos motores de imã permanente de alta eficiência em paralelo e o monitoramento dos pontos exigidos em aplicações típicas de HVAC. Além da funcionalidade padrão, o opcional MCA 125 possui:

- COV (mudança de valor)
- Leitura/gravação de múltiplas propriedades.
- Notificações de alarme/advertência
- Capacidade de alterar os nomes de objeto BACnet para facilitar a utilização.
- Objeto de loop BACnet.
- Transferência de dados segmentada.
- Tendência, com base em tempo ou evento.

6.2 Extensões funcionais

Esta seção descreve os opcionais de extensão funcionais que estão disponíveis com a série VLT® HVAC Drive FC 102. 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[®] 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⁻¹/20 s⁻¹.

Carga do terminal máxima

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

6.2.3 VLT[®] Analog I/O Option MCB 109

O VLT[®] Analog I/O Option MCB 109 é facilmente instalado no conversor para atualização para desempenho avançado e controle usando as entradas/saídas adicionais. Esta opção também atualiza o conversor com uma bateria de backup para o relógio interno do conversor. Essa bateria de backup fornece um uso estável de todas as ações temporizadas usadas pelo conversor.

- 3 entradas analógicas, cada uma configurável como entrada de tensão e temperatura.
- Conexão de sinais analógicos de 0 a 10 V, bem como entradas de temperatura PT1000 e NI1000.
- 3 saídas analógicas, cada uma configurável como saídas de 0 a 10 V.

6.2.4 Cartão do Termistor MCB 112 do PTC VLT[®]

O VLT[®] PTC Thermistor Card 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 pela ATEX para uso com motores Ex-d.
- Usa a função Safe Torque Off, que é aprovada conforme a SIL 2 IEC 61508

6.2.5 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.

6.3 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[®] 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 frenagem

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 (ΔI) 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 de 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 conversor.

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 conversores 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 conversores 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 conversores VLT® apresenta filtros 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 conversores tamanho F do gabinete, o filtro de RFI Classe A1 exige a inclusão do gabinete para opcionais.

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 o terra. Há uma pré-avertência 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-avertência (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 conversores 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, compre o VLT® PTC Thermistor Card MCB 112.

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 conversores 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 resistores de frenagem, consulte o *Guia de Design do VLT® Brake Resistor MCE 101*, disponível em 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 conversor. Consulte o fabricante para obter os limites de energia regen com base no tamanho e tensão específicos do conversor.

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 conversores. Para conversores com gabinete de tamanho F, os terminais de Load Sharing são dimensionados para aproximadamente 33% do valor nominal da potência do conversor. Consulte o fabricante para obter os limites de Load Sharing com base no tamanho e tensão específicos do conversor.

Desconexão

Uma maçaneta montada na porta permite a operação manual de uma chave de desconexão da energia para ativar e desativar a energia ao conversor, 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 conversor. Se o opcional de parada de emergência IEC for comprado, o relé Pilz 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 conversor está desligada. São permitidos até 2 starters. 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 energia de entrada para o conversor 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 conversor 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, contadores, 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 o monitoramento da 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.
- Detecção de fio do sensor interrompido, curto-circuito e polaridade incorreta.
- Detecção de fio do sensor interrompido, curto-circuito e polaridade incorreta.
- Software de setup de interface.
- Se 3 PTC forem exigidos, o opcional do 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 conversor*.

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, 380–480 V

VLT® HVAC Drive FC 102	P355	P400	P450
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110% da corrente durante 60 s)	NO	NO	NO
Potência no eixo típica a 400 V [kW]	355	400	450
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	500	600	600
Potência no eixo típica a 480 V [kW]	400	500	530
Tamanho do gabinete	E1/E2	E1/E2	E1/E2
Corrente de saída (trifásica)			
Contínua (a 400 V) [A]	658	745	800
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	724	820	880
Contínua (a 460/480 V) [A]	590	678	730
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 460/480 V) [A]	649	746	803
Contínua kVA (a 400 V) [kVA]	456	516	554
Contínua kVA (a 460 V) [kVA]	470	540	582
Contínua kVA (a 480 V) [kVA]	511	587	632
Corrente de entrada máxima			
Contínua (a 400 V) [A]	634	718	771
Contínua (a 460/480 V) [A]	569	653	704
Número e tamanho máximos dos cabos por fase			
Rede elétrica e motor [mm ² (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)
Freio [mm ² (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
Divisão da carga [mm ² (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] ¹⁾	900	900	900
Perda de energia estimada a 400 V [W] ^{2), 3)}	7532	8677	9473
Perda de energia estimada a 460 V [W] ^{2), 3)}	6724	7819	8527
Eficiência ³⁾	0,98	0,98	0,98
Frequência de saída [Hz]	0–590	0–590	0–590
Desarme do 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 3x380–480 V CA

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

2) A perda de potência 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 conversor. Aplica-se para dimensionamento do resfriamento do conversor. 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/#/. 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 cabos de motor blindados de 5 m (16,5 pés) 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/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P500	P560	P630	P710
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110% da corrente durante 60 s)	NO	NO	NO	NO
Potência no eixo típica a 400 V [kW]	500	560	630	710
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	650	750	900	1000
Potência no eixo típica a 480 V [kW]	560	630	710	800
Tamanho do gabinete	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F1/F3
Corrente de saída (trifásica)				
Contínua (a 400 V) [A]	880	990	1120	1260
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	968	1089	1680	1890
Contínua (a 460/480 V) [A]	780	890	1050	1160
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 460/480 V) [A]	858	979	1155	1276
Contínua kVA (a 400 V) [kVA]	610	686	776	873
Contínua kVA (a 460 V) [kVA]	621	709	837	924
Contínua kVA (a 480 V) [kVA]	675	771	909	1005
Corrente de entrada máxima				
Contínua (a 400 V) [A]	848	954	1079	1214
Contínua (a 460/480 V) [A]	752	858	1012	1118
Número e tamanho máximos dos cabos por fase				
- Motor [mm ² (AWG)]	8x150 (8x300 mcm)	8x150 (8x300 mcm)	8x150 (8x300 mcm)	8x150 (8x300 mcm)
- Rede elétrica [mm ² (AWG)] (F1)	8x240 (8x500 mcm)	8x240 (8x500 mcm)	8x240 (8x500 mcm)	8x240 (8x500 mcm)
- Rede elétrica [mm ² (AWG)] (F3)	8x456 (8x900 mcm)	8x456 (8x900 mcm)	8x456 (8x900 mcm)	8x456 (8x900 mcm)
- Divisão da carga [mm ² (AWG)]	8x120 (8x250 mcm)	8x120 (8x250 mcm)	8x120 (8x250 mcm)	8x120 (8x250 mcm)
- Freio [mm ² (AWG)]	8x185 (8x350 mcm)	8x185 (8x350 mcm)	8x185 (8x350 mcm)	8x185 (8x350 mcm)
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] ¹⁾	1600	1600	2000	2000
Perda de energia estimada a 400 V [W] ^{2), 3)}	10162	11822	12512	14674
Perda de energia estimada a 460 V [W] ^{2), 3)}	8876	10424	11595	13213
Perdas máximas adicionadas do RFI A1, disjuntor ou da desconexão, e do contator [W], (somente F3)	963	1054	1093	1230
Perdas de opcionais do painel máximas [W]	400	400	400	400
Eficiência ³⁾	0,98	0,98	0,98	0,98
Frequência de saída [Hz]	0–590	0–590	0–590	0–590
Desarme do 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 3x380–480 V CA

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

2) A perda de potência 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 conversor. Aplica-se para dimensionamento do resfriamento do conversor. 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/#/. 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 cabos de motor blindados de 5 m (16,5 pés) 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/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P800	P1000
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110% da corrente durante 60 s)	NO	NO
Potência no eixo típica a 400 V [kW]	800	1000
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	1200	1350
Potência no eixo típica a 480 V [kW]	1000	1100
Tamanho do gabinete	F2/F4	F2/F4
Corrente de saída (trifásica)		
Contínua (a 400 V) [A]	1460	1720
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	1606	1892
Contínua (a 460/480 V) [A]	1380	1530
Intermitente (sobrecarga de 60 s)(a 460/480 V) [A]	1518	1683
Contínua kVA (a 400 V) [kVA]	1012	1192
Contínua kVA (a 460 V) [kVA]	1100	1219
Contínua kVA (a 480 V) [kVA]	1195	1325
Corrente de entrada máxima		
Contínua (a 400 V) [A]	1407	1658
Contínua (a 460/480 V) [A]	1330	1474
Número e tamanho máximos dos cabos por fase		
- Motor [mm ² (AWG)]	12x150 (12x300 mcm)	12x150 (12x300 mcm)
- Rede elétrica [mm ² (AWG)] (F2)	8x240 (8x500 mcm)	8x240 (8x500 mcm)
- Rede elétrica [mm ² (AWG)] (F4)	8x456 (8x900 mcm)	8x456 (8x900 mcm)
- Divisão da carga [mm ² (AWG)]	4x120 (4x250 mcm)	4x120 (4x250 mcm)
- Freio [mm ² (AWG)]	6x185 (6x350 mcm)	6x185 (6x350 mcm)
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] ¹⁾	2500	2500
Perda de energia estimada a 400 V [W] ^{2), 3)}	17293	19278
Perda de energia estimada a 460 V [W] ^{2), 3)}	16229	16624
Perdas máximas adicionadas do RFI A1, disjuntor ou da desconexão e do contator [W], (somente F4)	2280	2541
Perdas de opcionais do painel máximas [W]	400	400
Eficiência ³⁾	0,98	0,98
Frequência de saída [Hz]	0–590	0–590
Desarme do superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)

7
Tabela 7.3 Dados elétricos para gabinetes F2/F4, alimentação de rede elétrica 3x380-480 V CA

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

2) A perda de potência 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 conversor. Aplica-se para dimensionamento do resfriamento do conversor. 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/#/. 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 cabos de motor blindados de 5 m (16,5 pés) 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/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P355	P400	P450
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110% da corrente durante 60 s)	NO	NO	NO
Potência no eixo típica a 400 V [kW]	355	400	450
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	500	600	600
Potência no eixo típica a 480 V [kW]	400	500	530
Tamanho do gabinete	F8/F9	F8/F9	F8/F9
Corrente de saída (trifásica)			
Contínua (a 400 V) [A]	658	745	800
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	724	820	880
Contínua (a 460/480 V) [A]	590	678	730
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 460/480 V) [A]	649	746	803
Contínua kVA (a 400 V) [kVA]	456	516	554
Contínua kVA (a 460 V) [kVA]	470	540	582
Contínua kVA (a 480 V) [kVA]	511	587	632
Corrente de entrada máxima			
Contínua (a 400 V) [A]	634	718	771
Contínua (a 460/480 V) [A]	569	653	704
Número e tamanho máximos dos cabos por fase			
- Motor [mm ² (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)
- Rede elétrica [mm ² (AWG)]	4x90 (4x3/0 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)
- Freio [mm ² (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] ¹⁾	700	700	700
Perda de energia estimada a 400 V [W] ^{2), 3)}	7701	8879	9670
Perda de energia estimada a 460 V [W] ^{2), 3)}	6953	8089	8803
Eficiência ³⁾	0,98	0,98	0,98
Frequência de saída [Hz]	0–590	0–590	0–590
Desarme do superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabela 7.4 Dados elétricos para gabinetes F8/F9, alimentação de rede elétrica 6x380-480 V CA

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

2) A perda de potência 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 conversor. Aplica-se para dimensionamento do resfriamento do conversor. 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/#/. 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 cabos de motor blindados de 5 m (16,5 pés) 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/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P500	P560	P630	P710
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110% da corrente durante 60 s)	NO	NO	NO	NO
Potência no eixo típica a 400 V [kW]	500	560	630	710
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	650	750	900	1000
Potência no eixo típica a 480 V [kW]	560	630	710	800
Tamanho do gabinete	F10/F11	F10/F11	F10/F11	F10/F11
Corrente de saída (trifásica)				
Contínua (a 400 V) [A]	880	990	1120	1260
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	968	1089	1232	1386
Contínua (a 460/480 V) [A]	780	890	1050	1160
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 460/480 V) [A]	858	979	1155	1276
Contínua kVA (a 400 V) [kVA]	610	686	776	873
Contínua kVA (a 460 V) [kVA]	621	709	837	924
Contínua kVA (a 480 V) [kVA]	675	771	909	1005
Corrente de entrada máxima				
Contínua (a 400 V) [A]	848	954	1079	1214
Contínua (a 460/480 V) [A]	752	858	1012	1118
Número e tamanho máximos dos cabos por fase				
- Motor [mm ² (AWG)]	8x150 (8x300 mcm)	8x150 (8x300 mcm)	8x150 (8x300 mcm)	8x150 (8x300 mcm)
- Rede elétrica [mm ² (AWG)]	6x120 (6x250 mcm)	6x120 (6x250 mcm)	6x120 (6x250 mcm)	6x120 (6x250 mcm)
- Freio [mm ² (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] ¹⁾	900	900	900	1500
Perda de energia estimada a 400 V [W] ^{2), 3)}	10647	12338	13201	15436
Perda de energia estimada a 460 V [W] ^{2), 3)}	9414	11006	12353	14041
Perdas máximas adicionadas do RFI A1, disjuntor ou da desconexão e do contator [W], (somente F11)	963	1054	1093	1230
Perdas de opcionais do painel máximas [W]	400	400	400	400
Eficiência ³⁾	0,98	0,98	0,98	0,98
Frequência de saída [Hz]	0–590	0–590	0–590	0–590
Desarme do 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 6x380-480 V CA

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

2) A perda de potência 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 conversor. Aplica-se para dimensionamento do resfriamento do conversor. 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/#/. 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 cabos de motor blindados de 5 m (16,5 pés) 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/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P800	P1000
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110% da corrente durante 60 s)	NO	NO
Potência no eixo típica a 400 V [kW]	800	1000
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	1200	1350
Potência no eixo típica a 480 V [kW]	1000	1100
Tamanho do gabinete	F12/F13	F12/F13
Corrente de saída (trifásica)		
Contínua (a 400 V) [A]	1460	1720
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	1606	1892
Contínua (a 460/480 V) [A]	1380	1530
Intermitente (sobrecarga de 60 s)(a 460/480 V) [A]	1518	1683
Contínua kVA (a 400 V) [kVA]	1012	1192
Contínua kVA (a 460 V) [kVA]	1100	1219
Contínua kVA (a 480 V) [kVA]	1195	1325
Corrente de entrada máxima		
Contínua (a 400 V) [A]	1407	1658
Contínua (a 460/480 V) [A]	1330	1474
Número e tamanho máximos dos cabos por fase		
- Motor [mm ² (AWG)]	12x150 (12x300 mcm)	12x150 (12x300 mcm)
- Rede elétrica [mm ² (AWG)]	6x120 (6x250 mcm)	6x120 (6x250 mcm)
- Freio [mm ² (AWG)]	6x185 (6x350 mcm)	6x185 (6x350 mcm)
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] ¹⁾	1500	1500
Perda de energia estimada a 400 V [W] ^{2), 3)}	18084	20358
Perda de energia estimada a 460 V [W] ^{2), 3)}	17137	17752
Perdas máximas adicionadas do RFI A1, disjuntor ou da desconexão e do contator [W], (somente F4)	2280	2541
Perdas de opcionais do painel máximas [W]	400	400
Eficiência ³⁾	0,98	0,98
Frequência de saída [Hz]	0-590	0-590
Desarme do superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)

Tabela 7.6 Dados elétricos para gabinetes F12/F13, alimentação de rede elétrica 6x380-480 V CA

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

2) A perda de potência 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 conversor. Aplica-se para dimensionamento do resfriamento do conversor. 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/#/. 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 cabos de motor blindados de 5 m (16,5 pés) 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/#/.

7.2 Dados elétricos, 525–690 V

VLT® HVAC Drive FC 102	P450	P500	P560	P630
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110% da corrente durante 60 s)	NO	NO	NO	NO
Potência no eixo típica a 550 V [kW]	355	400	450	500
Potência no eixo típica a 575 V [hp]	450	500	600	650
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	450	500	560	630
Tamanho do gabinete	E1/E2	E1/E2	E1/E2	E1/E2
Corrente de saída (trifásica)				
Contínua (a 550 V) [A]	470	523	596	630
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 550 V) [A]	517	575	656	693
Contínua (a 575/690 V) [A]	450	500	570	630
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	495	550	627	693
Contínua kVA (a 550 V) [kVA]	448	498	568	600
Contínua kVA (a 575 V) [kVA]	448	498	568	627
Contínua kVA (a 690 V) [kVA]	538	598	681	753
Corrente de entrada máxima				
Contínua (a 550 V) [A]	453	504	574	607
Contínua (a 575 V) [A]	434	482	549	607
Contínua (a 690 V)	434	482	549	607
Número e tamanho máximos dos cabos por fase				
- Rede elétrica, motor e divisão da carga [mm ² (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)
- Freio [mm ² (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] ¹⁾	700	700	900	900
Perda de energia estimada a 600 V [W] ^{2), 3)}	5323	6010	7395	8209
Perda de energia estimada a 690 V [W] ^{2), 3)}	5529	6239	7653	8495
Eficiência ³⁾	0,98	0,98	0,98	0,98
Frequência de saída [Hz]	0–500	0–500	0–500	0–500
Desarme do 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 do fusível, consulte capítulo 10.5 Fusíveis e disjuntores.

2) A perda de potência 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 conversor. Aplica-se para dimensionamento do resfriamento do conversor. 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/#/. 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 cabos de motor blindados de 5 m (16,5 pés) 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/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P710	P800	P900
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110% da corrente durante 60 s)	NO	NO	NO
Potência no eixo típica a 550 V [kW]	560	670	750
Potência no eixo típica a 575 V [hp]	750	950	1050
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	710	800	900
Tamanho do gabinete	F1/F3	F1/F3	F1/F3
Corrente de saída (trifásica)			
Contínua (a 550 V) [A]	763	889	988
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 550 V) [A]	839	978	1087
Contínua (a 575/690 V) [A]	730	850	945
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	803	935	1040
Contínua kVA (a 550 V) [kVA]	727	847	941
Contínua kVA (a 575 V) [kVA]	727	847	941
Contínua kVA (a 690 V) [kVA]	872	1016	1129
Corrente de entrada máxima			
Contínua (a 550 V) [A]	735	857	952
Contínua (a 575 V) [A]	704	819	911
Contínua (a 690 V) [A]	704	819	911
Número e tamanho máximos dos cabos por fase			
- Motor [mm ² (AWG)]	8x150 (8x300 mcm)	8x150 (8x300 mcm)	8x150 (8x300 mcm)
- Rede elétrica [mm ² (AWG)] (F1)	8x240 (8x500 mcm)	8x240 (8x500 mcm)	8x240 (8x500 mcm)
- Rede elétrica [mm ² (AWG)] (F3)	8x456 (4x900 mcm)	8x456 (4x900 mcm)	8x456 (4x900 mcm)
- Divisão da carga [mm ² (AWG)]	4x120 (4x250 mcm)	4x120 (4x250 mcm)	4x120 (4x250 mcm)
- Freio [mm ² (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] ¹⁾	1600	1600	1600
Perda de energia estimada a 600 V [W] ^{2), 3)}	9500	10872	12316
Perda de energia estimada a 690 V [W] ^{2), 3)}	9863	11304	12798
Perdas máximas adicionadas para o disjuntor ou desconexão e o contator [W], (somente F3)	427	532	615
Perdas de opcionais do painel máximas [W]	400	400	400
Eficiência ³⁾	0,98	0,98	0,98
Frequência de saída [Hz]	0-500	0-500	0-500
Desarme do superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

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

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

2) A perda de potência 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 conversor. Aplica-se para dimensionamento do resfriamento do conversor. 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/#/. 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 cabos de motor blindados de 5 m (16,5 pés) 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/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P1M0	P1M2	P1M4
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110% da corrente durante 60 s)	NO	NO	NO
Potência no eixo típica a 550 V [kW]	850	1000	1100
Potência no eixo típica a 575 V [hp]	1150	1350	1550
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	1000	1200	1400
Tamanho do gabinete	F2/F4	F2/F4	F2/F4
Corrente de saída (trifásica)			
Contínua (a 550 V) [A]	1108	1317	1479
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 550 V) [A]	1219	1449	1627
Contínua (a 575/690 V) [A]	1060	1260	1415
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	1166	1386	1557
Contínua kVA (a 550 V) [kVA]	1056	1255	1409
Contínua kVA (a 575 V) [kVA]	1056	1255	1409
Contínua kVA (a 690 V) [kVA]	1267	1506	1691
Corrente de entrada máxima			
Contínua (a 550 V) [A]	1068	1269	1425
Contínua (a 575 V) [A]	1022	1214	1364
Contínua (a 690 V) [A]	1022	1214	1364
Número e tamanho máximos dos cabos por fase			
- Motor [mm ² (AWG)]	12x150 (12x300 mcm)	12x150 (12x300 mcm)	12x150 (12x300 mcm)
- Rede elétrica [mm ² (AWG)] (F2)	8x240 (8x500 mcm)	8x240 (8x500 mcm)	8x240 (8x500 mcm)
- Rede elétrica [mm ² (AWG)] (F4)	8x456 (8x900 mcm)	8x456 (8x900 mcm)	8x456 (8x900 mcm)
- Divisão da carga [mm ² (AWG)]	4x120 (4x250 mcm)	4x120 (4x250 mcm)	4x120 (4x250 mcm)
- Freio [mm ² (AWG)]	6x185 (6x350 mcm)	6x185 (6x350 mcm)	6x185 (6x350 mcm)
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] ¹⁾	1600	2000	2500
Perda de energia estimada a 600 V [W] ^{2), 3)}	13731	16190	18536
Perda de energia estimada a 690 V [W] ^{2), 3)}	14250	16821	19247
Perdas máximas adicionadas para o disjuntor ou desconexão e contator [W], (somente F4)	665	863	1044
Perdas de opcionais do painel máximas [W]	400	400	400
Eficiência ³⁾	0,98	0,98	0,98
Frequência de saída [Hz]	0–500	0–500	0–500
Desarme do superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

7
Tabela 7.9 Dados elétricos para gabinetes F2/F4, alimentação de rede elétrica 3x525–690 V CA

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

2) A perda de potência 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 conversor. Aplica-se para dimensionamento do resfriamento do conversor. 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/#/. 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 cabos de motor blindados de 5 m (16,5 pés) 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/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P450	P500	P560	P630
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110% da corrente durante 60 s)	NO	NO	NO	NO
Potência no eixo típica a 550 V [kW]	355	400	450	500
Potência no eixo típica a 575 V [hp]	450	500	600	650
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	450	500	560	630
Tamanho do gabinete	F8/F9	F8/F9	F8/F9	F8/F9
Corrente de saída (trifásica)				
Contínua (a 550 V) [A]	470	523	596	630
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 550 V) [A]	517	575	656	693
Contínua (a 575/690 V) [A]	450	500	570	630
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	495	550	627	693
Contínua kVA (a 550 V) [kVA]	448	498	568	600
Contínua kVA (a 575 V) [kVA]	448	498	568	627
Contínua kVA (a 690 V) [kVA]	538	598	681	753
Corrente de entrada máxima				
Contínua (a 550 V) [A]	453	504	574	607
Contínua (a 575 V) [A]	434	482	549	607
Contínua (a 690 V)	434	482	549	607
Número e tamanho máximos dos cabos por fase				
- Motor [mm ² (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)
- Rede elétrica [mm ² (AWG)]	4x85 (4x3/0 mcm)	4x85 (4x3/0 mcm)	4x85 (4x3/0 mcm)	4x85 (4x3/0 mcm)
- Freio [mm ² (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] ¹⁾	630	630	630	630
Perda de energia estimada a 600 V [W] ^{2), 3)}	5323	6010	7395	8209
Perda de energia estimada a 690 V [W] ^{2), 3)}	5529	6239	7653	8495
Eficiência ³⁾	0,98	0,98	0,98	0,98
Frequência de saída [Hz]	0–500	0–500	0–500	0–500
Desarme do superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

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

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

2) A perda de potência 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 conversor. Aplica-se para dimensionamento do resfriamento do conversor. 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/#/. 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 cabos de motor blindados de 5 m (16,5 pés) 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/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P710	P800	P900
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110% da corrente durante 60 s)	NO	NO	NO
Potência no eixo típica a 550 V [kW]	560	670	750
Potência no eixo típica a 575 V [hp]	750	950	1050
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	710	800	900
Tamanho do gabinete	F10/F11	F10/F11	F10/F11
Corrente de saída (trifásica)			
Contínua (a 550 V) [A]	763	889	988
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 550 V) [A]	839	978	1087
Contínua (a 575/690 V) [A]	730	850	945
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	803	935	1040
Contínua kVA (a 550 V) [kVA]	727	847	941
Contínua kVA (a 575 V) [kVA]	727	847	941
Contínua kVA (a 690 V) [kVA]	872	1016	1129
Corrente de entrada máxima			
Contínua (a 550 V) [A]	735	857	952
Contínua (a 575 V) [A]	704	819	911
Contínua (a 690 V) [A]	704	819	911
Número e tamanho máximos dos cabos por fase			
- Motor [mm ² (AWG)]	8x150 (8x300 mcm)	8x150 (8x300 mcm)	8x150 (8x300 mcm)
- Rede elétrica [mm ² (AWG)]	6x120 (4x900 mcm)	6x120 (4x900 mcm)	6x120 (4x900 mcm)
- Freio [mm ² (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] ¹⁾	900	900	900
Perda de energia estimada a 600 V [W] ^{2), 3)}	9500	10872	12316
Perda de energia estimada a 690 V [W] ^{2), 3)}	9863	11304	12798
Perdas máximas adicionadas para o disjuntor ou desconexão e contator [W], (somente F11)	427	532	615
Perdas de opcionais do painel máximas [W]	400	400	400
Eficiência ³⁾	0,98	0,98	0,98
Frequência de saída [Hz]	0–500	0–500	0–500
Desarme do superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

7
Tabela 7.11 Dados elétricos para gabinetes F10/F11, alimentação de rede elétrica 6x525–690 V CA

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

2) A perda de potência 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 conversor. Aplica-se para dimensionamento do resfriamento do conversor. 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/#/. 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 cabos de motor blindados de 5 m (16,5 pés) 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/#/.

VLT® HVAC Drive FC 102	P1M0	P1M2	P1M4
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110% da corrente durante 60 s)	NO	NO	NO
Potência no eixo típica a 550 V [kW]	850	1000	1100
Potência no eixo típica a 575 V [hp]	1150	1350	1550
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	1000	1200	1400
Tamanho do gabinete	F12/F13	F12/F13	F12/F13
Corrente de saída (trifásica)			
Contínua (a 550 V) [A]	1108	1317	1479
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 550 V) [A]	1219	1449	1627
Contínua (a 575/690 V) [A]	1060	1260	1415
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	1166	1386	1557
Contínua kVA (a 550 V) [kVA]	1056	1255	1409
Contínua kVA (a 575 V) [kVA]	1056	1255	1409
Contínua kVA (a 690 V) [kVA]	1267	1506	1691
Corrente de entrada máxima			
Contínua (a 550 V) [A]	1068	1269	1425
Contínua (a 575 V) [A]	1022	1214	1364
Contínua (a 690 V) [A]	1022	1214	1364
Número e tamanho máximos dos cabos por fase			
- Motor [mm ² (AWG)]	12x150 (12x300 mcm)	12x150 (12x300 mcm)	12x150 (12x300 mcm)
- Rede elétrica [mm ² (AWG)] (F12)	8x240 (8x500 mcm)	8x240 (8x500 mcm)	8x240 (8x500 mcm)
- Rede elétrica [mm ² (AWG)] (F13)	8x456 (8x900 mcm)	8x456 (8x900 mcm)	8x456 (8x900 mcm)
- Freio [mm ² (AWG)]	6x185 (6x350 mcm)	6x185 (6x350 mcm)	6x185 (6x350 mcm)
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] ¹⁾	1600	2000	2500
Perda de energia estimada a 600 V [W] ^{2), 3)}	13731	16190	18536
Perda de energia estimada a 690 V [W] ^{2), 3)}	14250	16821	19247
Perdas máximas adicionadas para o disjuntor ou desconexão e o contator [W], (somente F13)	665	863	1044
Perdas de opcionais do painel máximas [W]	400	400	400
Eficiência ³⁾	0,98	0,98	0,98
Frequência de saída [Hz]	0-500	0-500	0-500
Desarme do superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

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

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

2) A perda de potência 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 conversor. Aplica-se para dimensionamento do resfriamento do conversor. 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/#/. 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 cabos de motor blindados de 5 m (16,5 pés) 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/#/.

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 $\pm 10\%$, 525–690 V $\pm 10\%$

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 $\pm 5\%$
Desbalanceamento máximo temporário entre as fases da rede elétrica	3,0% da tensão de alimentação nominal ¹⁾
Fator de potência real (λ)	$\geq 0,9$ nominal na carga nominal
Fator de potência de deslocamento ($\cos \Phi$) 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 a 100% da tensão de alimentação
Frequência de saída	0–590 Hz ¹⁾
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 ^{1), 2)}
Torque de sobrecarga (torque constante)	Máximo de 150% para 60 s ^{1), 2)}

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

2) Uma vez a cada 10 minutos.

7.5 Condições ambientais

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 ₂ 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) ¹⁾
- com potência de saída total de motores EFF2 típicos (até 90% da corrente de saída)	Máximo 50 °C (122 °F) ¹⁾
- a corrente de saída FC contínua total	Máximo 45 °C (113 °F) ¹⁾
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 energética¹⁾ 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 Especificações¹⁾

Seção transversal máxima para terminais de controle, fio rígido 1,5 mm²/16 AWG (2x0,75 mm²)

Seção transversal máxima para terminais de controle, cabo flexível 1 mm²/18 AWG

Seção transversal máxima para terminais de controle, cabo com núcleo embutido 0,5 mm²/20 AWG

Seção transversal máxima para terminais de controle 0,25 mm²/23 AWG

1) Para cabos de energia, consulte os dados elétricos em capítulo 7.1 Dados elétricos, 380–480 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, 27¹⁾, 29¹⁾, 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_i 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_i 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_i 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.

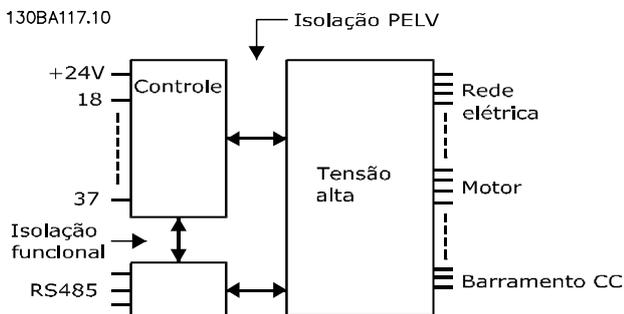


Ilustração 7.1 Isolamento PELV

Entradas de pulso	
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 _i	Aproximadamente 4 kΩ
Precisão da entrada de pulso (0,1–1 kHz)	Erro máximo: 0,1% da escala completa

Saída analógica	
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	
Saídas digitais/de pulso programáveis	2
Número do terminal	27, 29 ¹⁾
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 ² (12 AWG)
---	------------------------------

Seção transversal mínima para terminais de relé	0,2 mm ² (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) ¹⁾ em 1-2 (NO) (Carga resistiva) ^{2), 3)}	400 V CA, 2 A
---	---------------

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

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

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

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

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

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

Carga máxima do terminal (CC-13) ¹⁾ 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) ¹⁾ em 4-5 (NO) (Carga resistiva) ^{2), 3)}	400 V CA, 2 A
---	---------------

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

Carga máxima do terminal (CC-1) ¹⁾ em 4-5 (NO) (Carga resistiva)	80 V CC, 2 A
---	--------------

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

Carga máxima do terminal (CA-1) ¹⁾ em 4-6 (NC) (Carga resistiva)	240 V CA, 2 A
---	---------------

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

Carga máxima do terminal (CC-1) ¹⁾ em 4-6 (NC) (Carga resistiva)	50 V CC, 2 A
---	--------------

Carga máxima do terminal (CC-13) ¹⁾ 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 dos gabinetes

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)

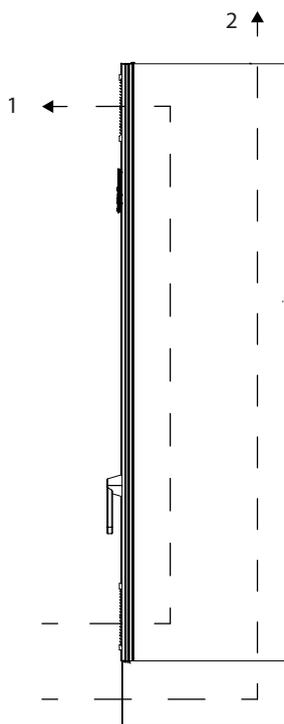
Tabela 7.13 Pesos dos gabinetes E1–E2, kg (lb)

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

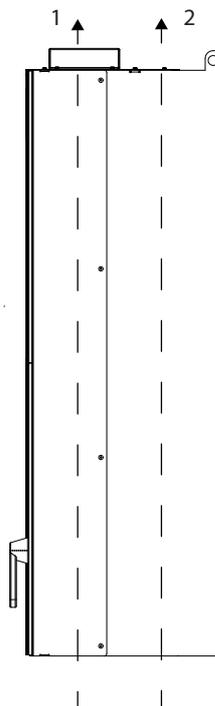
7



e30bg051.10

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

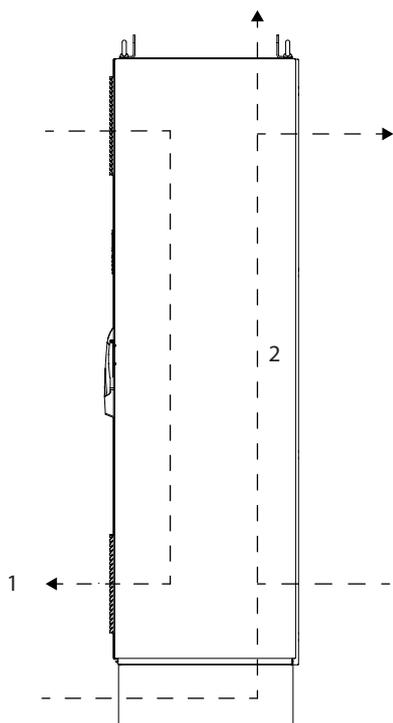
Ilustração 7.2 Fluxo de ar para gabinete E1



e30bg052.10

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

Ilustração 7.3 Fluxo de ar para gabinete E2



e30bg053.10

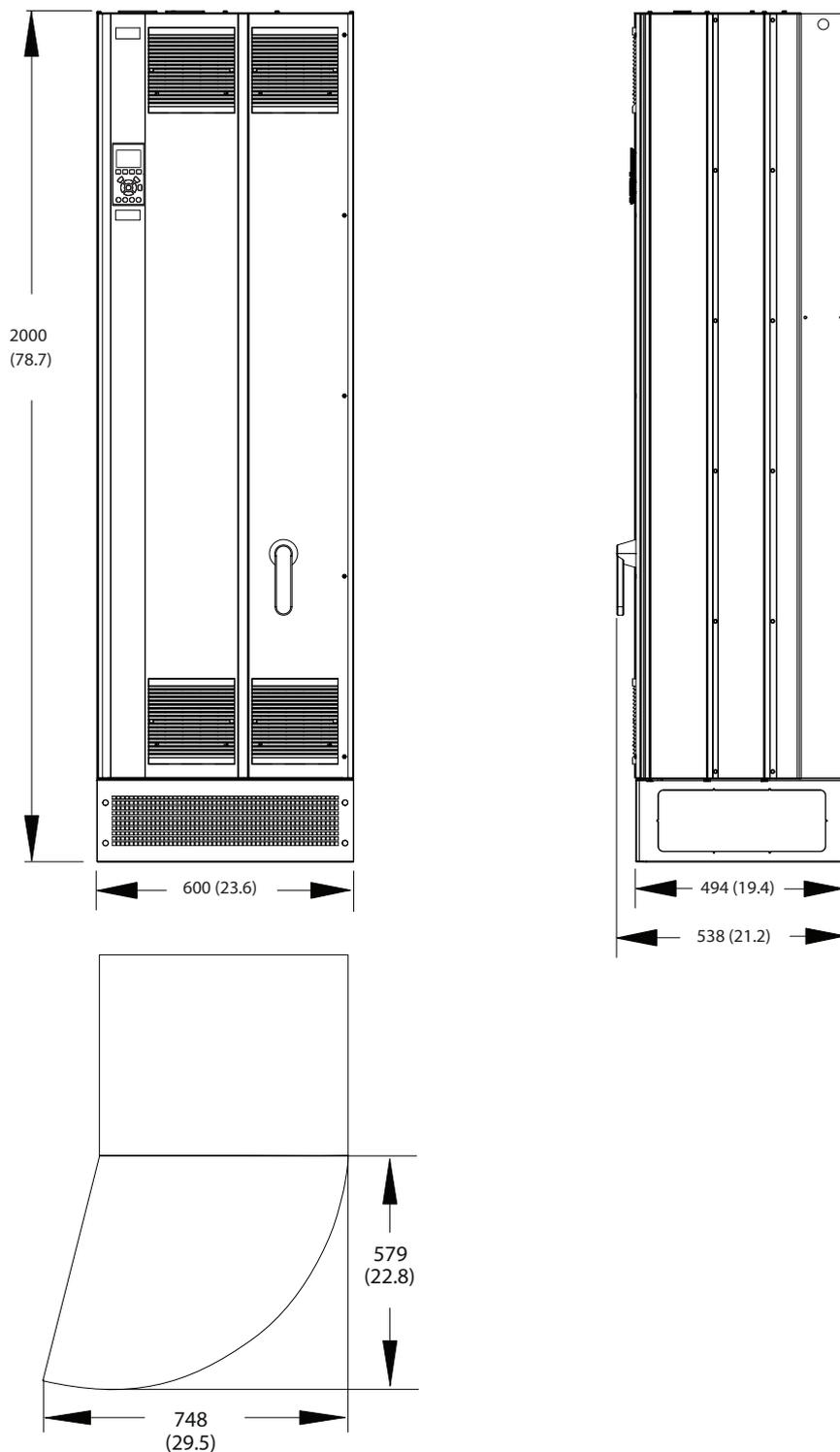
1	Fluxo de ar do canal frontal - IP21/Tipo 1, 700 m ³ /h (412 cfm) - IP54/Tipo 12, 525 m ³ /h (309 cfm)
2	Fluxo de ar do canal traseiro, 985 m ³ /h (580 cfm)

Ilustração 7.4 Fluxo de ar para gabinetes F1-13

8 Dimensões externas e do terminal

8.1 Dimensões externas e do terminal do E1

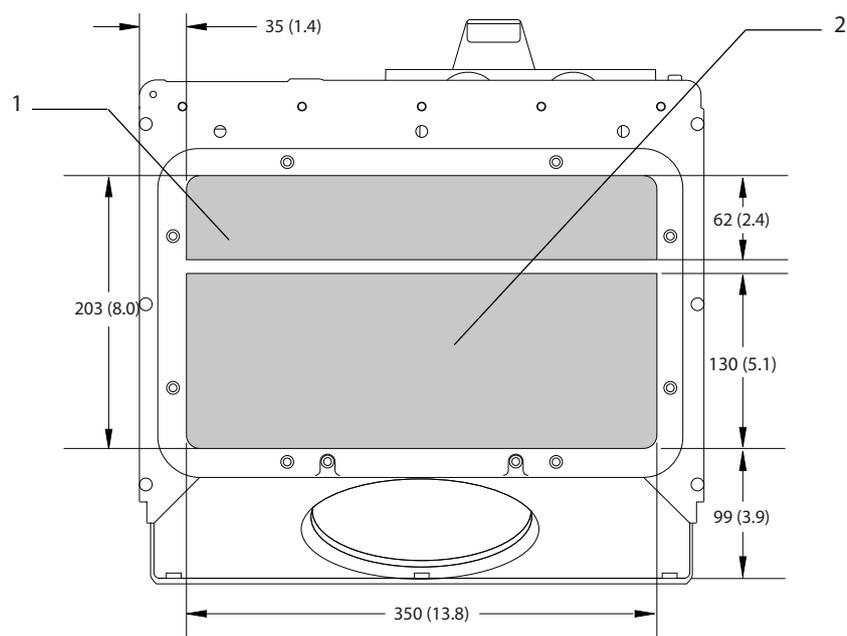
8.1.1 Dimensões externas do E1



130BF328.10

8

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



130BF611.10

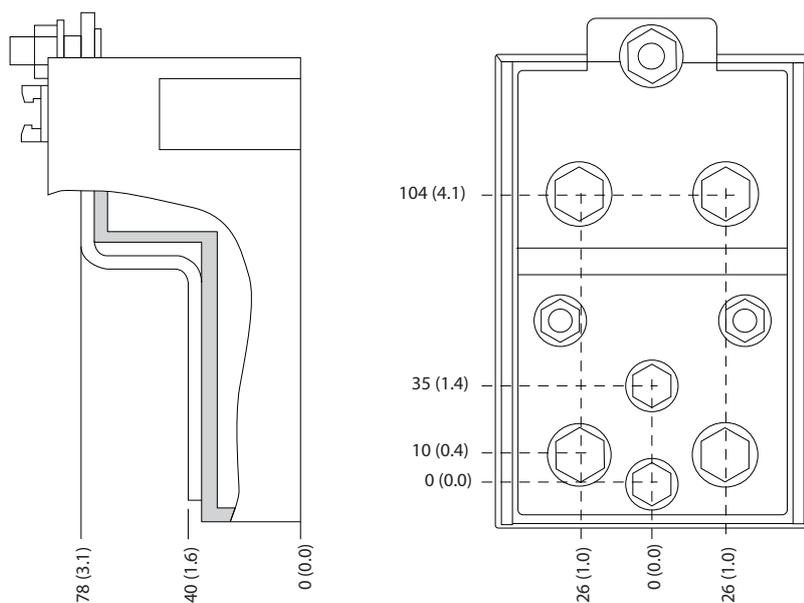
8

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

Ilustração 8.2 Dimensões da placa da bucha para E1/E2

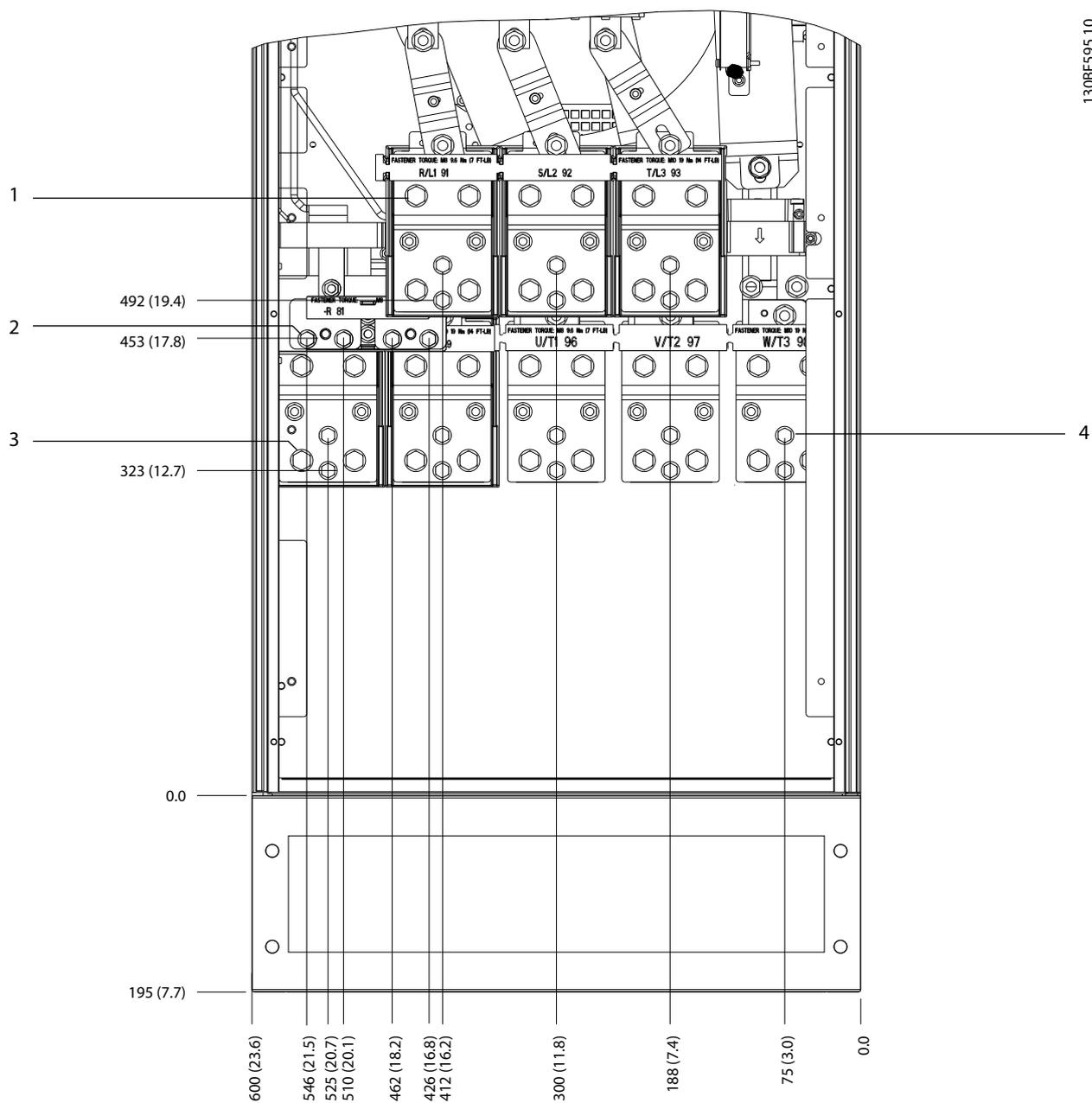
8.1.2 Dimensões do terminal do E1

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

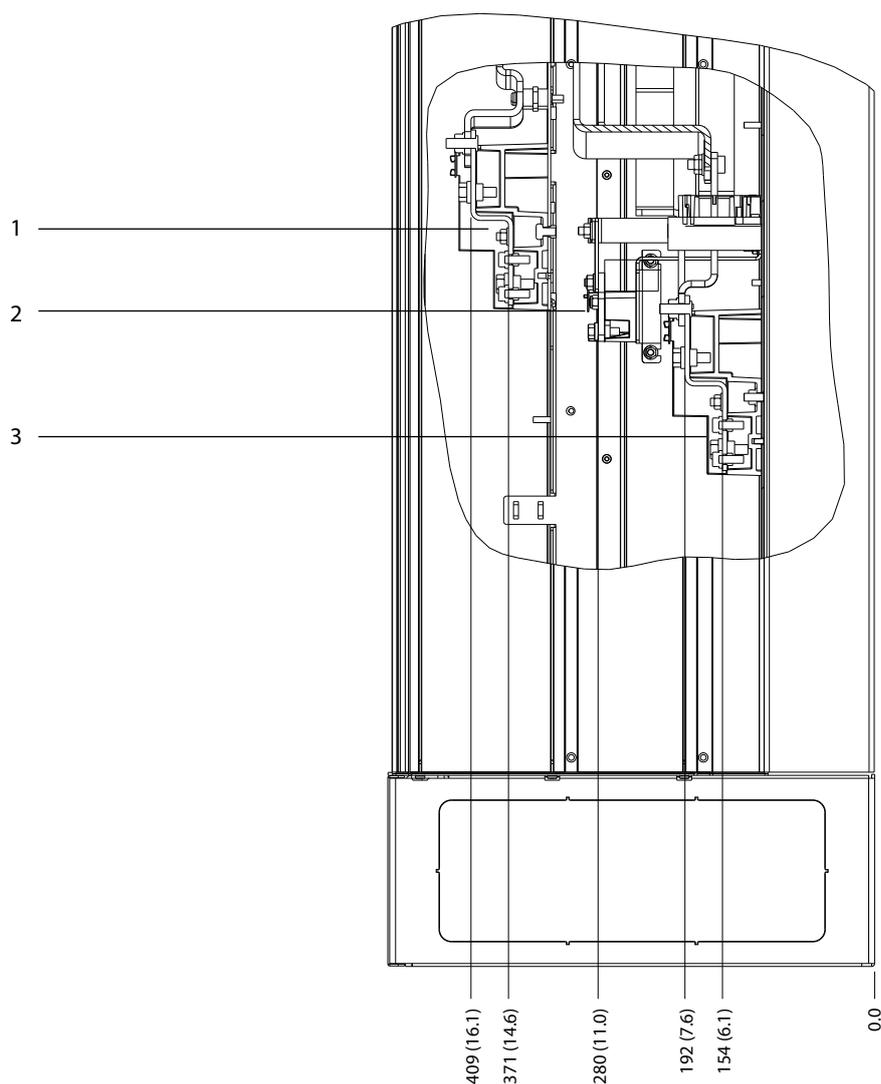
Ilustração 8.3 Dimensões detalhadas do terminal para E1/E2



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

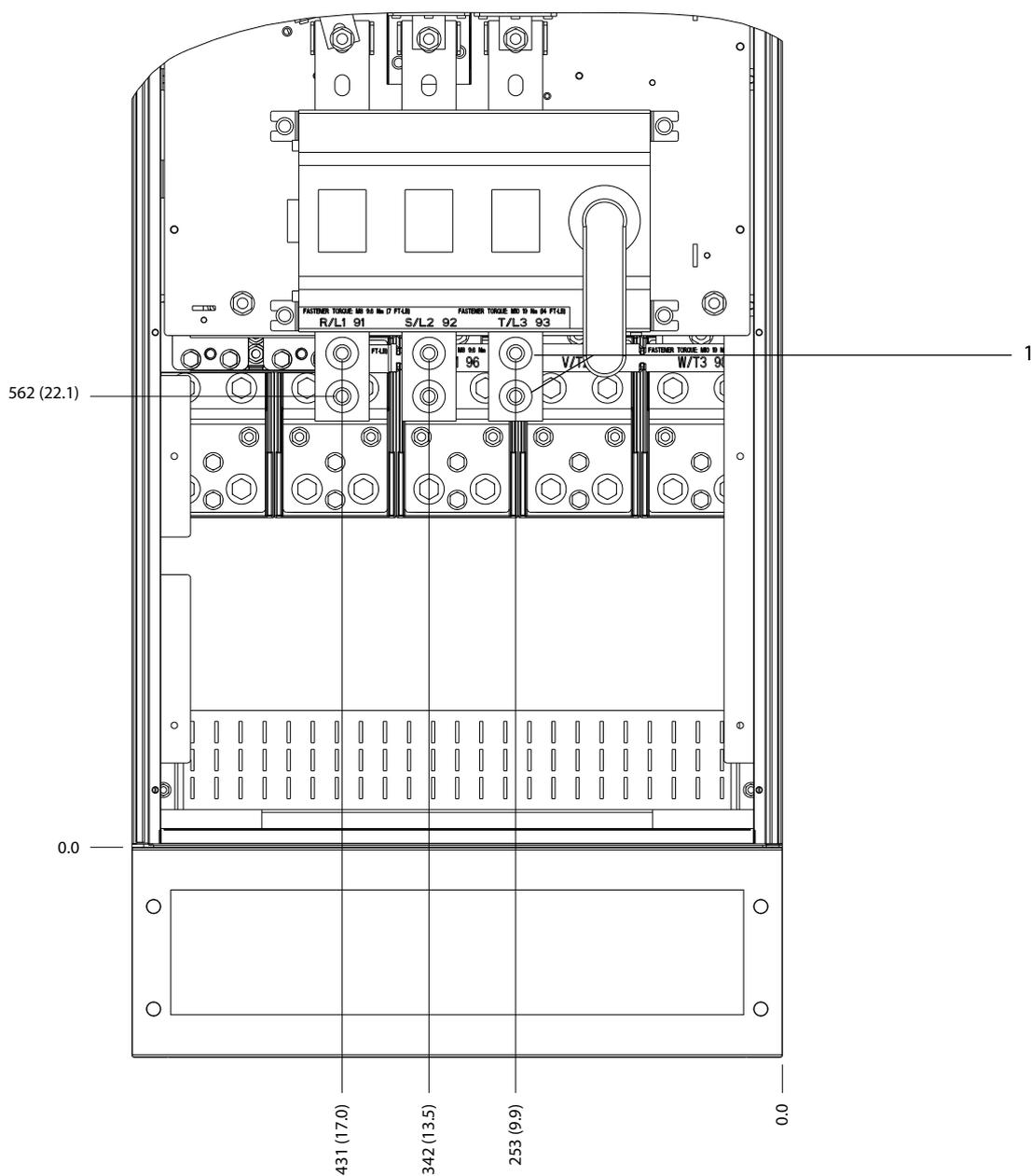
130BF596.10



8

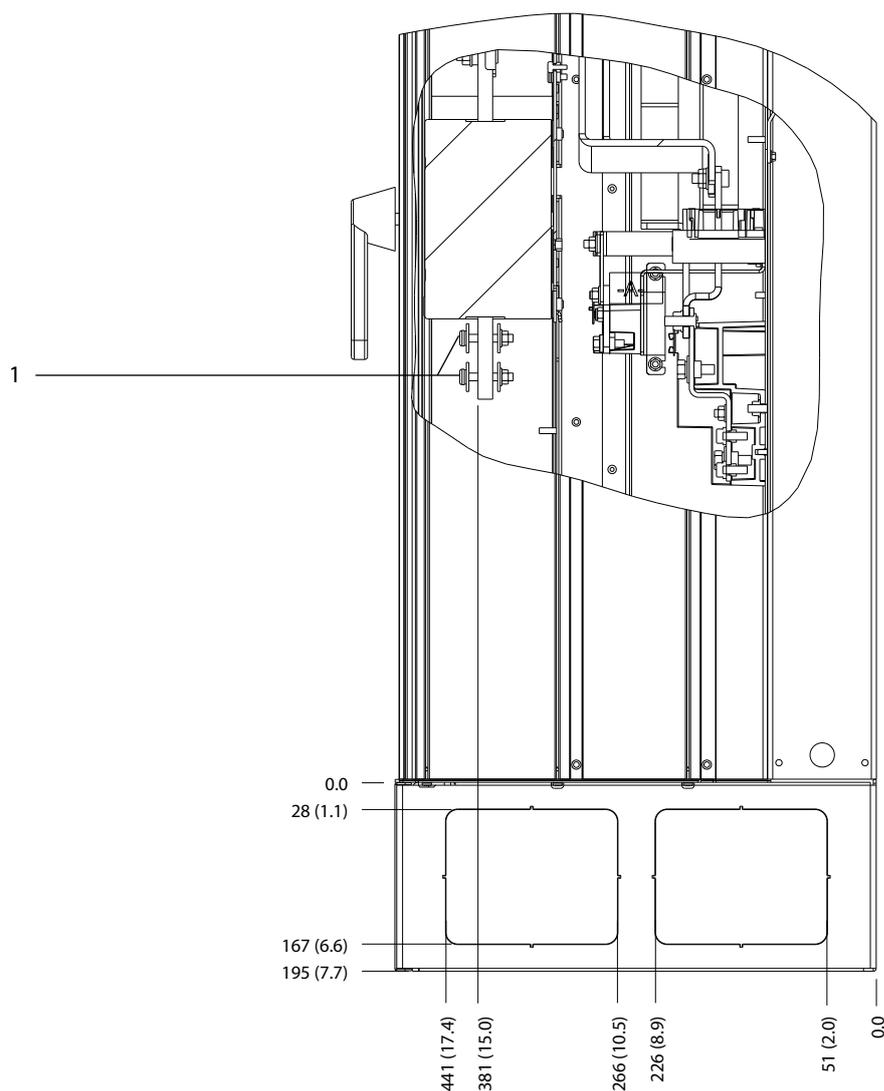
1	Terminais de rede elétrica	2	Terminais do freio
3	Terminais do motor	-	-

Ilustração 8.5 Dimensões do terminal para E1, vista lateral



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

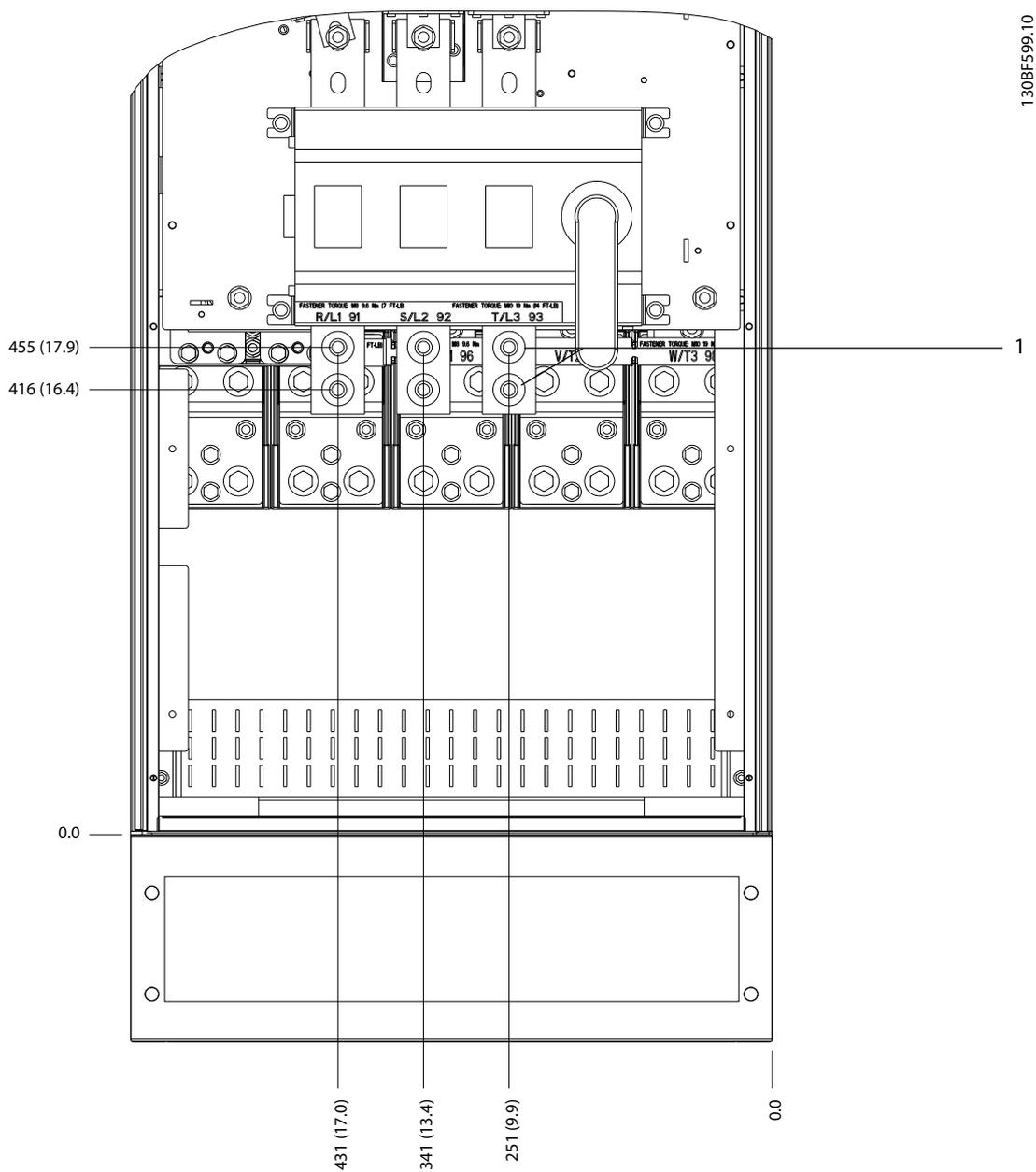
Ilustração 8.6 Dimensões do terminal para E1 com desconexão (380–480/500 V Modelos: P315; 525–690 V Modelos: P355–P560), vista frontal



1.30BF598.10

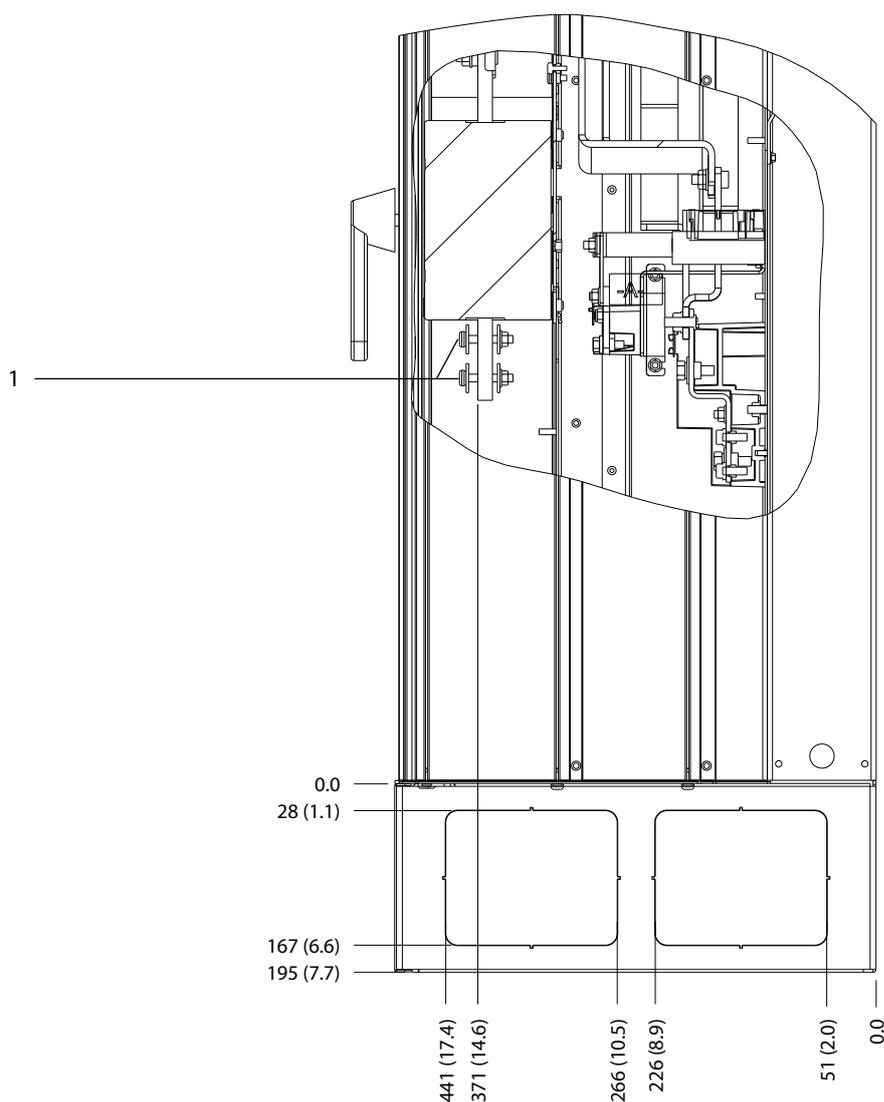
1	Terminais de rede elétrica	-	-
---	----------------------------	---	---

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



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

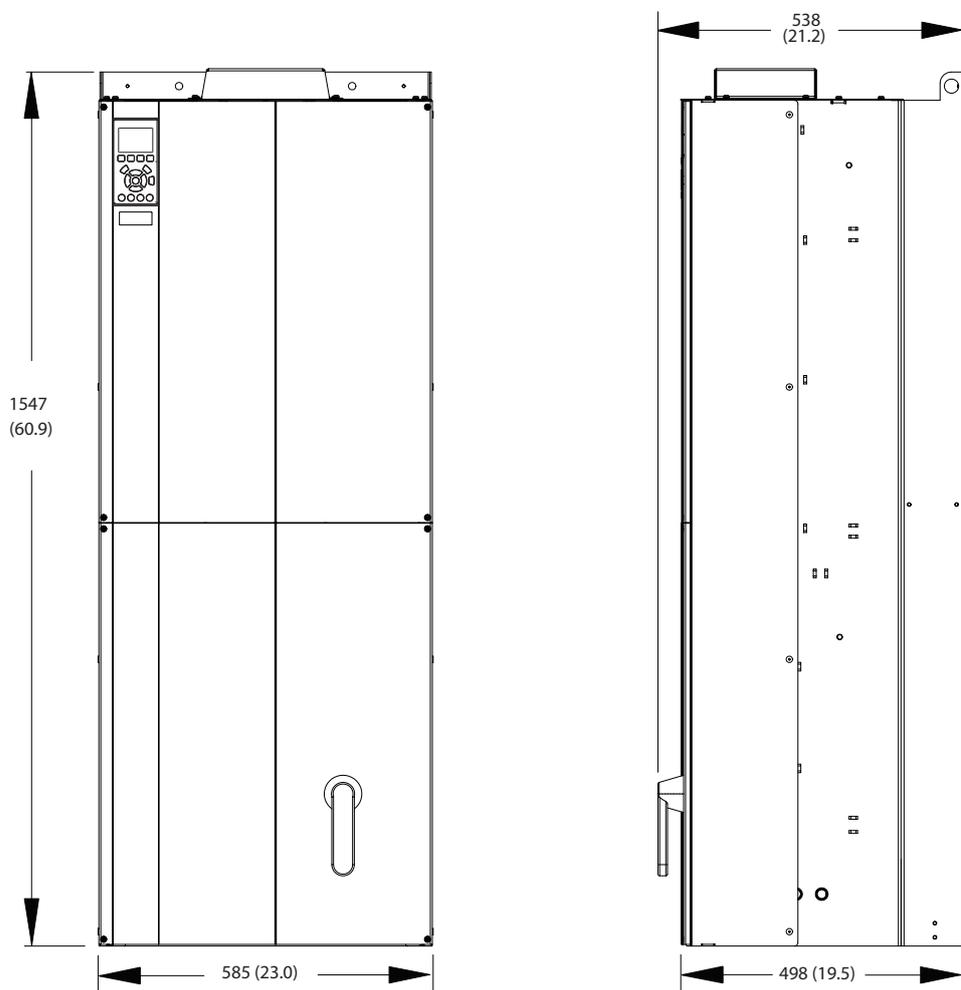
8

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 do E2

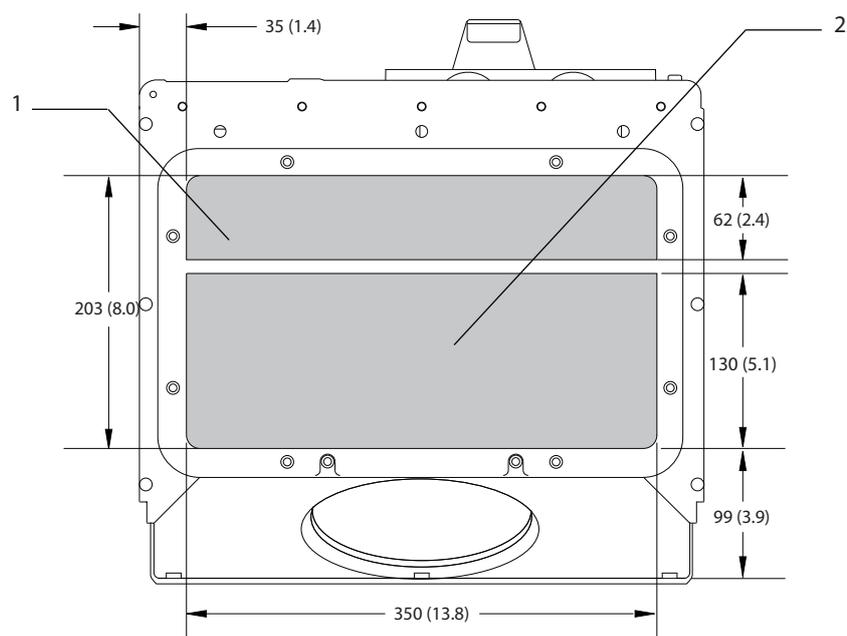
8.2.1 Dimensões externas do E2



130BF329.10

8

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



130BF611.10

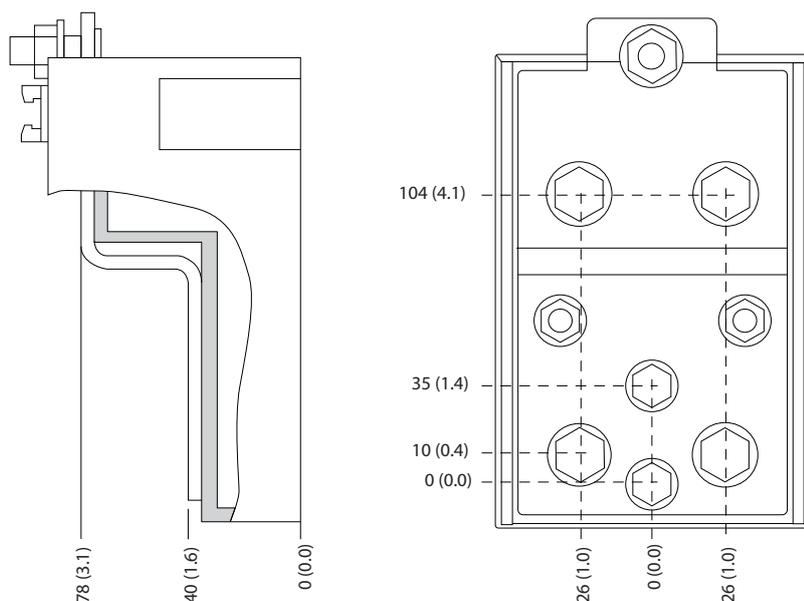
8

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

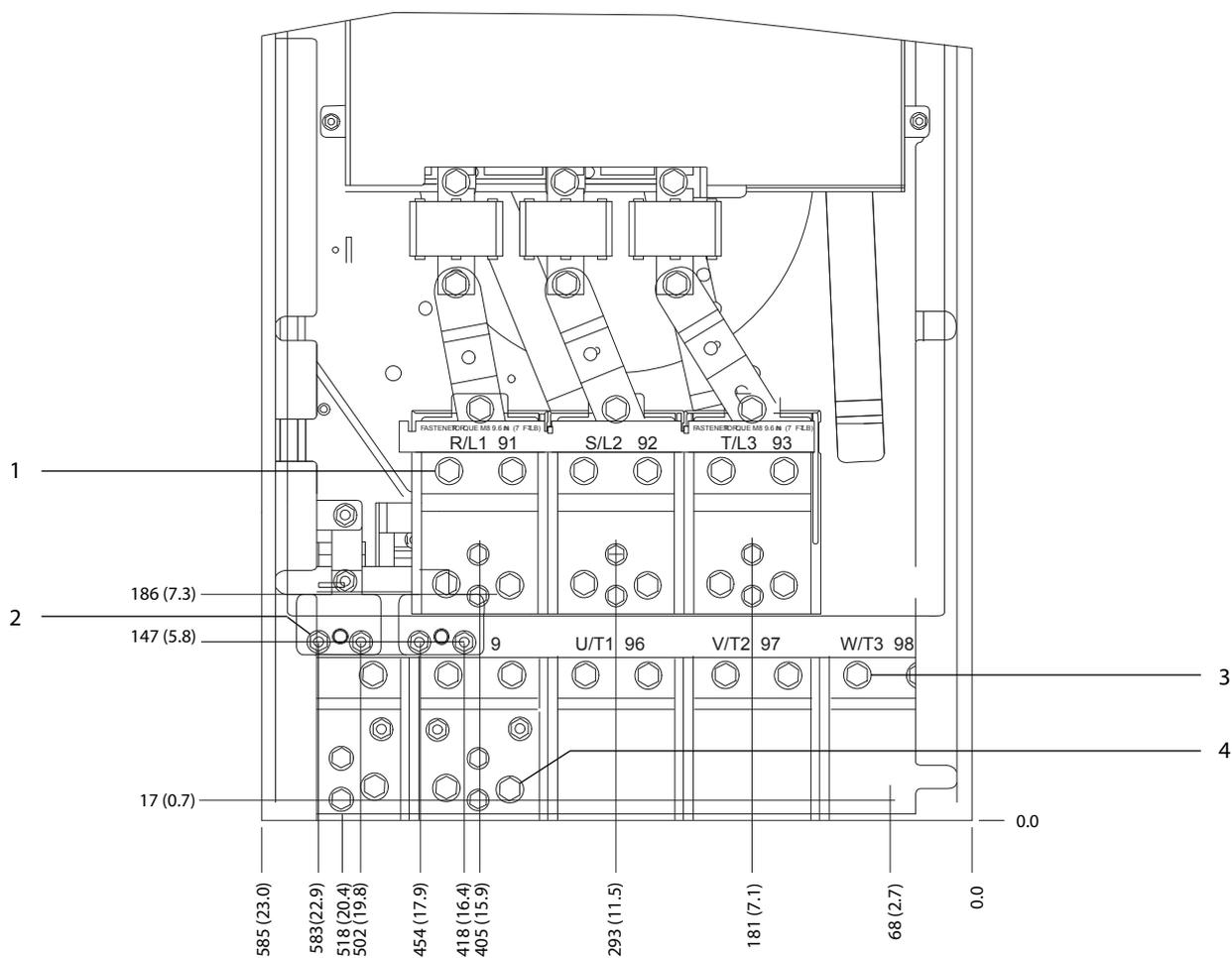
Os cabos de energia são pesados e difíceis de dobrar. Para garantir uma fácil instalação dos cabos, considere o posicionamento ideal do conversor. Cada terminal comporta até 4 cabos com fixadores de cabo ou encaixe de cabo padrão. O ponto de aterramento é conectado ao um ponto de terminação relevante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



130BF647.10

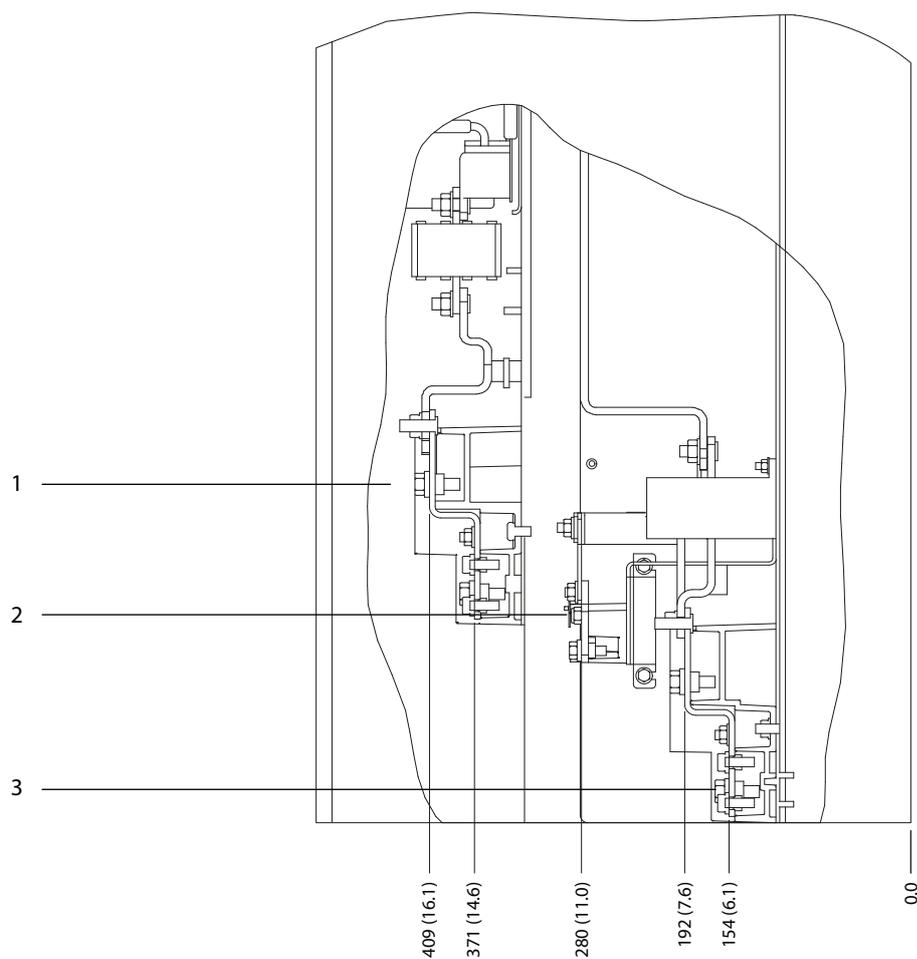
Ilustração 8.12 Dimensões detalhadas do terminal para E1/E2

8



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

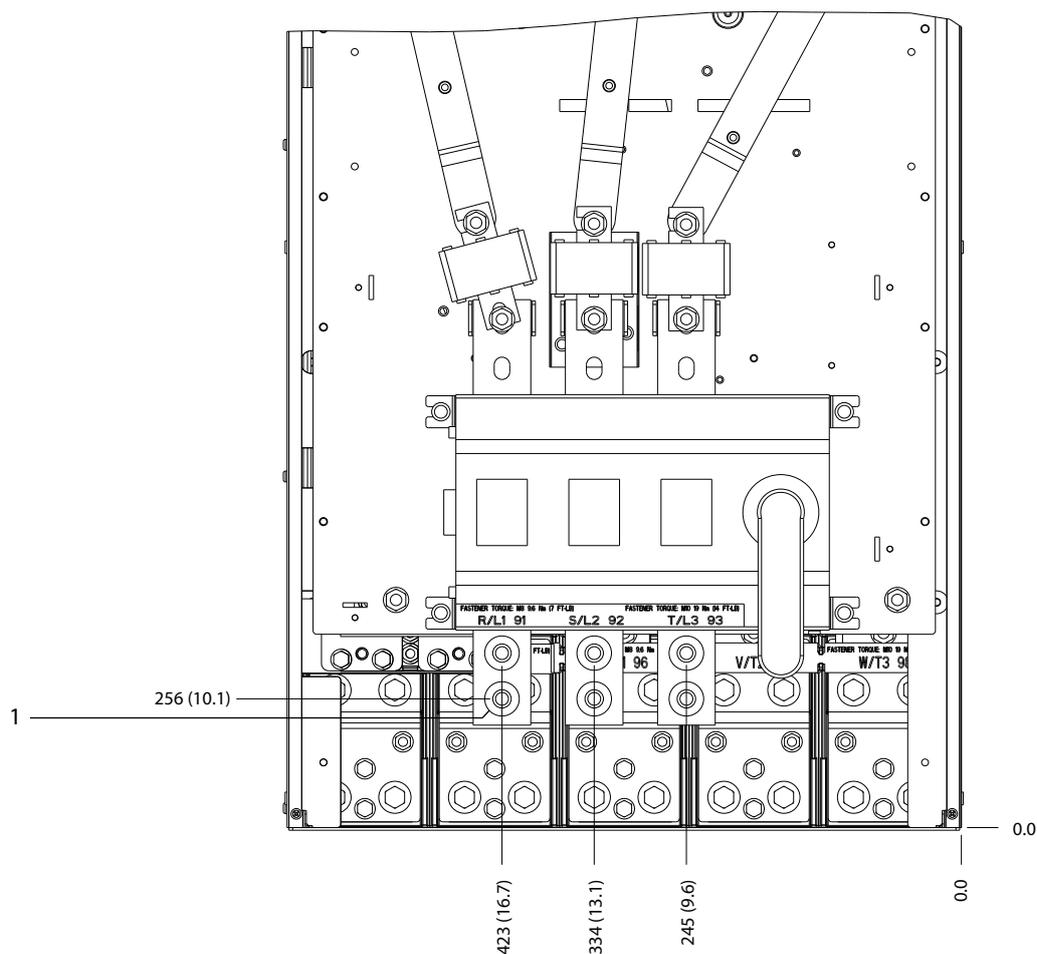
Ilustração 8.13 Dimensões do terminal para E2, vista frontal



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

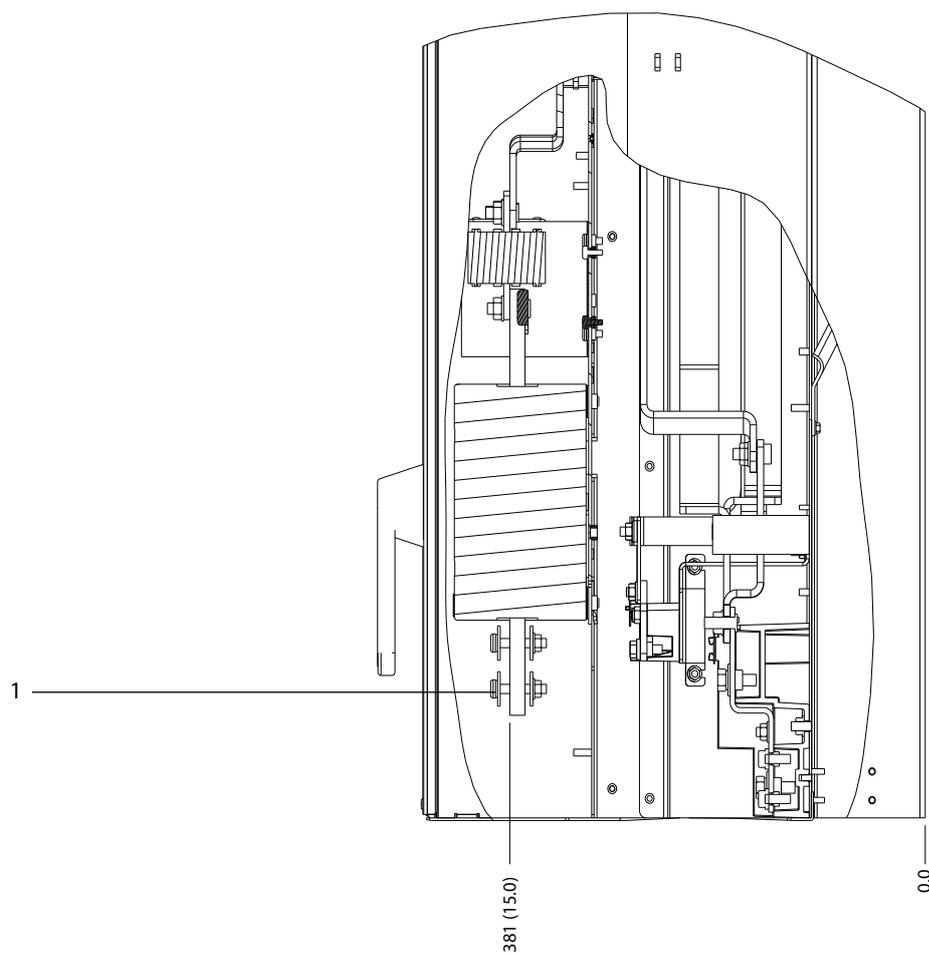
Ilustração 8.14 Dimensões do terminal para E2, vista lateral

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



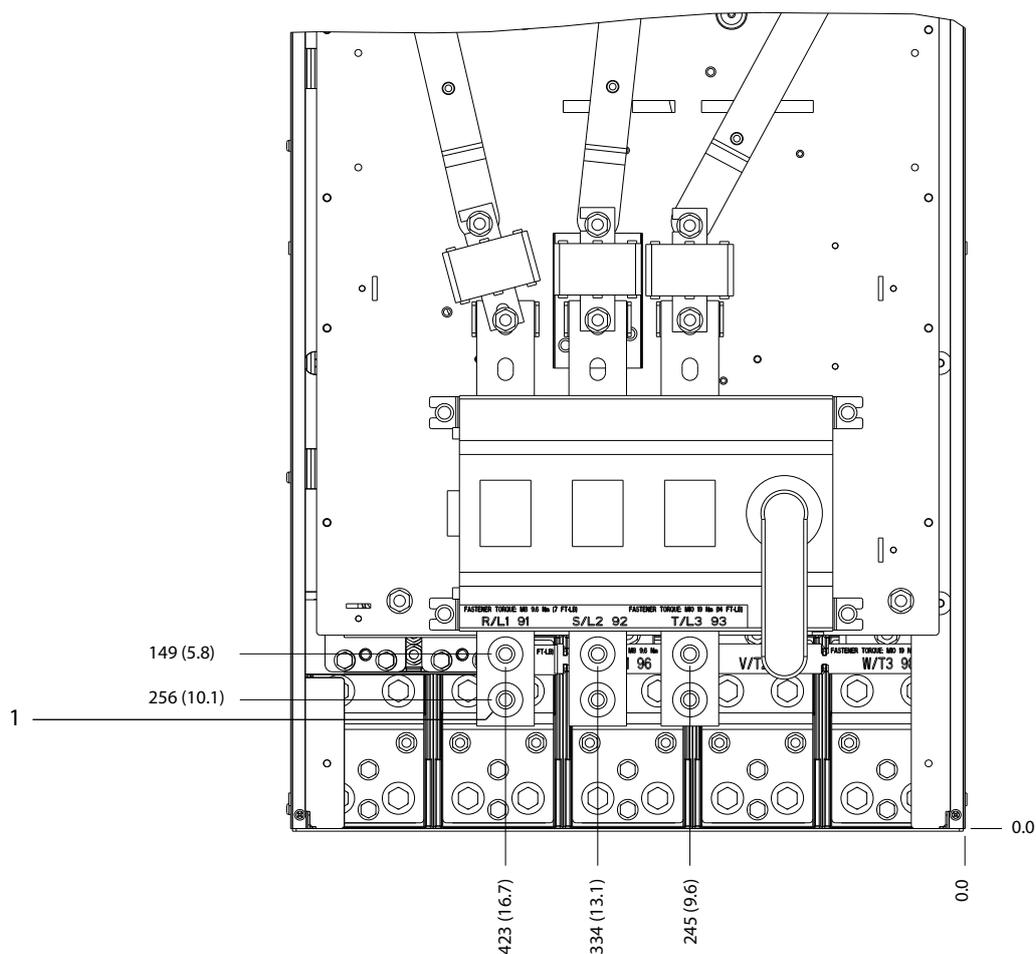
130BF604.10

8

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

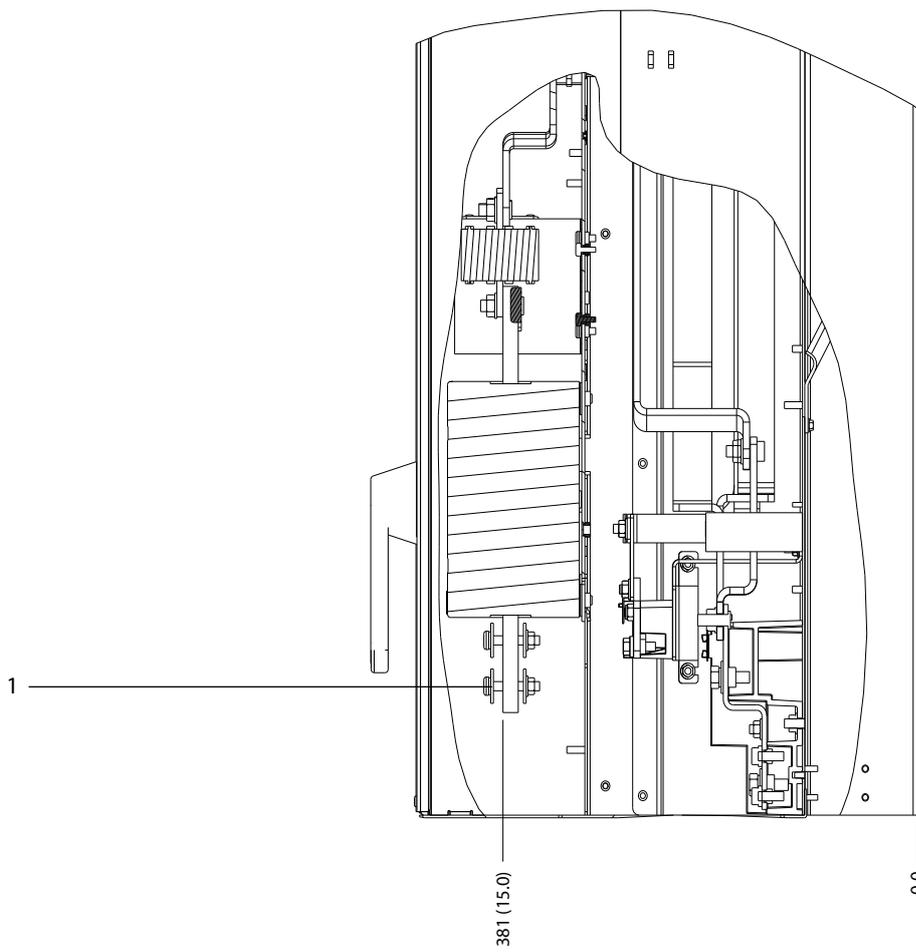
Ilustração 8.16 Dimensões do terminal para E2 com desconexão (380–480/500 V Modelos: P315; 525–690 V Modelos: P355–P560), vista lateral

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



130BF606.10

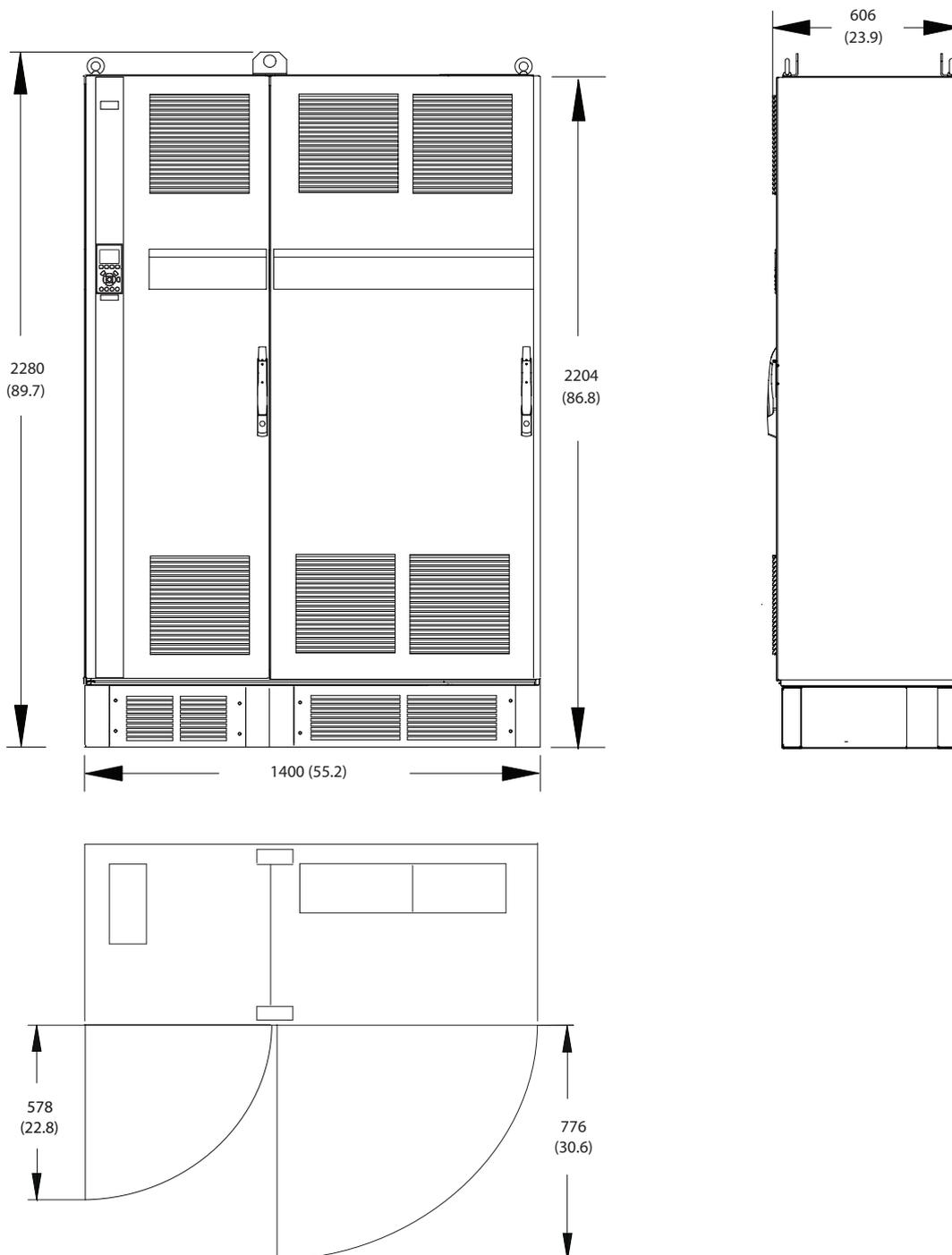
8

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 do F1

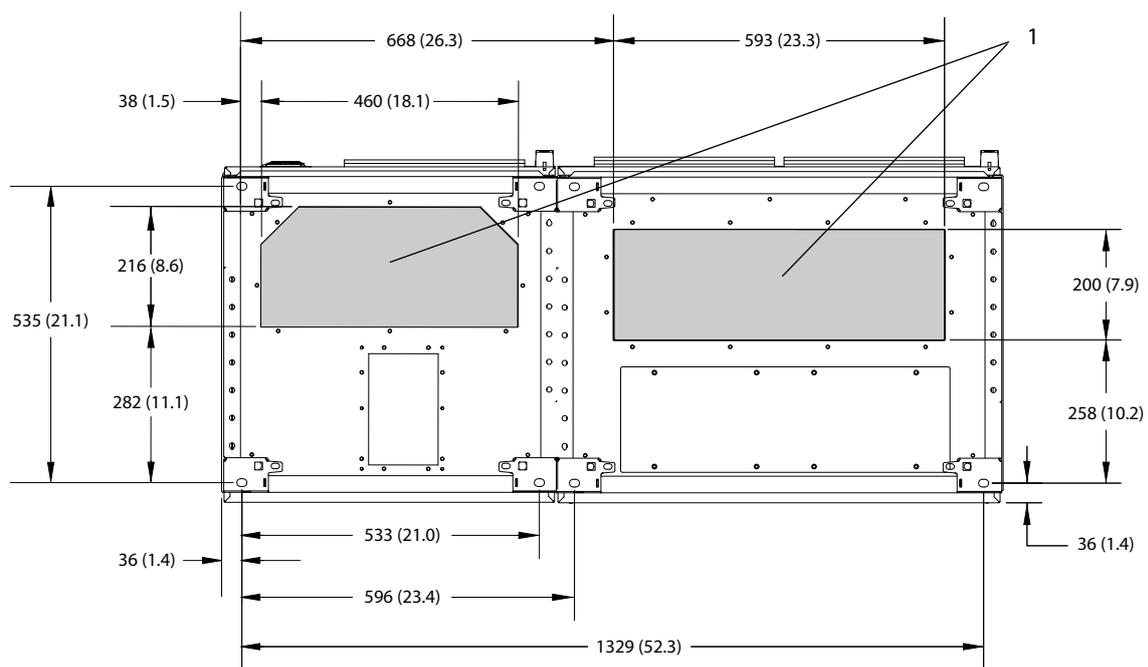
8.3.1 Dimensões externas do F1



130BF375.10

8

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

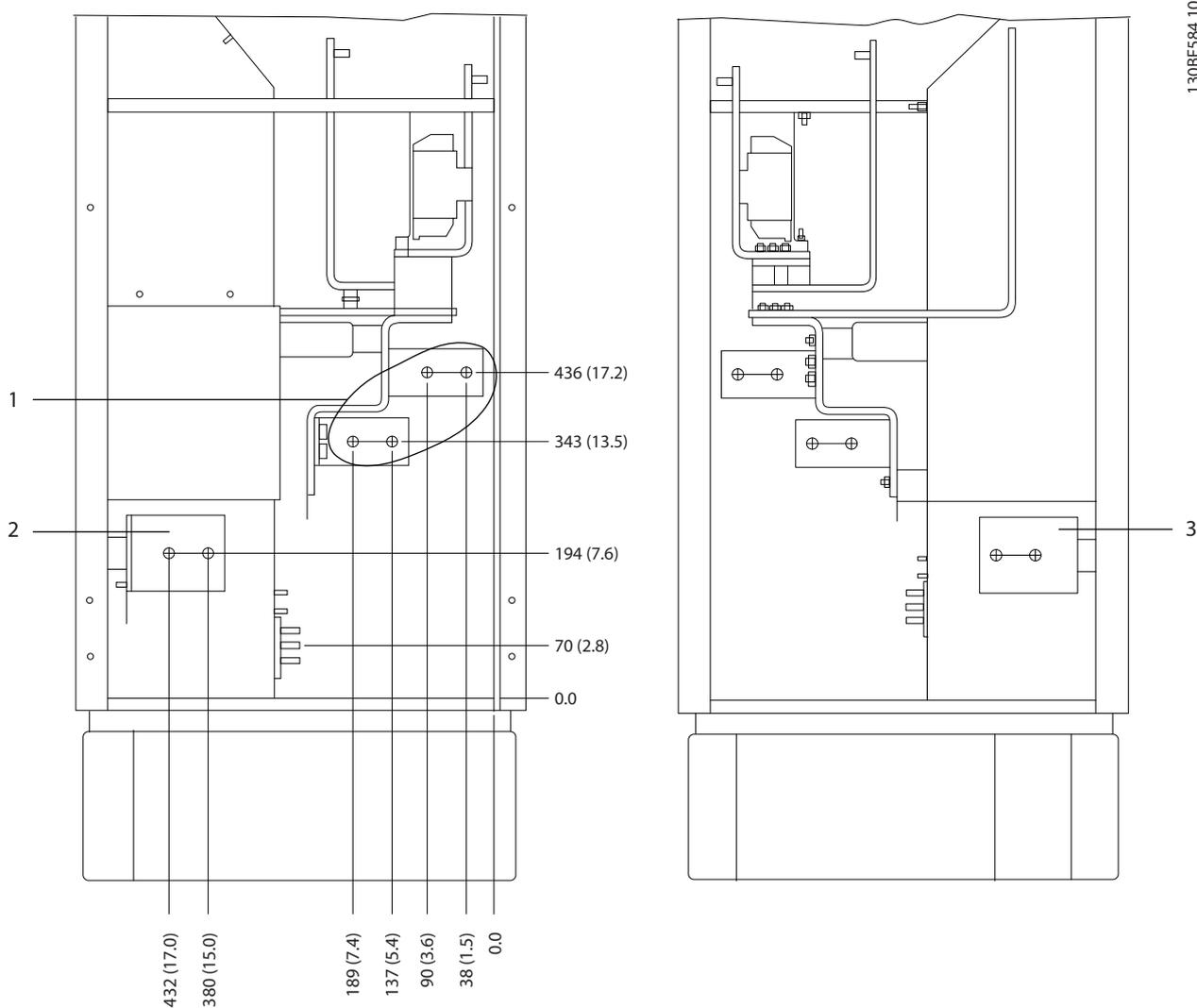


130BF612.10

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

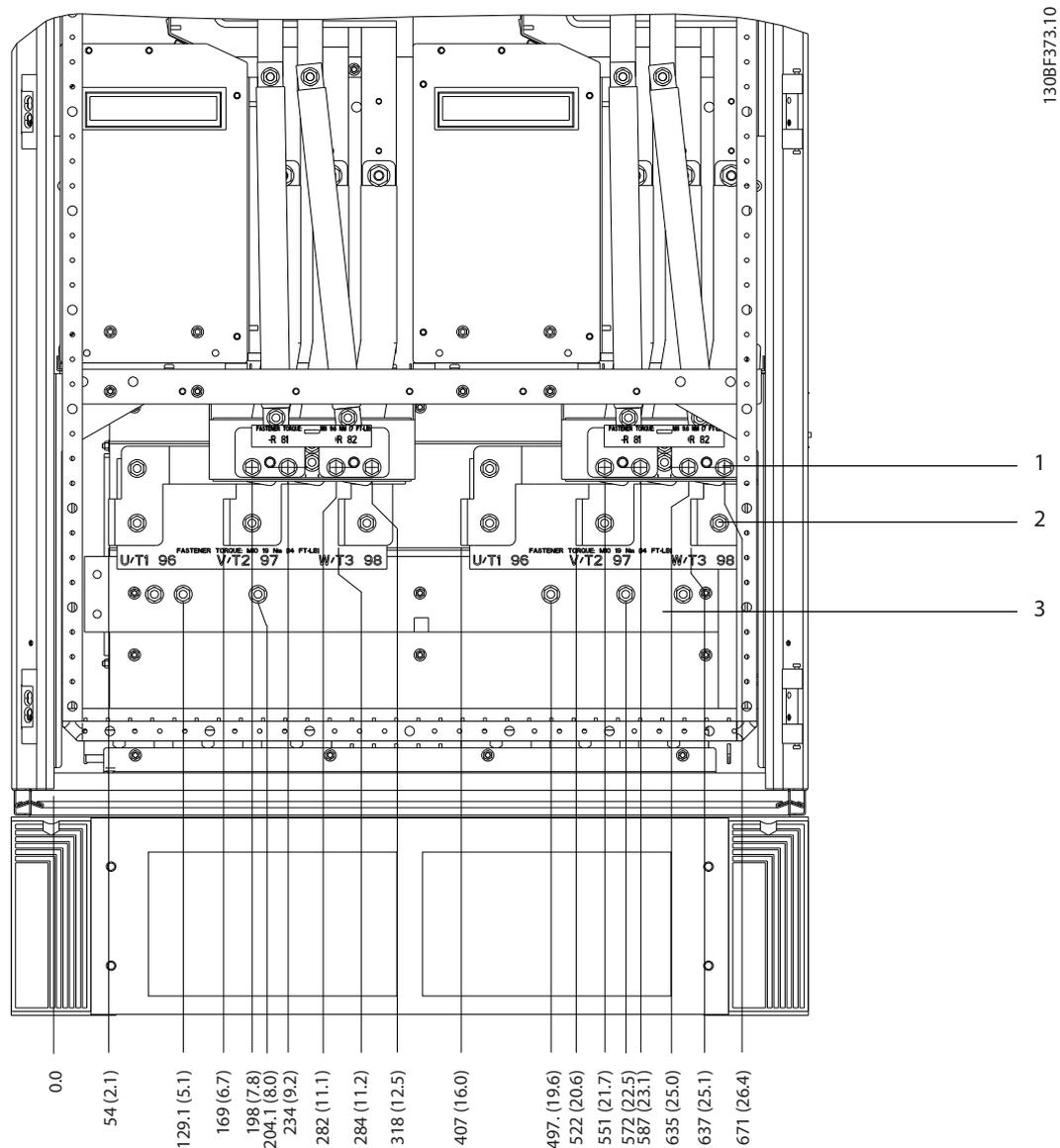
8

Ilustração 8.20 Dimensões da placa da bucha para F1



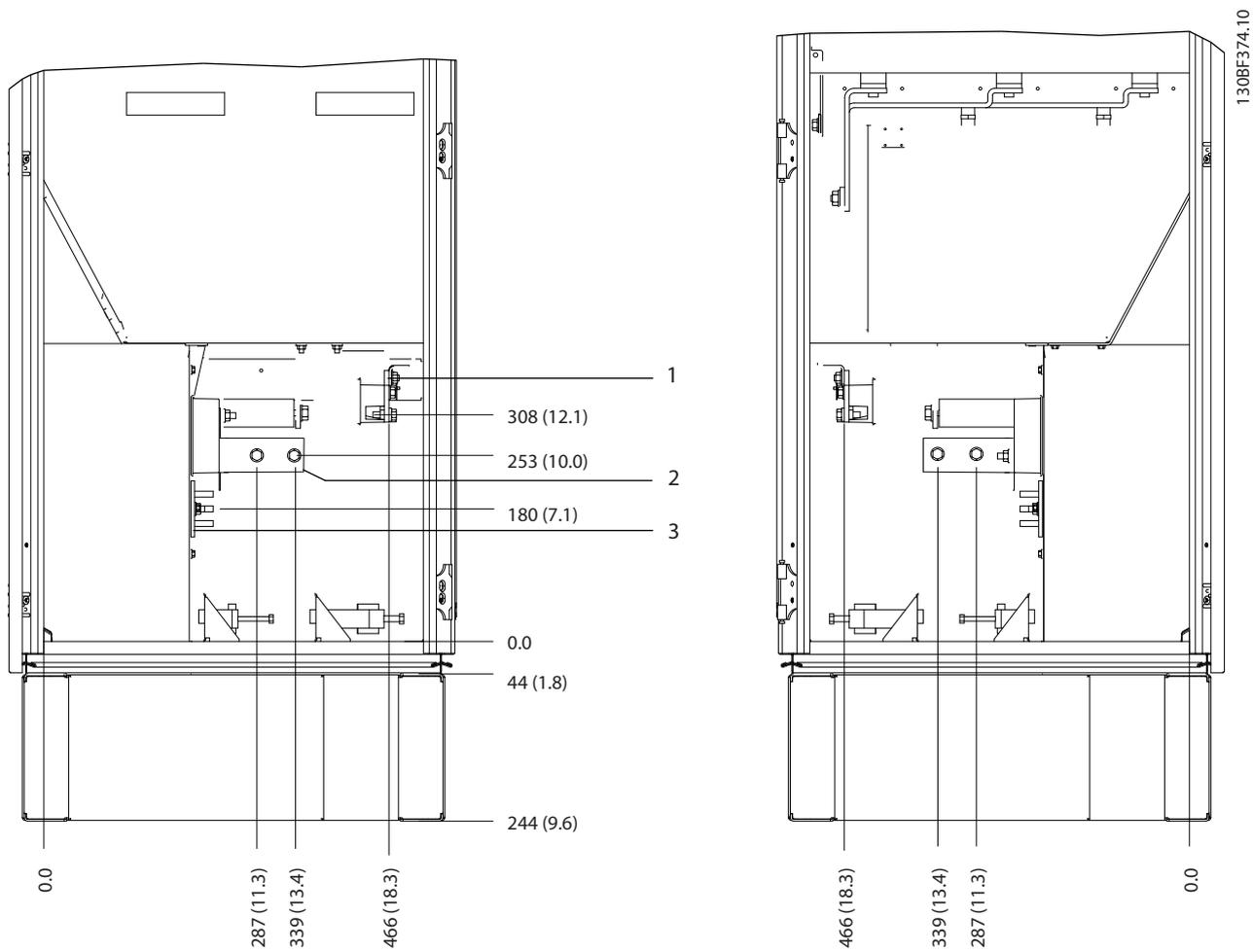
1	Terminais de rede elétrica	3	Terminais de divisão da carga (-)
2	Terminais de divisão da carga (+)	-	-

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	-	-

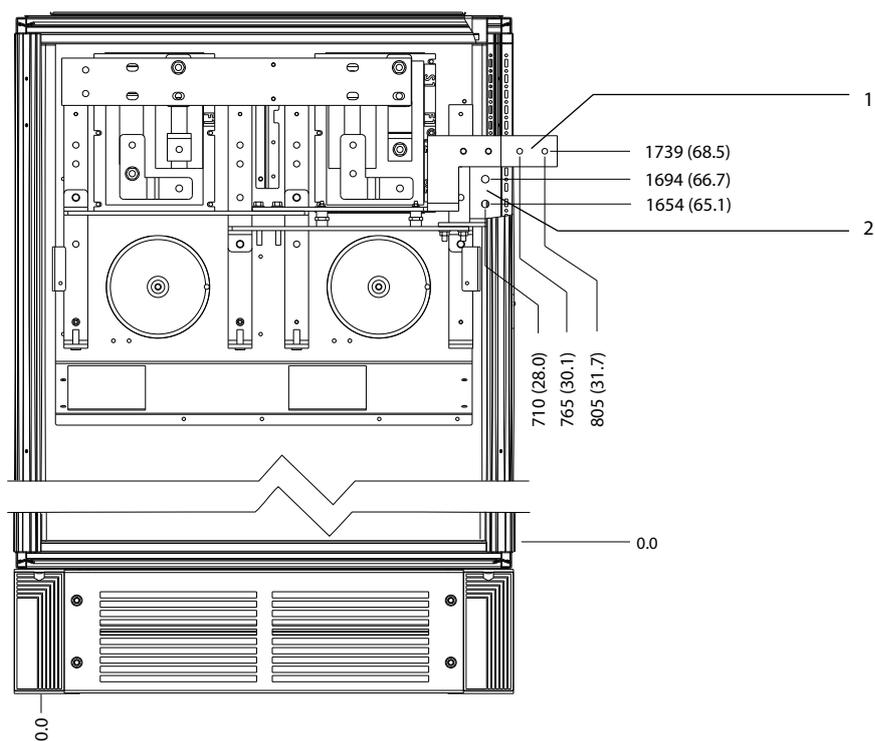
Ilustração 8.23 Dimensões do terminal para o gabinete do inversor F1-F3, vista frontal



8

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

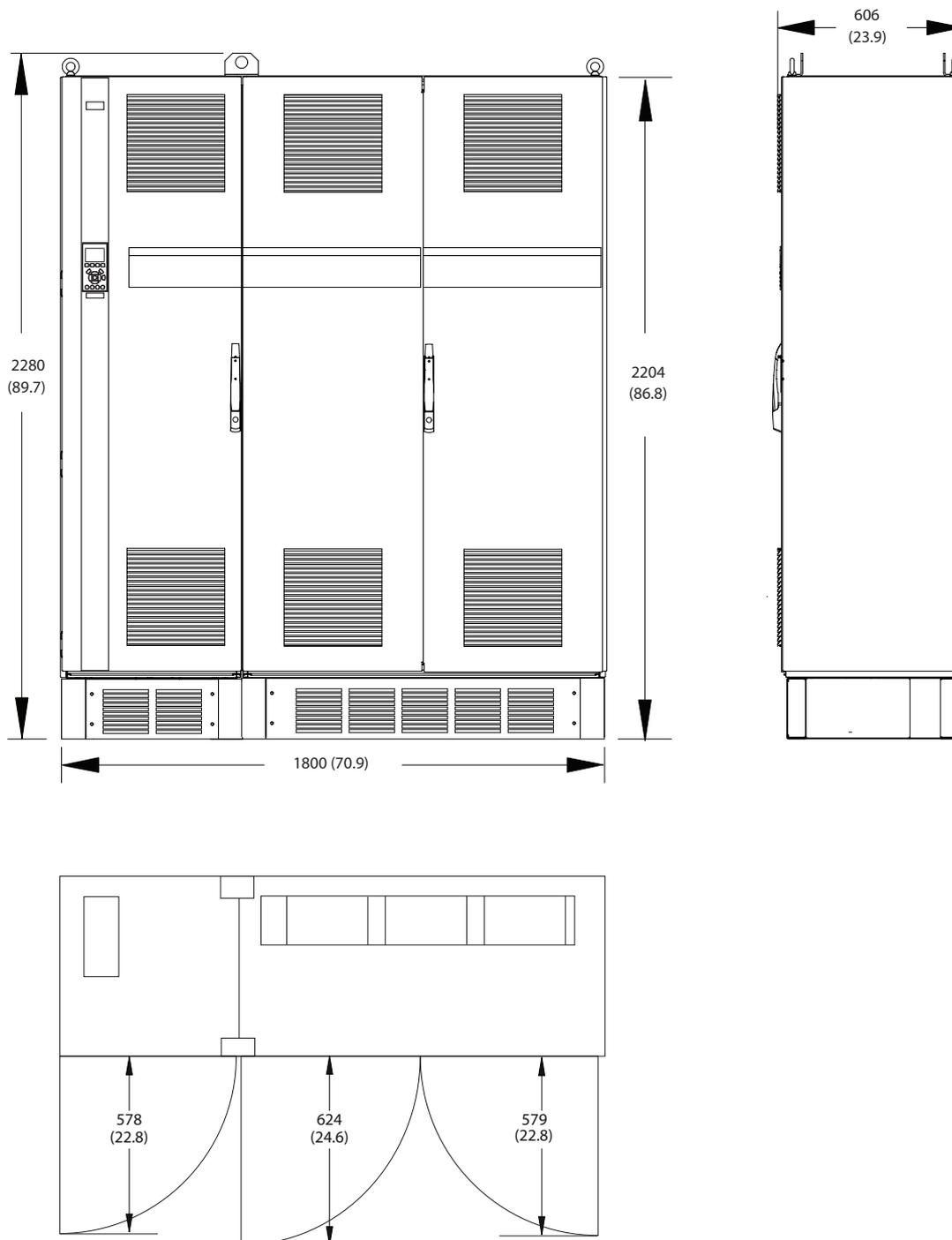
8

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

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

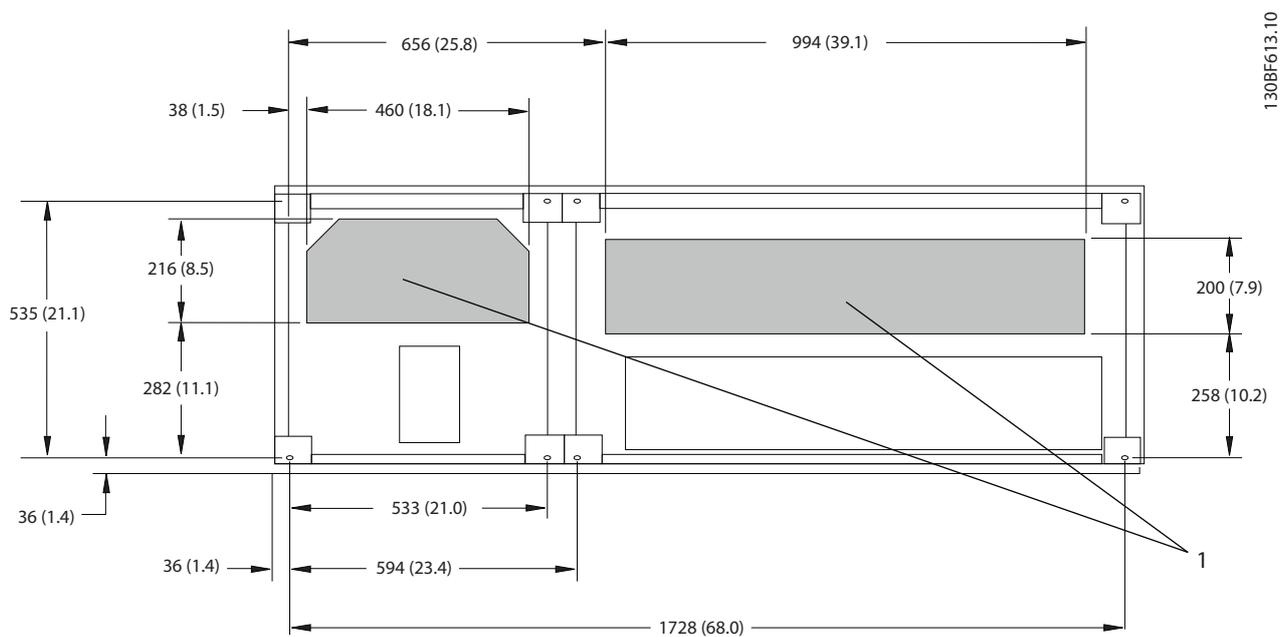
8.4 Dimensões externas e do terminal do F2

8.4.1 Dimensões externas do F2



130BF330.11

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

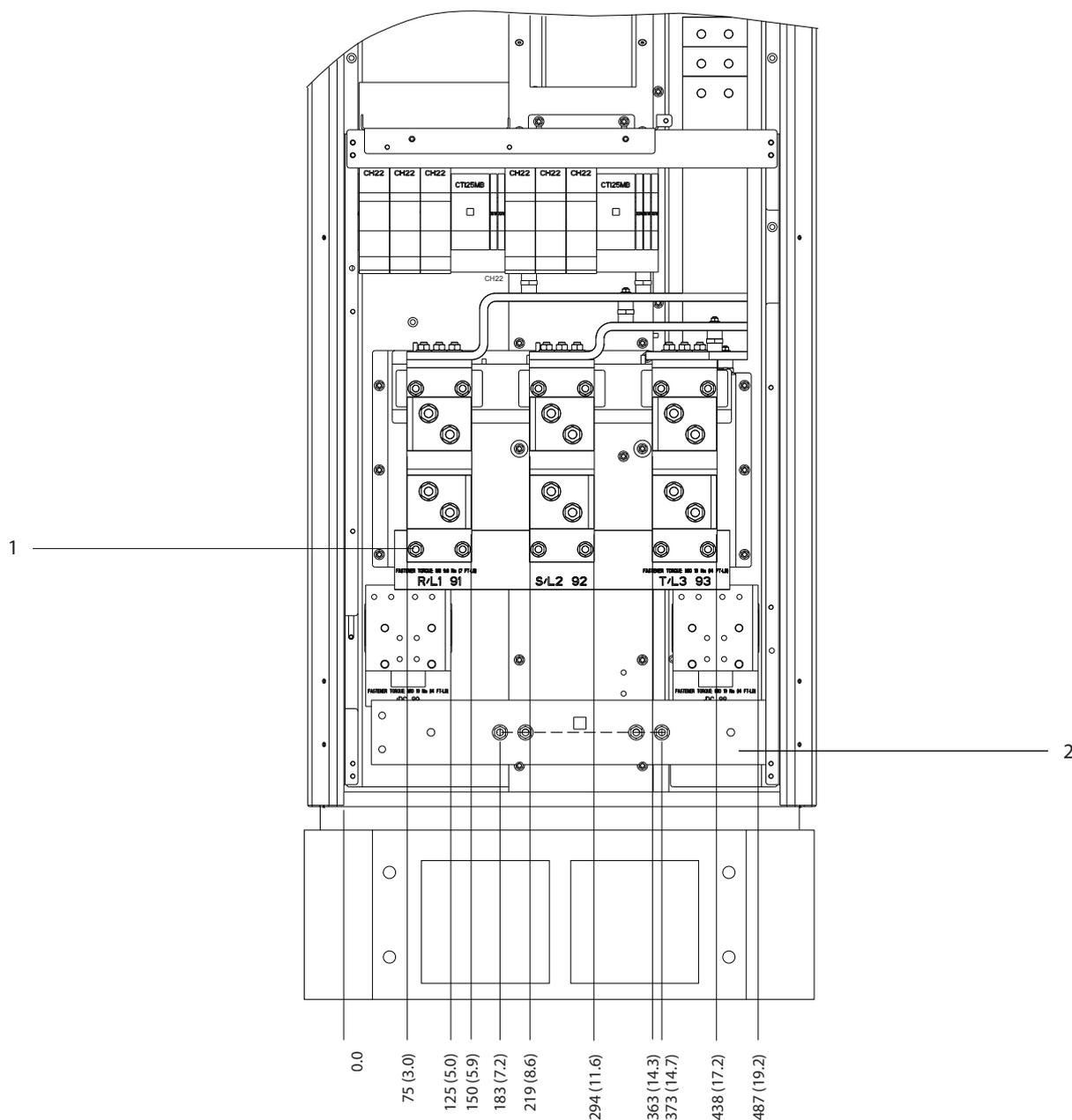


1	Lado da rede elétrica	2	Lado do motor
---	-----------------------	---	---------------

Ilustração 8.27 Dimensões da placa da bucha para F2

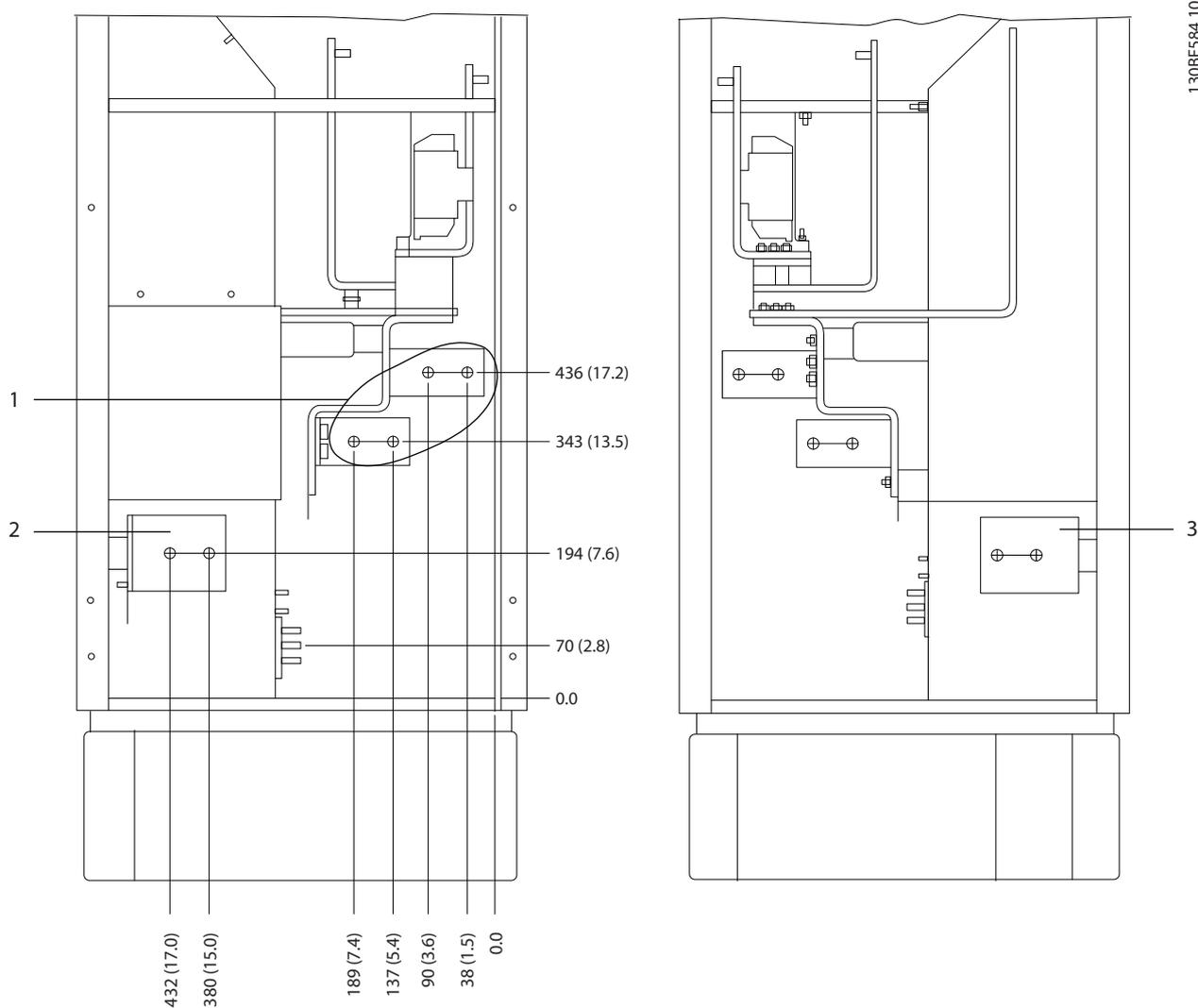
8.4.2 Dimensões do terminal do F2

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.



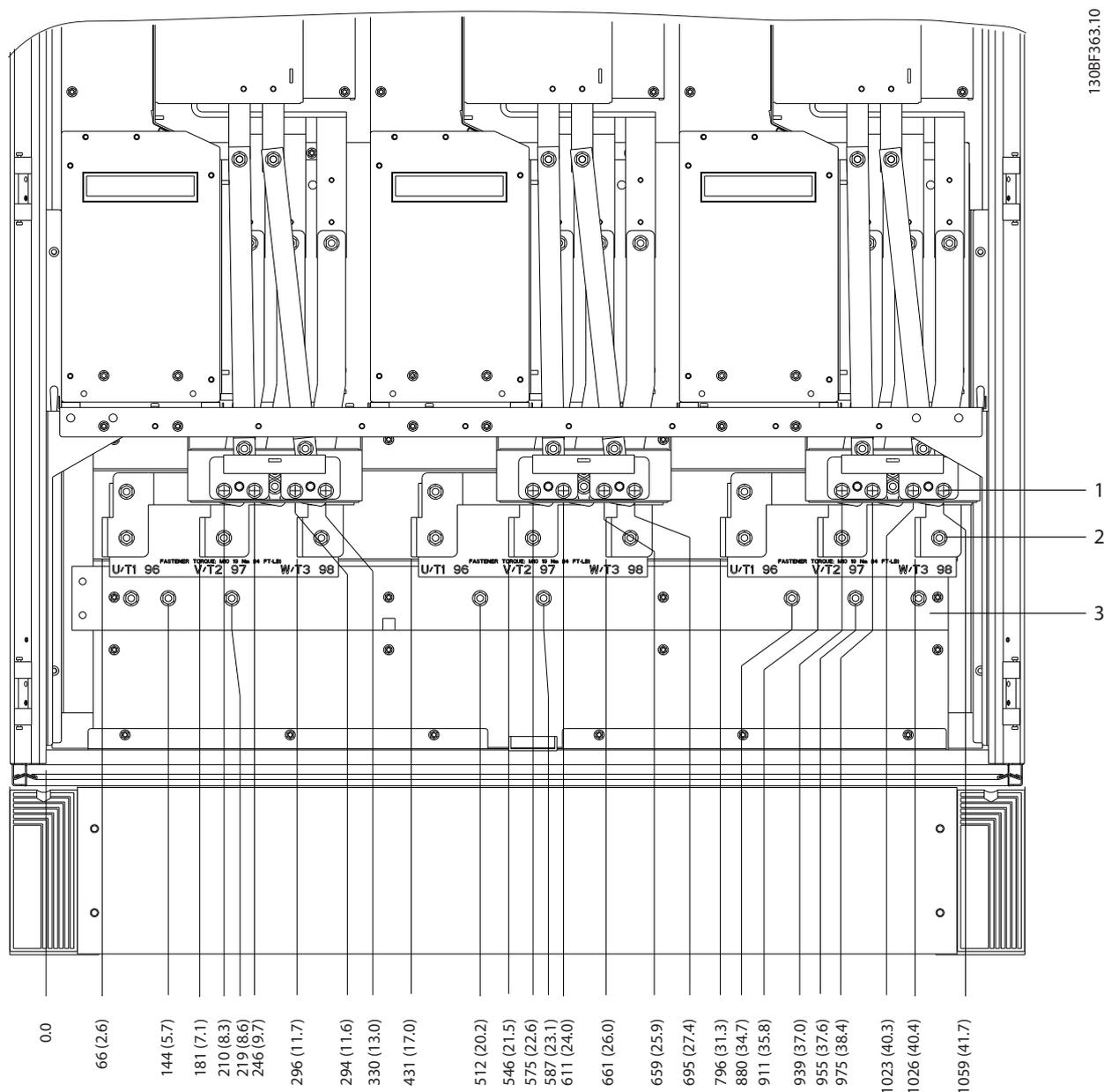
1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

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

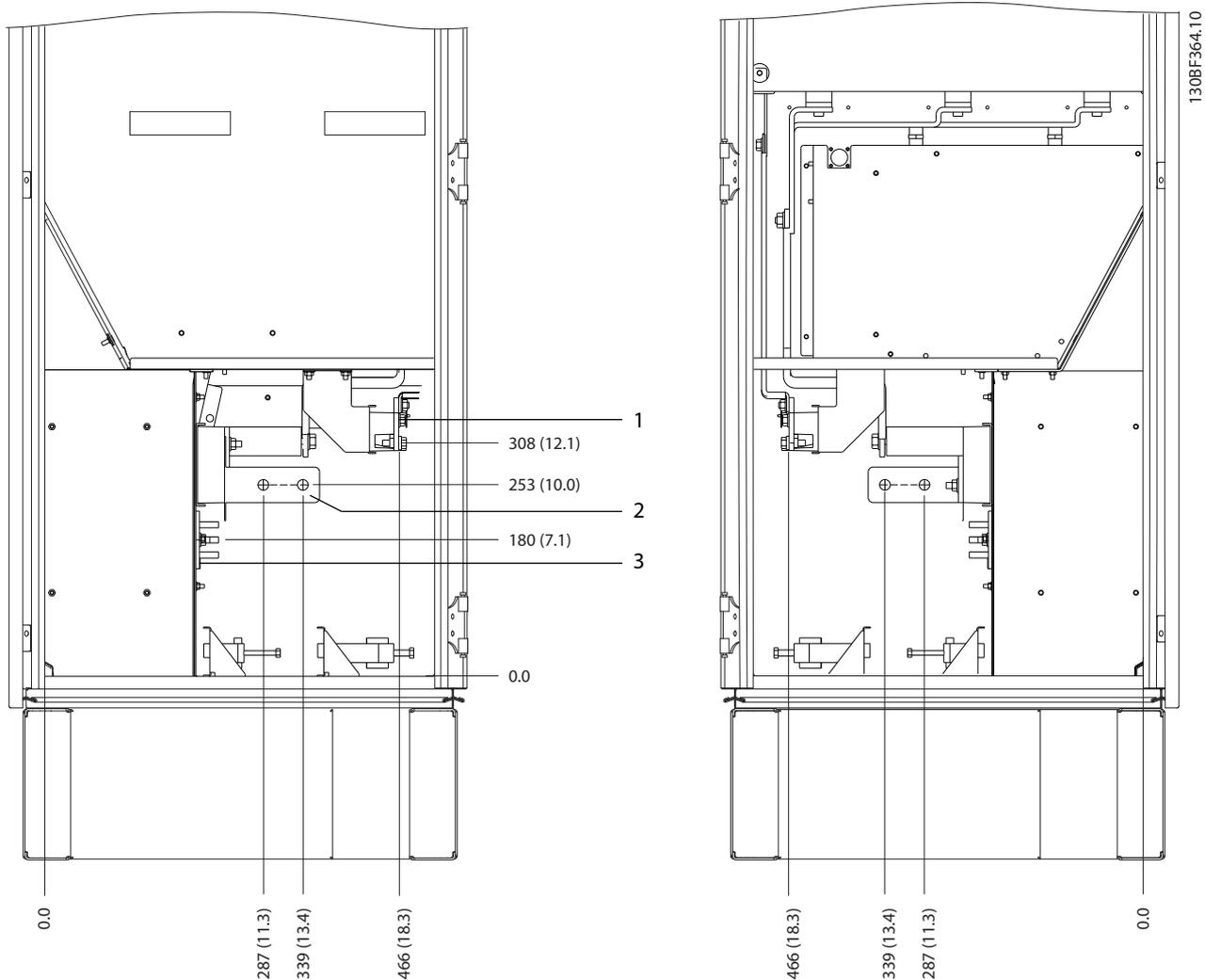


8

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

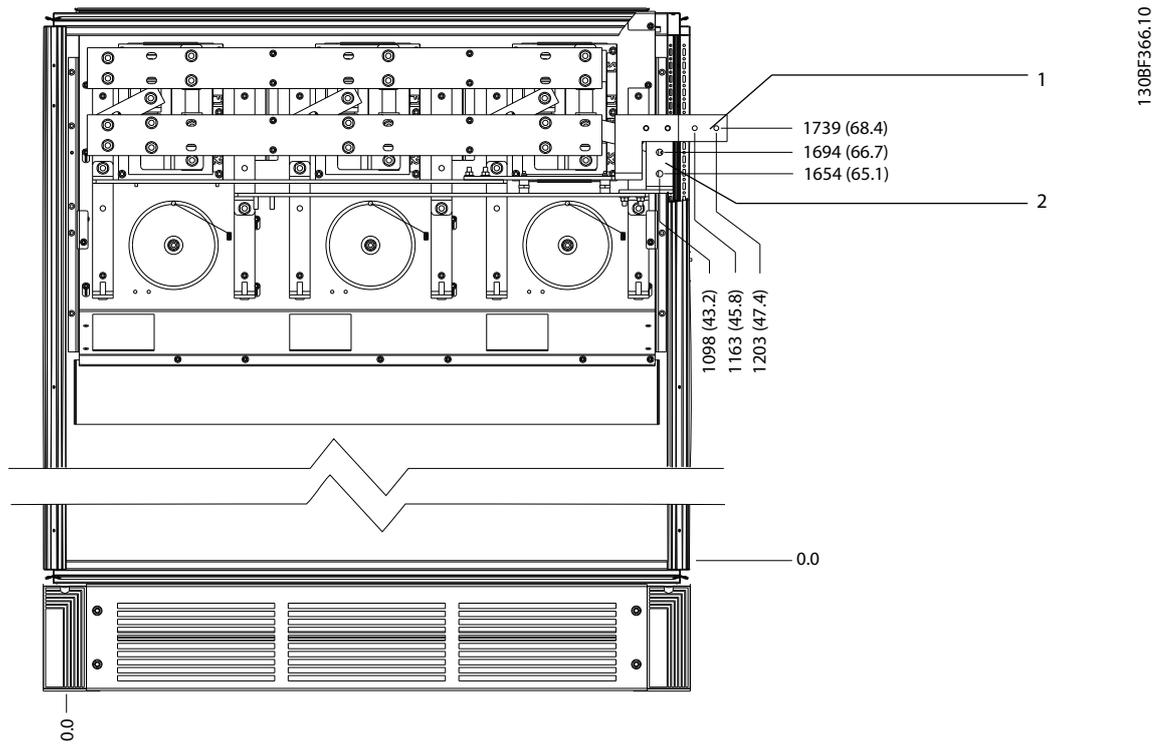
Ilustração 8.30 Dimensões do terminal para o gabinete do inversor F2/F4, vista frontal

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



8

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 do F3

8.5.1 Dimensões externas do F3

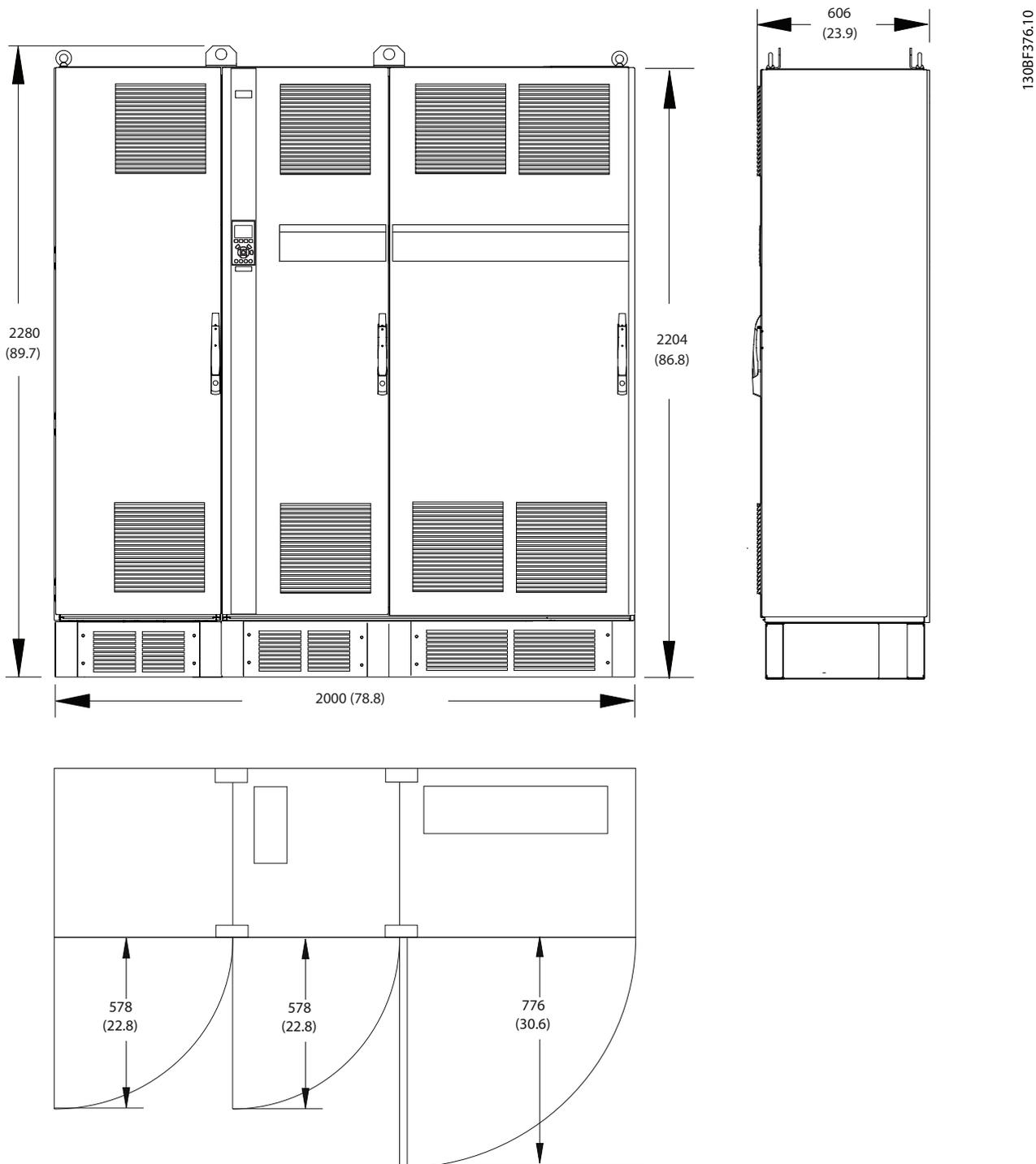
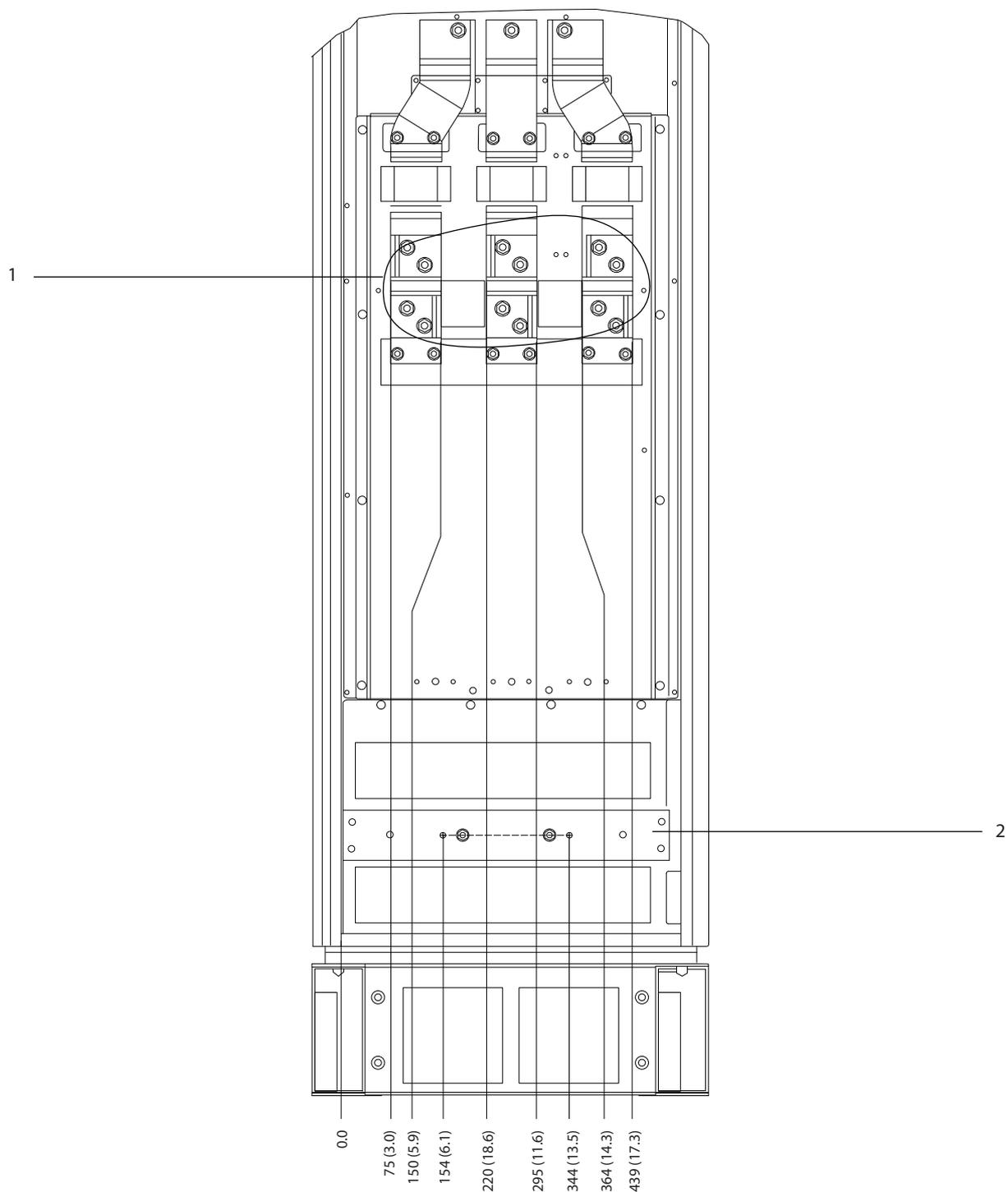


Ilustração 8.33 Dimensões da folga da porta, frontal e lateral do F3

8.5.2 Dimensões do terminal do F3

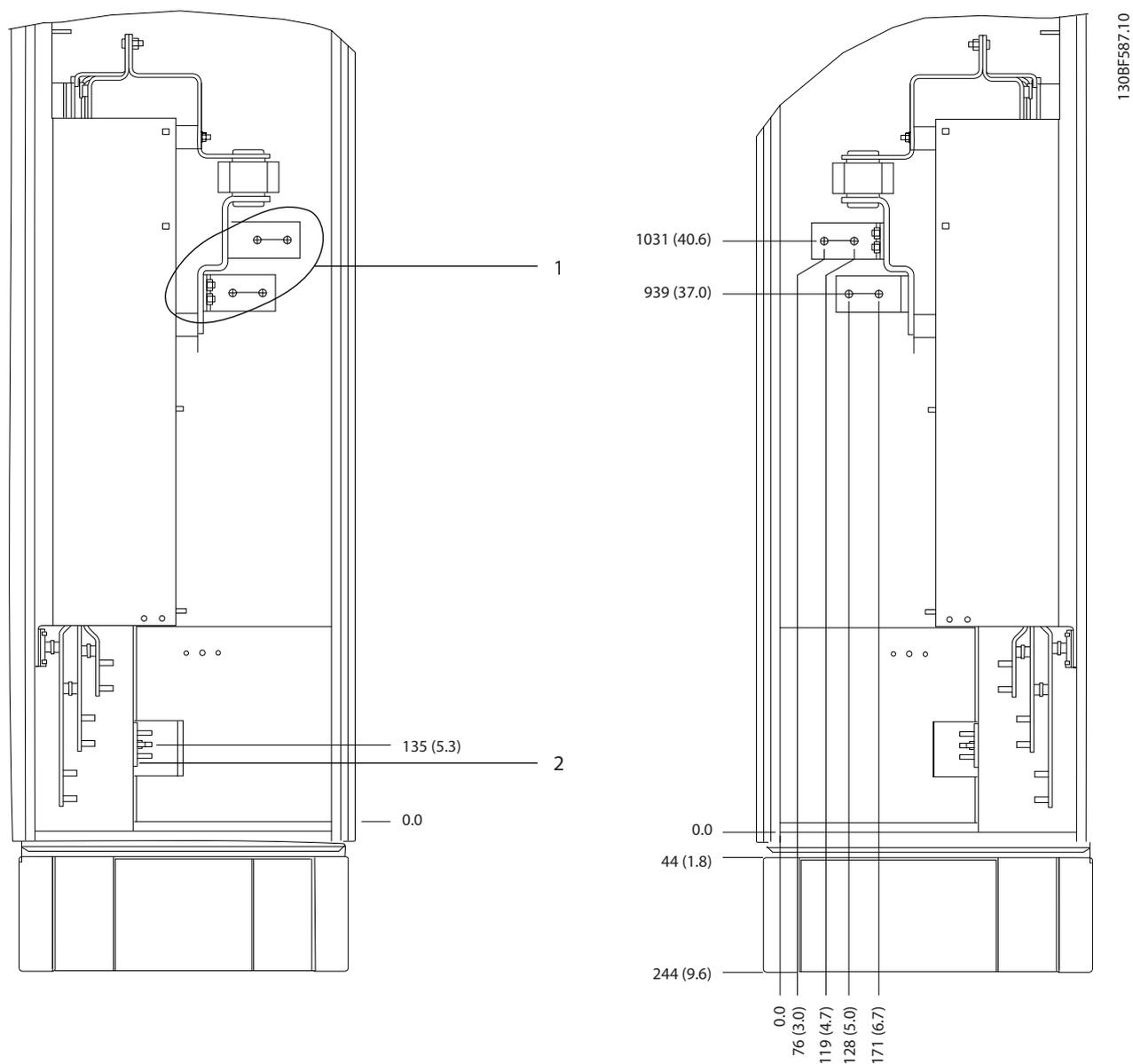
Os cabos de energia são pesados e difíceis de dobrar. Para garantir uma fácil instalação dos cabos, considere o posicionamento ideal do conversor. Cada terminal comporta até 4 cabos com fixadores de cabo ou encaixe de cabo padrão. O ponto de aterramento é conectado ao um ponto de terminação relevante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



130BF586.10

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

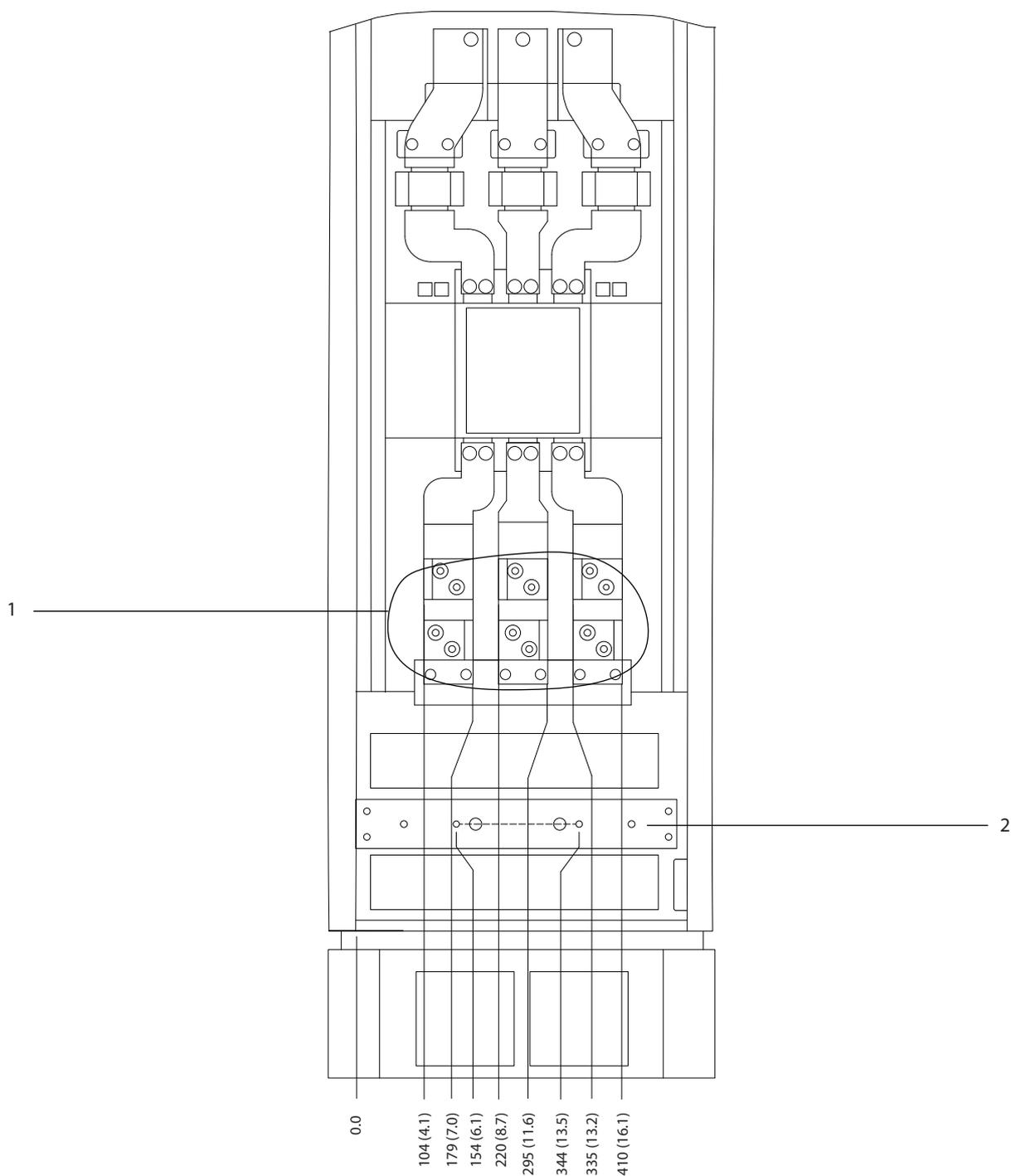
Ilustração 8.35 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F3-F4, vista frontal



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

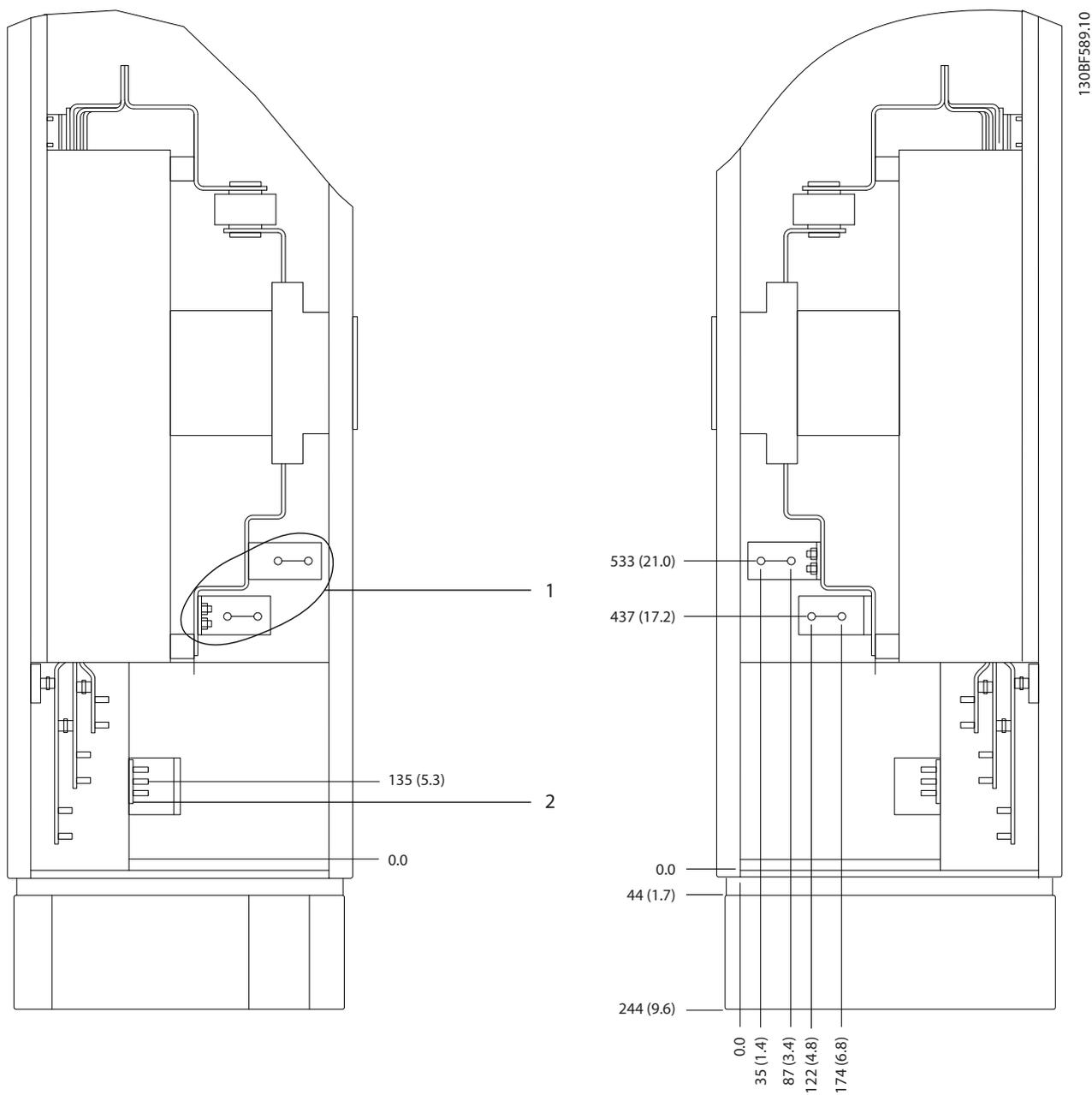
Ilustração 8.36 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F3-F4, vista lateral

8



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

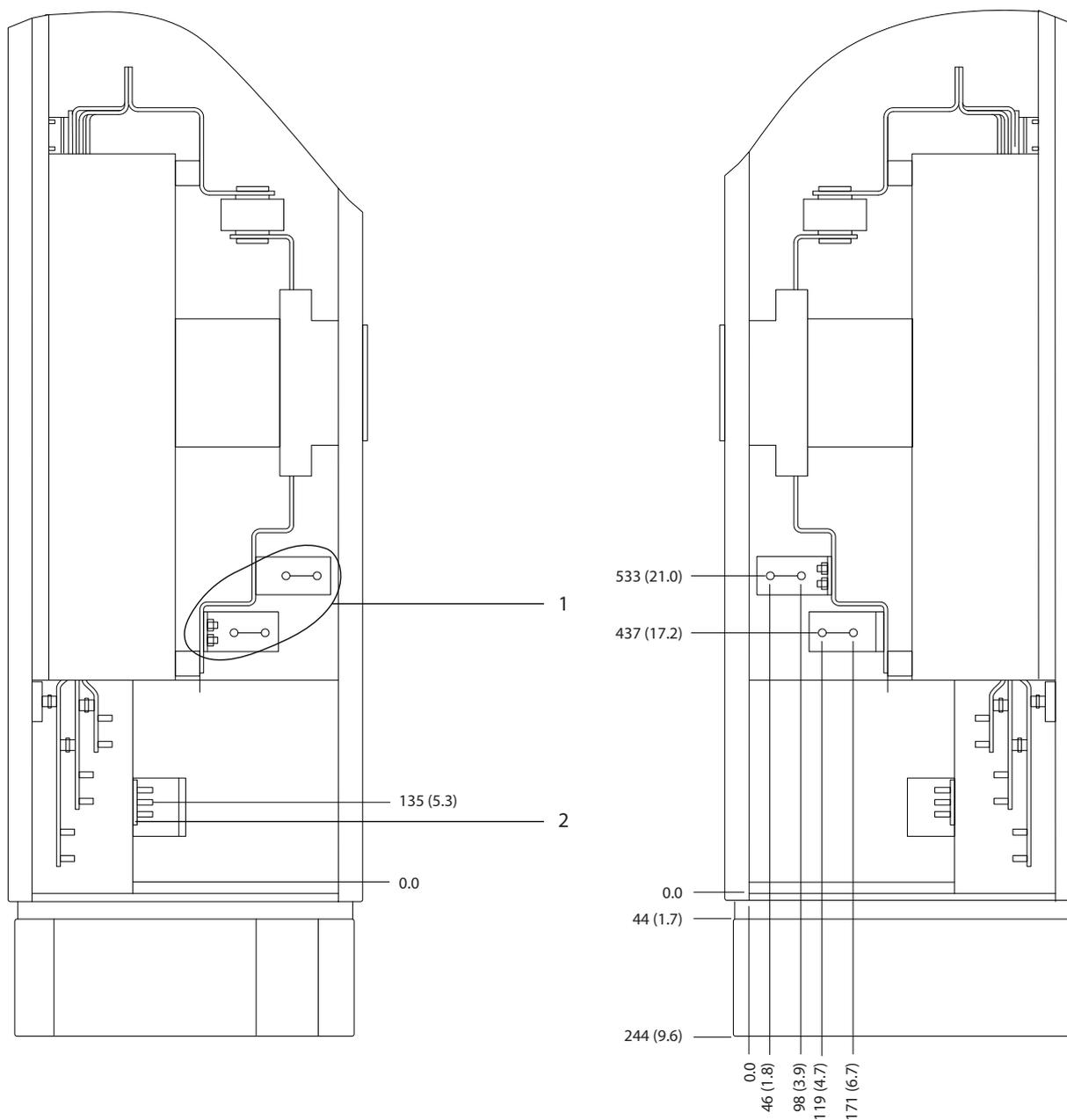
Ilustração 8.37 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F3-F4 com disjuntor/chave com cápsula moldada, vista frontal



8

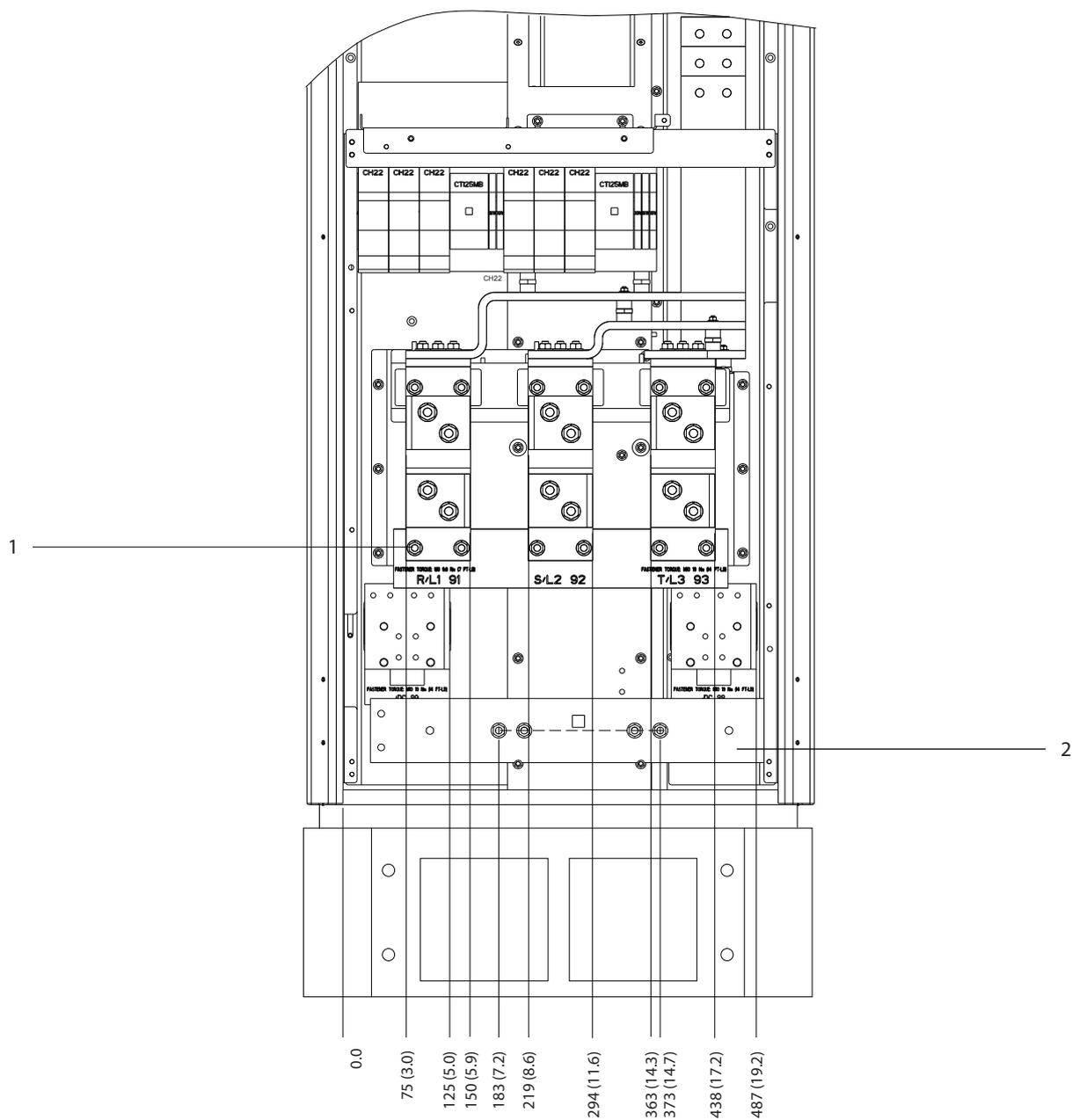
1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

Ilustração 8.38 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F3-F4 com disjuntor/chave com cápsula moldada (380-480/500 V Modelos: P450; 525-690 V Modelos: P630-P710), vista lateral



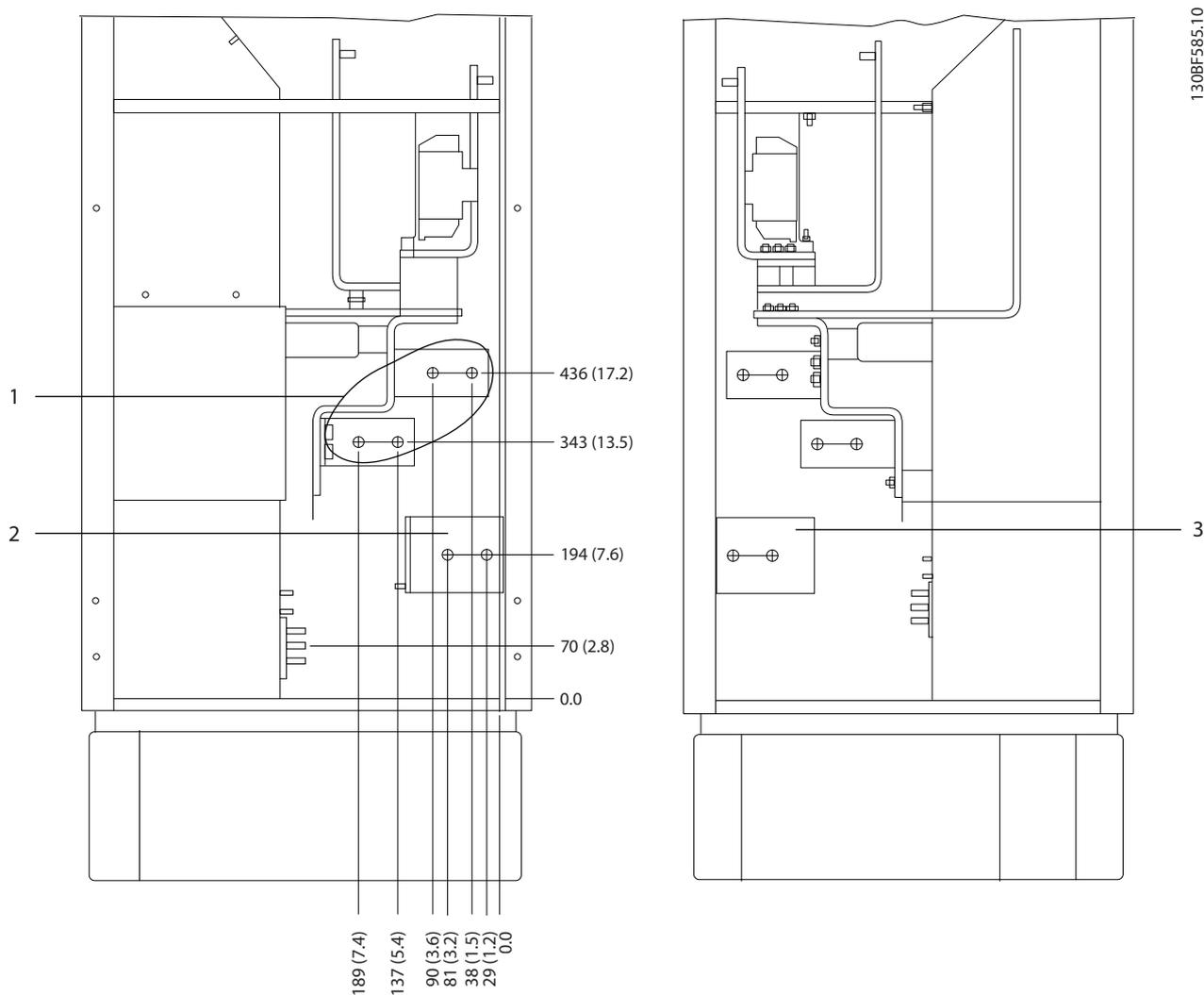
1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

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



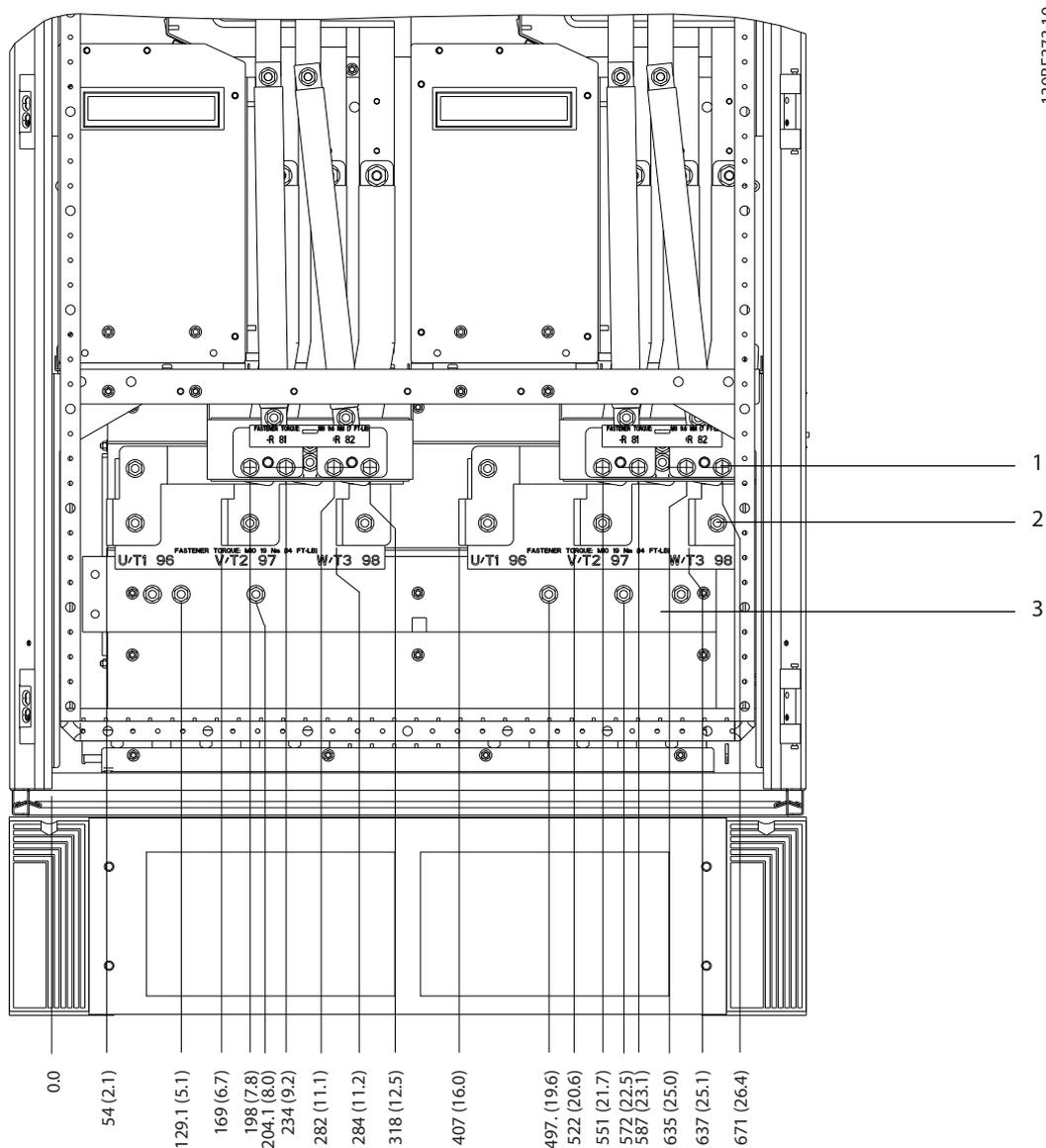
1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

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

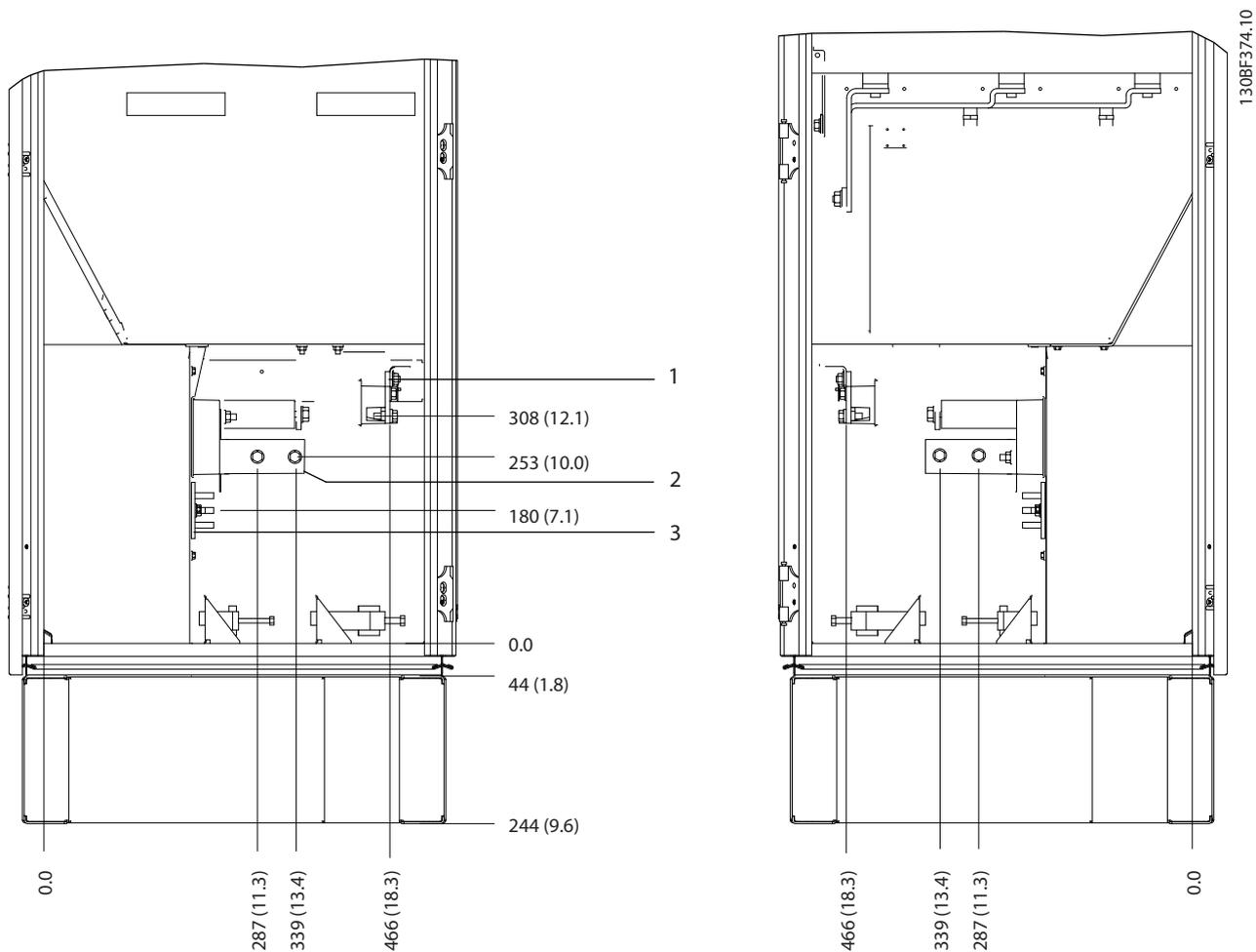


1308F373.10

8

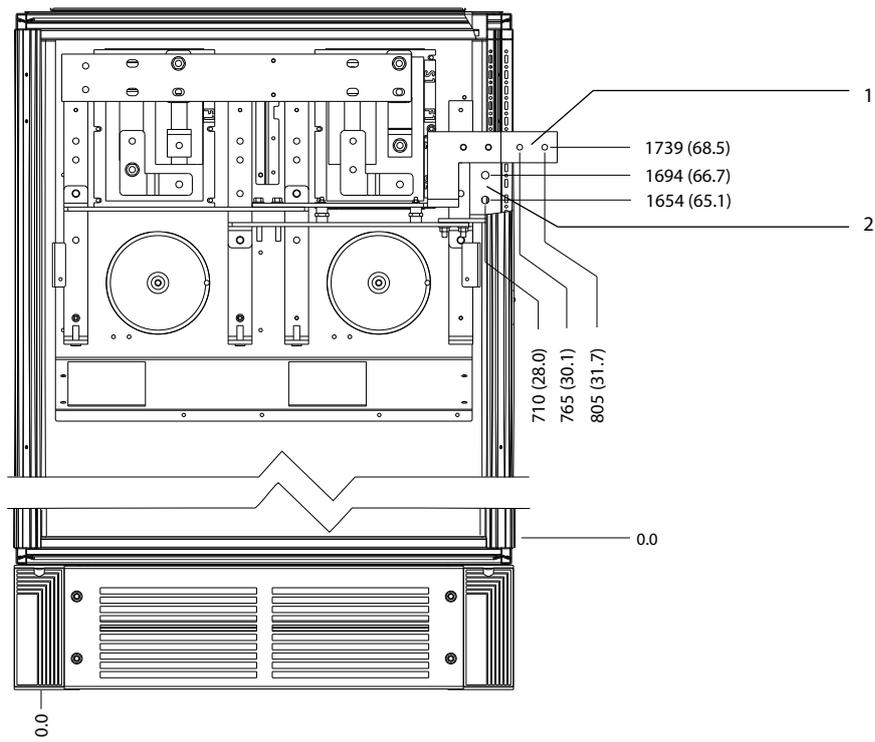
1	Terminais do freio	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

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



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 do F4

8.6.1 Dimensões externas do F4

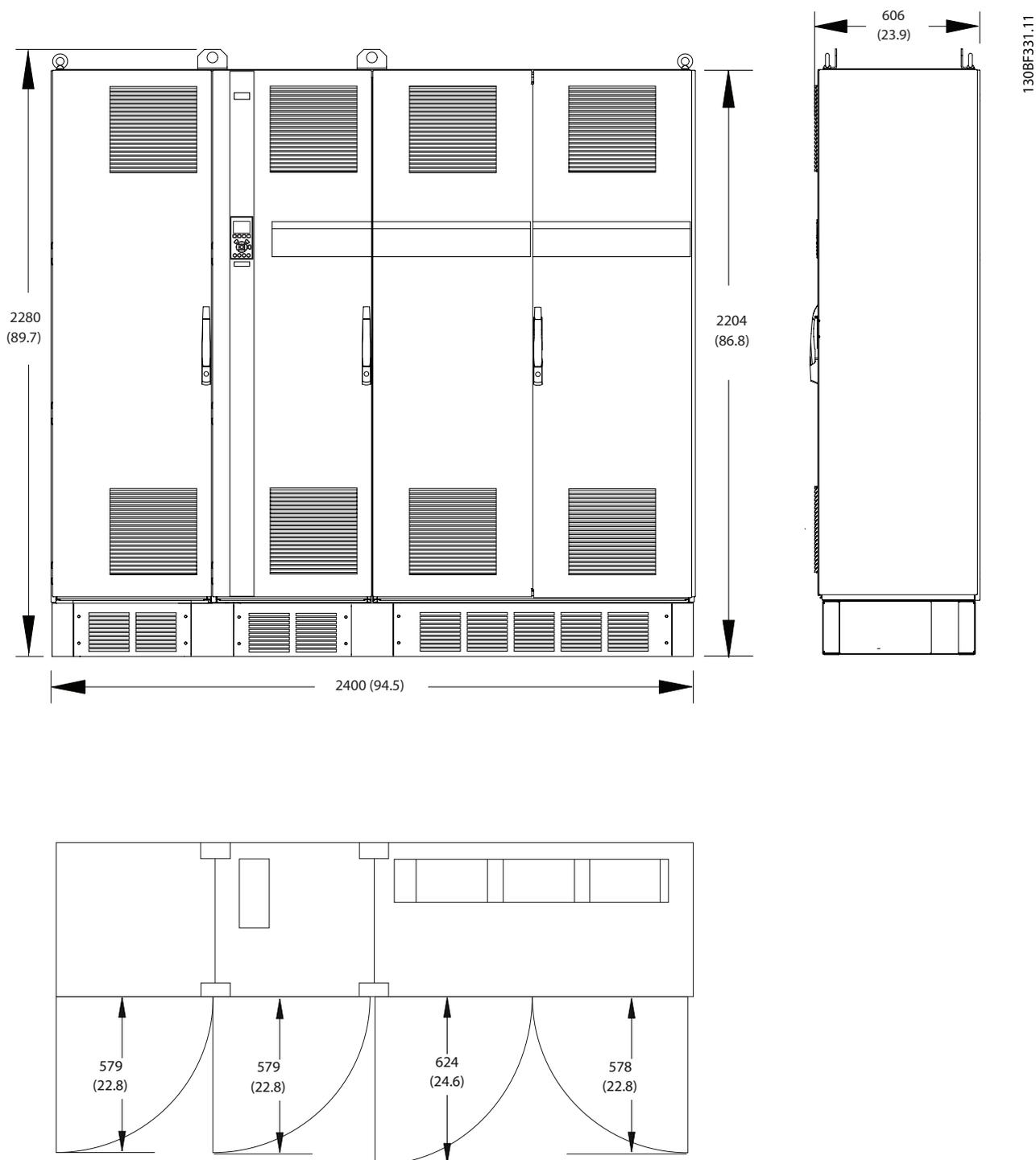
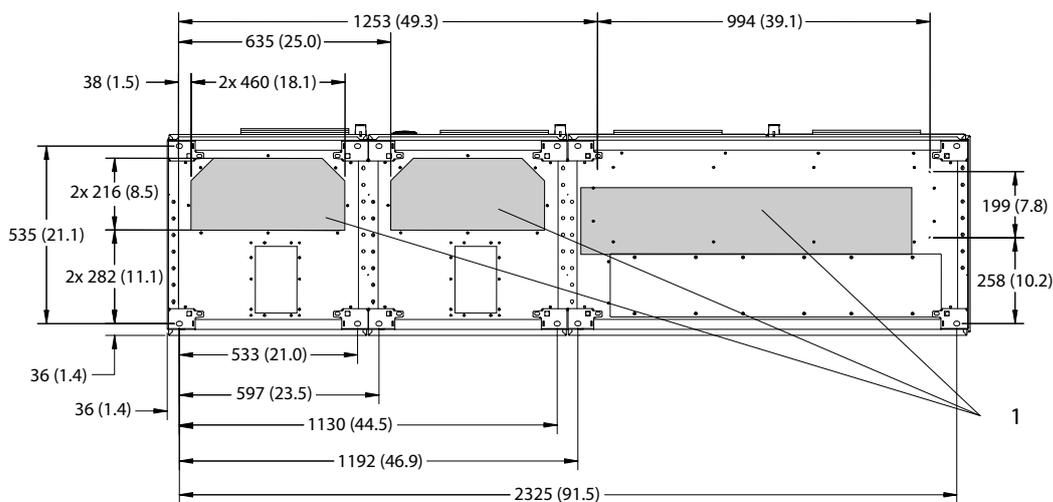


Ilustração 8.45 Dimensões da folga da porta, frontal e lateral do F4



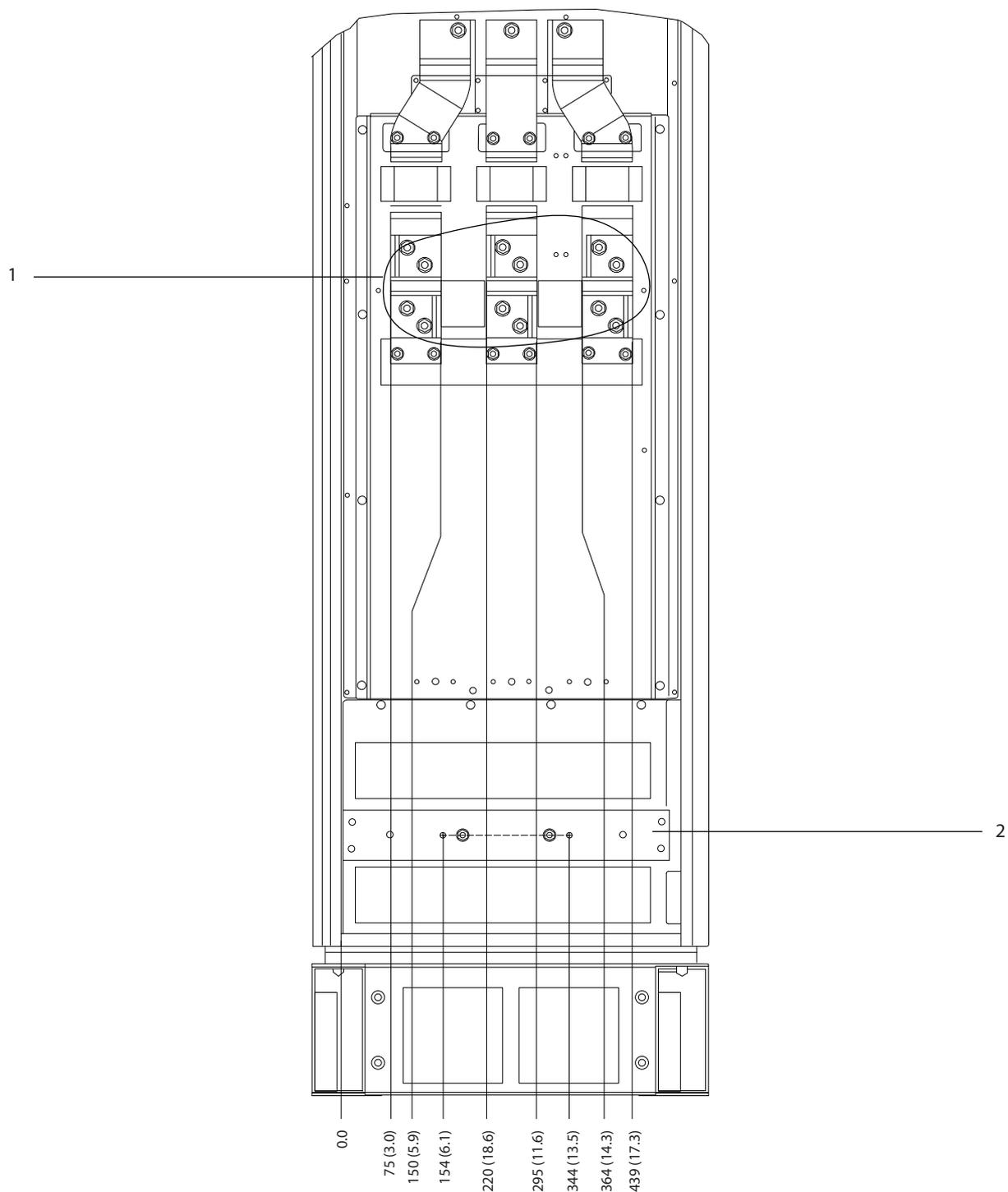
1.30BF615.10

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

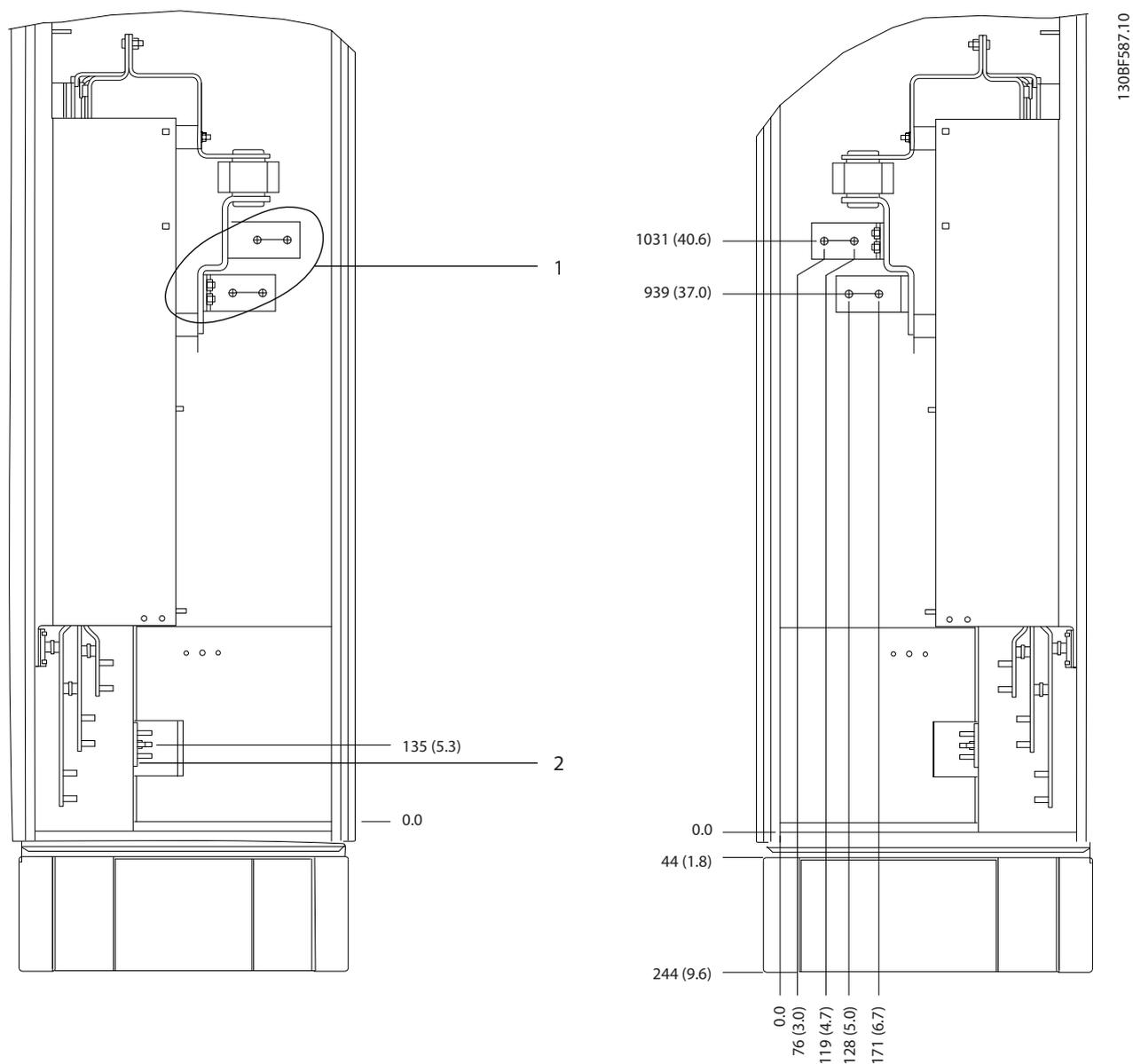
Os cabos de energia são pesados e difíceis de dobrar. Para garantir uma fácil instalação dos cabos, considere o posicionamento ideal do conversor. Cada terminal comporta até 4 cabos com fixadores de cabo ou encaixe de cabo padrão. O ponto de aterramento é conectado ao um ponto de terminação relevante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



130BF586.10

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

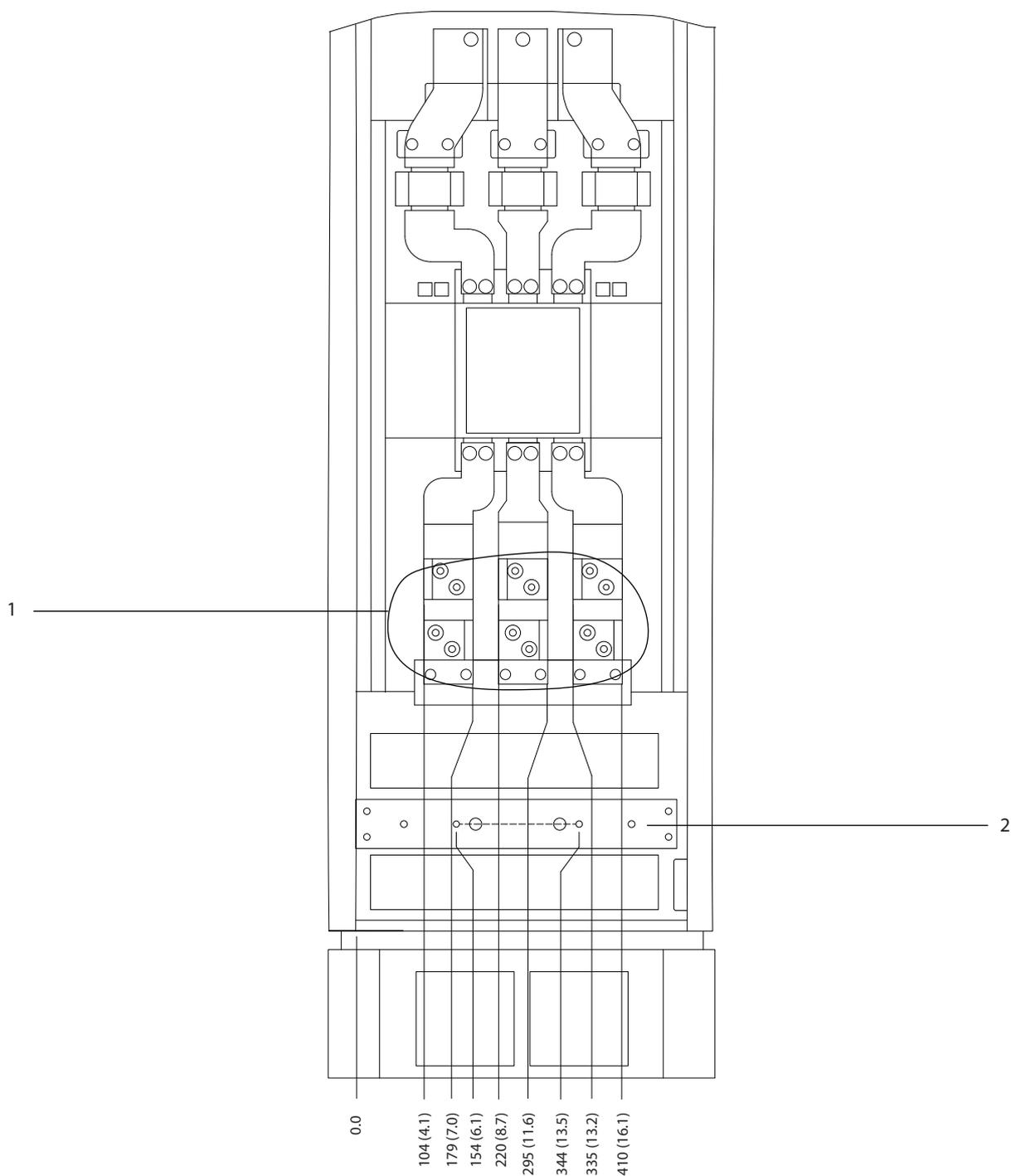
Ilustração 8.47 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F3-F4, vista frontal



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

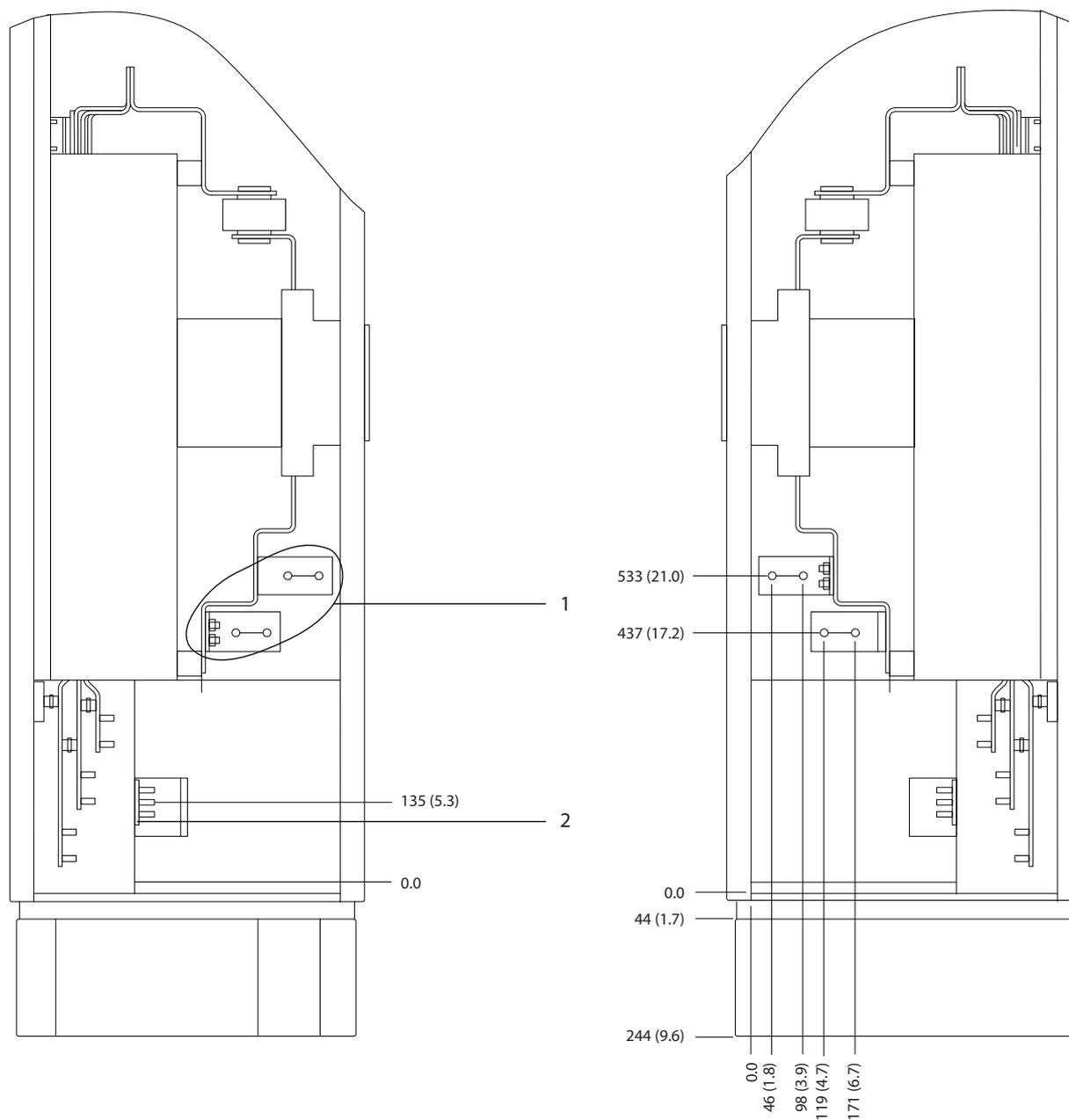
Ilustração 8.48 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F3-F4, vista lateral

8



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



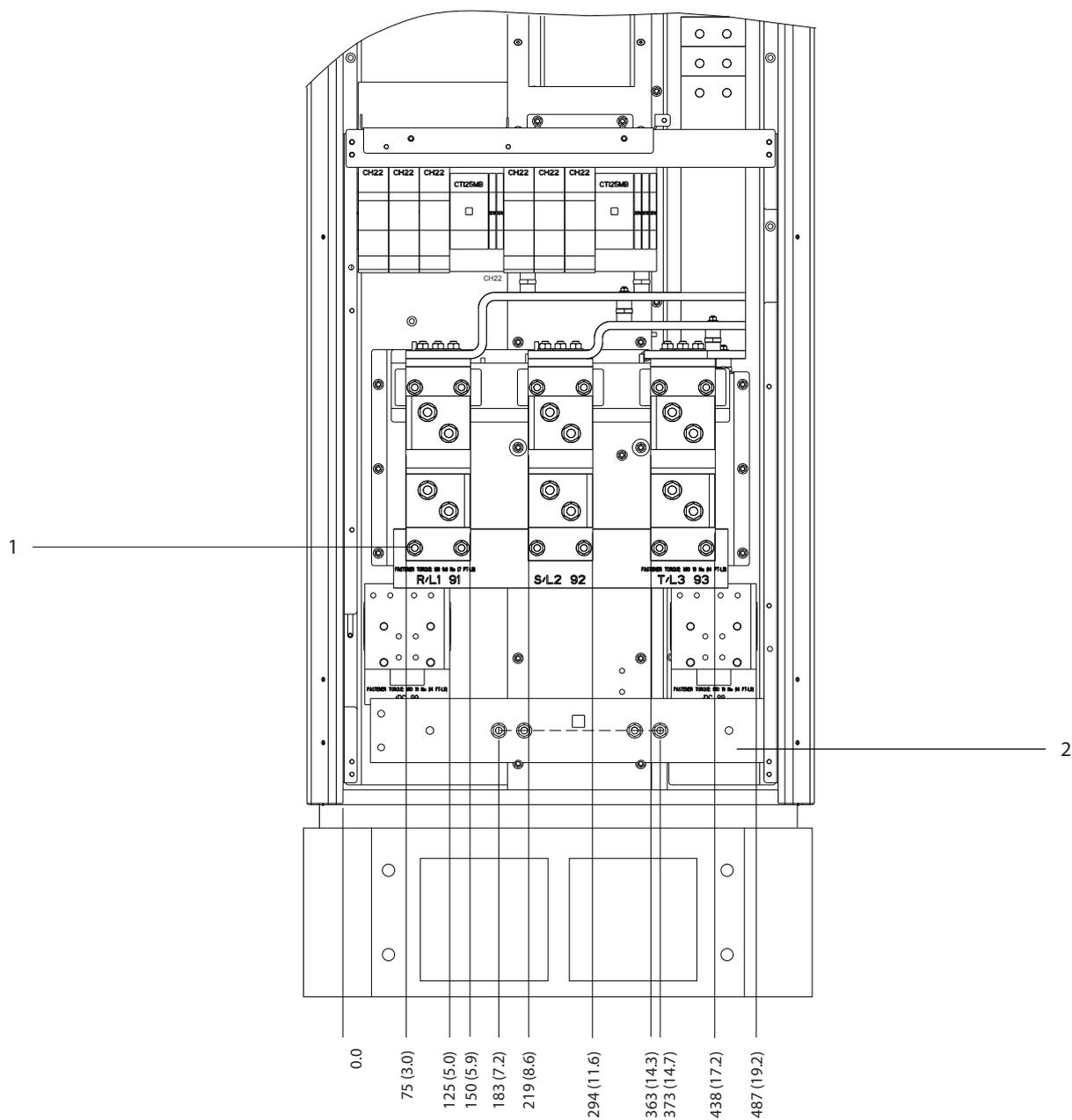
1308F644.10

8

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

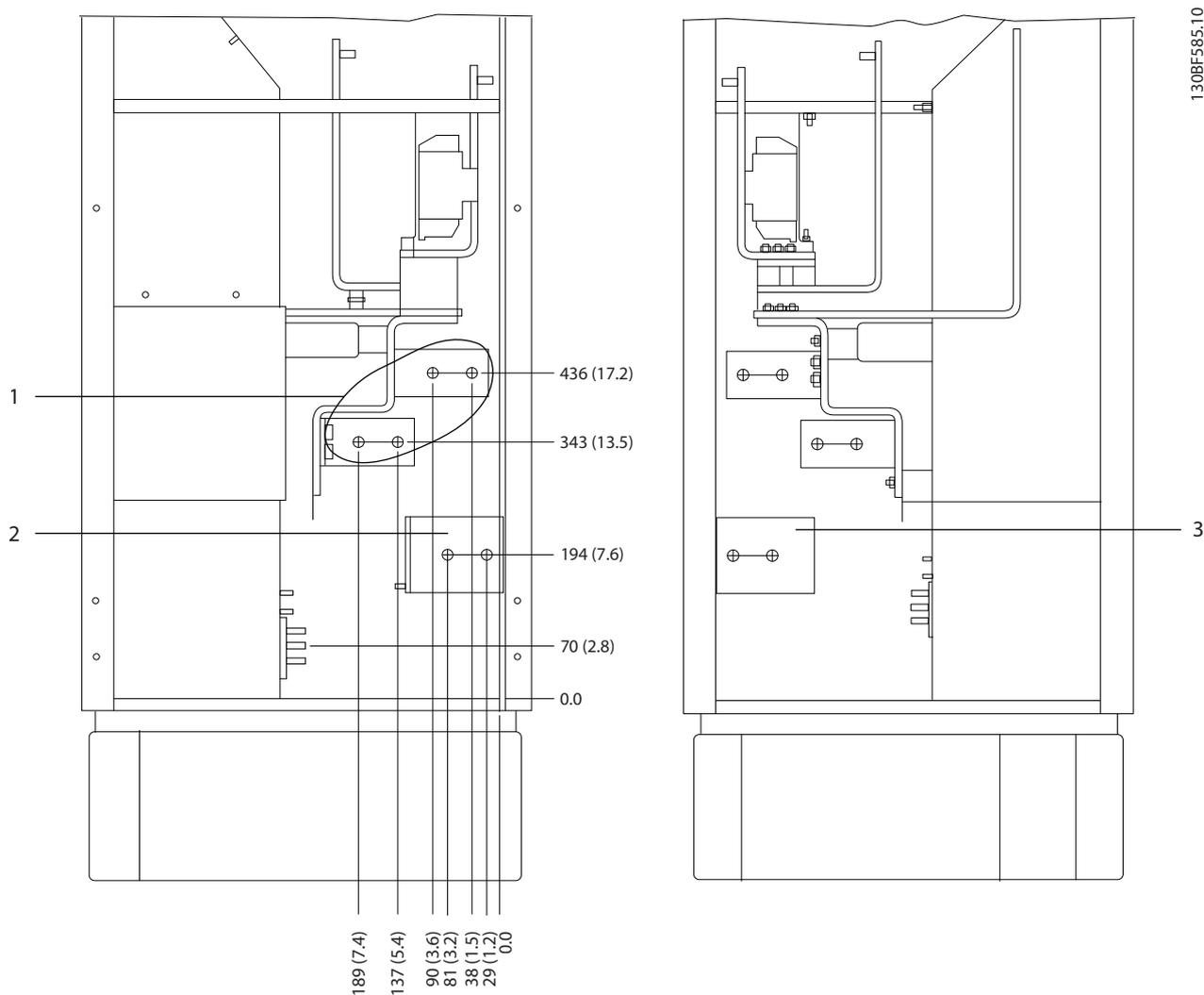
Ilustração 8.50 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F3-F4 com disjuntor/chave com cápsula moldada, vista lateral

8



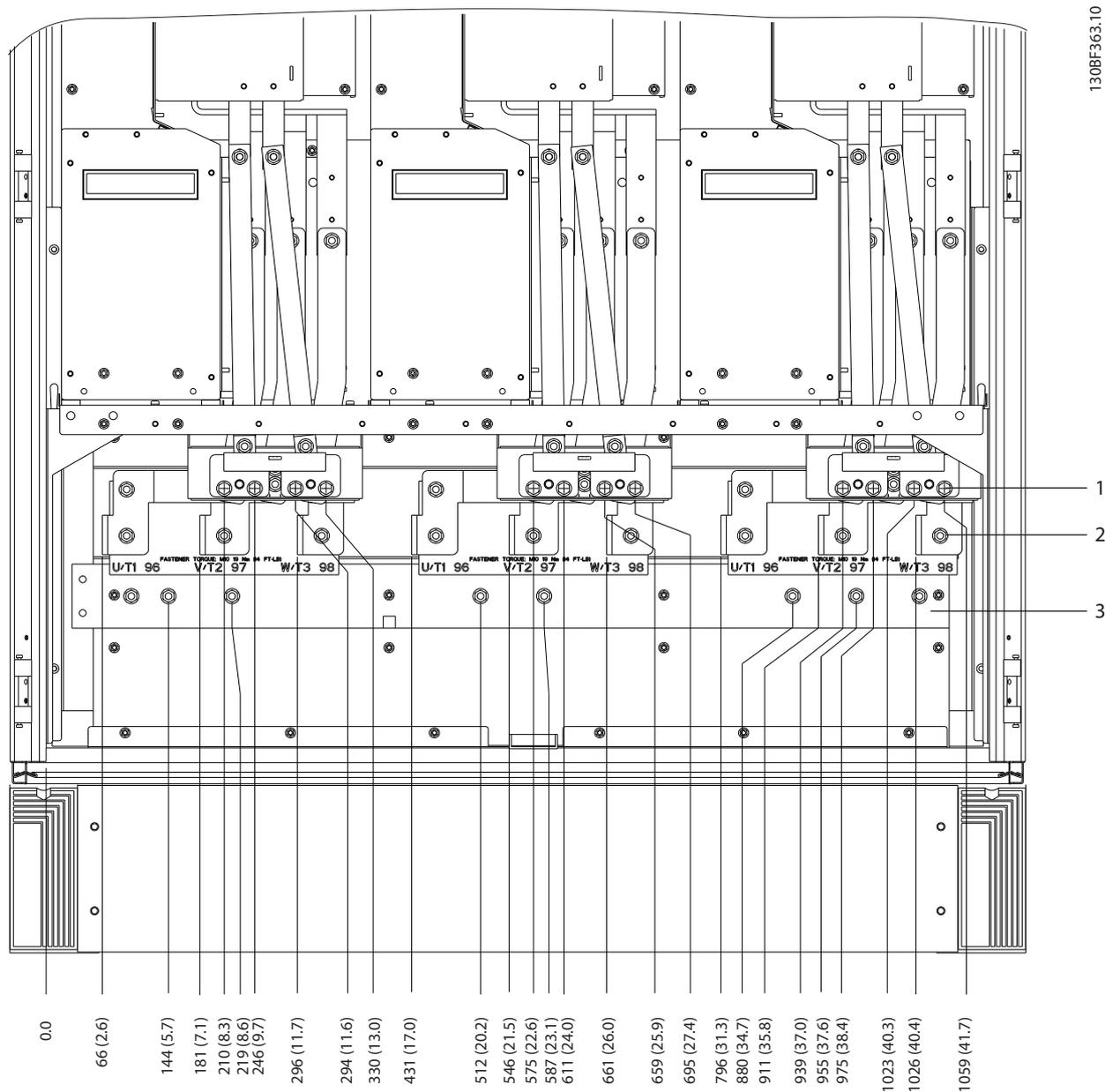
1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

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



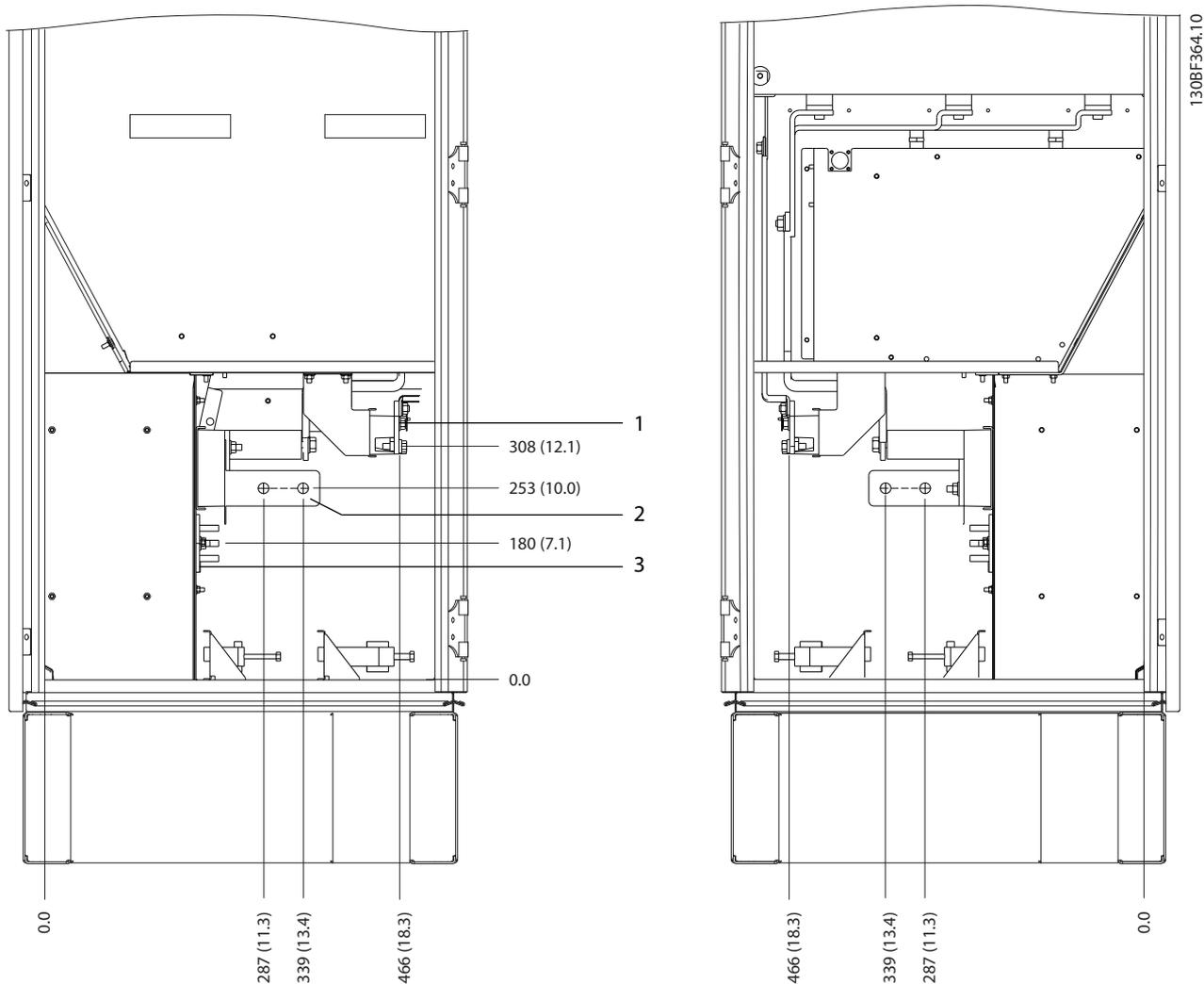
1	Terminais de rede elétrica	3	Terminais de divisão da carga (-)
2	Terminais de divisão da carga (+)	-	-

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



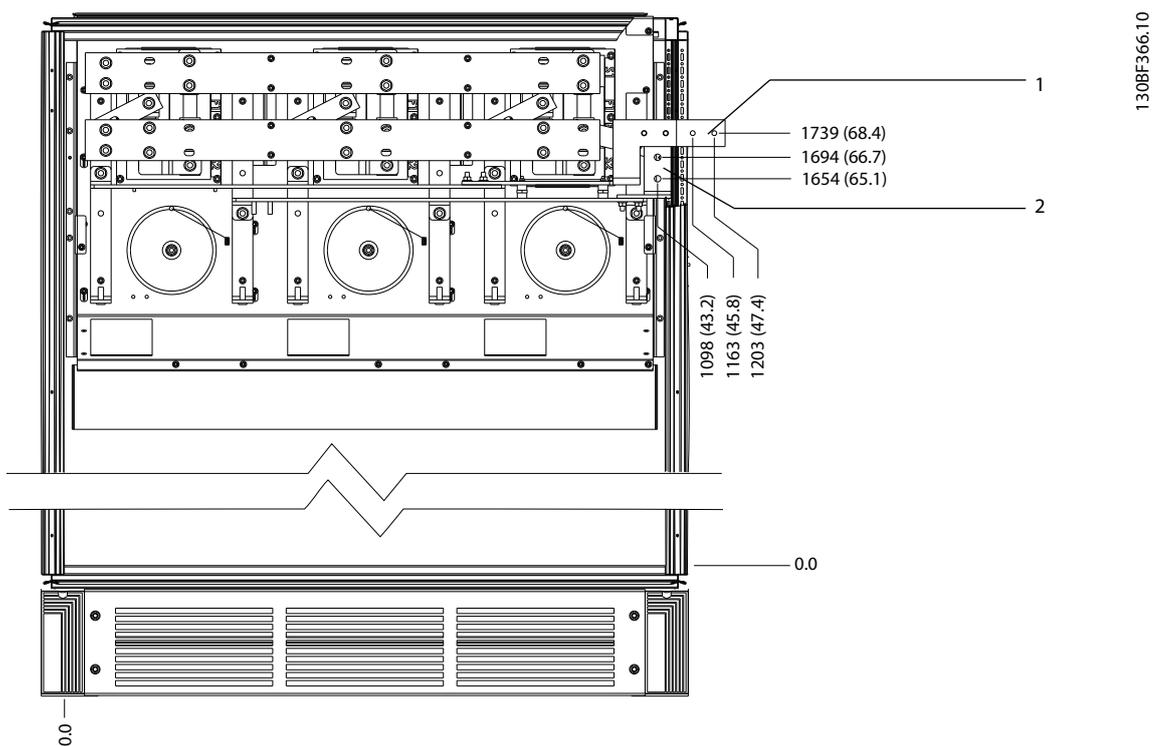
1	Terminais do freio	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

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



8

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



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

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

8.7 Dimensões externas e do terminal do F8

8.7.1 Dimensões externas do F8

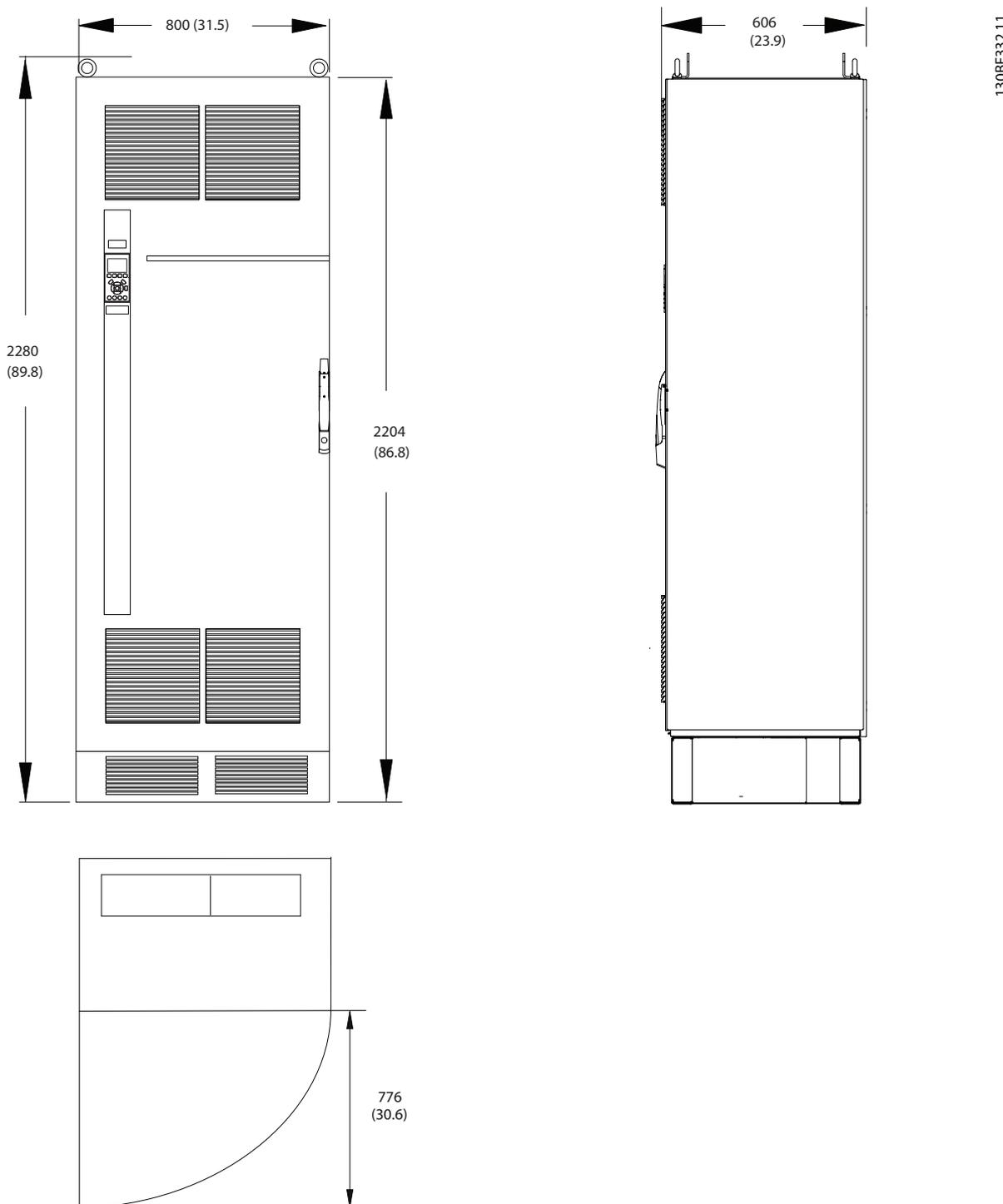
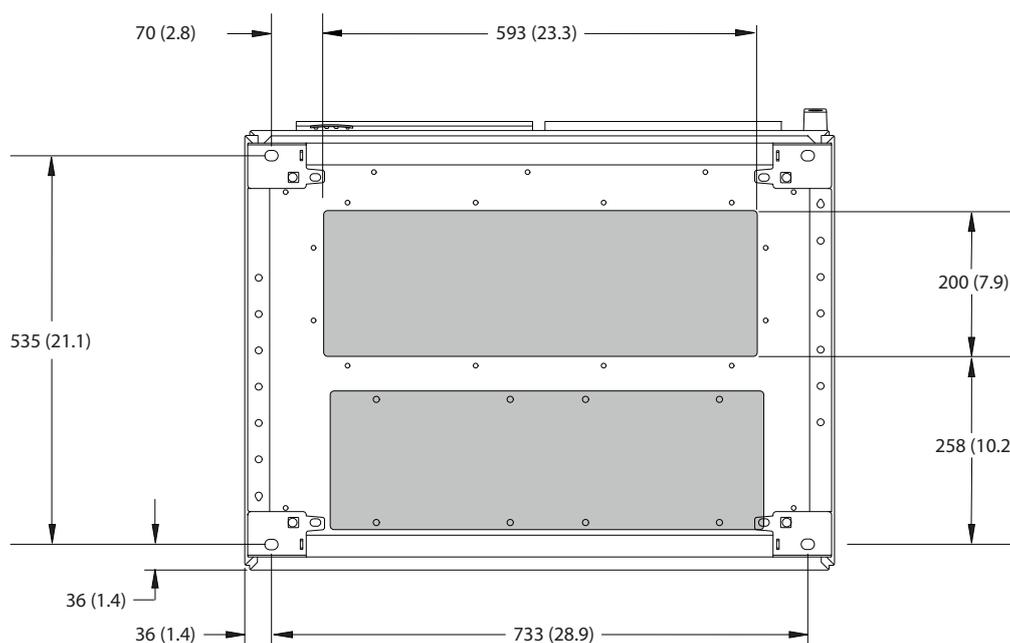


Ilustração 8.56 Dimensões da folha da porta, frontal e lateral do F8



130BF616.10

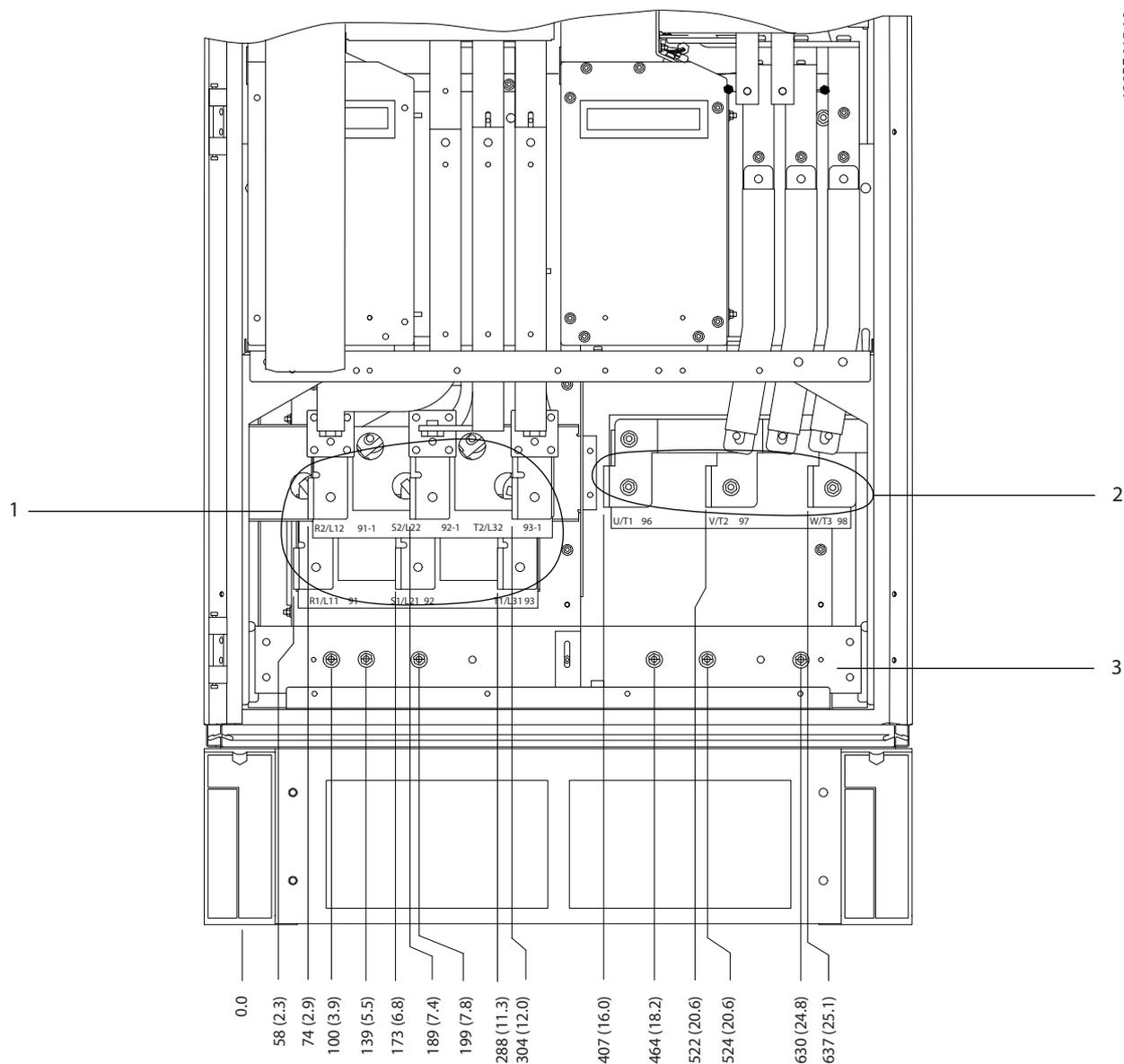
8

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

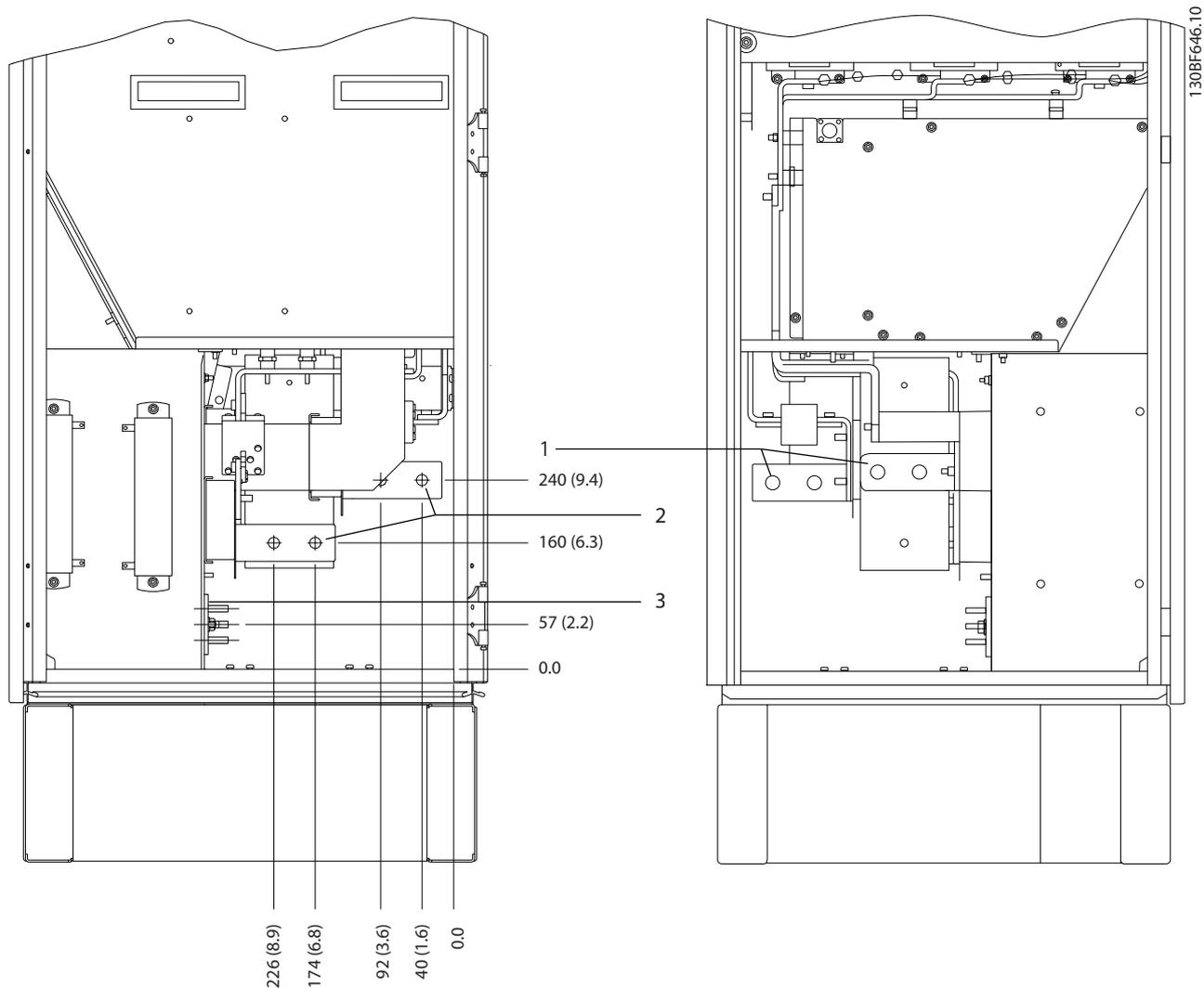
Os cabos de energia são pesados e difíceis de dobrar. Para garantir uma fácil instalação dos cabos, considere o posicionamento ideal do conversor. Cada terminal comporta até 4 cabos com fixadores de cabo ou encaixe de cabo padrão. O ponto de aterramento é conectado ao um ponto de terminação relevante 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

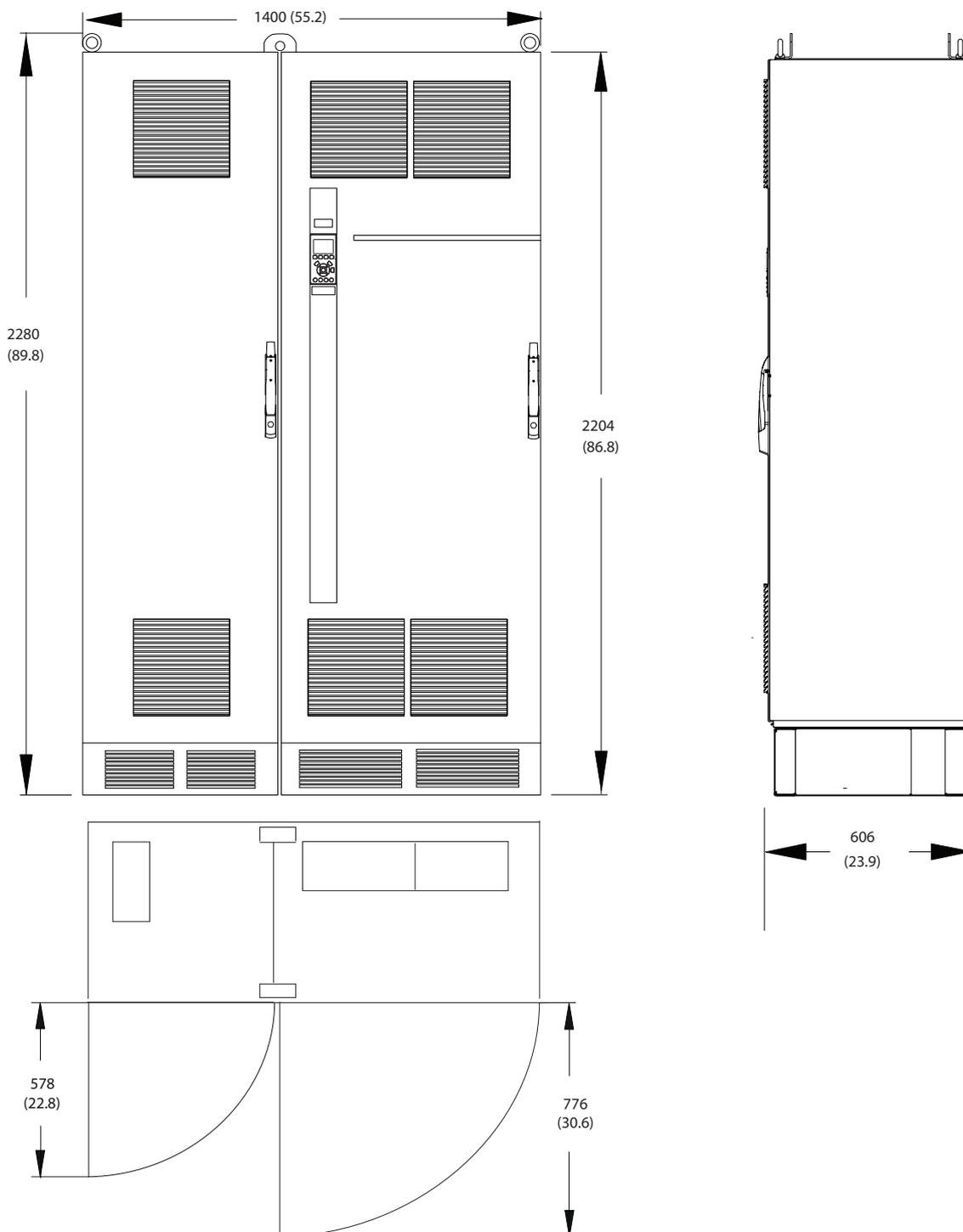


1	Terminais de rede elétrica	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

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

8.8 Dimensões externas e do terminal do F9

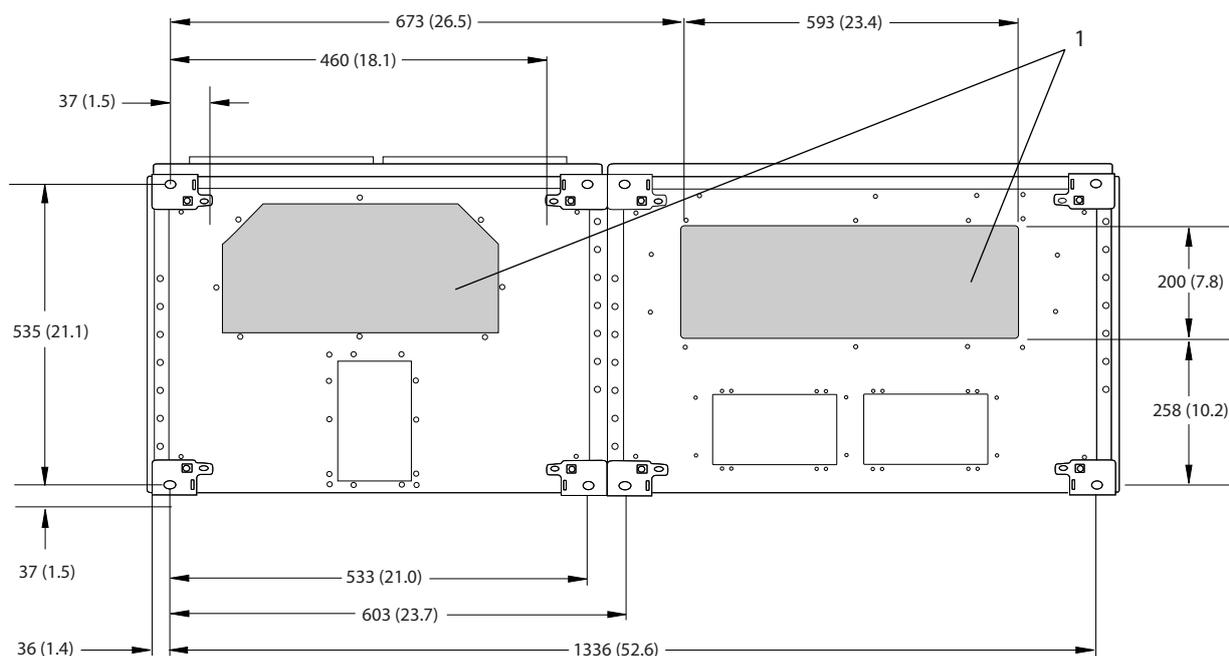
8.8.1 Dimensões externas do F9



130BF333.10

8

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



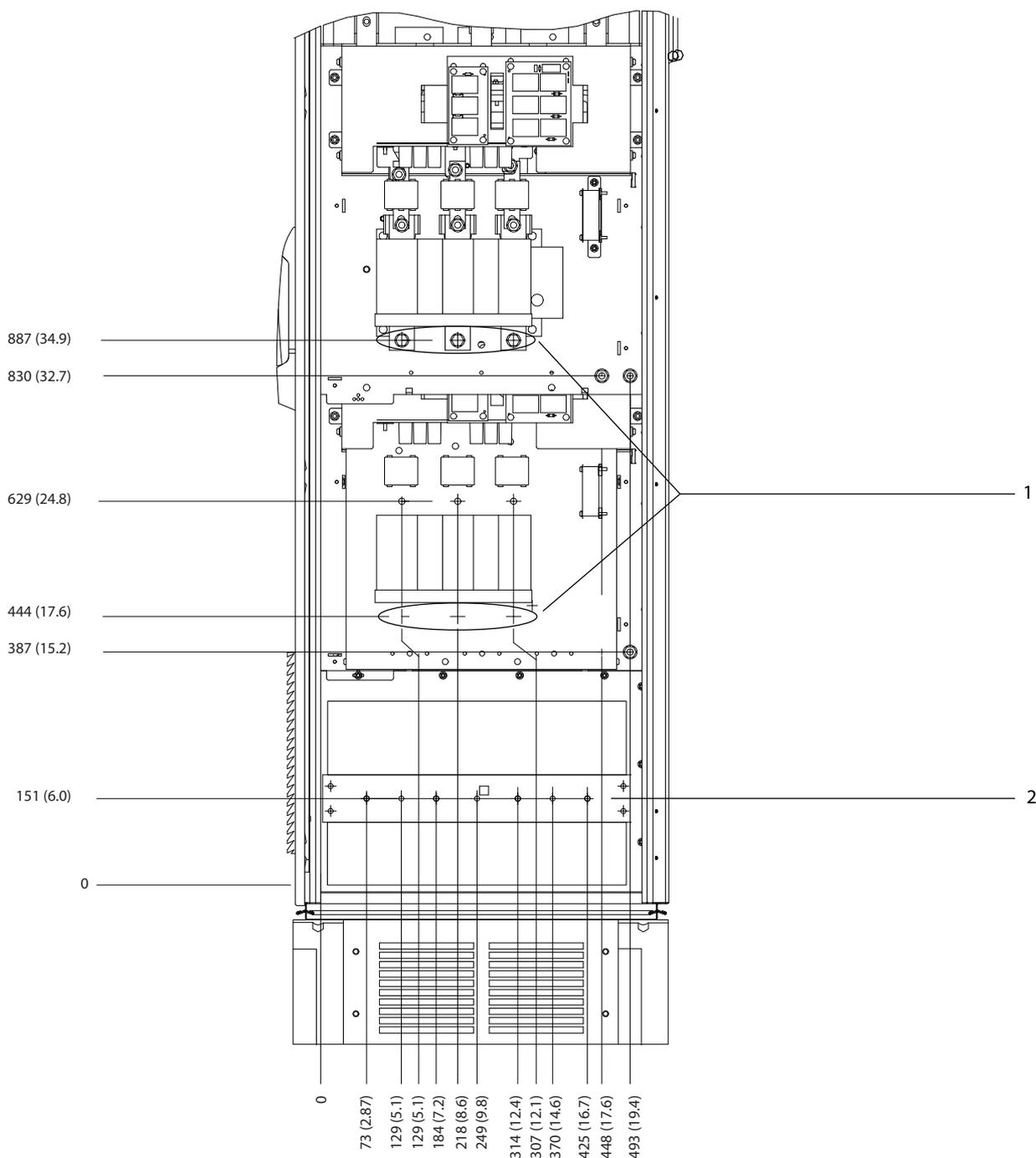
8

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

Ilustração 8.61 Dimensões da placa da bucha para F9

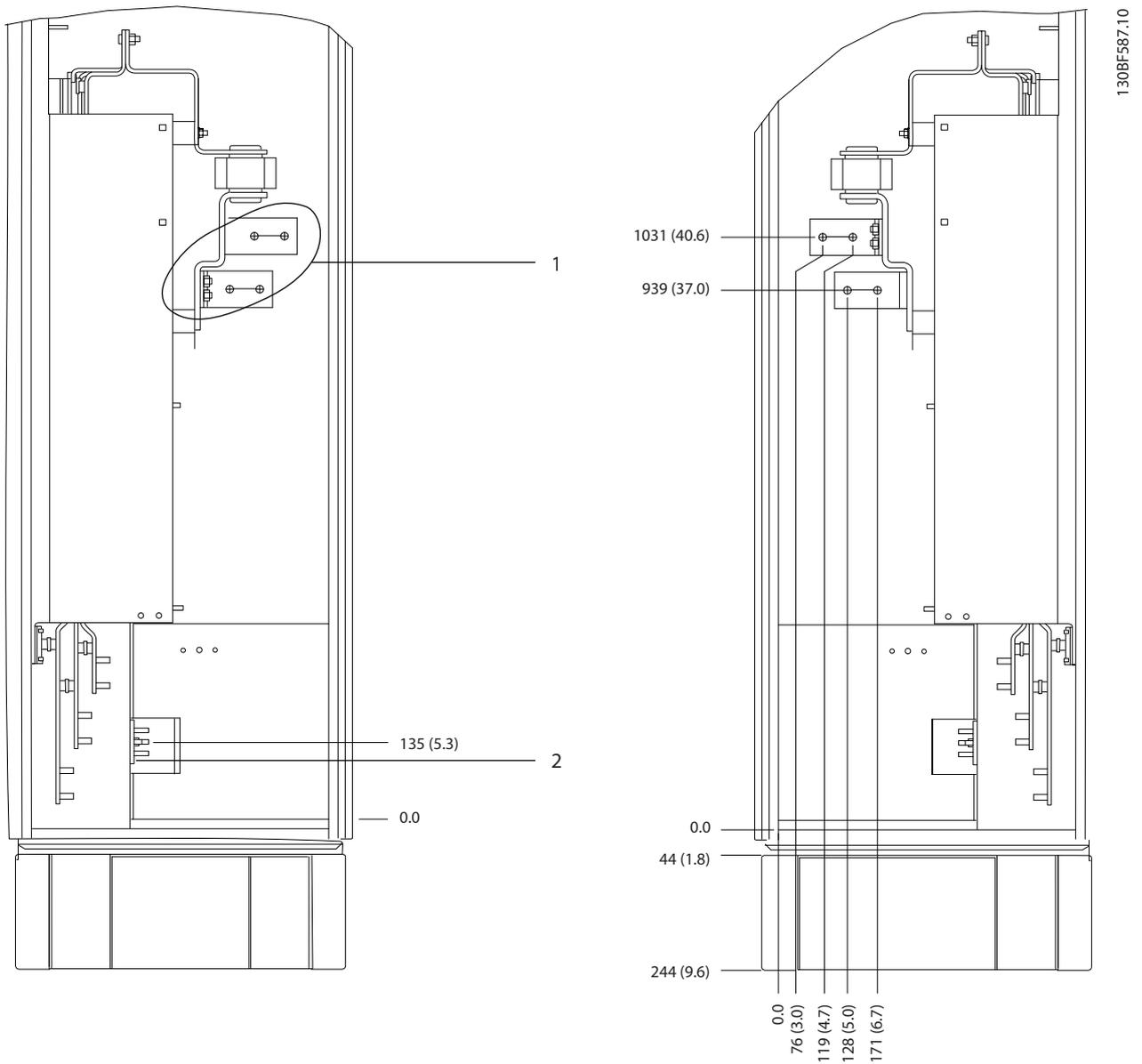
8.8.2 Dimensões do terminal do F9

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.



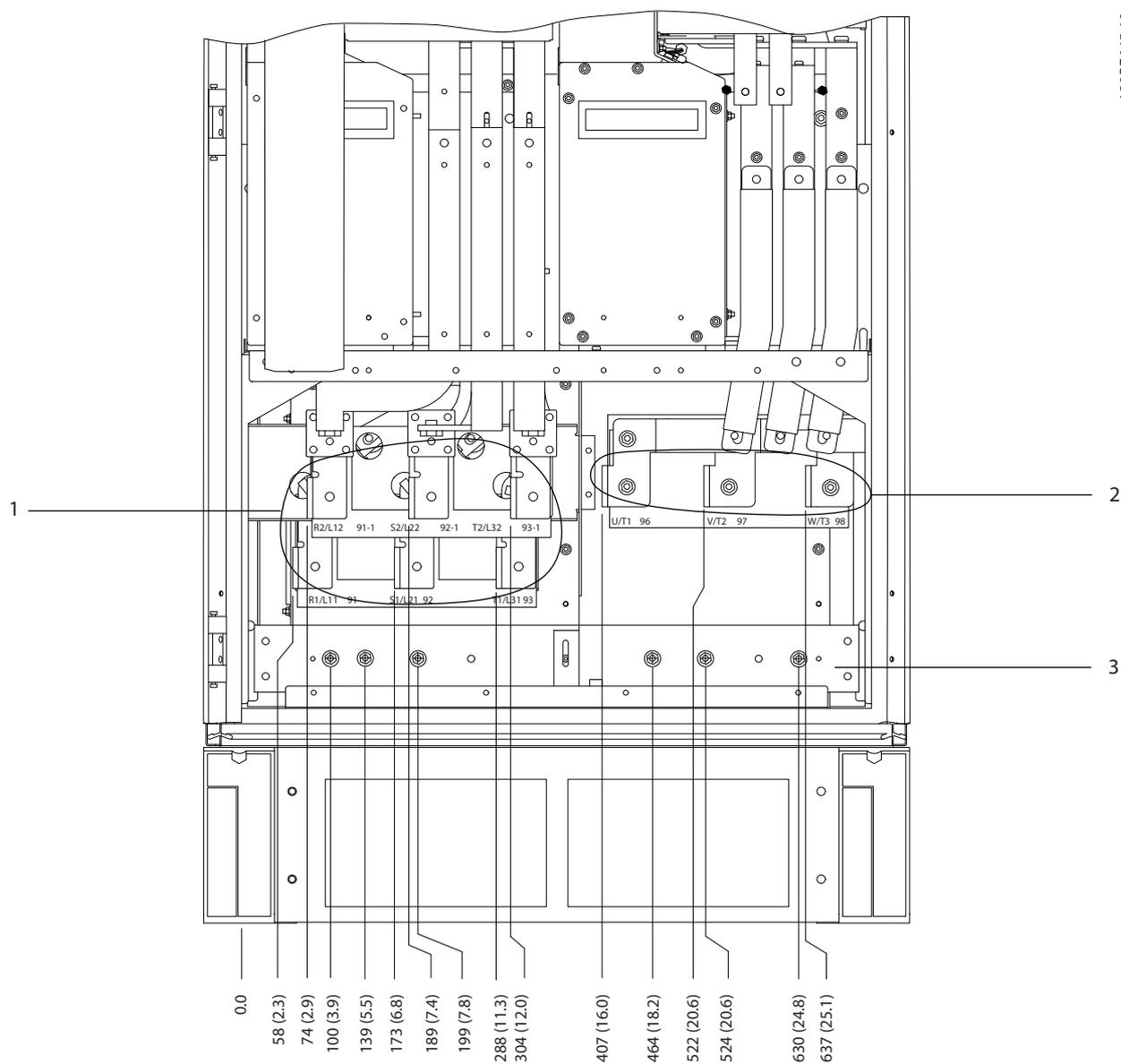
1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

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



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

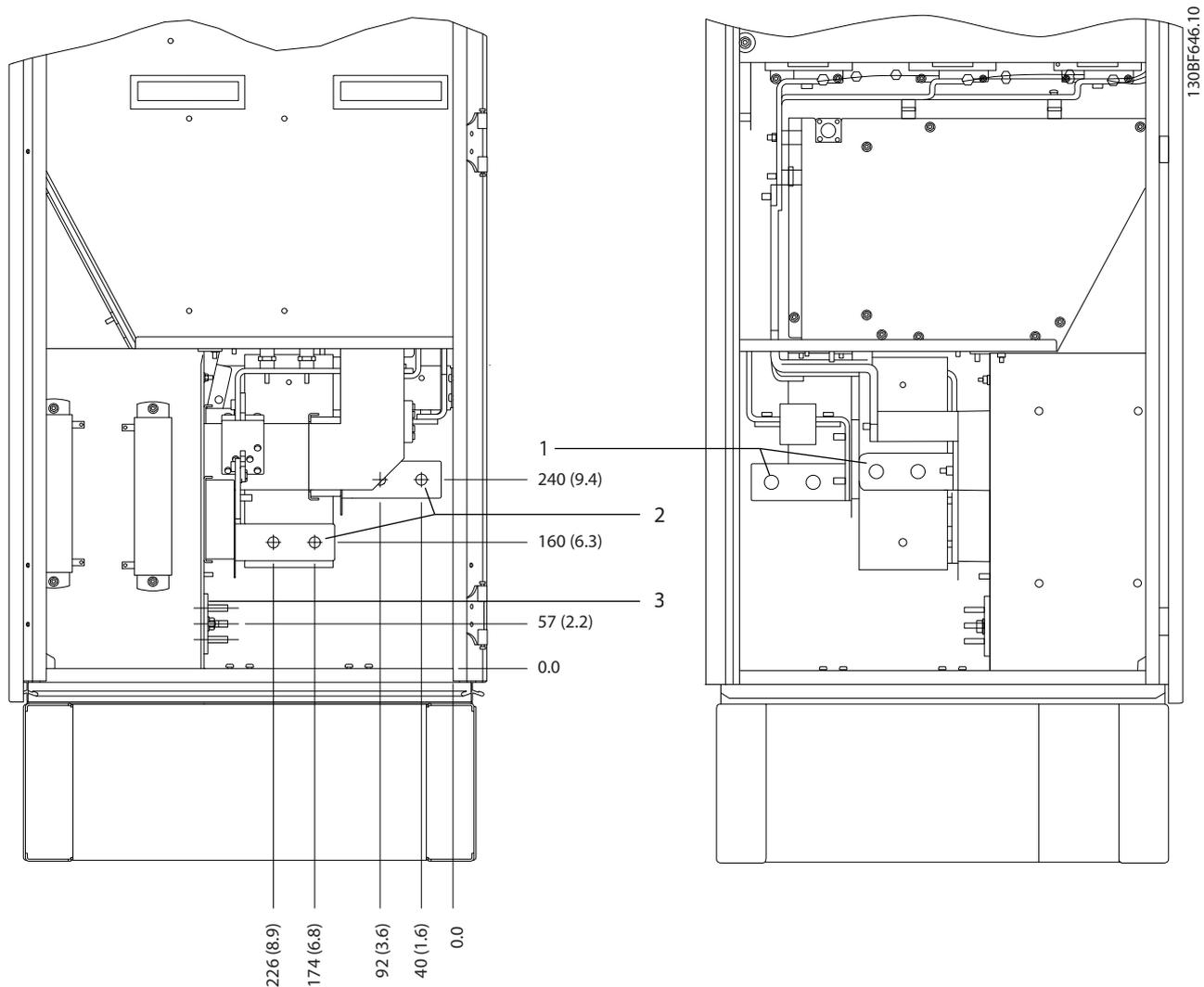
Ilustração 8.63 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F9, vista lateral



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

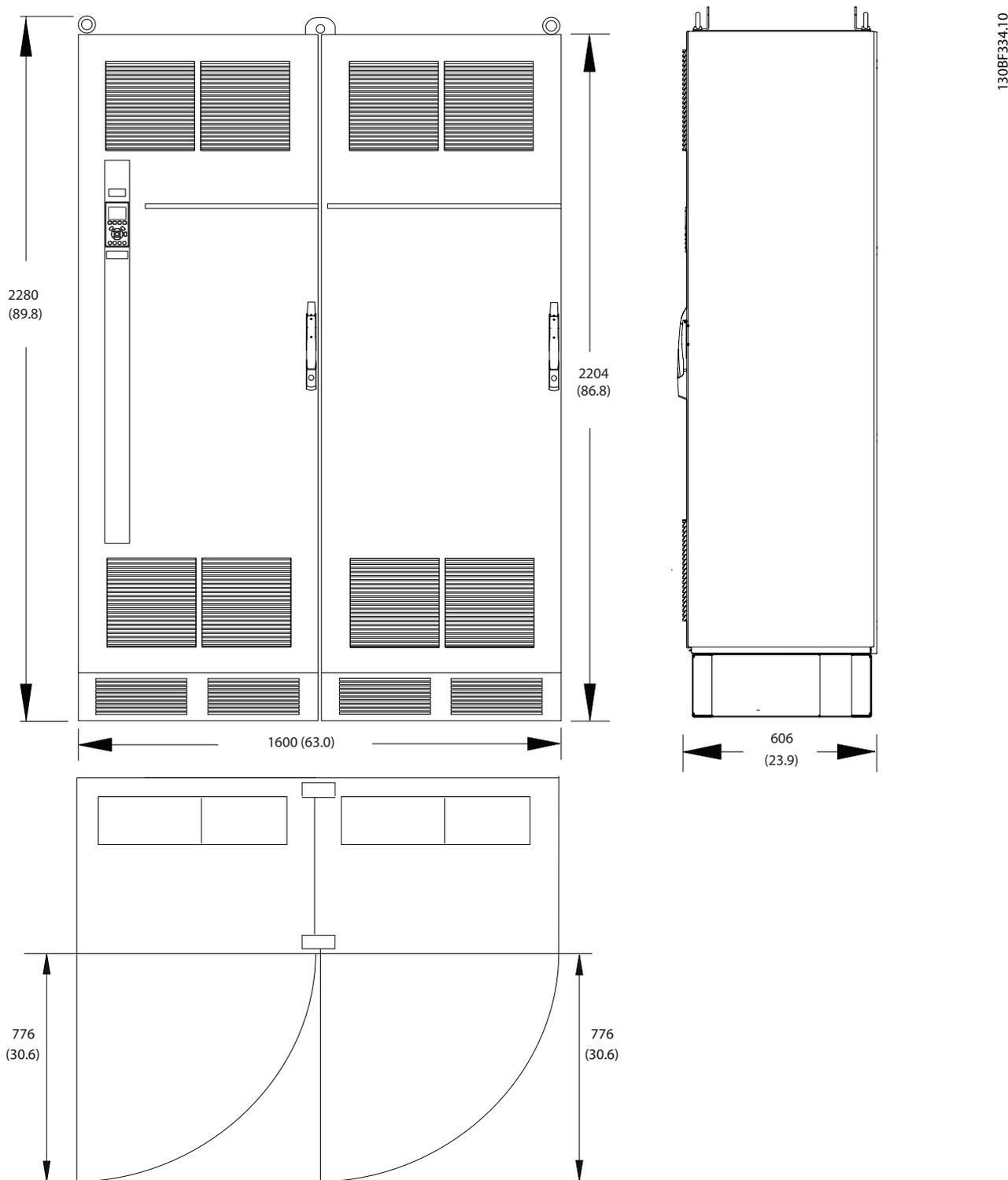


1	Terminais de rede elétrica	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

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

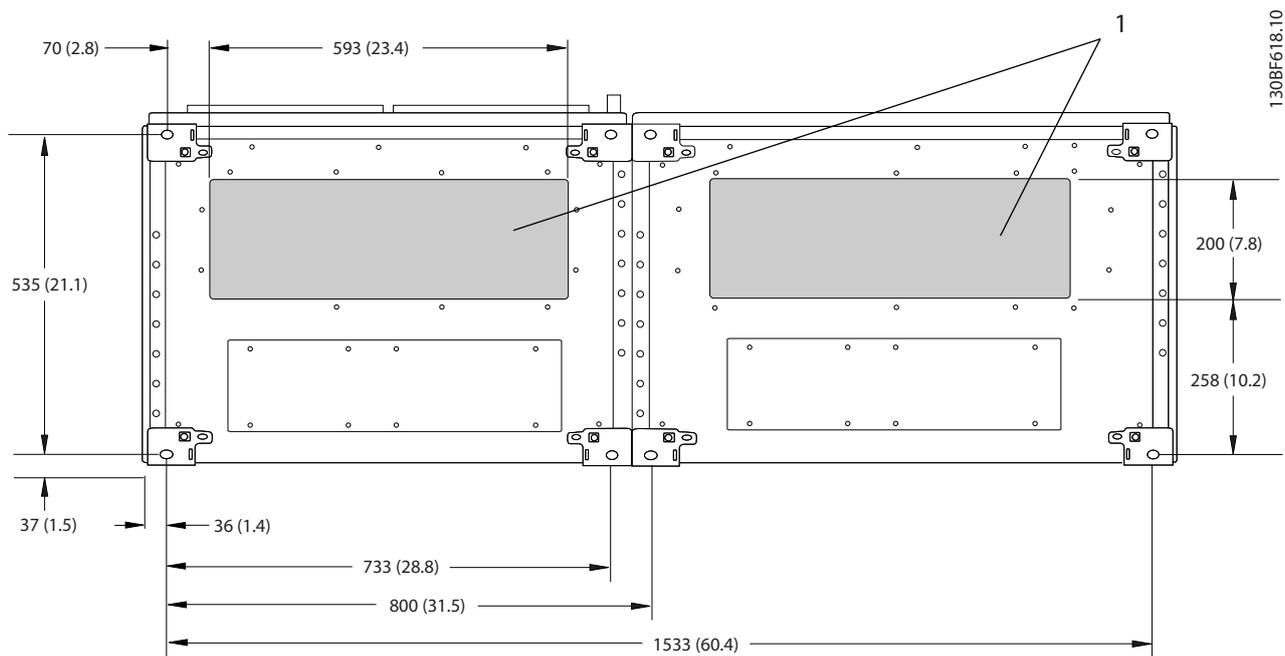
8.9 Dimensões externas e do terminal do F10

8.9.1 Dimensões externas do F10



8

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

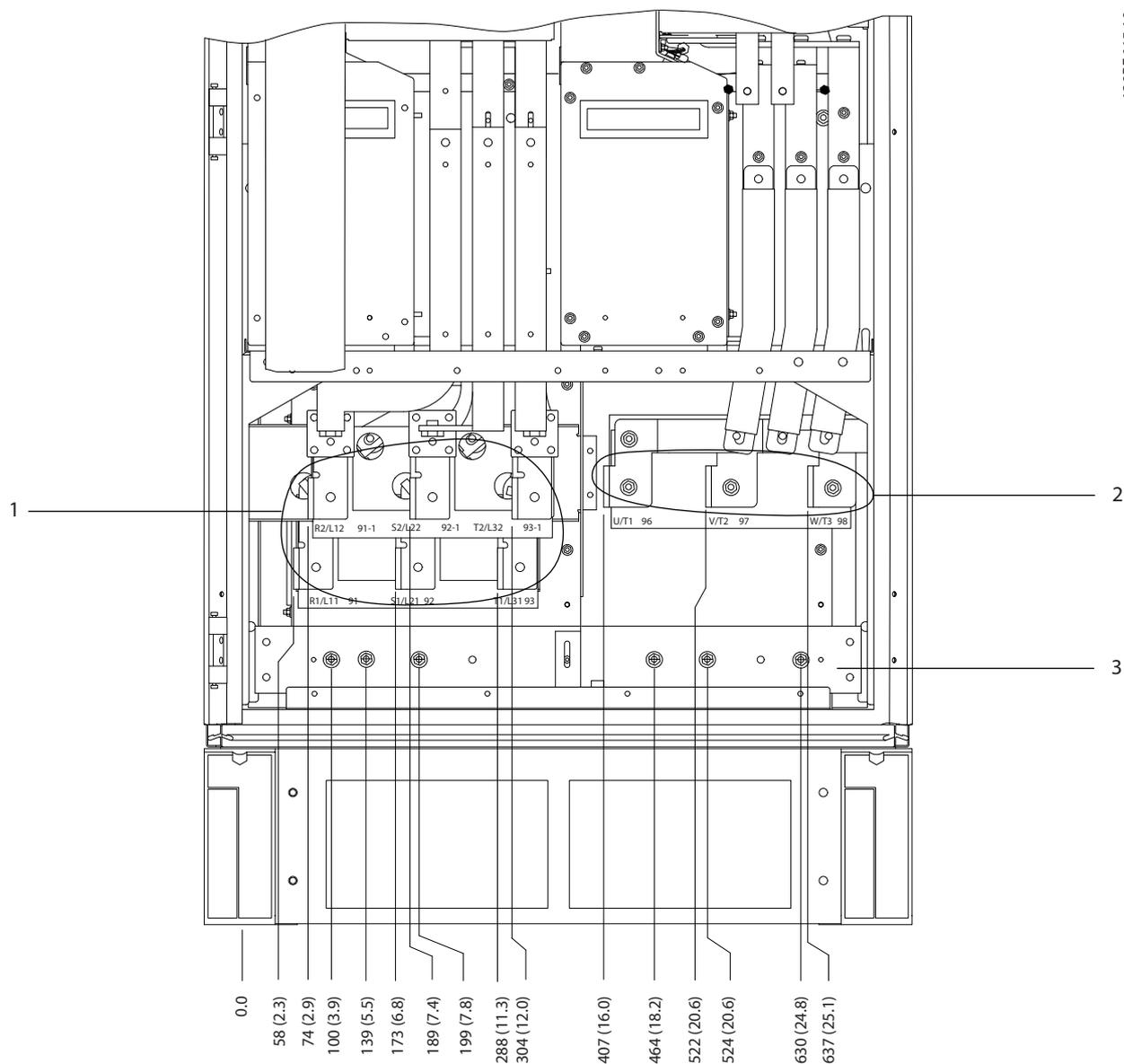


1	Lado da rede elétrica	2	Lado do motor
---	-----------------------	---	---------------

Ilustração 8.67 Dimensões da placa da bucha para F10

8.9.2 Dimensões do terminal do F10

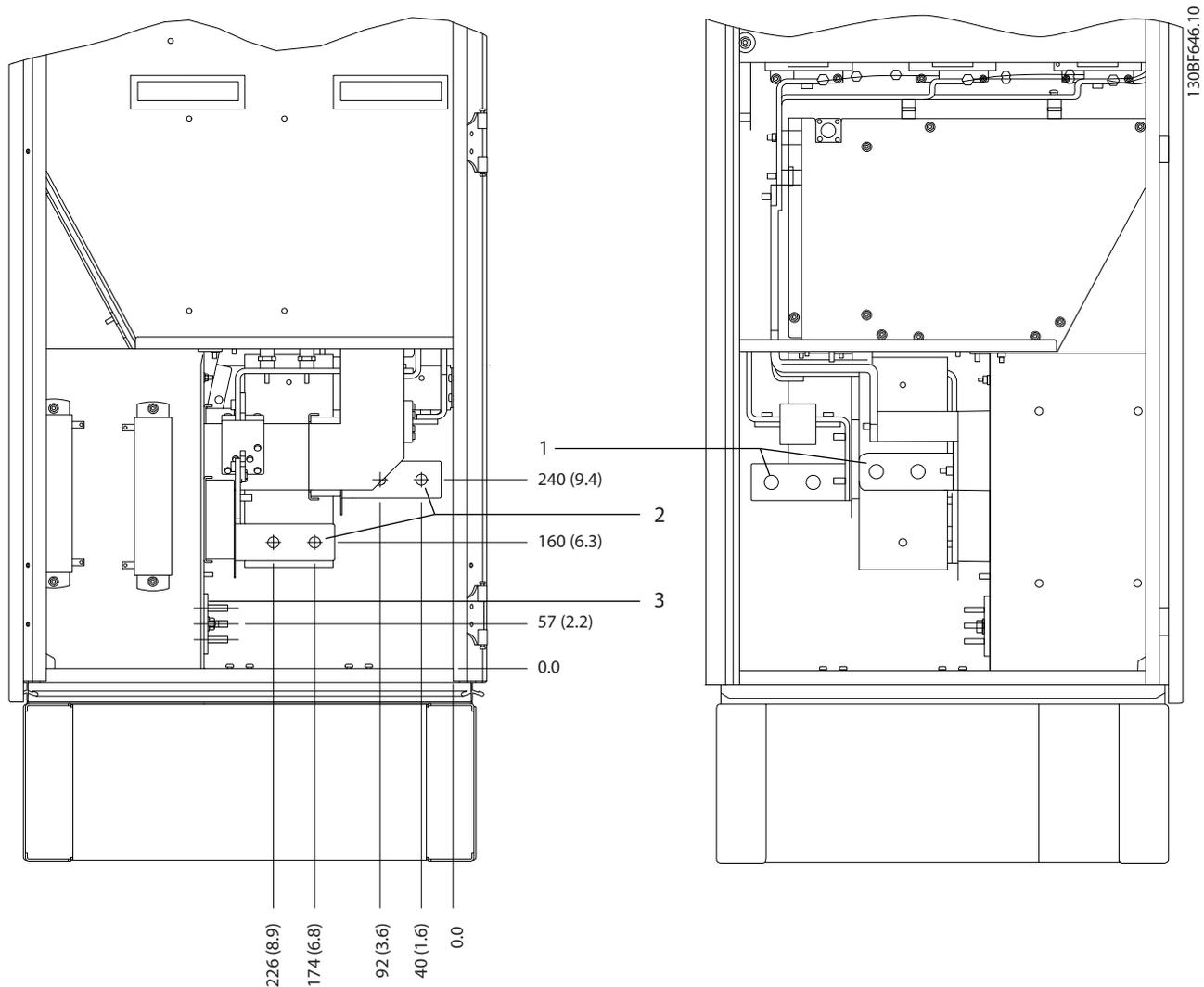
Os cabos de energia são pesados e difíceis de dobrar. Para garantir uma fácil instalação dos cabos, considere o posicionamento ideal do conversor. Cada terminal comporta até 4 cabos com fixadores de cabo ou encaixe de cabo padrão. O ponto de aterramento é conectado ao um ponto de terminação relevante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



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

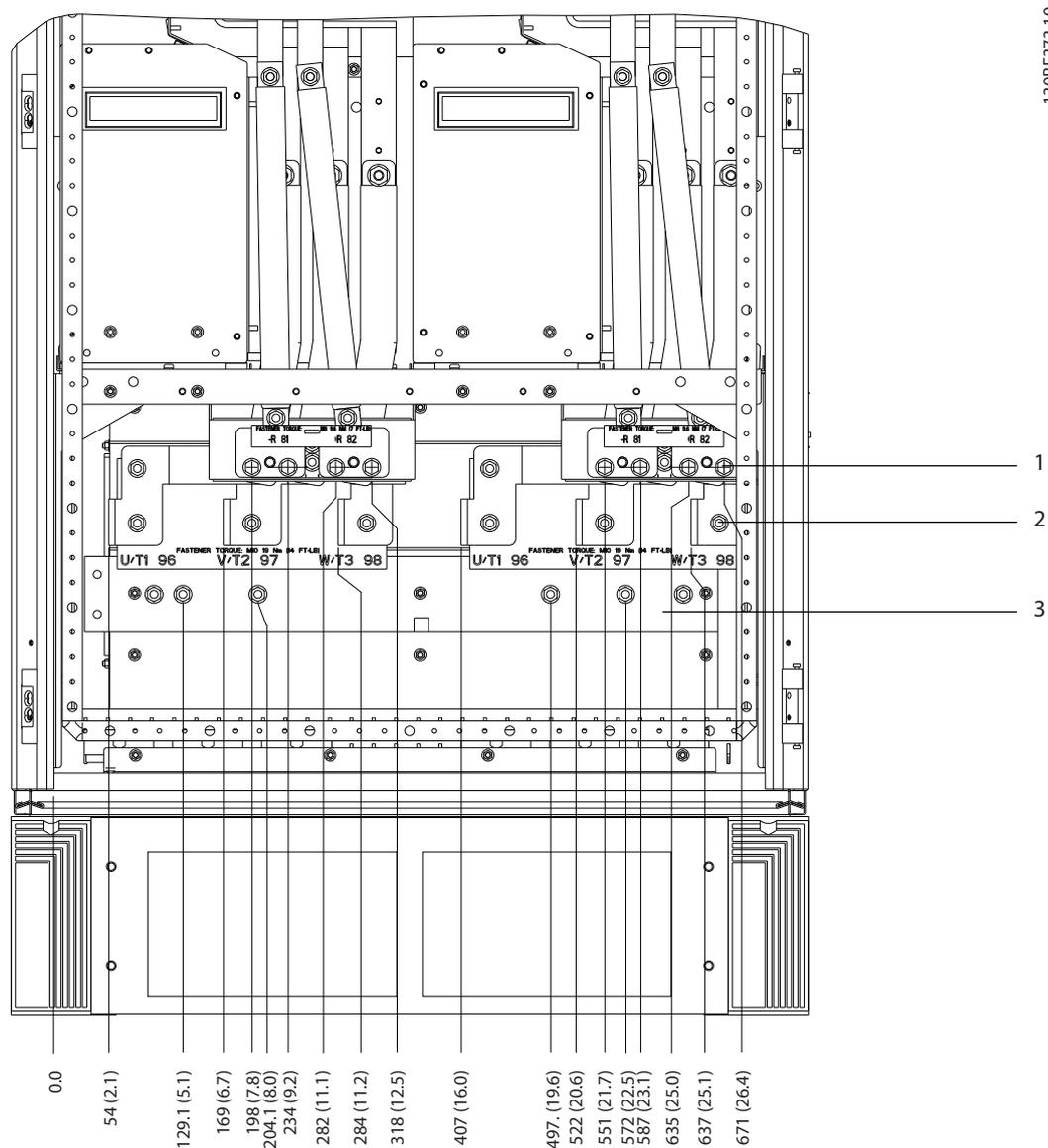
Ilustração 8.68 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador F10-F13, vista frontal

8



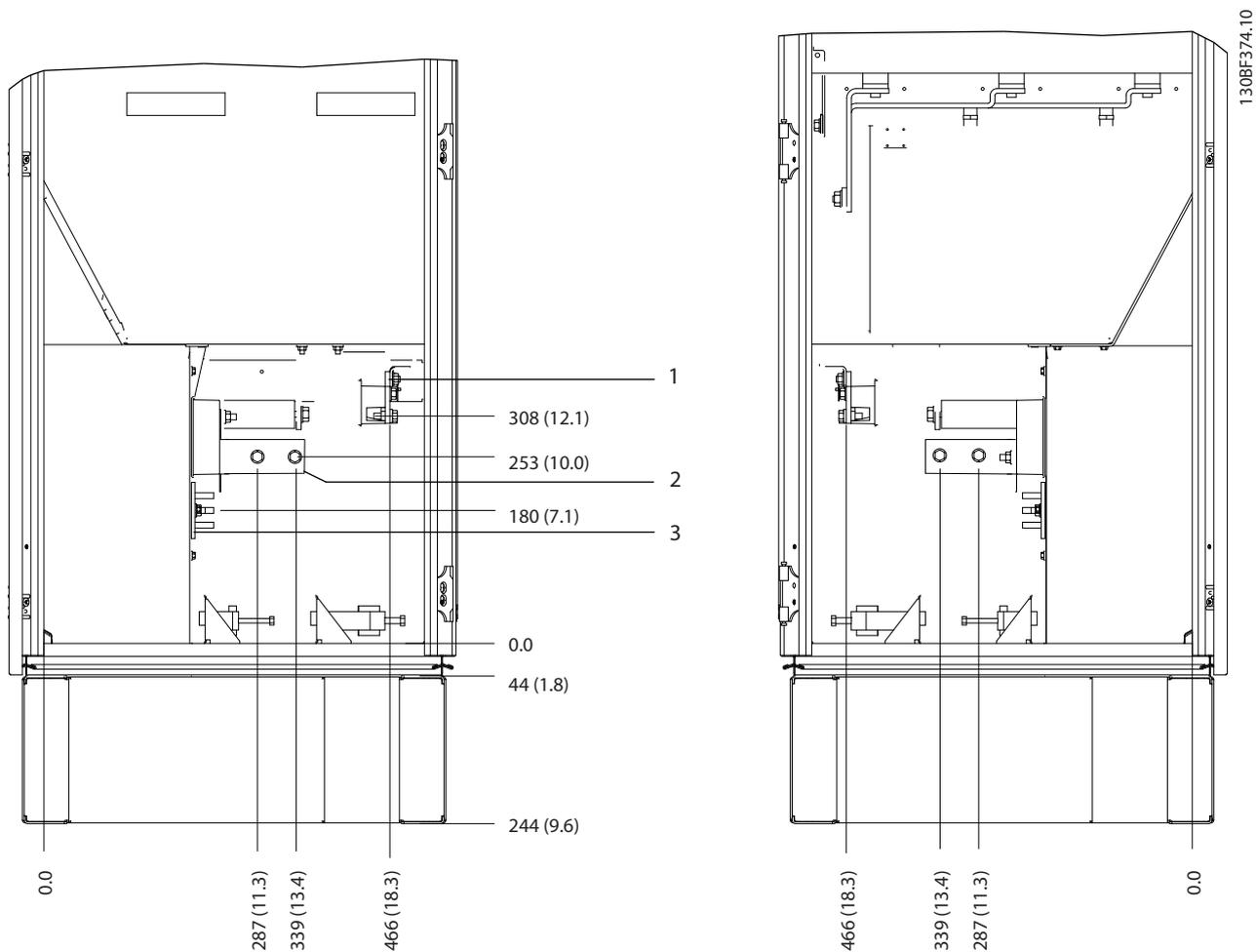
1	Terminais de rede elétrica	2	Barra do ponto de aterramento
---	----------------------------	---	-------------------------------

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

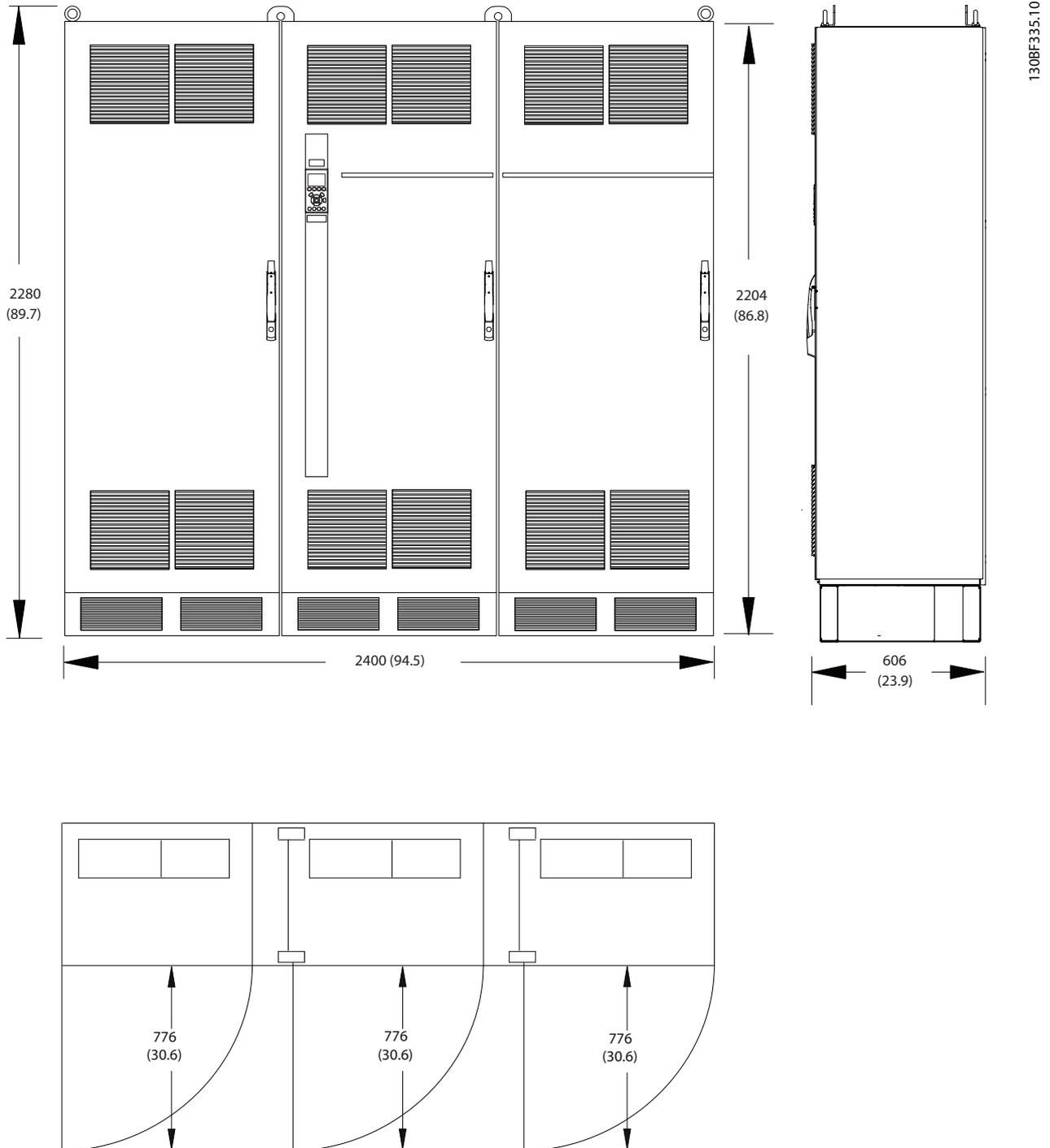


1	Terminais do freio	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

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

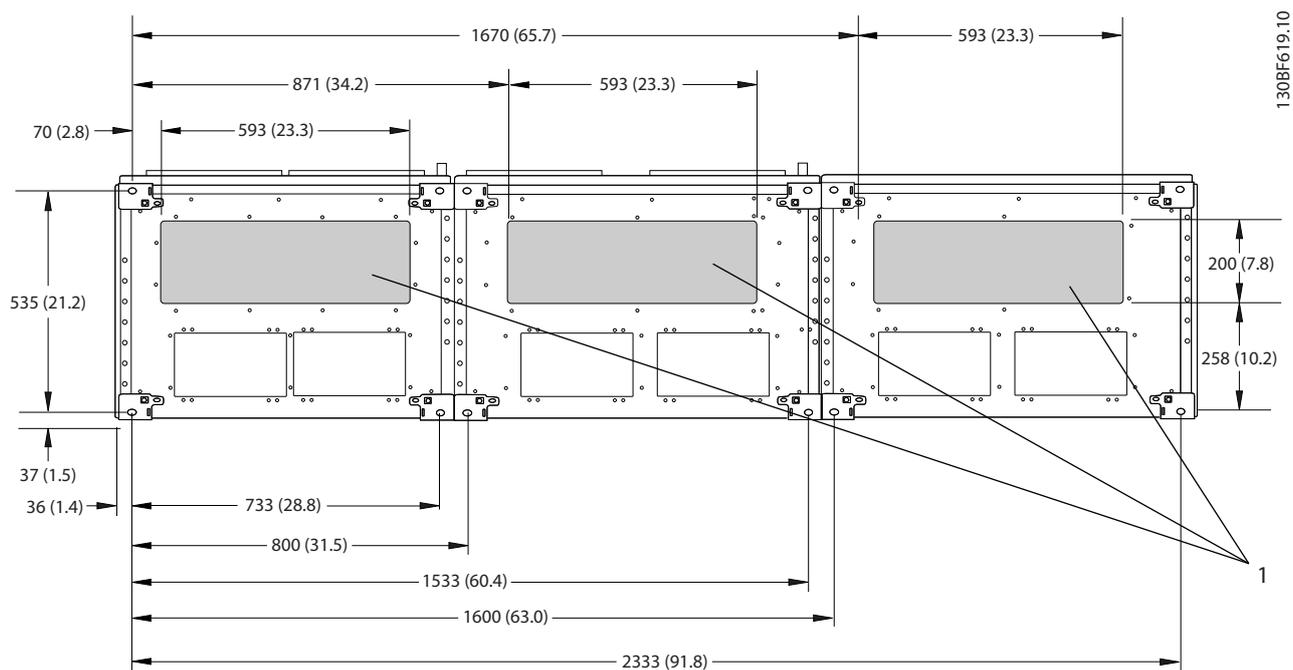
8.10 Dimensões externas e do terminal do F11

8.10.1 Dimensões externas do F11



8

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

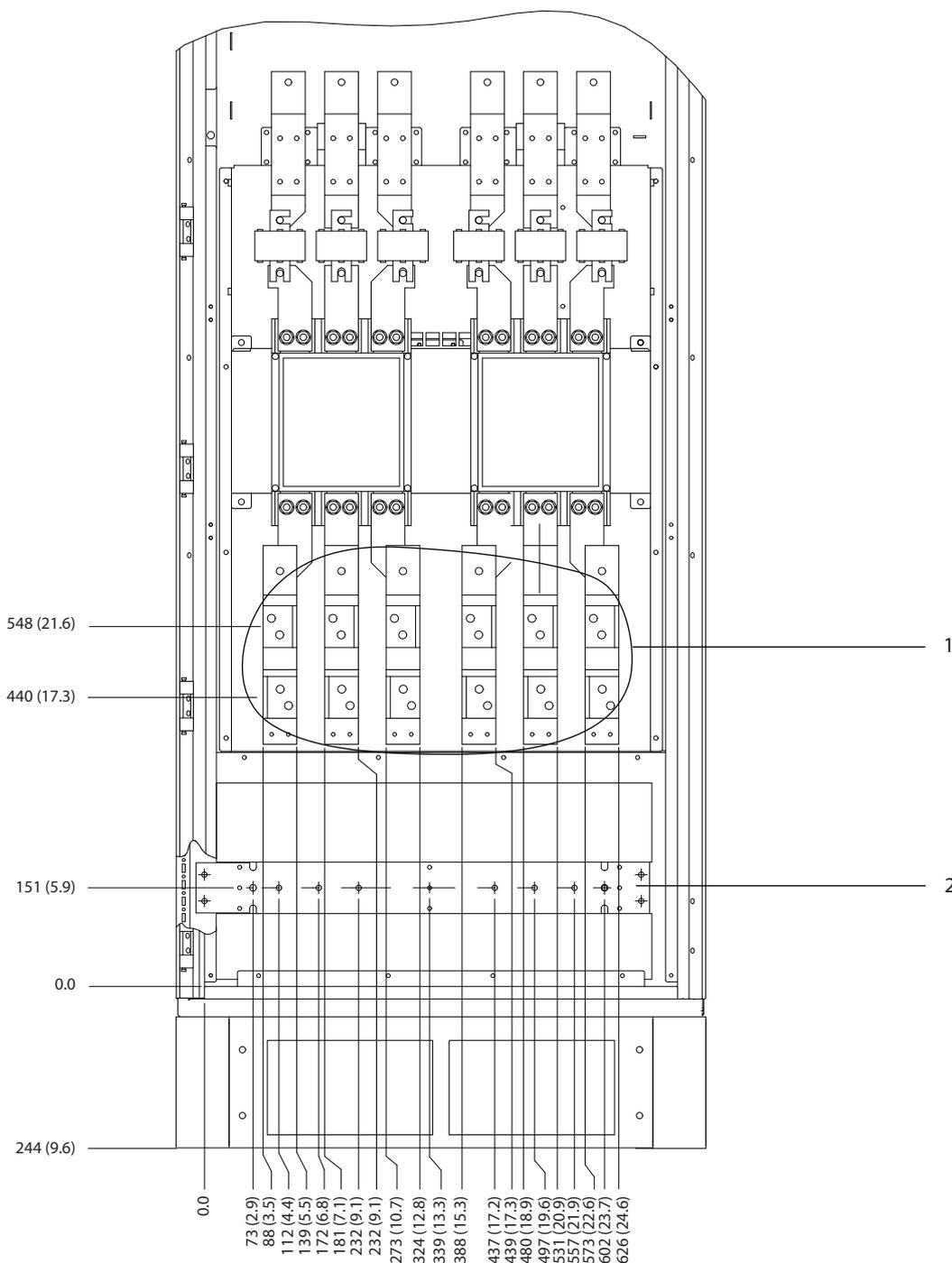


1	Lado da rede elétrica	2	Lado do motor
---	-----------------------	---	---------------

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.

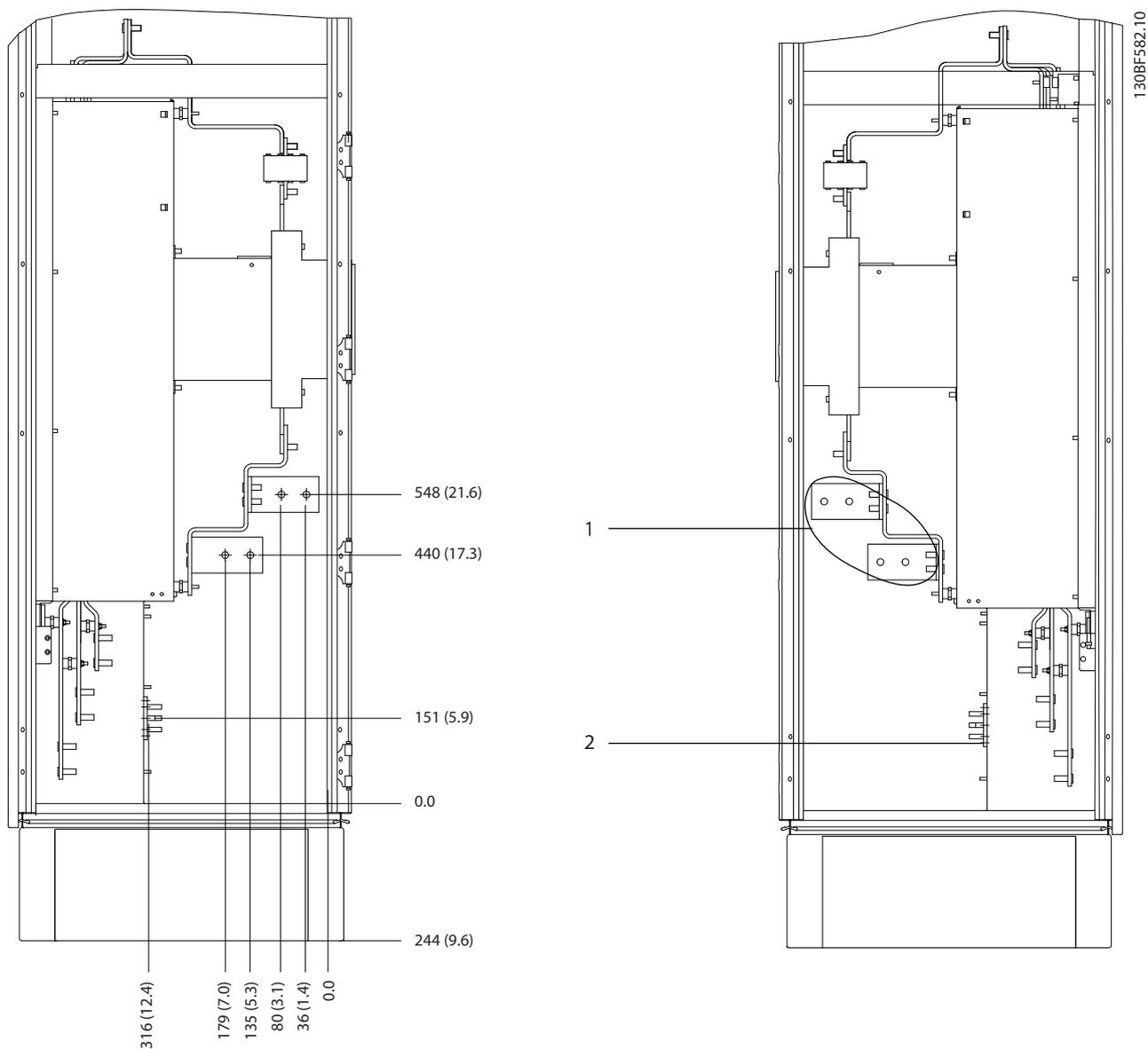


130BF581.10

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

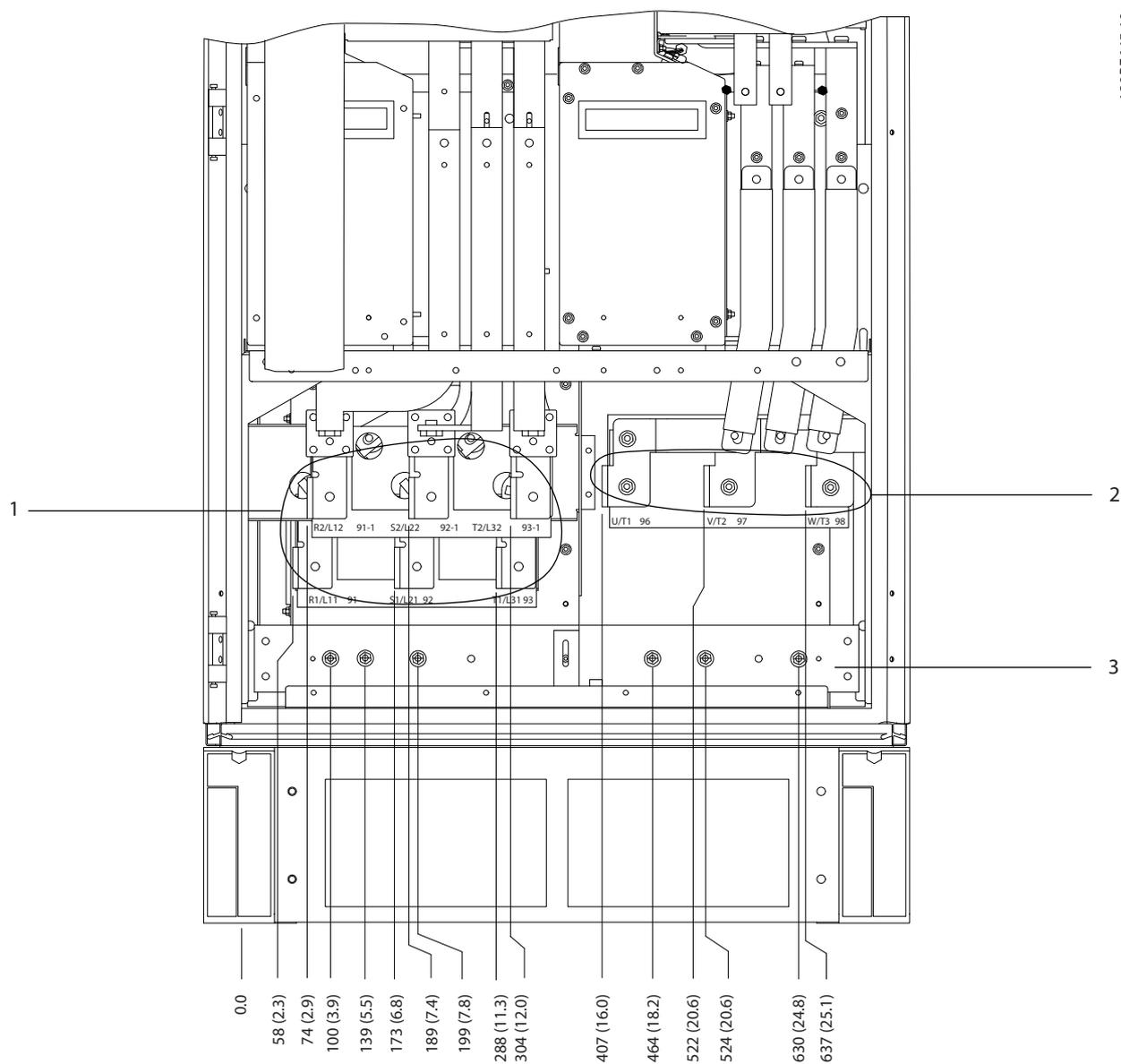
Ilustração 8.74 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F11/F13, vista frontal

8



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



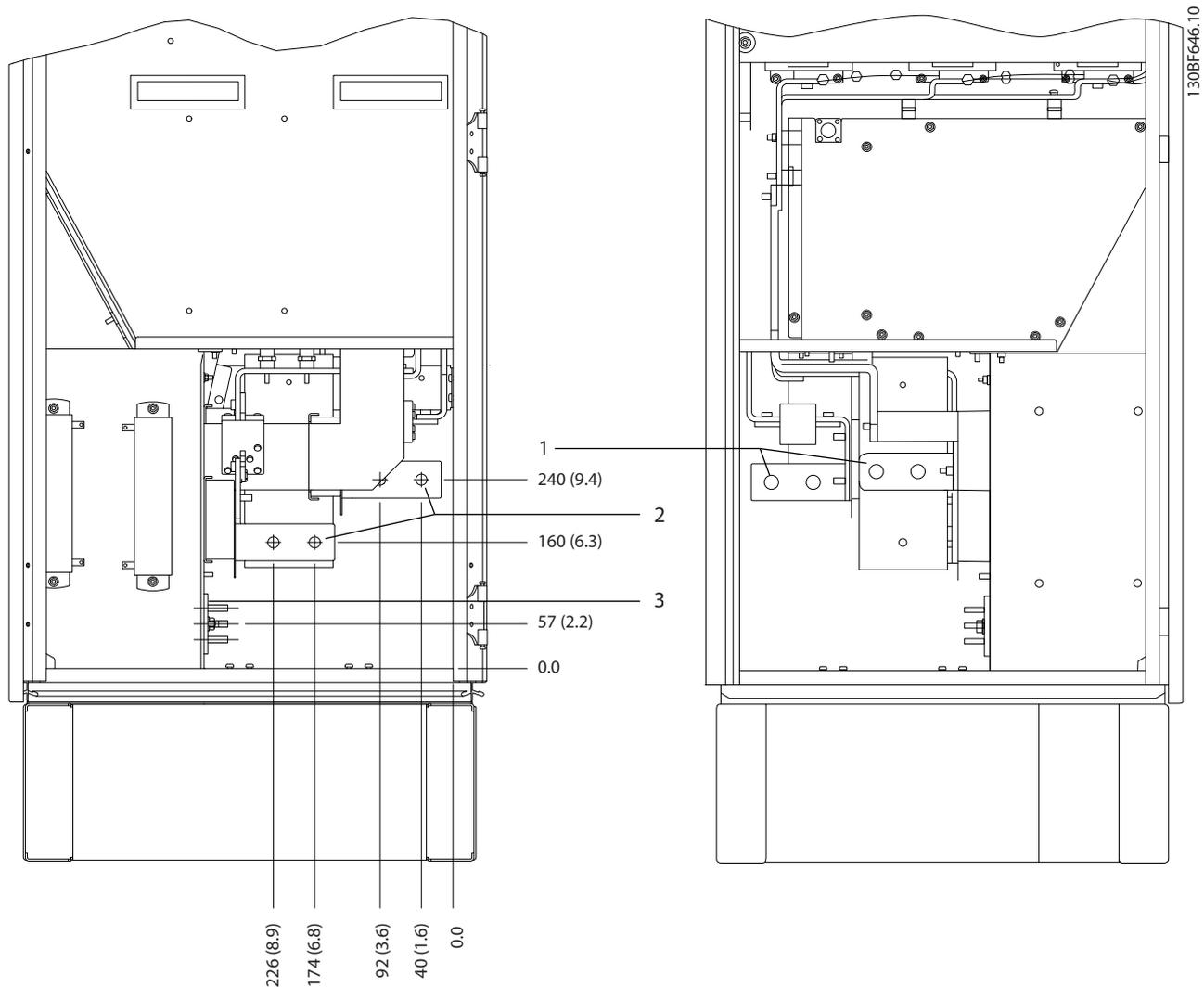
130BF645.10

8

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

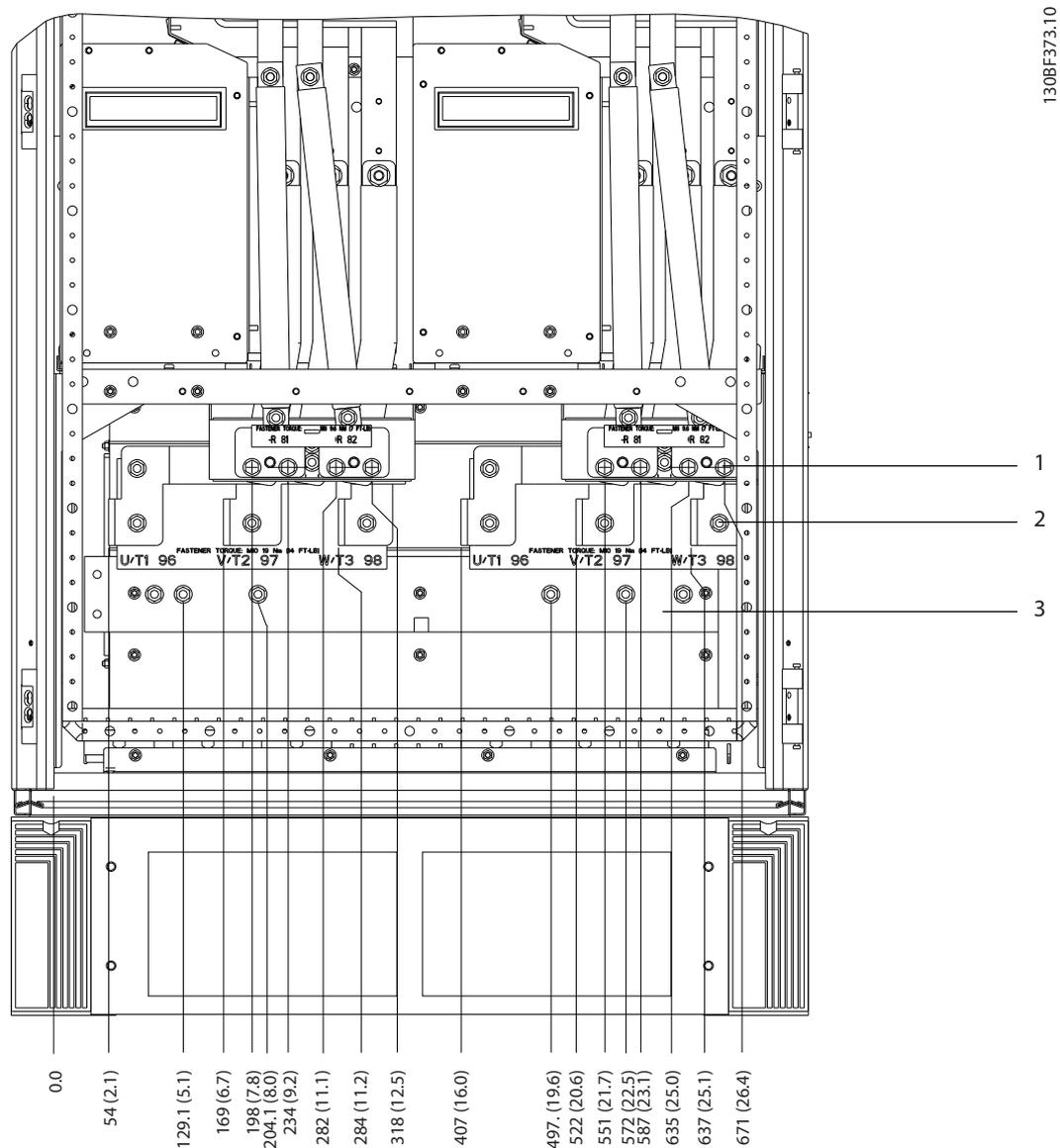
Ilustração 8.76 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador F10-F13, vista frontal

8



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

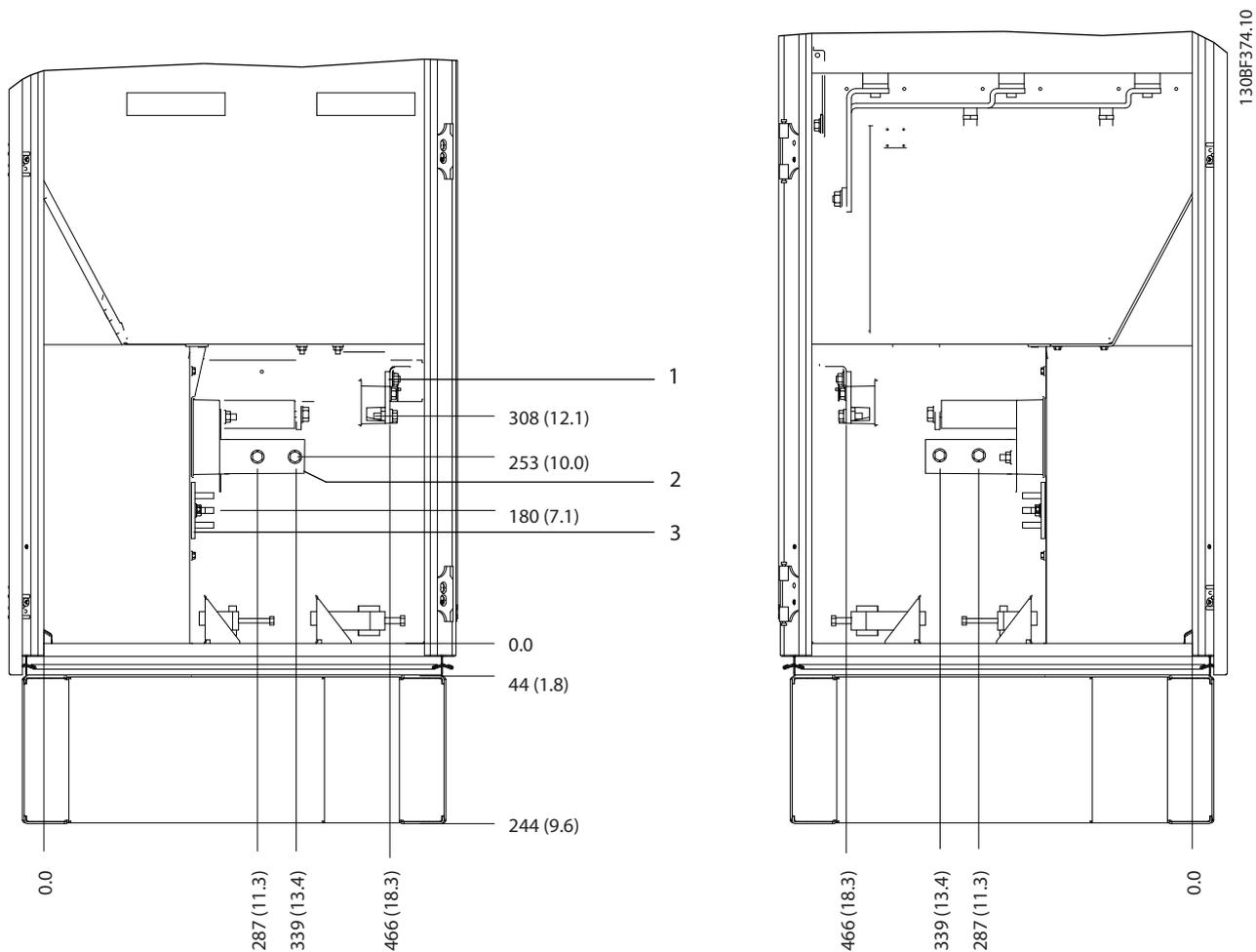
Ilustração 8.77 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador F10-F13, vista lateral



8

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

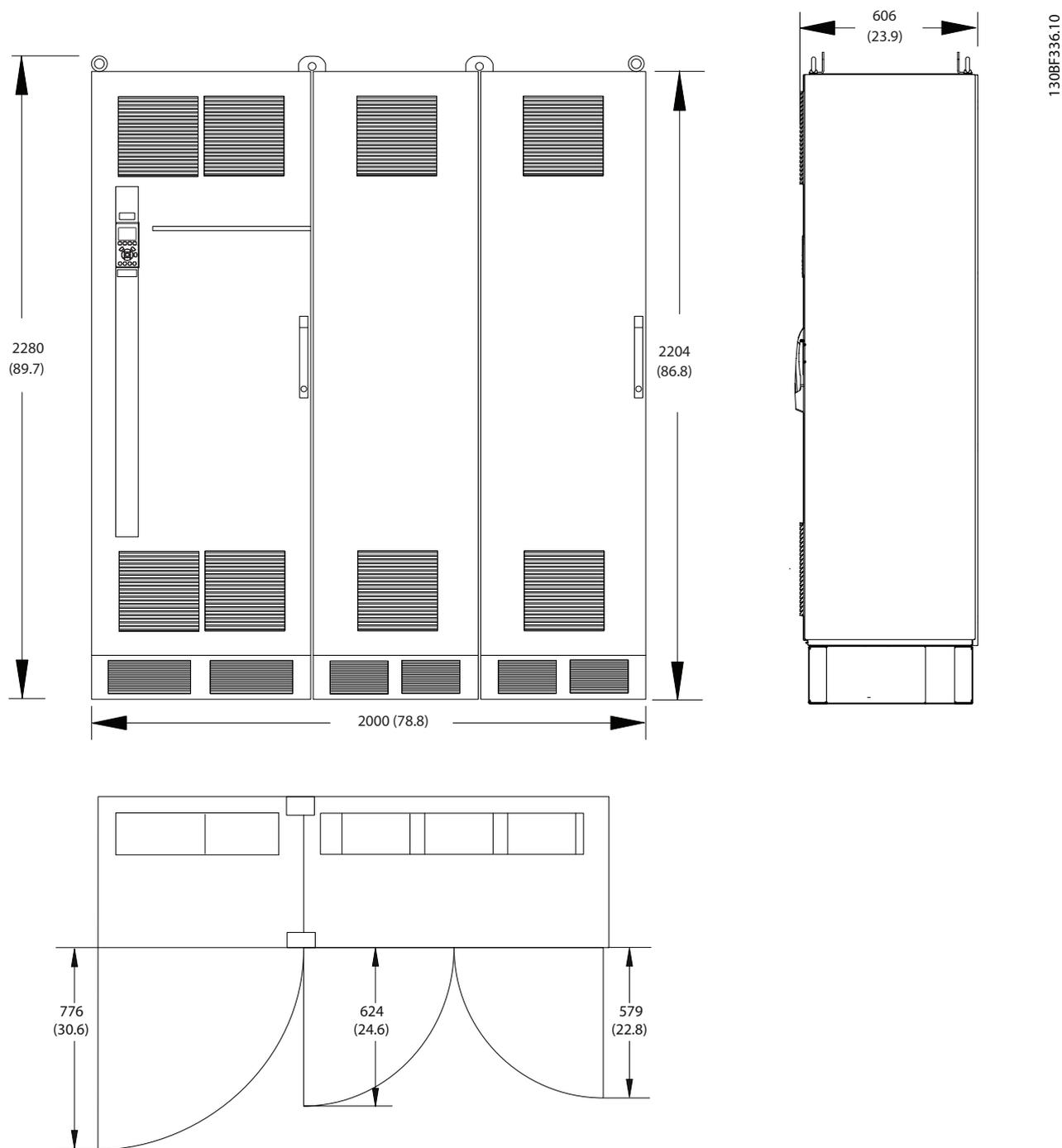


1	Terminais do freio	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

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

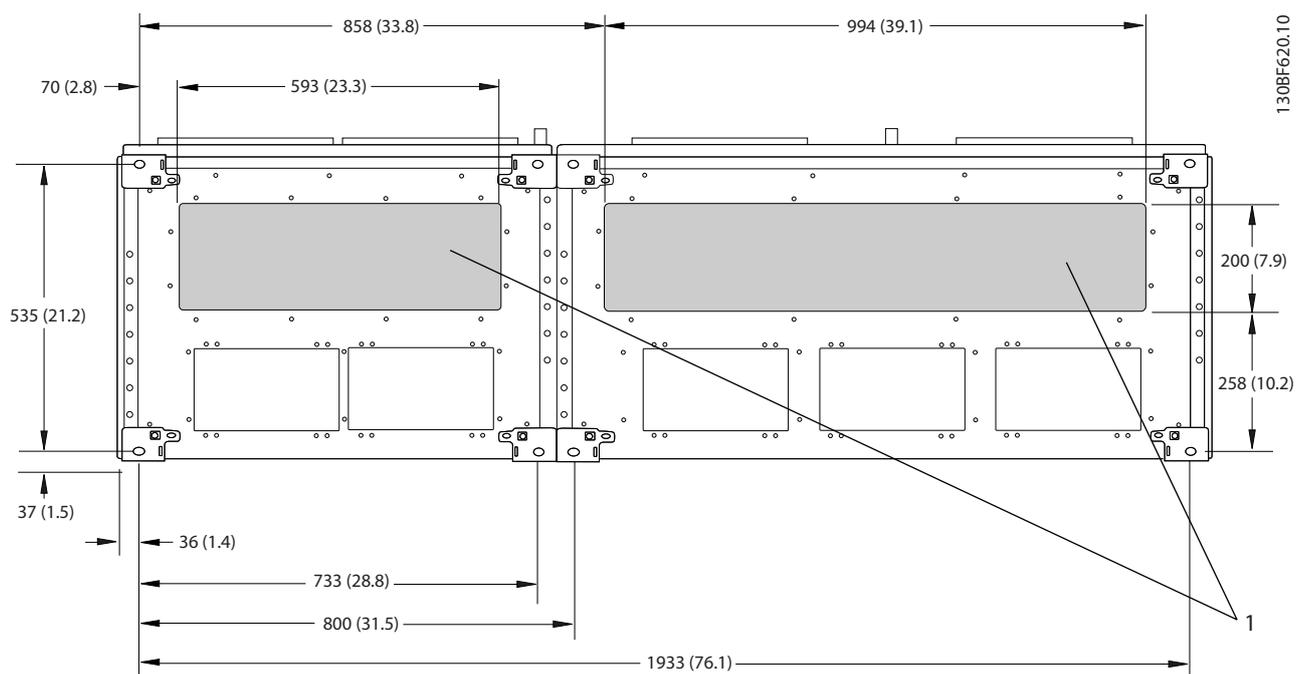
8.11 Dimensões externas e do terminal do F12

8.11.1 Dimensões externas do F12



8

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

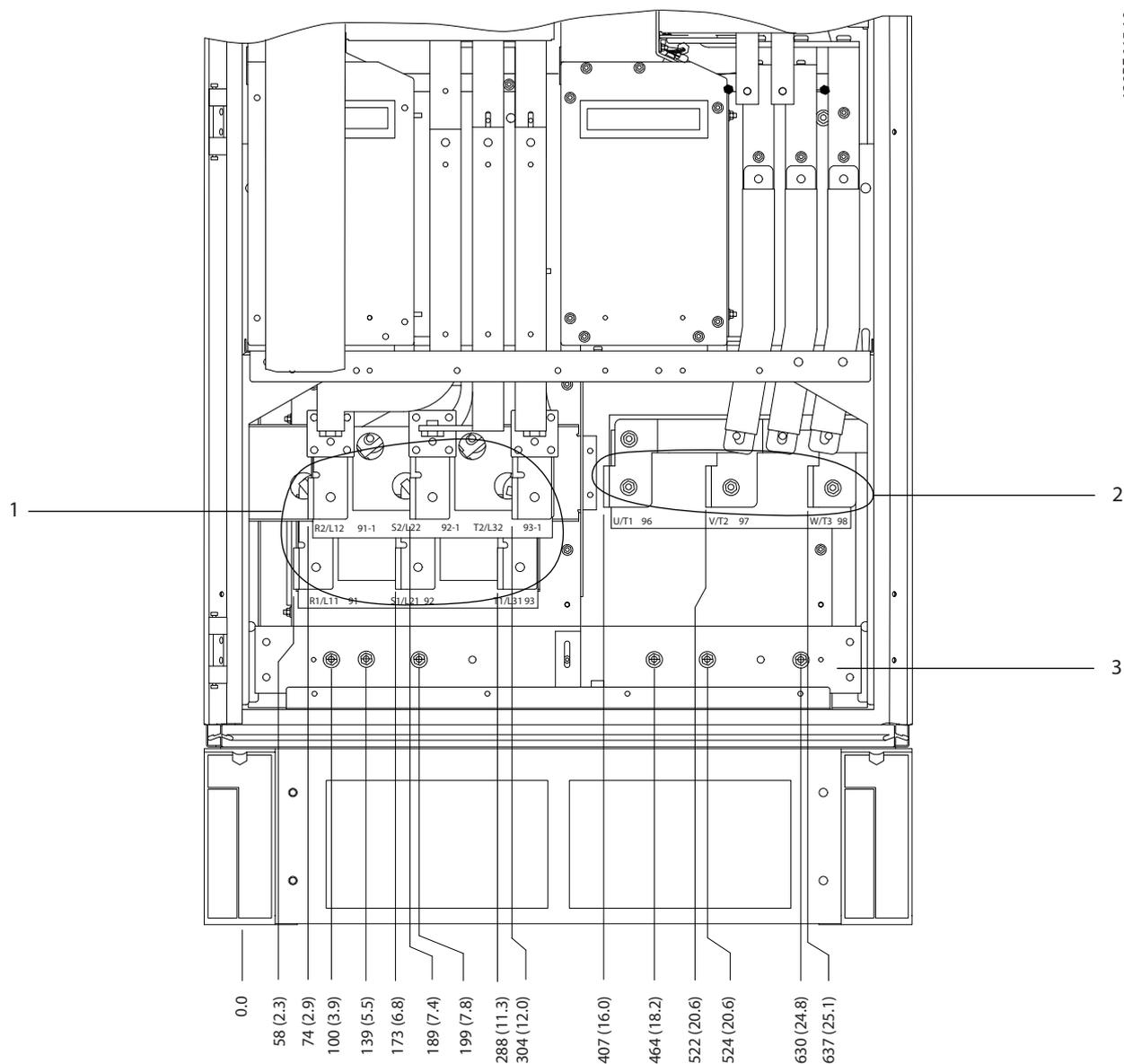


1	Lado da rede elétrica	2	Lado do motor
---	-----------------------	---	---------------

Ilustração 8.81 Dimensões da placa da bucha para F12

8.11.2 Dimensões do terminal do F12

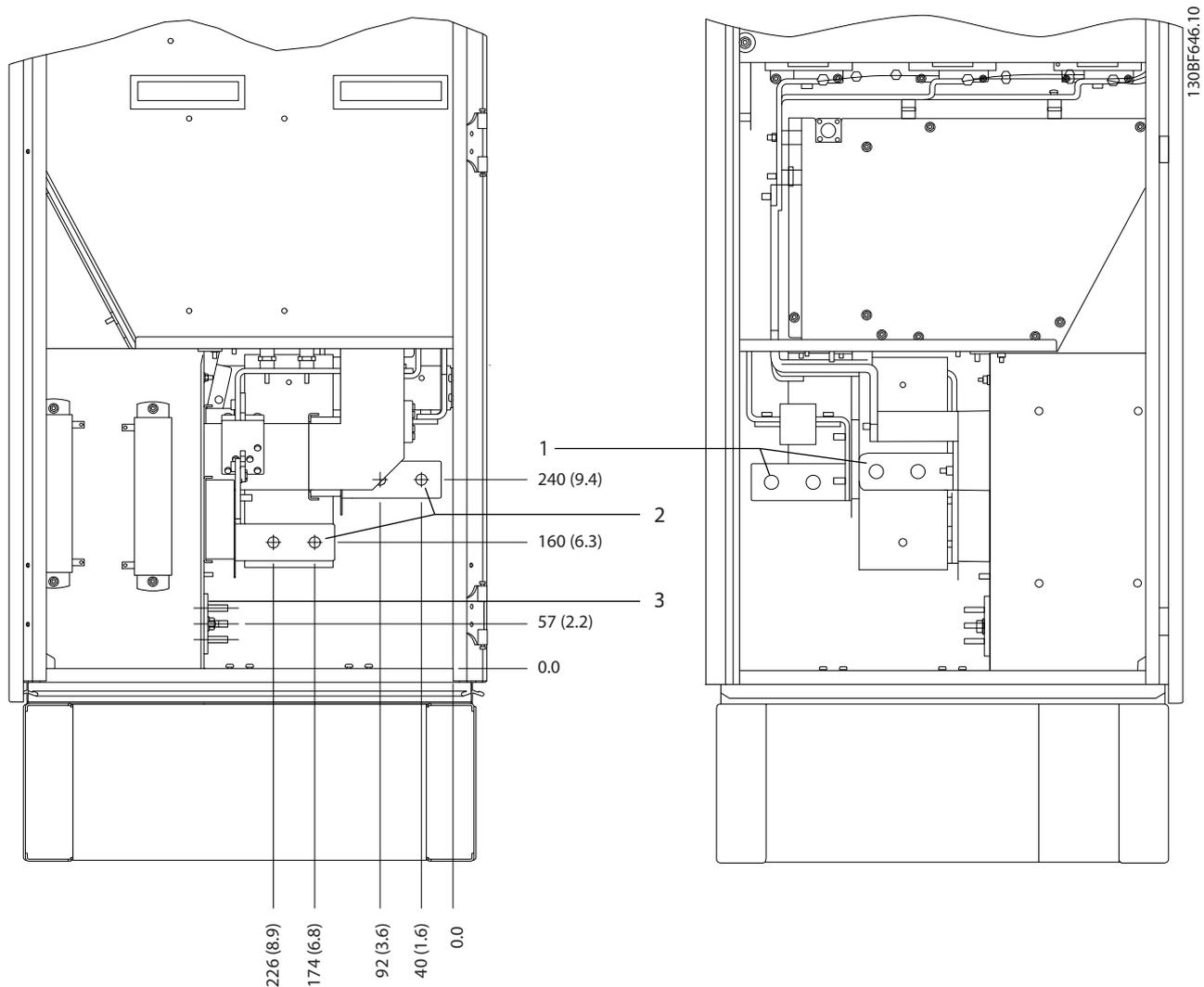
Os cabos de energia são pesados e difíceis de dobrar. Para garantir uma fácil instalação dos cabos, considere o posicionamento ideal do conversor. Cada terminal comporta até 4 cabos com fixadores de cabo ou encaixe de cabo padrão. O ponto de aterramento é conectado ao um ponto de terminação relevante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



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

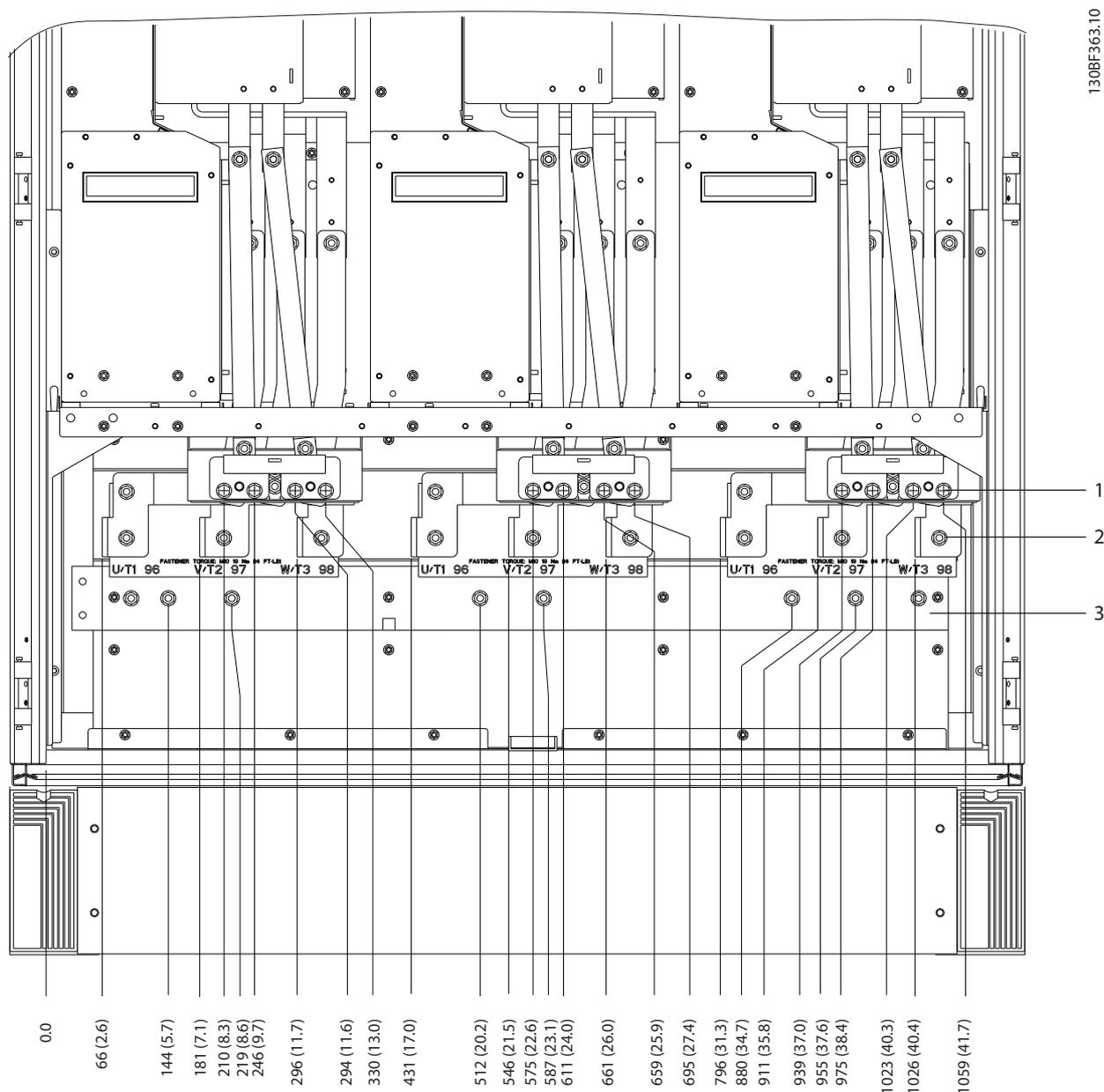
Ilustração 8.82 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador F10-F13, vista frontal

8



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

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

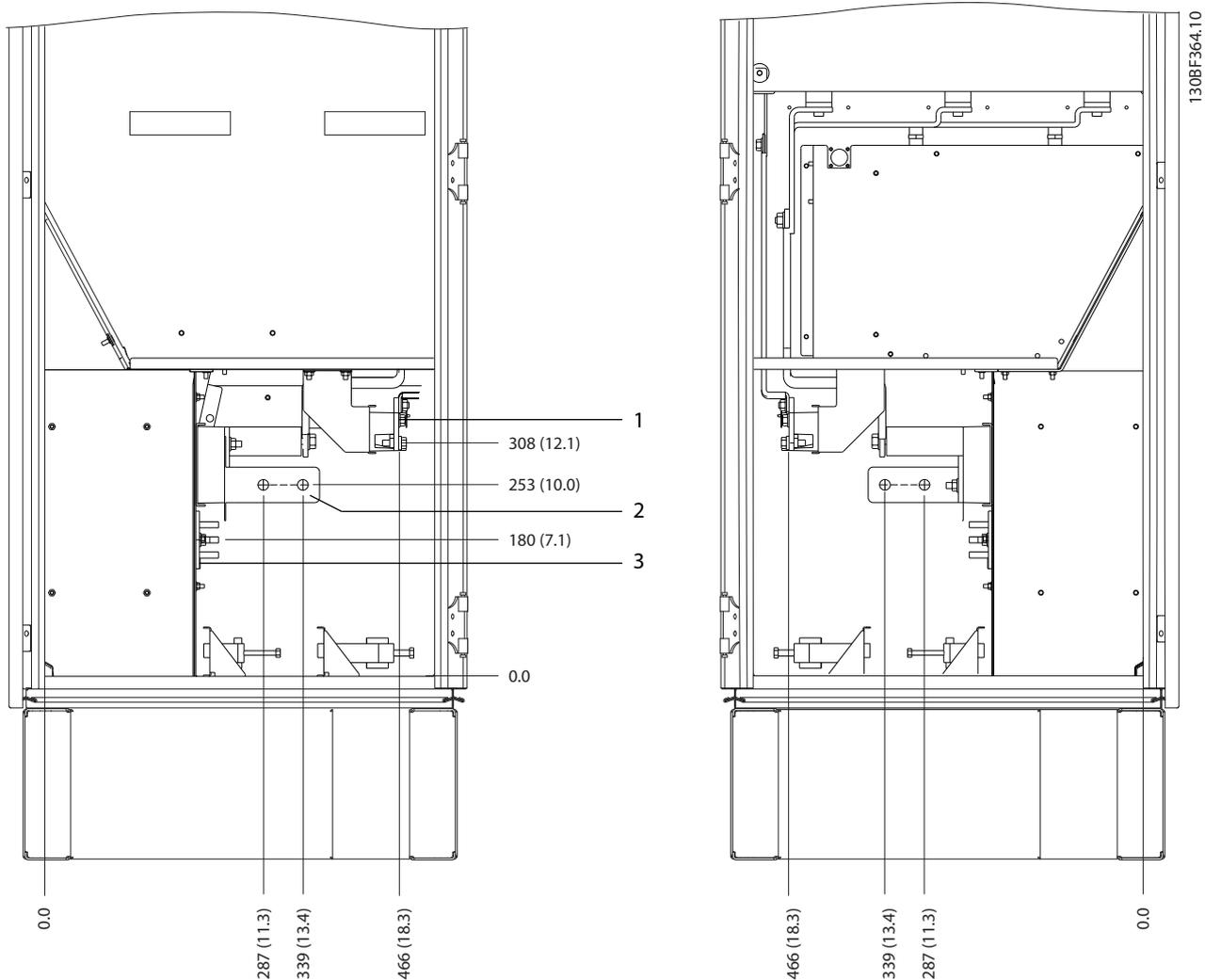


8

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

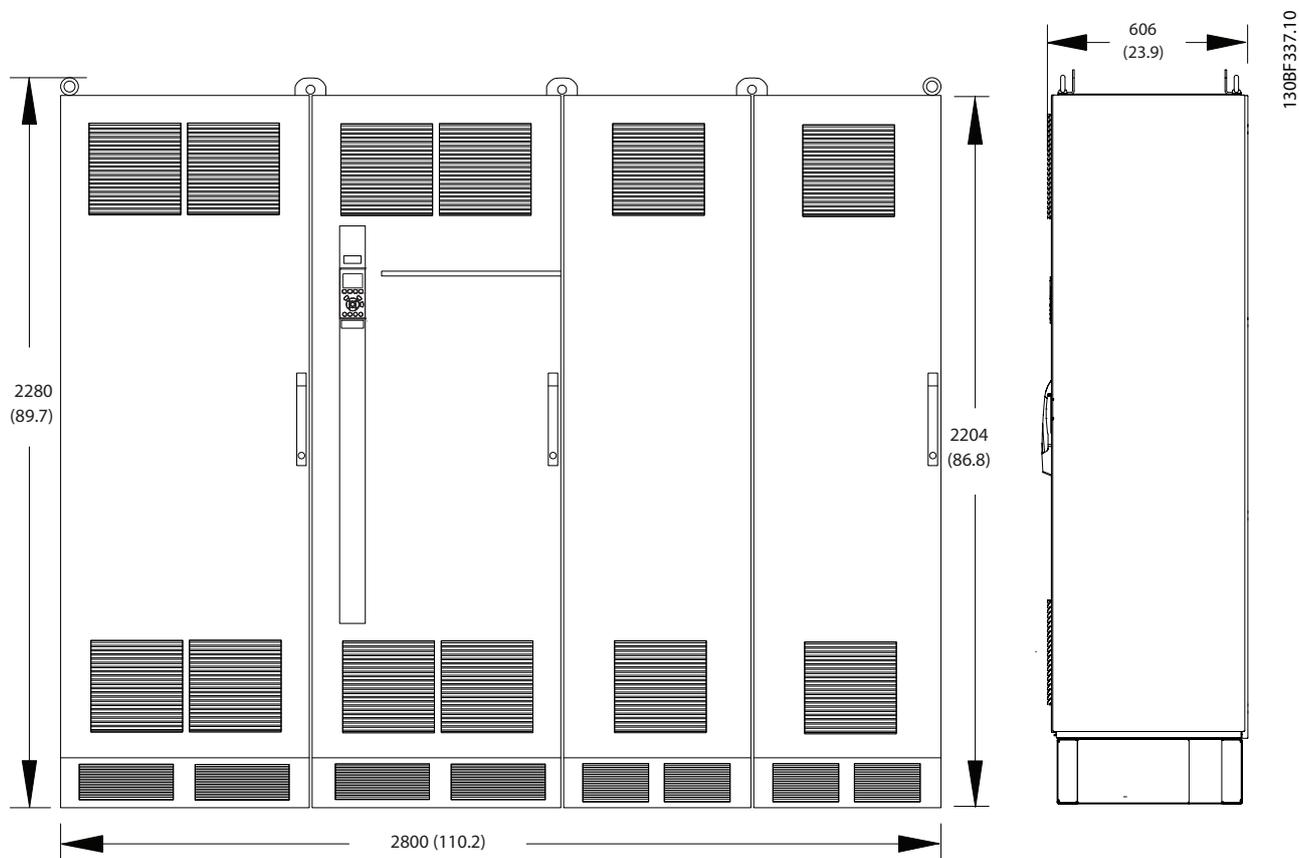


1	Terminais do freio	3	Barra do ponto de aterramento
2	Terminais do motor	-	-

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

8.12 Dimensões externas e do terminal do F13

8.12.1 Dimensões externas do F13



8

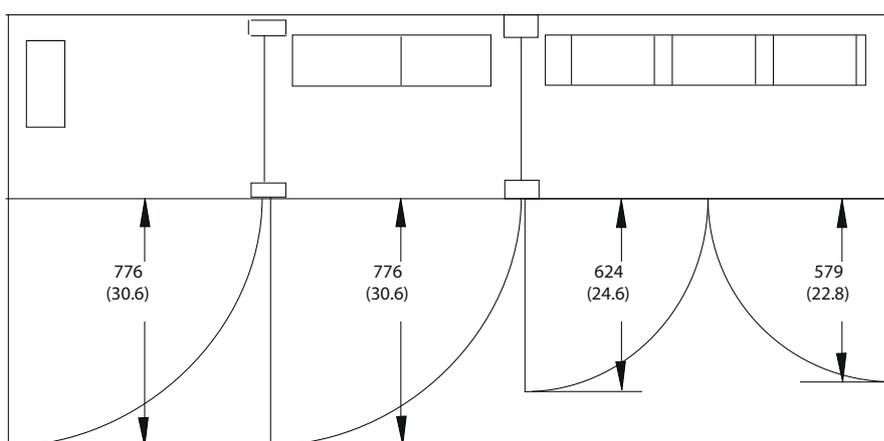
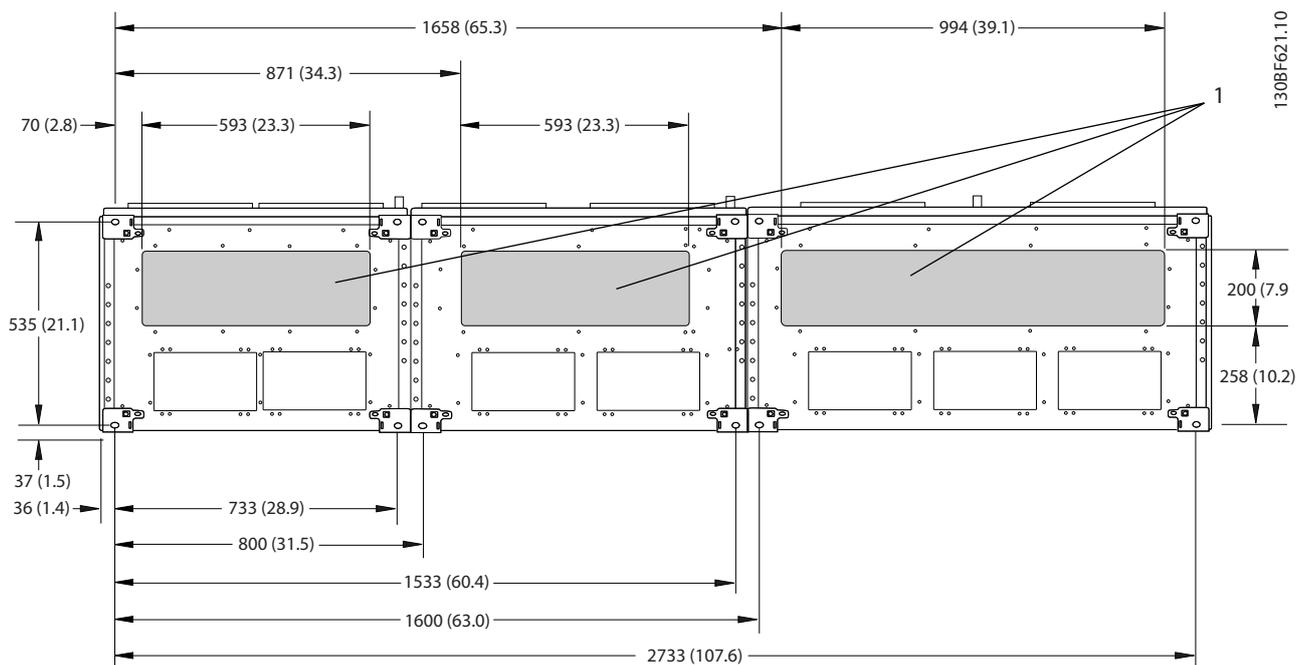


Ilustração 8.86 Dimensões da folga da porta, frontal e lateral do F13

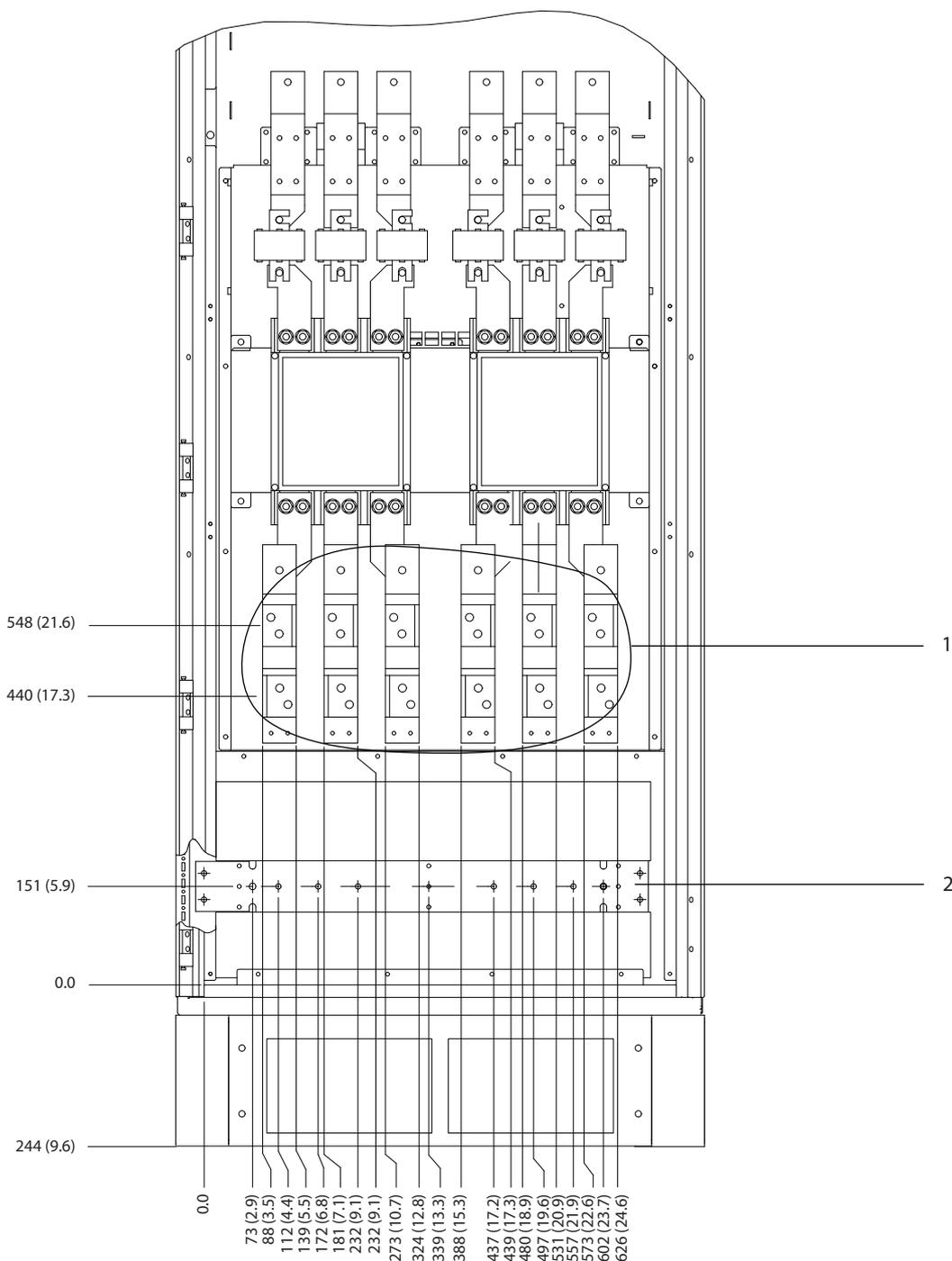


1	Lado da rede elétrica	2	Lado do motor
---	-----------------------	---	---------------

Ilustração 8.87 Dimensões da placa da bucha para F13

8.12.2 Dimensões do terminal do F13

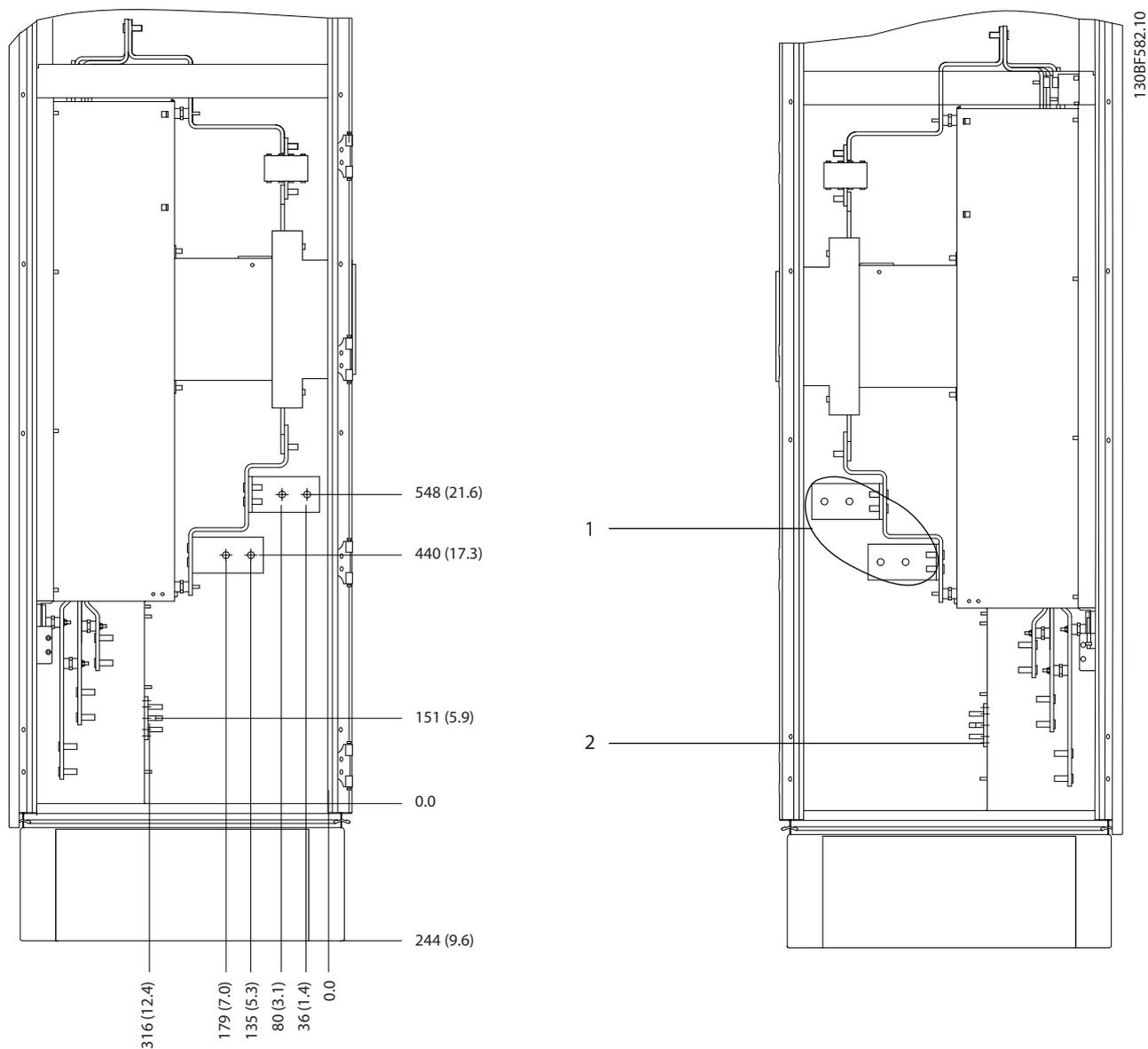
Os cabos de energia são pesados e difíceis de dobrar. Para garantir uma fácil instalação dos cabos, considere o posicionamento ideal do conversor. Cada terminal comporta até 4 cabos com fixadores de cabo ou encaixe de cabo padrão. O ponto de aterramento é conectado ao um ponto de terminação relevante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



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

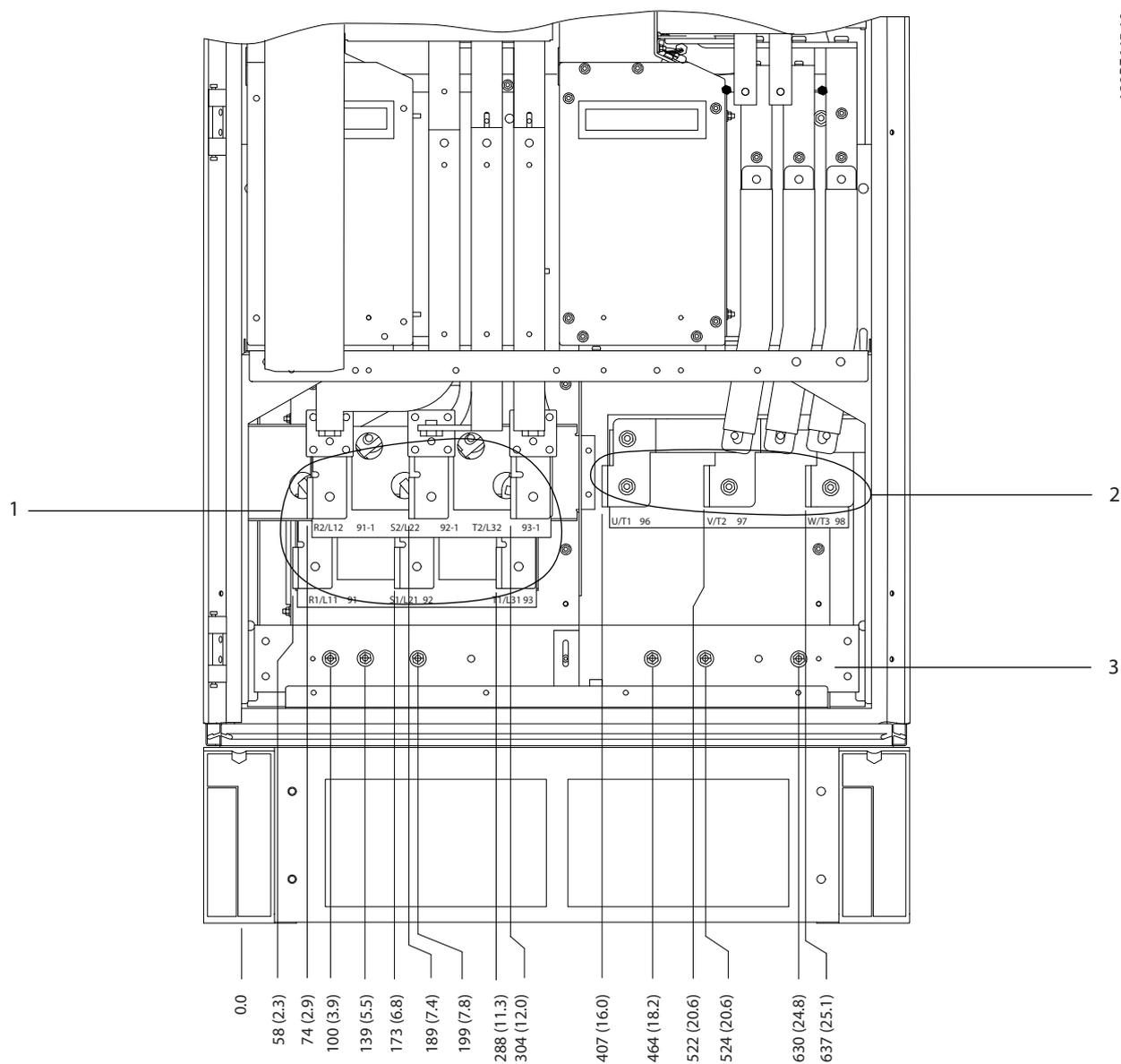
Ilustração 8.88 Dimensões do terminal para o gabinete para opcionais F11/F13, vista frontal

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



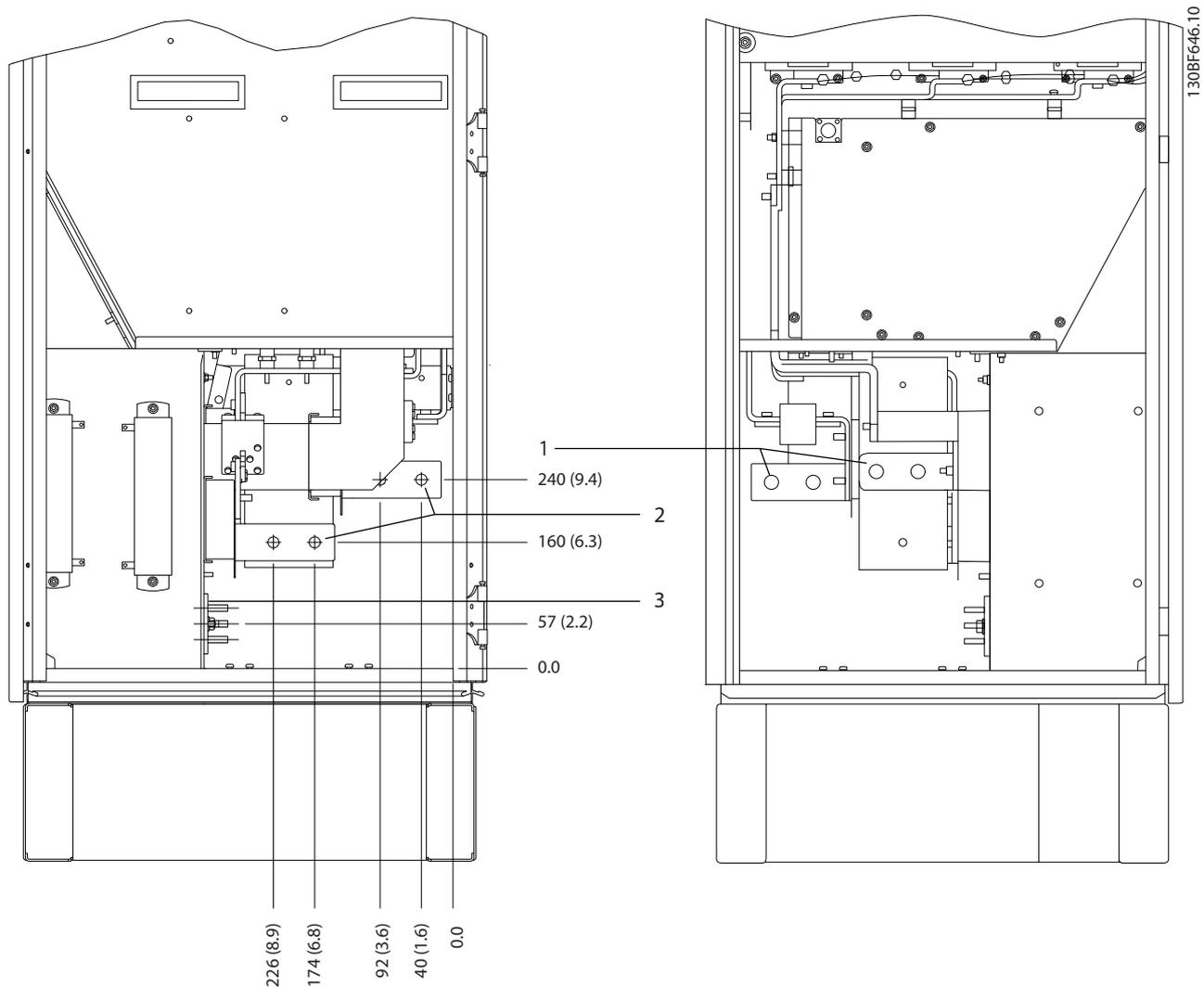
130BF645.10

8

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

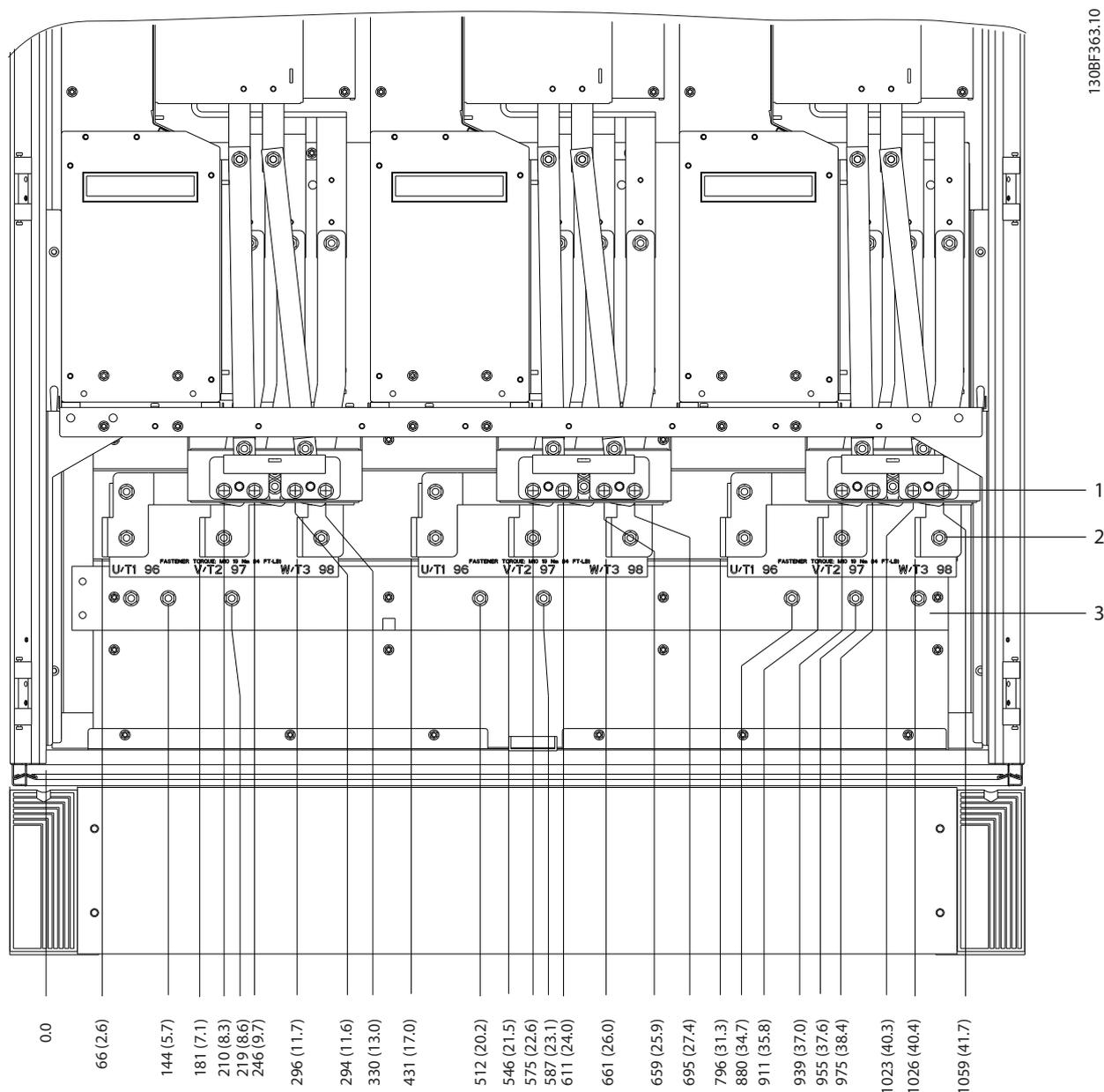
Ilustração 8.90 Dimensões do terminal para o gabinete do retificador F10-F13, vista frontal

8



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

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

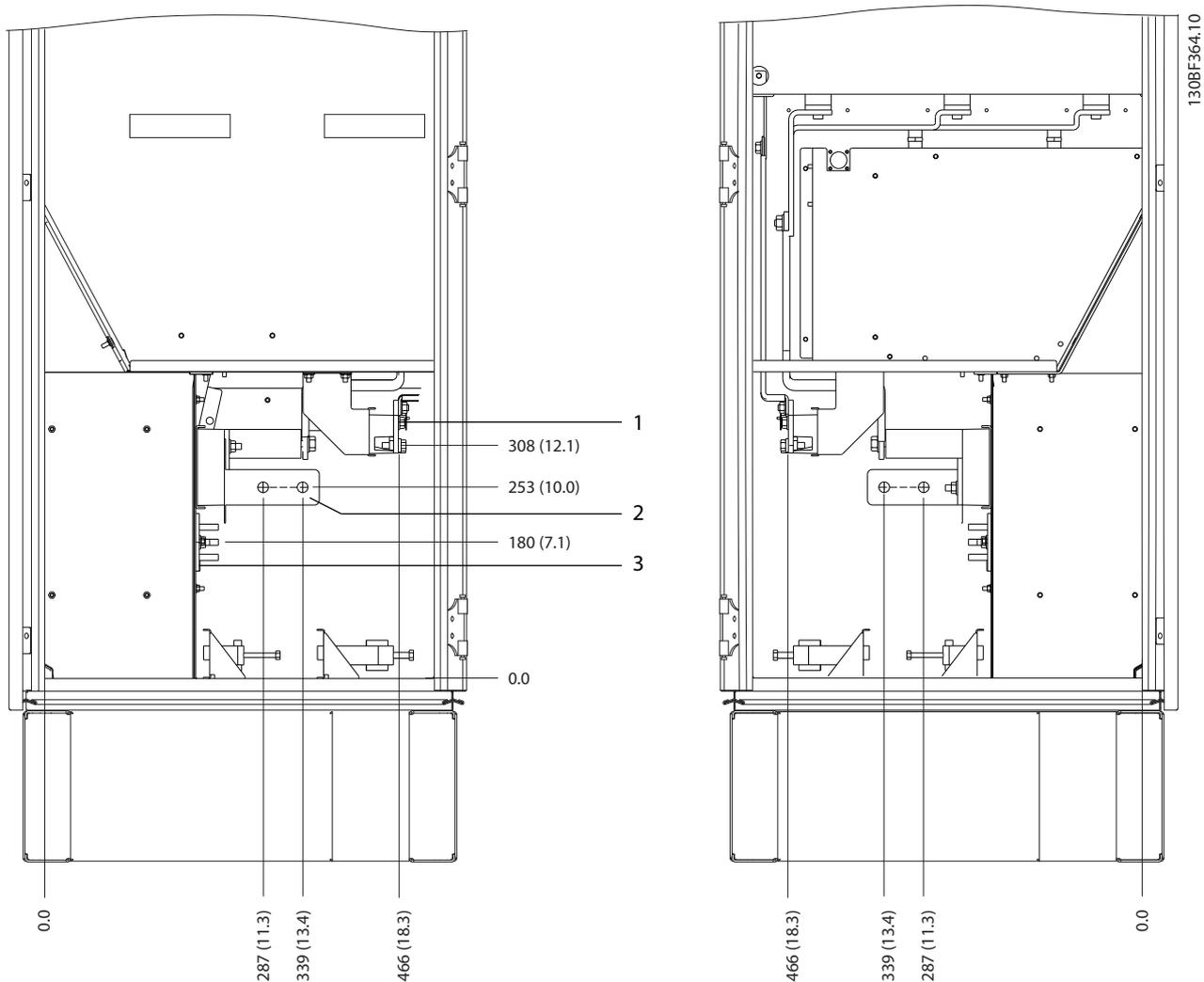


8

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



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

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

9 Considerações da 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 Içamento da unidade

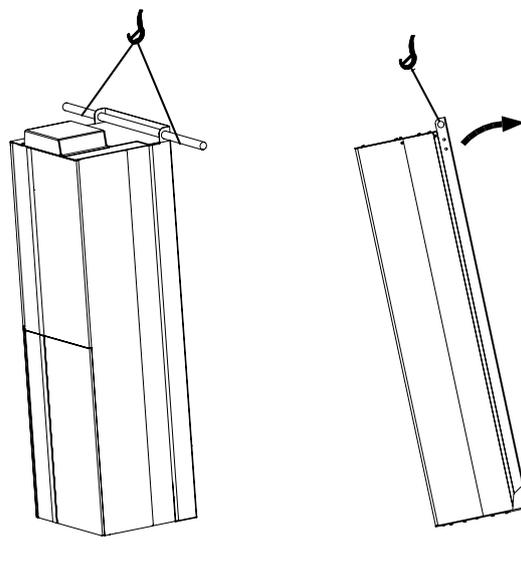
Sempre levante o conversor usando os olhais de içamento dedicados. Para evitar a dobra dos olhais de içamento, use uma barra.

⚠️ ADVERTÊNCIA

RISCO DE FERIMENTOS OU MORTE

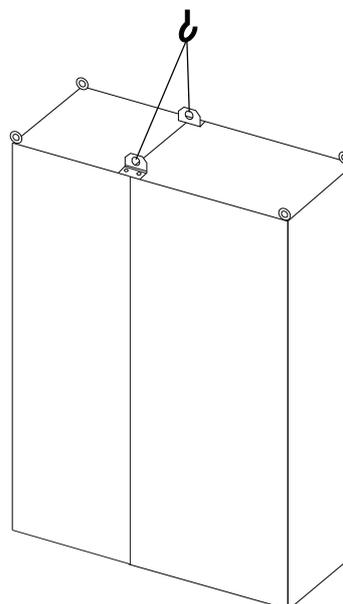
Siga as normas de segurança locais para o içamento de objetos pesados. O não cumprimento das recomendações e normas de segurança locais pode resultar em morte ou ferimentos graves.

- 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

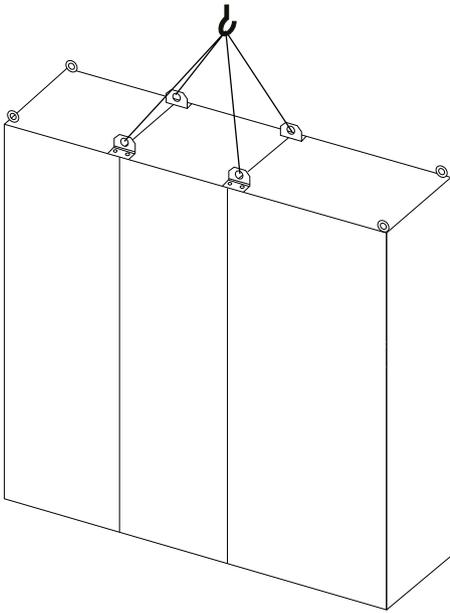


Ilustração 9.3 Método de içamento recomendado para gabinetes F3/F4/F11/F12/F13

130BF992.10

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 ambientais*.

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.

130BF993.10

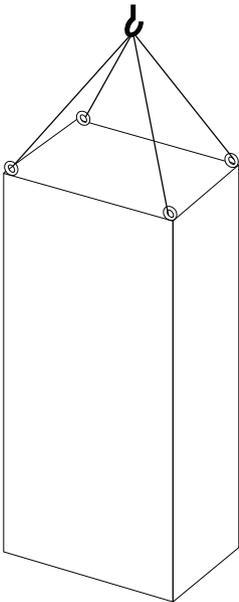


Ilustração 9.4 Método de içamento recomendado para gabinete F8

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 ambientais*.

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:¹⁾

- 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 8 Dimensões externas e do terminal*.

- 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 de porta/ventilador de topo [m³/h (cfm)]	Ventilador de dissipador de calor [m³/h (cfm)]
	380–480 V	525–690 V		
E1	–	P450–P500	340 (200)	1105 (650)
E2			255 (150)	1105 (650)
E1	P355–P450	P560–P630	340 (200)	1445 (850)
E2			255 (150)	1445 (850)

Tabela 9.2 Taxas de fluxo de ar para E1–E2

Gabinete	Tipo de proteção	Ventilador de porta/ventilador de topo [m³/h (cfm)]	Ventilador de dissipador de calor [m³/h (cfm)]
F1–F4	IP21/Tipo 1	700 (412)	985 (580)
	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 para 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*.

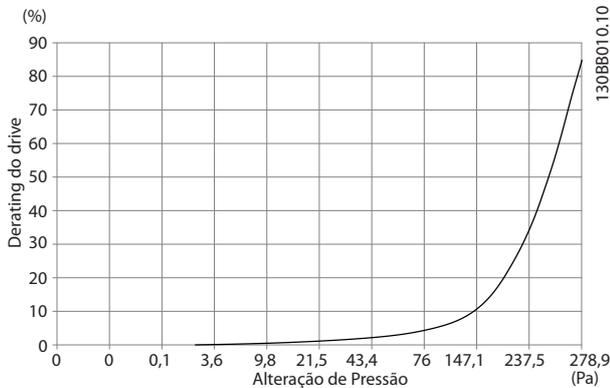


Ilustração 9.5 Derating x Mudança de pressão para gabinetes E1-E2, Modelos de 380-480 V: Modelos P315 e 525-690 V: P450-P500. Fluxo de ar: 650 cfm (1105 m³/h)

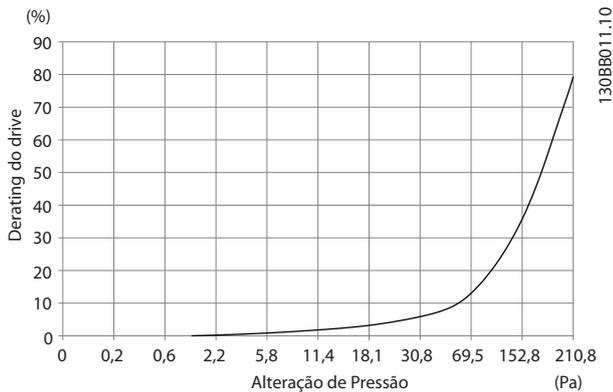


Ilustração 9.6 Derating x Mudança de pressão para gabinetes E1-E2, Modelos de 380-480 V: Modelos P355-P450 e 525-690 V: P560-P630. Fluxo de ar: 850 cfm (1445 m³/h)

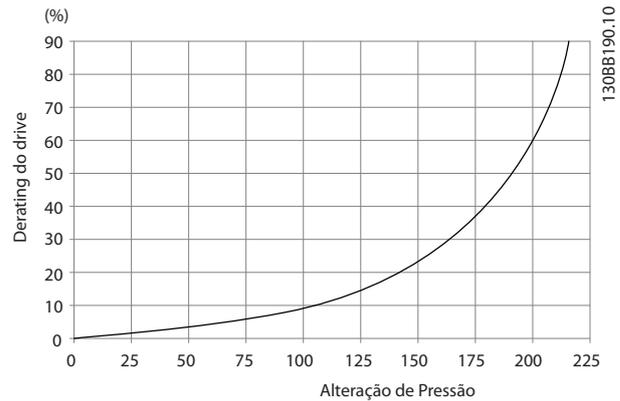


Ilustração 9.7 Derating x Mudança de pressão para gabinetes F1-F4. Fluxo de ar: 580 cfm (985 m³/h)

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 Output Filter 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*.

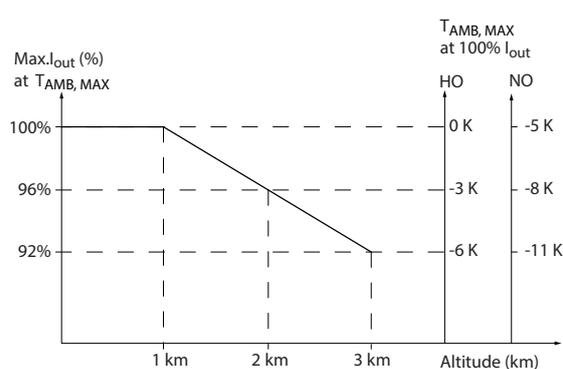


Ilustração 9.8 Derating da corrente de saída baseada na altitude a $T_{AMB,MAX}$

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

Gráficos são apresentados individualmente para AVM e SFAVM a 60°. O AVM a 60° faz o chaveamento somente 2/3 do tempo, enquanto o SFAVM faz o chaveamento durante todo o período. A frequência de chaveamento máxima é de 16 kHz para AVM a 60° e de 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%
P355 a P1M0 380-480 V	60 AVM	<p>Graph showing derating curves for 60 AVM under 150% HO. The y-axis is 'Iout [%]' (60-110) and the x-axis is 'fsw [kHz]' (0-7). Three curves are shown for 50°C (122°F), 55°C (131°F), and 55°C (131°F). The model number 130BX477.11 is indicated.</p>	<p>Graph showing derating curves for 60 AVM under 110% NO. The y-axis is 'Iout [%]' (50-110) and the x-axis is 'fsw [kHz]' (0-7). Three curves are shown for 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). The model number 130BX478.12 is indicated.</p>
	SFAVM	<p>Graph showing derating curves for SFAVM under 150% HO. The y-axis is 'Iout [%]' (60-110) and the x-axis is 'fsw [kHz]' (0-5). Three curves are shown for 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). The model number 130BX479.11 is indicated.</p>	<p>Graph showing derating curves for SFAVM under 110% NO. The y-axis is 'Iout [%]' (50-110) and the x-axis is 'fsw [kHz]' (0-5). Three curves are shown for 40°C (104°F), 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). The model number 130BX480.11 is indicated.</p>



Tabela 9.4 Tabelas de derating da temperatura ambiente para gabinetes E1-E2, F1-F4 e F8-F13, 380-480 V

Modelo	Padrão de chaveamento	Sobrecarga alta HO, 150%	Sobrecarga normal NO, 110%
P450 a P1M4 525-690 V	60 AVM	<p>Graph showing derating curves for 60 AVM under 150% HO. The y-axis is 'Iout [%]' (60-110) and the x-axis is 'fsw [kHz]' (0.0-5.5). Three curves are shown for 50°C (122°F), 55°C (131°F), and 55°C (131°F). The model number 130BX489.11 is indicated.</p>	<p>Graph showing derating curves for 60 AVM under 110% NO. The y-axis is 'Iout [%]' (50-110) and the x-axis is 'fsw [kHz]' (0.0-5.5). Three curves are shown for 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). The model number 130BX490.11 is indicated.</p>
	SFAVM	<p>Graph showing derating curves for SFAVM under 150% HO. The y-axis is 'Iout [%]' (60-110) and the x-axis is 'fsw [kHz]' (0.0-4.0). Three curves are shown for 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). The model number 130BX491.11 is indicated.</p>	<p>Graph showing derating curves for SFAVM under 110% NO. The y-axis is 'Iout [%]' (50-110) and the x-axis is 'fsw [kHz]' (0.0-4.0). Three curves are shown for 40°C (104°F), 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). The model number 130BX492.11 is indicated.</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 Motor Thermal Protection* 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 Motor Thermal Protection* 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

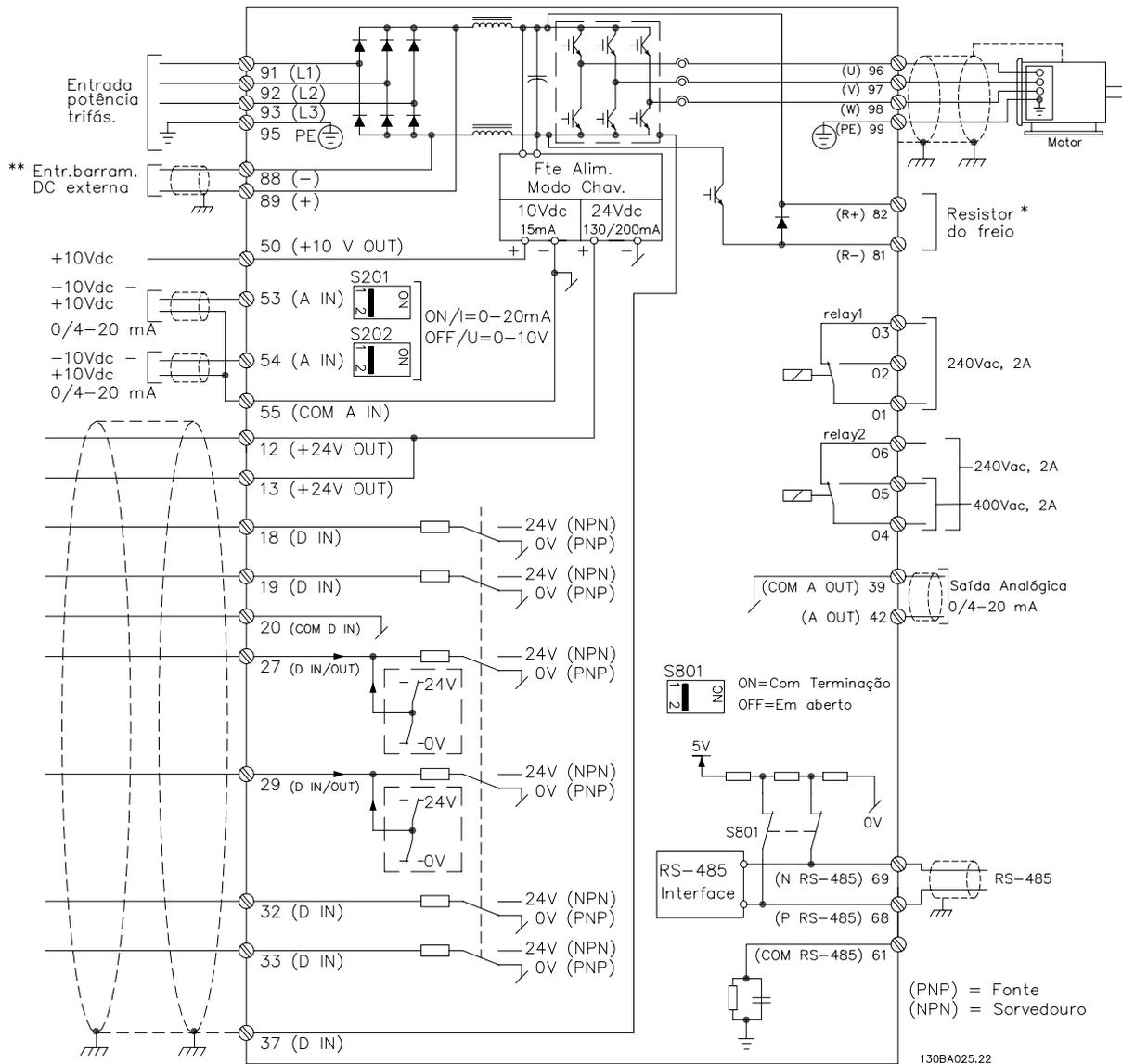


Ilustração 10.1 Esquemática básica de fiação

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.

10.3 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.

10

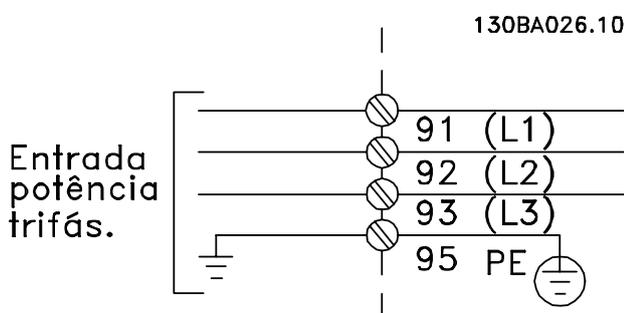


Ilustração 10.2 Conexão de rede elétrica, gabinetes E1-E2 e F1-F4

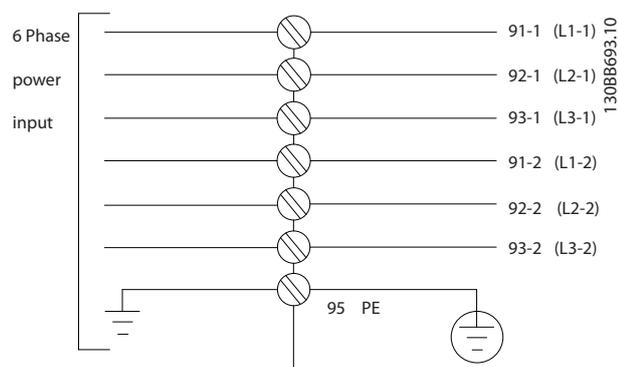
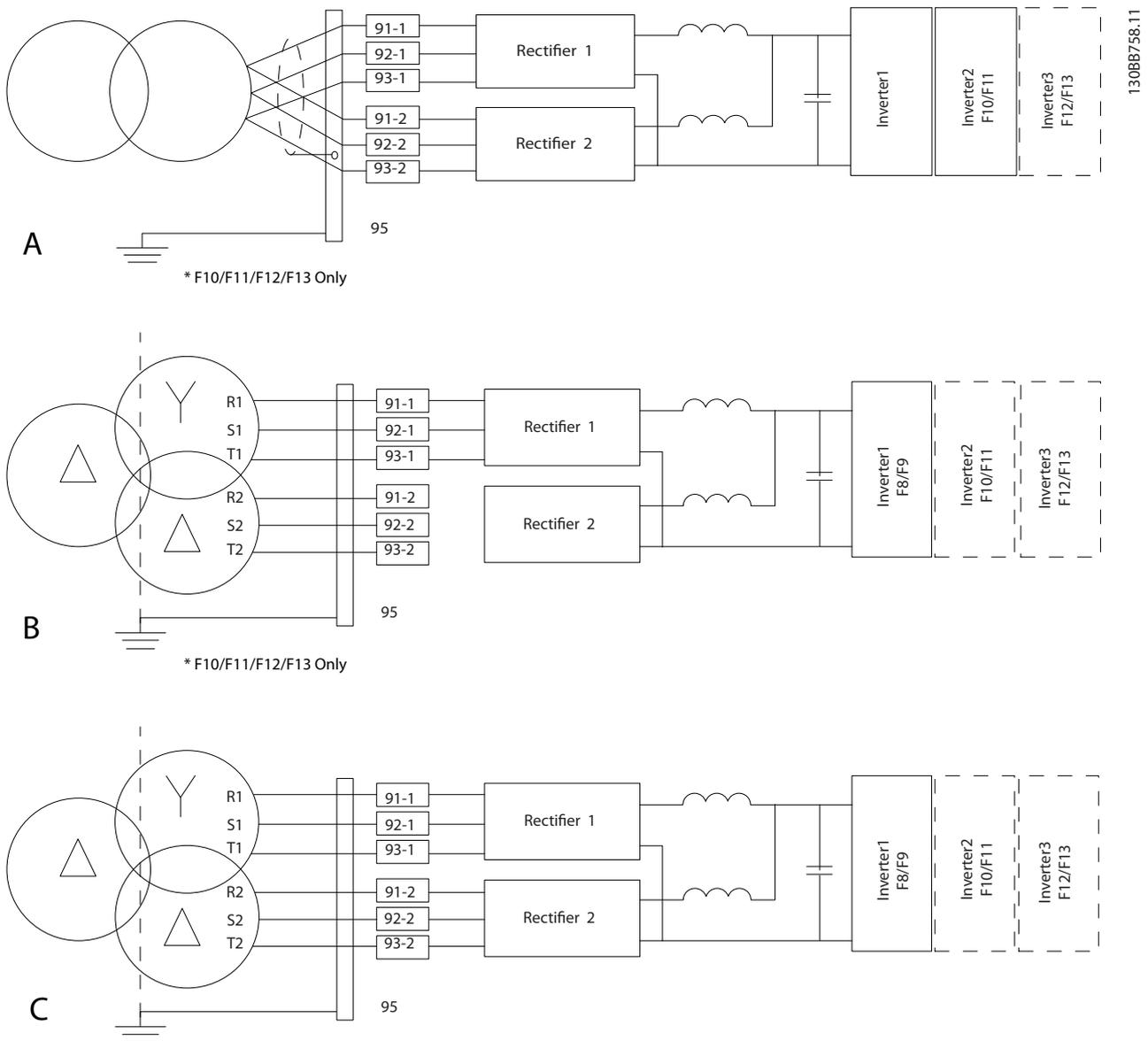


Ilustração 10.3 Conexão de rede elétrica, gabinetes F8-F13



A	Conexão de 6 pulsos ^{1), 2), 3)}
B	Conexão de 6 pulsos modificada ^{2), 3), 4)}
C	Conexão de 12 pulsos ^{3), 5)}

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 Switching Frequency*.

Terminais				Tipo de conexão
96	97	98	99	
U	V	W	PE ¹⁾	Tensão do motor de 0 a 100% da tensão de rede. 3 fios saindo do motor.
U1	V1	W1	PE ¹⁾	Conectados em delta.
W2	U2	V2		6 fios saindo do motor.
U1	V1	W1	PE ¹⁾	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 ¹⁾	Tensão do motor de 0 a 100% da tensão de rede. 3 fios saindo do motor.
U1	V1	W1	PE ¹⁾	Conectados em delta.
W2	U2	V2		6 fios saindo do motor.
U1	V1	W1	PE ¹⁾	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.

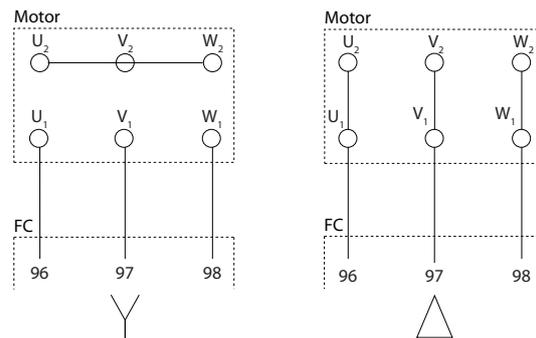


Ilustração 10.5 Conexão do cabo do motor

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 5.6 Visão geral de 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.

10

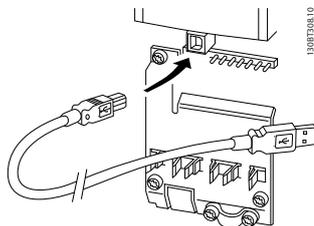
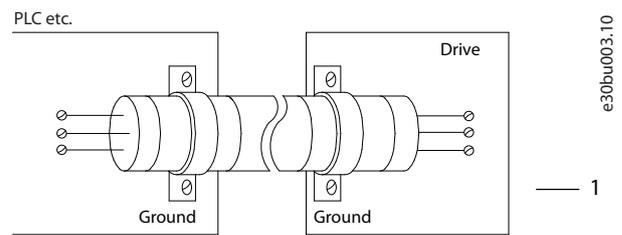


Ilustração 10.6 Conexão USB

10.4 Terminais e fiação de controle

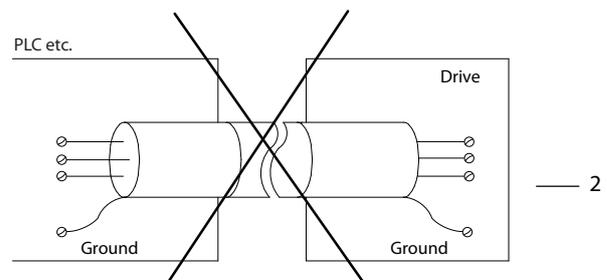
Os cabos de controle devem ser blindados, e a blindagem deve ser conectada com uma braçadeira de cabo em ambas as extremidades do gabinete metálico da unidade.

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

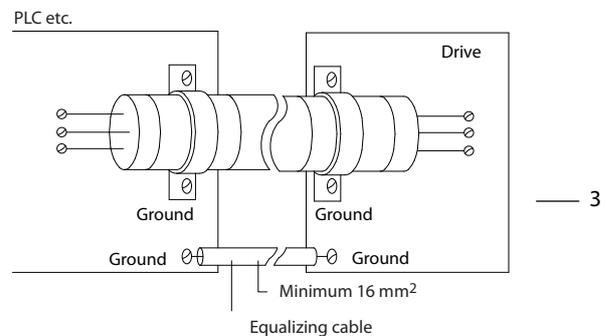


e30bu003.10

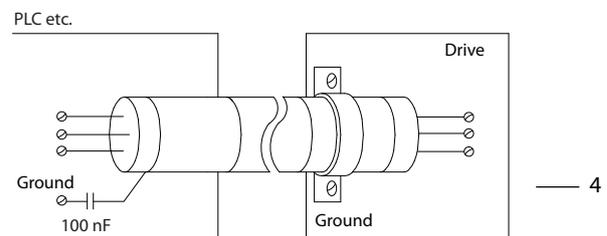
1



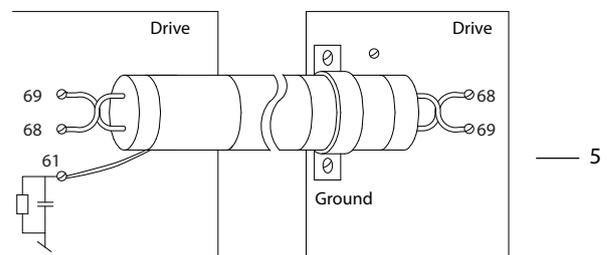
2



3



4



5

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.

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 ² (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*.

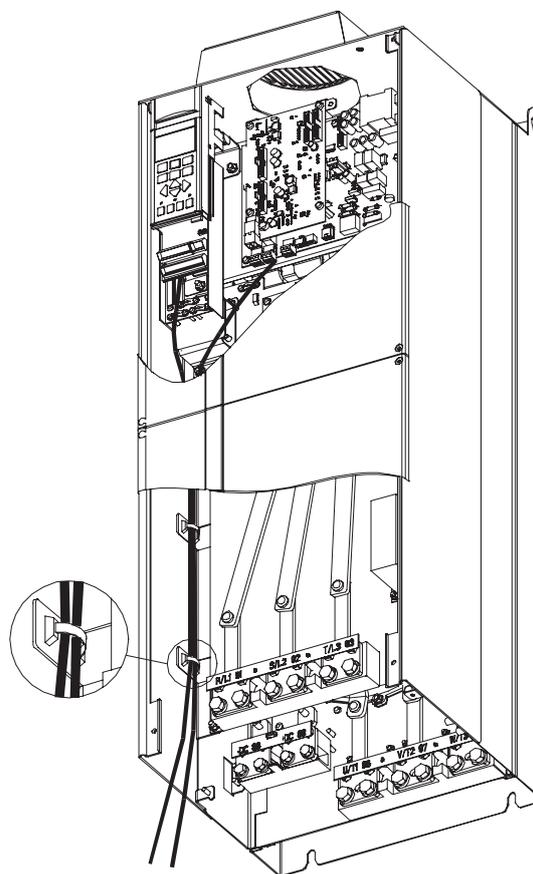
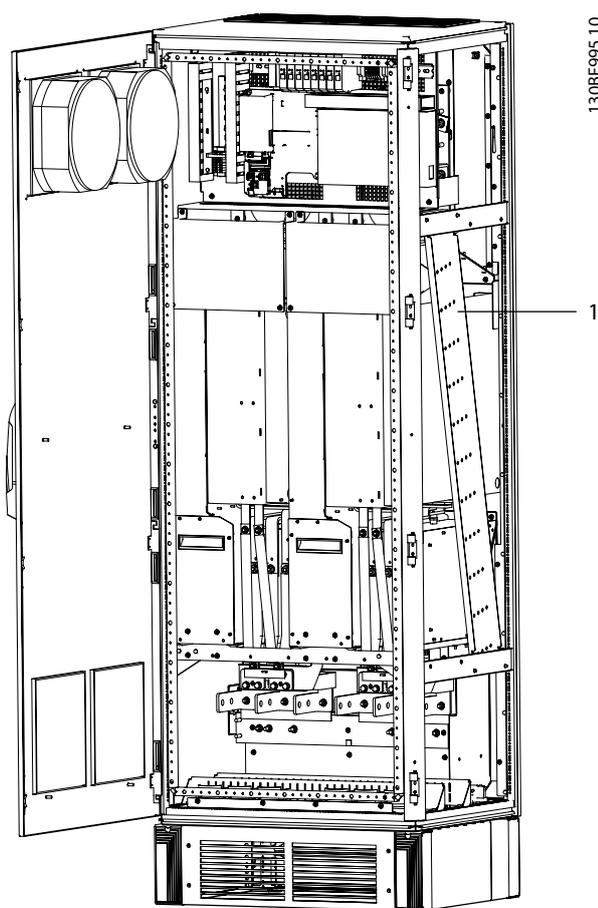


Ilustração 10.8 Percurso da fiação do cartão de controle para gabinetes E1 e E2



130BF995.10

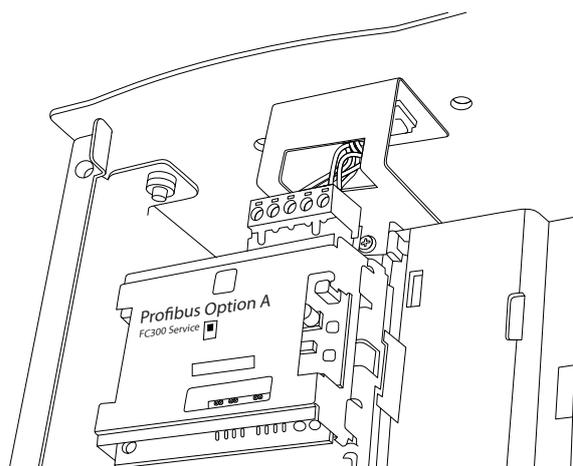
1

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.

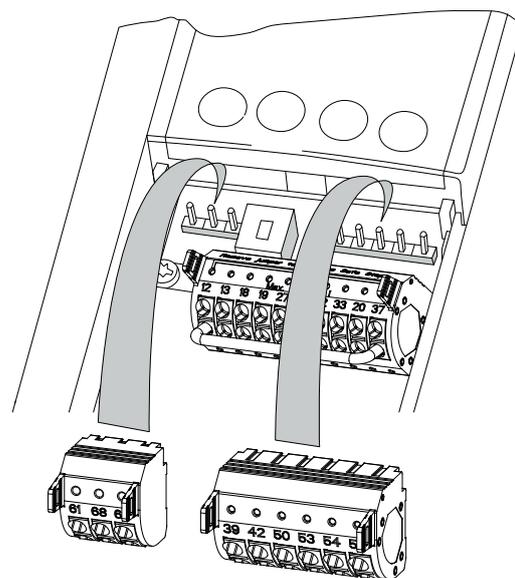


130BA867.10

Ilustração 10.10 Conexão superior do Fieldbus

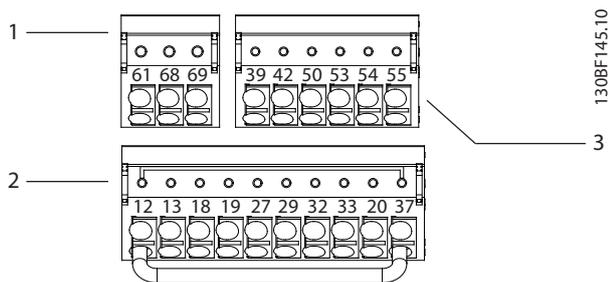
10.4.2 Terminais de Controle

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



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

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 Digital Input	[8] Parada	Entradas digitais.
19	Parâmetro 5-11 Terminal 19 Digital Input	[10] Reversão	
32	Parâmetro 5-14 Terminal 32 Digital Input	[0] Sem operação	Para entrada digital ou saída digital. Configuração padrão é entrada.
33	Parâmetro 5-15 Terminal 33 Digital Input	[0] Sem operação	
27	Parâmetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	[2] Parada por inércia inversa	
29	Parâmetro 5-13 Terminal 29 Digital Input	[14] JOG	Comum para entradas digitais e potencial de 0 V para alimentação de 24 V.
20	-	-	
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.

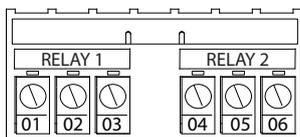
Tabela 10.8 Descrição dos terminais de entrada/saída digital

Terminal	Parâmetro do	Configuração padrão	Descrição
39	-	-	Comum para saída analógica.
42	Parâmetro 6-50 Terminal 42 Output	[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	Configura- ção 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



130BFI156.10

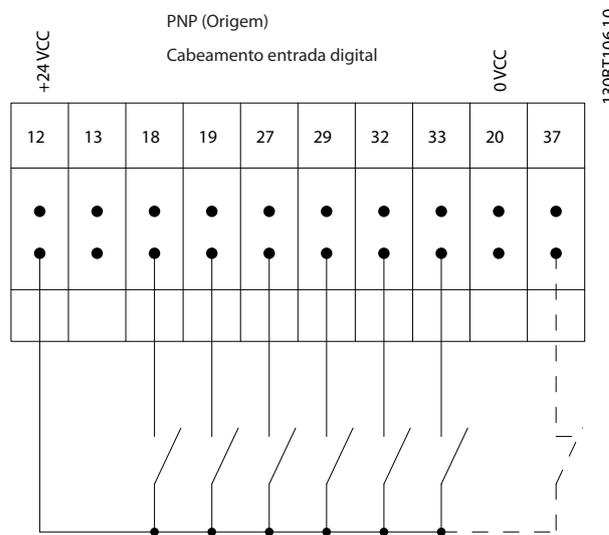
Ilustração 10.13 Terminais dos relés 1 e 2

- 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	Configuraç ão padrão	Descrição
01, 02, 03	Parâmetro 5-40 Function Relay [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 Function Relay [1]	[0] Sem operação	

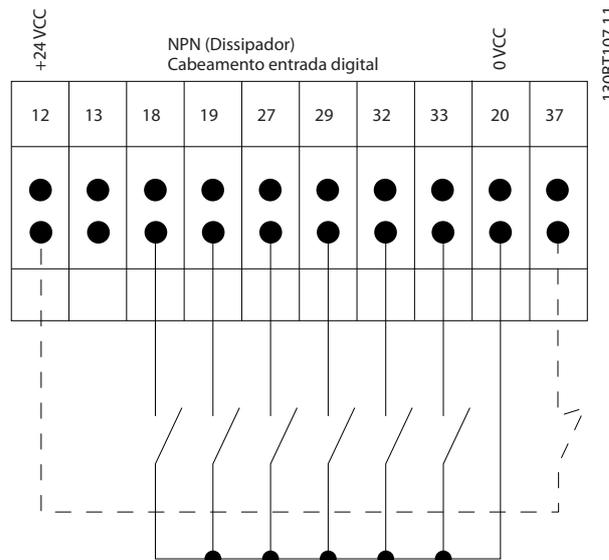
Tabela 10.10 Descrições do terminal de relé

10.4.3 Polaridade de entrada dos cabos de controle



130BT106.10

Ilustração 10.14 Polaridade de entrada dos terminais de controle (fonte PNP)



130BT107.11

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.

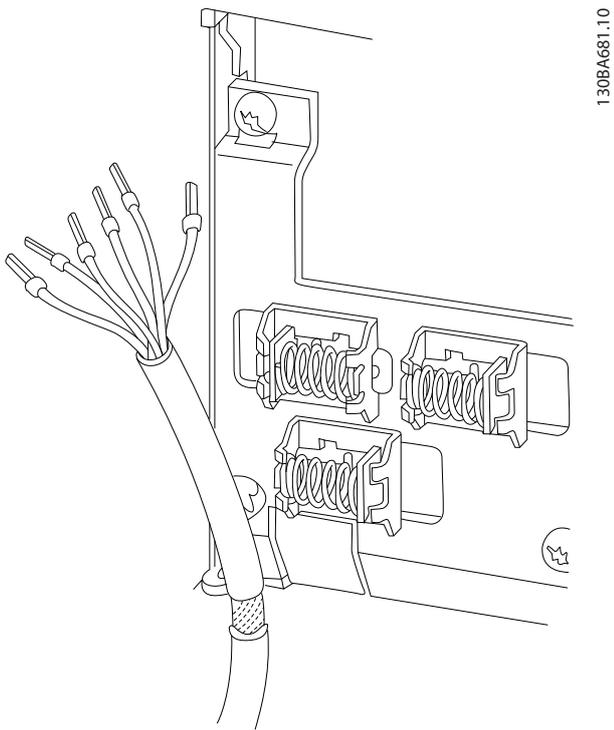
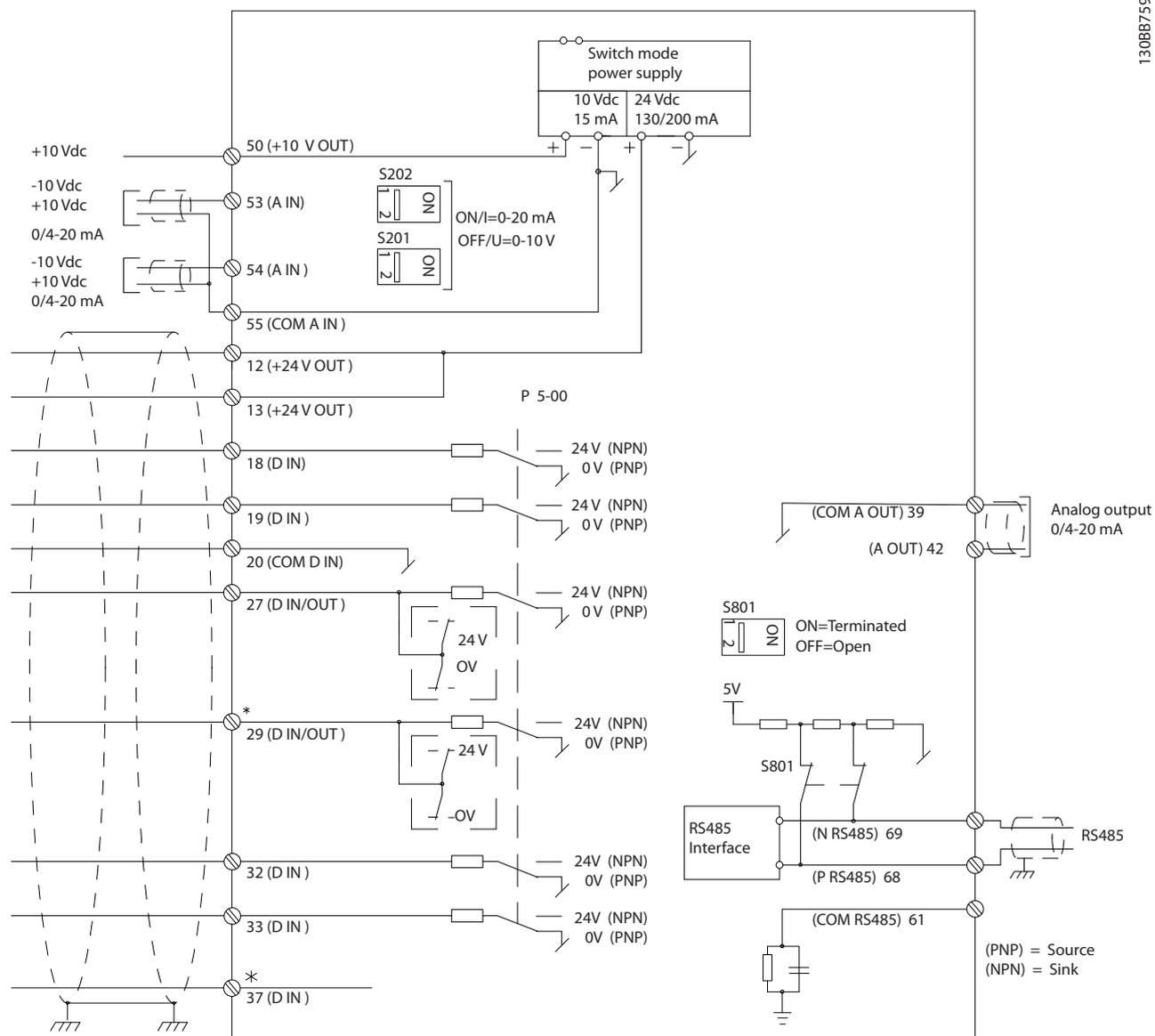


Ilustração 10.16 Terminação de blindagem e alívio de tensão do cabo de controle

10.4.4 Terminais de controle de 12 pulsos

13088759.11



10

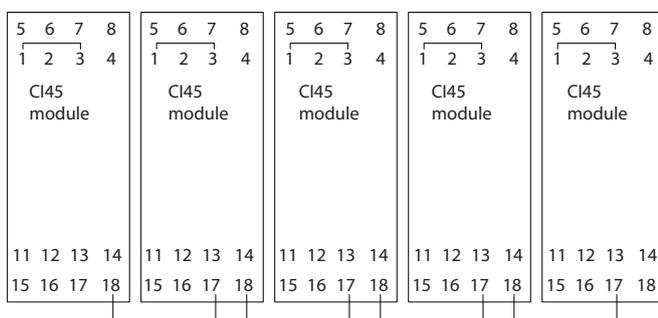


Ilustração 10.17 Terminais de controle de 12 pulsos

10.5 Fusíveis e disjuntores

Os fusíveis garantem que possíveis danos ao conversor sejam limitados a danos dentro do conversor. Para garantir a conformidade com EN 50178, use os fusíveis recomendados como substituições. O uso de fusíveis no lado da alimentação é obrigatório para instalações compatíveis 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	Tamanho recomendado do fusível	Fusível máximo recomendado
E	P315	aR-900	aR-900
	P355	aR-900	aR-900
	P400	aR-900	aR-900
	P450	aR-900	aR-900
F	P500	aR-1600	aR-1600
	P500	aR-2000	aR-2000
	P560	aR-2500	aR-2500
	P630	aR-2500	aR-2500
	P710	aR-2500	aR-2500
	P1000	aR-2500	aR-2500

Tabela 10.11 Fusíveis recomendados para conformidade com CE, 380–480 V

Gabinete	Modelo	Tamanho recomendado do fusível	Fusível máximo recomendado
E	P450	aR-700	aR-700
	P500	aR-900	aR-900
	P560		
	P630		
F	P710	aR-1600	aR-1600
	P800	aR-2000	aR-2000
	P900	aR-2500	aR-2500
	P1M0		
	P1M2		
	P1M4		

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 conversor recomendado PN Bussmann	Valor nominal	Opcional interno do conversor PN Bussmann	PN Siba externo alternativo	Externo alternativo PN Ferraz Shawmut
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 V, Gabinete E, opcionais de fusíveis da rede elétrica para conformidade com o UL

Modelo	Fusível externo do conversor recomendado PN Bussmann	Valor nominal	PN Bussmann opcional interno do conversor	PN Siba 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 V, Gabinete F, opcionais dos fusíveis da rede elétrica em conformidade com o UL

Modelo	PN Bussmann interno do conversor	Valor nominal	PN Siba 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 V, Gabinete F, fusíveis de 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. Para unidades fornecidas com o opcional somente contator, consulte *Tabela 10.32* para obter as características nominais de SCCR e os critérios do fusível UL.

10

Modelo	Fusível externo do conversor recomendado PN Bussmann	Valor nominal	Opcional interno do conversor PN Bussmann	PN Siba externo alternativo	Externo alternativo PN Ferraz Shawmut
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 externo do conversor recomendado PN Bussmann	Valor nominal	PN Bussmann opcional interno do conversor	PN Siba 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	PN Bussmann interno do conversor	Valor nominal	PN Siba 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 da corrente associadas.

10.5.2 Fusíveis complementares

Gabinete	PN Bussmann	Valor nominal
E e F	KTK-4	4 A, 600 V

Tabela 10.19 Fusível SMPS

Tamanho/tipo	PN Bussmann	Littelfuse	Valor nominal
P355–P400, 525–690 V	KTK-4	–	4 A, 600 V
P315–P800, 380–480 V	–	KLK-15	15 A, 600 V
P500–P1M2, 525–690 V	–	KLK-15	15 A, 600 V

Tabela 10.20 Fusíveis de ventilador

Fusível	Tamanho/Tipo	PN Bussmann	Valor nominal	Fusíveis alternativos
2,5 - 4,0 A	P450–P800, 380–480 V	LPJ-6 SP ou SPI	6 A, 600 V	Qualquer elemento duplo Classe J listado, tempo de retardo, 6 A
	P630–P1M2, 525–690 V	LPJ-10 SP ou SPI	10 A, 600 V	Qualquer elemento duplo Classe J listado, tempo de retardo, 10 A
4,0-6,3 A	P450–P800, 380–480 V	LPJ-10 SP ou SPI	10 A, 600 V	Qualquer elemento duplo Classe J listado, tempo de retardo, 10 A
	P630–P1M2, 525–690 V	LPJ-15 SP ou SPI	15 A, 600 V	Qualquer elemento duplo Classe J listado, tempo de retardo, 15 A
6,3-10 A	P450–P800, 380–480 V	LPJ-15 SP ou SPI	15 A, 600 V	Qualquer elemento duplo Classe J listado, tempo de retardo, 15 A
	P630–P1M2, 525–690 V	LPJ-20 SP ou SPI	20 A, 600 V	Qualquer elemento duplo Classe J listado, tempo de retardo, 20 A
10–16 A	P450–P800, 380–480 V	LPJ-25 SP ou SPI	25 A, 600 V	Qualquer elemento duplo Classe J listado, tempo de retardo, 25 A
	P630–P1M2, 525–690 V	LPJ-20 SP ou SPI	20 A, 600 V	Qualquer elemento duplo Classe J listado, tempo de retardo, 20 A

Tabela 10.21 Fusíveis para o controlador de motor manual

Gabinete	PN Bussmann	Valor nominal	Fusíveis alternativos
F	LPJ-30 SP ou SPI	30 A, 600 V	Qualquer elemento duplo Classe J listado, tempo de retardo, 30 A

Tabela 10.22 Terminal protegido por fusível de 30 A

Gabinete	PN Bussmann	Valor nominal	Fusíveis alternativos
F	LPJ-6 SP ou SPI	6 A, 600 V	Qualquer elemento duplo Classe J listado, tempo de retardo, 6 A

Tabela 10.23 Fusível do transformador de controle

Gabinete	PN Bussmann	Valor nominal	Fusíveis alternativos
F	LP-CC-6	6 A, 600 V	Qualquer Classe CC listada, 6 A

Tabela 10.24 Fusível da bobina do relé de segurança com relé Pilz

10.5.3 Fusíveis da rede elétrica, F8-F13

Os fusíveis a seguir são adequados para uso em um circuito capaz de fornecer 100.000 A_{rms} (simétricos), 240 V ou 480 V, ou 600 V, dependendo das características nominais de tensão do conversor. Com o fusível adequado, as características nominais da corrente de curto-circuito do conversor (SCCR) são de 100.000 A_{rms}.

Modelo	Tamanho do gabinete	Valor nominal		P/N Bussmann	Reposição P/N Bussmann	Perda de energia do fusível estimada [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 10.25 Fusíveis da rede elétrica, 380-480 V

Modelo	Tamanho do gabinete	Valor nominal		P/N Bussmann	Reposição P/N Bussmann	Perda de energia do fusível estimada [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 10.26 Fusíveis da rede elétrica, 525-690 V

Modelo	PN Bussmann	Valor nominal	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 10.27 Fusíveis de barramento CC do módulo do inversor, 380–480 V

Modelo	PN Bussmann	Valor nominal	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 10.28 Fusíveis de barramento CC do módulo do inversor, 525–690 V

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 480 V UL listado com as características nominais da corrente associadas.

Gabinete	Modelos	Tipo	Configurações padrão do disjuntor	
			Nível de desarme [A]	Tempo [s]
F3	380–480 V, Modelo: P450 525–690 V, Modelo: P630–P710	Merlin Gerin NPJF36120U31AABSCYP	1200	0,5
F3	380–480 V, Modelo: P500–P630 525–690 V, Modelo: P800	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	380–480 V, Modelo: P710 525–690 V, Modelo: P900– P1M2	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	380–480 V, Modelo: P800	Merlin Gerin NRJF36250U31AABSCYP	2500	0,5

Tabela 10.29 Disjuntores, F3-F4

10.6 Desconexões e contadores

10.6.1 Desconexões da rede elétrica, E1–E2 e F3–F4

Tamanho do gabinete	Modelo	Tipo
380–480 V		
E1–E2	P315–P400	ABB OETL-NF800A
F3	P450	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P500–P630	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P710–P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
525–690 V		
E1–E2	P355–P560	ABB OETL-NF600A
F3	P630–P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P900–P1M2	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP

Tabela 10.30 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
380–480 V		
F9	P250	ABB OETL-NF600A
F9	P315	ABB OETL-NF600A
F9	P355	ABB OETL-NF600A
F9	P400	ABB OETL-NF600A
F11	P450	ABB OETL-NF800A
F11	P500	ABB OETL-NF800A
F11	P560	ABB OETL-NF800A
F11	P630	ABB OT800U21
F13	P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P800	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
525–690 V		
F9	P355	ABB OT400U12-121
F9	P400	ABB OT400U12-121
F9	P500	ABB OT400U12-121
F9	P560	ABB OT400U12-121
F11	P630	ABB OETL-NF600A
F11	P710	ABB OETL-NF600A
F11	P800	ABB OT800U21
F13	P900	ABB OT800U21
F13	P1M0	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P1M2	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP

Tabela 10.31 Desconexões da rede elétrica, Gabinetes F9/F11/F13

10.6.3 Contatores de rede elétrica, F3–F4

Tamanho do gabinete	Modelo e tensão	Contator
F3	P450–P500, 380–480 V P630–P800, 525–690 V	Eaton XTCE650N22A
F3	P560, 380–480 V	Eaton XTCE820N22A
F3	P630, 380–480 V	Eaton XTCEC14P22B
F4	P900, 525–690 V	Eaton XTCE820N22A
F4	P710–P800, 380–480 V P1M2, 525–690 V	Eaton XTCEC14P22B

Tabela 10.32 Contatores de rede elétrica, Gabinetes F3-F4

AVISO!

A alimentação de 230 V fornecida pelo cliente é necessária para os 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 10.33 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 Motor Speed Direction*.

A verificação da rotação do motor pode ser realizada usando o *parâmetro 1-28 Motor Rotation Check* e seguindo a configuração mostrada na *Ilustração 10.18*.

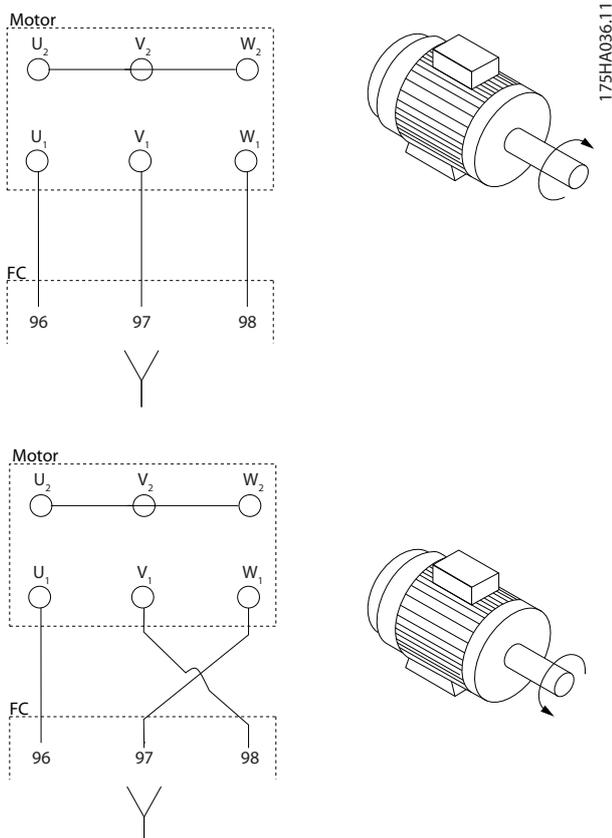


Ilustração 10.18 Alteração da rotação do motor

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 Motor Thermal Protection* estiver programado para *Desarme por ETR* e *parâmetro 1-24 Motor Current* 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 Motor Thermal Protection*, 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 o *guia de programação* para obter detalhes sobre como configurar o conversor para operação segura de motores Ex-e.

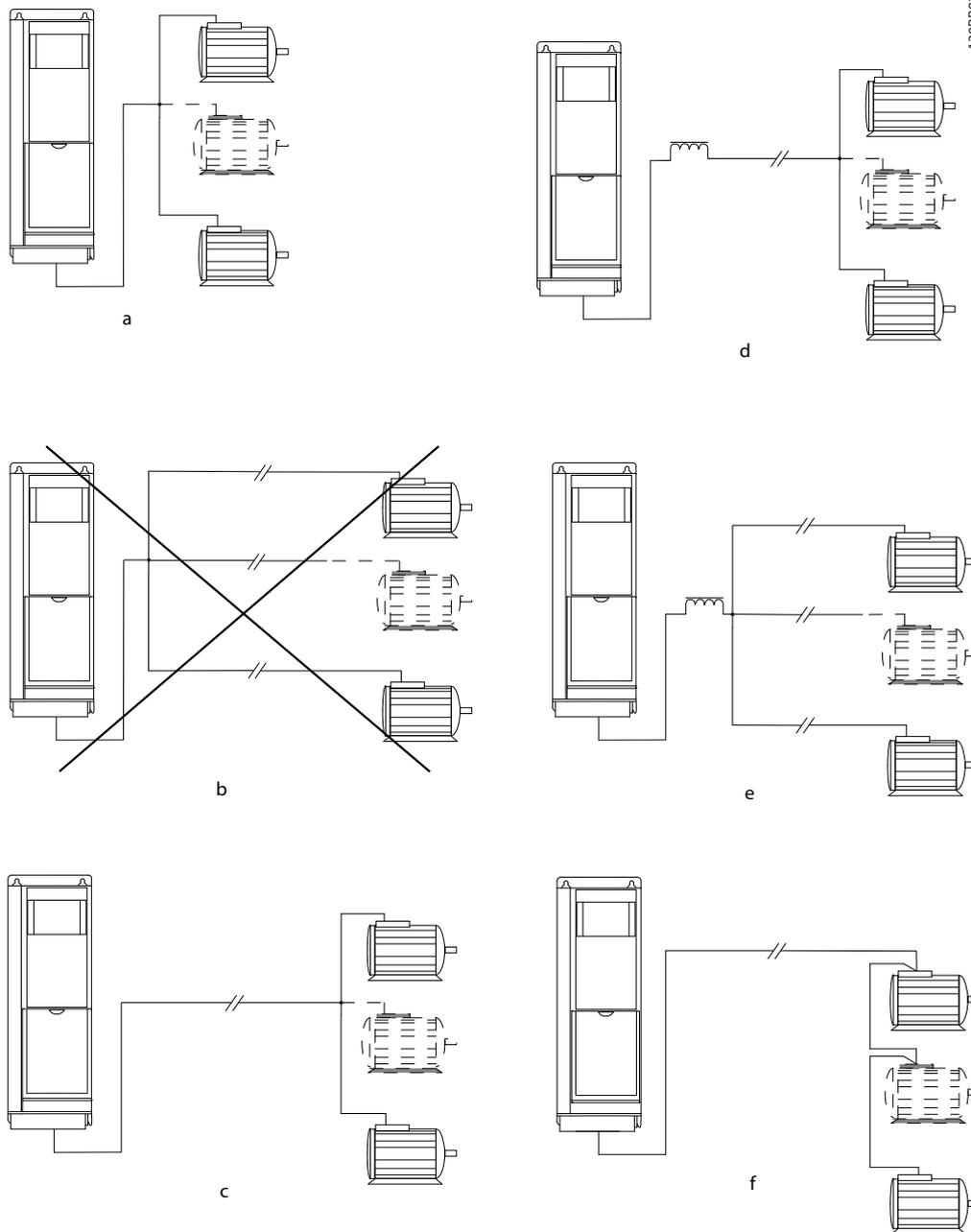
10.7.2 Conexão de Motores em Paralelo

O conversor pode controlar vários motores conectados em paralelo. Para diferentes configurações de motores conectados em paralelo, consulte *Ilustração 10.19*.

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⁺ 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 adicional, incluindo termistores em cada enrolamento do motor ou relés térmicos individuais.
- Quando os motores estão conectados em paralelo, *parâmetro 1-02 Flux Motor Feedback Source* não pode ser usado e *parâmetro 1-01 Motor Control Principle* deve ser programado para [0] U/f.

130B8836.12



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 10.19 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 10.34*. 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 10.34 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 de frenagem

Para lidar com as demandas mais altas de frenagem do resistor, um resistor de frenagem é necessário. O resistor de frenagem absorve a energia ao invés do conversor. 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 10.20* 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_b é o tempo da frenagem em s (do tempo de ciclo)

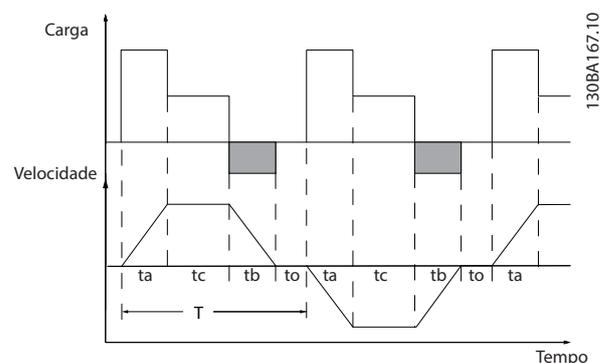


Ilustração 10.20 Ciclo de frenagem típico

380–480 V Modelo	Tempo de ciclo (s)	Ciclo útil da frenagem com torque 100%	Ciclo útil da frenagem em torque excessivo (150/160%)
P355–P1000	600	40%	10%
525–690 Modelo	Tempo de ciclo (s)	Ciclo útil da frenagem com torque 100%	Ciclo útil da frenagem em torque excessivo (150/160%)
P560–P630	600	40%	10%
P710–P1M4	600	40%	10%

Tabela 10.35 Frenagem em nível de torque de sobrecarga alto

Danfoss oferece resistores de frenagem com ciclo útil de 5%, 10% e 40%. Se for aplicado um ciclo útil de 10%, os resistores de frenagem 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 de frenagem 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

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

Como pode ser visto, a resistência de frenagem depende da tensão do barramento CC (U_{dc}).

Tamanho	Freio ativo	Advertência antes de desativar	Desativar (desarme)
380–480 V ¹⁾	810 V	828 V	855 V
525–690 V	1.084 V	1.109 V	1.130 V

Tabela 10.36 FC 102/FC 202 Limites do freio

1) Dependente da potência

AVISO!

Verifique se o resistor de frenagem suporta uma tensão de 410 V, 820 V, 850 V, 975 V ou 1.130 V. Os resistores de frenagem da Danfoss são classificados para uso em todos os conversores Danfoss.

A Danfoss recomenda a resistência de frenagem R_{rec} . Este cálculo garante que o conversor conseguirá frear com a potência de frenagem mais alta ($M_{br(\%)}$) de 150%. A fórmula pode ser escrita como:

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

η_{motor} está tipicamente a 0,90

η_{VLT} está tipicamente a 0,98.

Para conversores de 200 V, 480 V, 500 V e 600 V, R_{rec} a 160% da potência de frenagem é escrito 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 de frenagem só é evitada com o uso de um interruptor de rede elétrica ou contator para desconectar a rede elétrica do conversor, ou um contato no circuito de frenagem. A dissipação de energia ininterrupta no resistor de frenagem pode causar superaquecimento, danos ou 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.

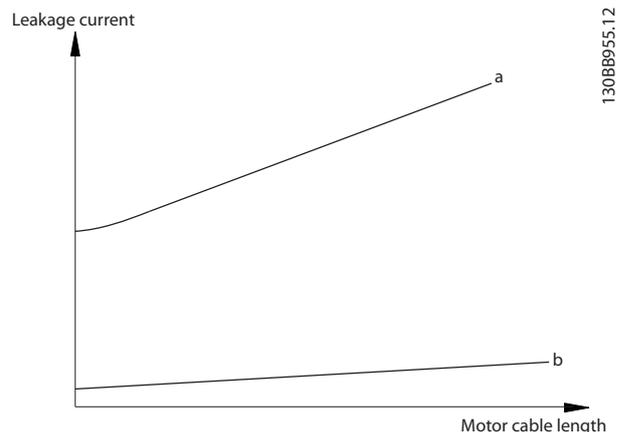


Ilustração 10.21 O comprimento de cabo do motor e a potência influenciam a corrente de fuga. Potência a > Potência b.

A corrente de fuga também depende da distorção da linha.

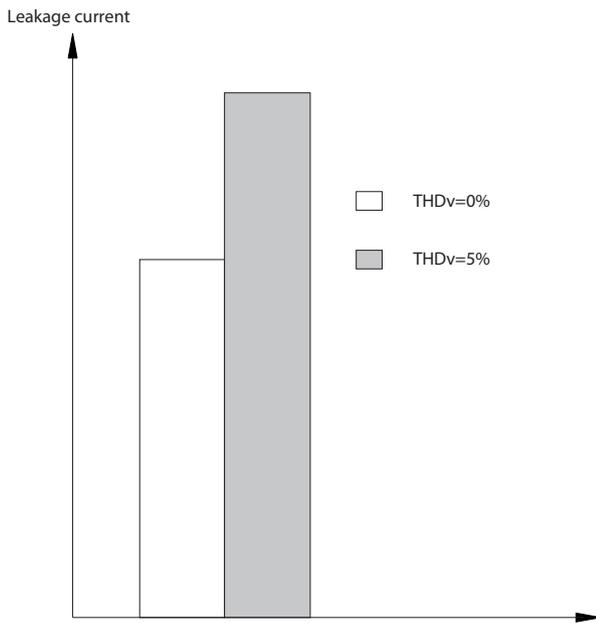
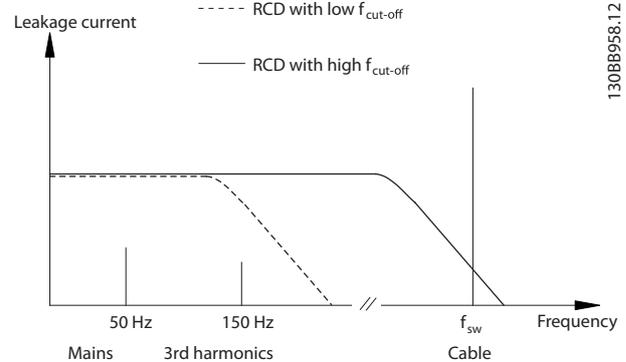


Ilustração 10.22 A distorção da linha influencia a corrente de fuga

130BB956.12

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.



130BB958.12

Ilustração 10.23 Principais contribuições para a corrente de fuga

A quantidade de corrente de fuga detectada pelo RCD depende da frequência de desativação do RCD.

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:

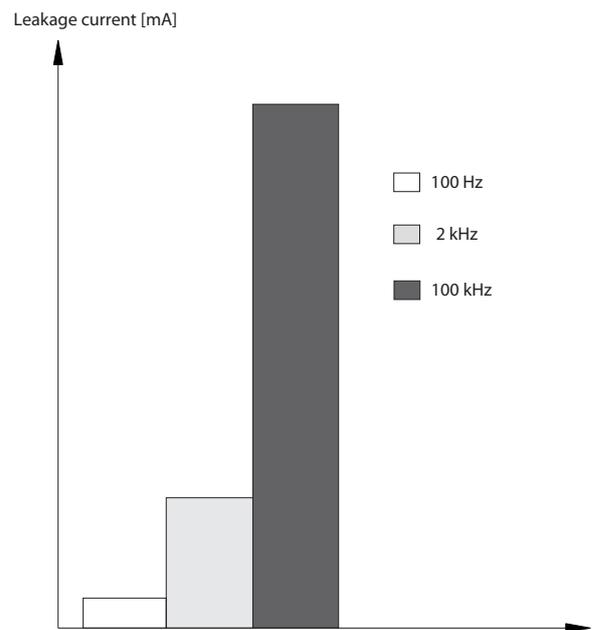
- Fio de aterramento (terminal 95) com seção transversal de pelo menos 10 mm² (8 AWG).
- 2 fios de ponto de aterramento separados que estão em conformidade com as regras de dimensionamento.

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.



130BB957.11

Ilustração 10.24 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 RFI Filter* no conversor e *parâmetro 14-50 RFI Filter* 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 RFI Filter* 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 (η_{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 10.25*. O fator neste gráfico deve ser multiplicado pelo fator de eficiência específico listado nas tabelas de especificações em *capítulo 7.1 Dados elétricos, 380-480 V* e *capítulo 7.2 Dados elétricos, 525-690 V*.

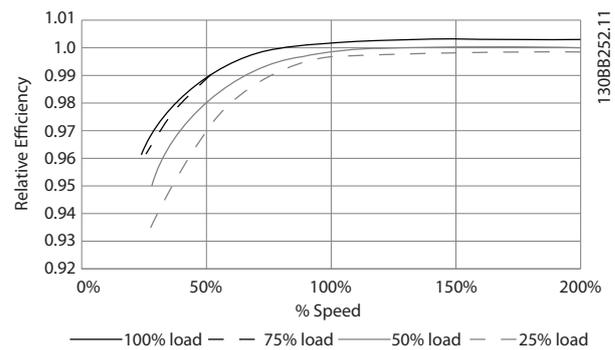


Ilustração 10.25 Curvas de eficiência típica

Exemplo: Assuma um conversor de frequência de 160 kW, 380-480/500 V com carga de 25% a uma velocidade de 50%. *Ilustração 10.25* 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 (η_{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 (η_{SYSTEM})

Para calcular a eficiência do sistema, a eficiência do conversor (η_{VLT}) é multiplicada pela eficiência do motor (η_{MOTOR}):

$$\eta_{SYSTEM} = \eta_{VLT} \times \eta_{MOTOR}$$

10.13 Ruído acústico

O ruído acústico do conversor tem 3 origens:

- Bobinas do barramento CC.
- Ventiladores internos.
- Bloqueador do filtro de RFI.

A Tabela 10.37 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 ¹⁾	74
E1-E2 ²⁾	83
F1-F4 e F8-F13	80

Tabela 10.37 Ruído acústico

1) P450–P500, somente de 525–690 V.

2) Todos os outros modelos de gabinete E.

Resultados de testes realizados de acordo com a ISO 3744 para a magnitude de ruído audível em um ambiente controlado. O tom de ruído foi quantificado para o registro de dados de engenharia de desempenho do hardware, conforme ISO 1996-2 Anexo D.

10.14 Condições dU/dt

AVISO!

Para evitar o envelhecimento prematuro de motores não projetados para serem usados com conversores, 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 conversor. 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:

- O cabo de motor (tipo, seção transversal, comprimento blindado ou não blindado).
- Indutância.

A indução natural provoca um U_{PEAK} de overshoot na tensão do motor antes de ela se estabilizar em um nível dependendo da tensão no barramento CC. O tempo de subida e a tensão de pico U_{PEAK} afetam a vida útil do motor. Em particular, motores sem isolamento das bobinas 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 de motor for curto (alguns metros), o tempo de subida e a tensão de pico são mais baixos. Se o cabo de motor for longo (100 m (328 pés)), o tempo de subida e a tensão de pico são maiores.

O chaveamento dos IGBTs causa a tensão de pico nos terminais do motor. O conversor está em conformidade com as exigências da IEC 60034-25 em relação aos motores projetados para serem controlados por conversores. O conversor também está em conformidade com a norma IEC 60034-17 em relação aos motores normais controlados por conversores.

Faixa de alta potência

As capacidades de potência na *Tabela 10.38* e na *Tabela 10.39* nas tensões de rede apropriadas cumprem com os requisitos da IEC 60034-17 em relação a motores normais controlados por conversores, da IEC 60034-25 em relação a motores projetados para serem controlados por conversores e da NEMA MG 1-1998 Parte 31.4.4.2 para motores alimentados por inversores. As capacidades de potência na *Tabela 10.38* e na *Tabela 10.39* não atendem a NEMA MG 1-1998 Parte 30.2.2.8 para motores de aplicações gerais.

380–480 V

Modelo	Comprimento de cabo [m (pés)]	Tensão da rede [V]	Tempo desubida [μ s]	Tensão de pico [V]	dU/dt [V/μ s]
P315–P1M0 (380–480 V)	30 (98,5)	500	0,71	1165	1389
	30 (98,5)	500 ¹⁾	0,80	906	904
	30 (98,5)	400	0,61	942	1233
	30 (98,5)	400 ¹⁾	0,82	760	743

Tabela 10.38 Gabinetes dU/dt E1-E2 e F1-F13, 380–480 V

¹⁾ Com Danfoss filtro dU/dt

525–690 V

Modelo	Comprimento de cabo [m (pés)]	Tensão da rede [V]	Tempo de subida [μ s]	Tensão de pico [V]	dU/dt [V/μ s]
P450–P1M4 (525–690 V)	30 (98,5)	690	0,57	1611	2261
	30 (98,5)	575	0,25	–	2510
	30 (98,5)	690 ¹⁾	1,13	1629	1150

Tabela 10.39 Gabinetes dU/dt E1-E2 e F1-F13, 525–690 V

¹⁾ Com filtro dU/dt Danfoss.

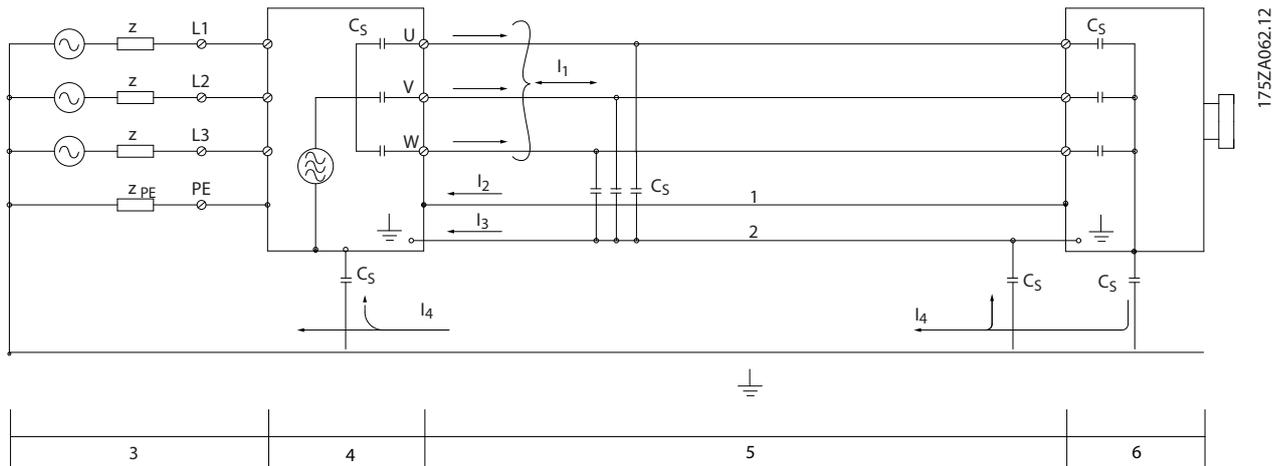
10.15 Visão geral da compatibilidade eletromagnética (EMC)

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 fiação 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 10.26*. 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 (I_1) é carregada de volta para a unidade através do PE (I_3), deixando apenas um pequeno campo eletromagnético (I_4) do cabo de motor blindado. A blindagem reduz a interferência irradiada, mas aumenta a interferência de baixa frequência na rede elétrica.



10

1	Fio terra	C_s	Possíveis percursos da capacitância parasita de derivação (varia de acordo com diferentes instalações)
2	Blindagem	I_1	Corrente de fuga de modo comum
3	Alimentação de rede elétrica CA	I_2	Cabo de motor blindado
4	Conversor	I_3	Ponto de aterramento de segurança (4º condutor nos cabos de motor)
5	Cabo de motor blindado	I_4	Corrente de modo comum acidental
6	Motor	-	-

Ilustração 10.26 Modelo elétrico mostrando possíveis correntes de fuga

10.15.1 Resultados de teste de EMC

Os resultados do teste a seguir foram obtidos utilizando um conversor (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	Classe A grupo 1 Ambiente industrial	Classe A grupo 2 Ambiente industrial	Classe B Residências, comércio e indústrias leves	Classe A grupo 1 Ambiente industrial	Classe A grupo 2 Ambiente industrial
	EN 55011						
	EN/IEC 61800-3	Categoria C1 Primeiro ambiente residencial e escritório	Categoria C2 Primeiro ambiente residencial e escritório	Categoria C3 Segundo ambiente Industrial	Categoria C1 Primeiro ambiente residencial e escritório	Categoria C2 Primeiro ambiente residencial e escritório	Categoria C3 Primeiro ambiente residencial e escritório
H2							
FC 102	355–1.000 kW 380–480 V	Não	Não	150 m (492 pés)	Não	Não	Sim
	450–1.400 kW 525–690 V	Não	Não	150 m (492 pés)	Não	Não	Sim
H4							
FC 102	355–1.000 kW 380–480 V	Não	150 m (492 pés)	150 m (492 pés)	Não	Sim	Sim
	450–1.400 kW 525–690 V	–	–	–	–	–	–

Tabela 10.40 Resultados de 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 10.41.

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"> Tensão de alimentação igual ou superior a 1.000 V. Corrente nominal igual ou superior a 400 A. Destinado para uso em sistemas complexos. 	Sem linha limite. Deve-se fazer um plano de EMC.

Tabela 10.41 Requisitos de Emissão

Quando as normas de emissão genéricas são usadas, os conversores devem estar em conformidade com a *Tabela 10.42*.

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 10.42 Limites da norma de emissão genérica

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 10.43*.

- **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 faísca 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.

10

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
Critério de aceitação	B	B	B	A	A
Linha	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	–	–	10 V _{RMS}
Motor	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{RMS}
Freio	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{RMS}
Load Sharing	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{RMS}
Fiação de controle	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{RMS}
Barramento padrão	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{RMS}
Fiação de relé	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{RMS}
Opcionais de aplicação/ fieldbus	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{RMS}
Cabo do LCP	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{RMS}
24 V CC externa	2 V CM	0.5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	–	–	10 V _{RMS}
Gabinete	–	–	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	–

Tabela 10.43 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

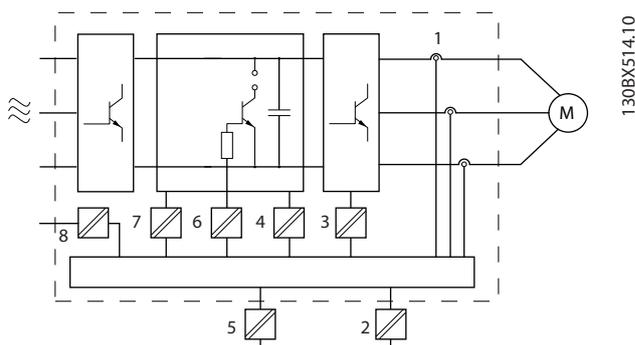
Em um ambiente residencial, este produto pode causar interferência nas frequências de rádio, caso em que medidas de atenuação suplementares podem ser necessárias.

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 10.27*). Os componentes descritos cumprem os requisitos de isolamento galvânica e PELV.



130BX514.10

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 10.27 Isolação galvânica

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 10.28*.

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.

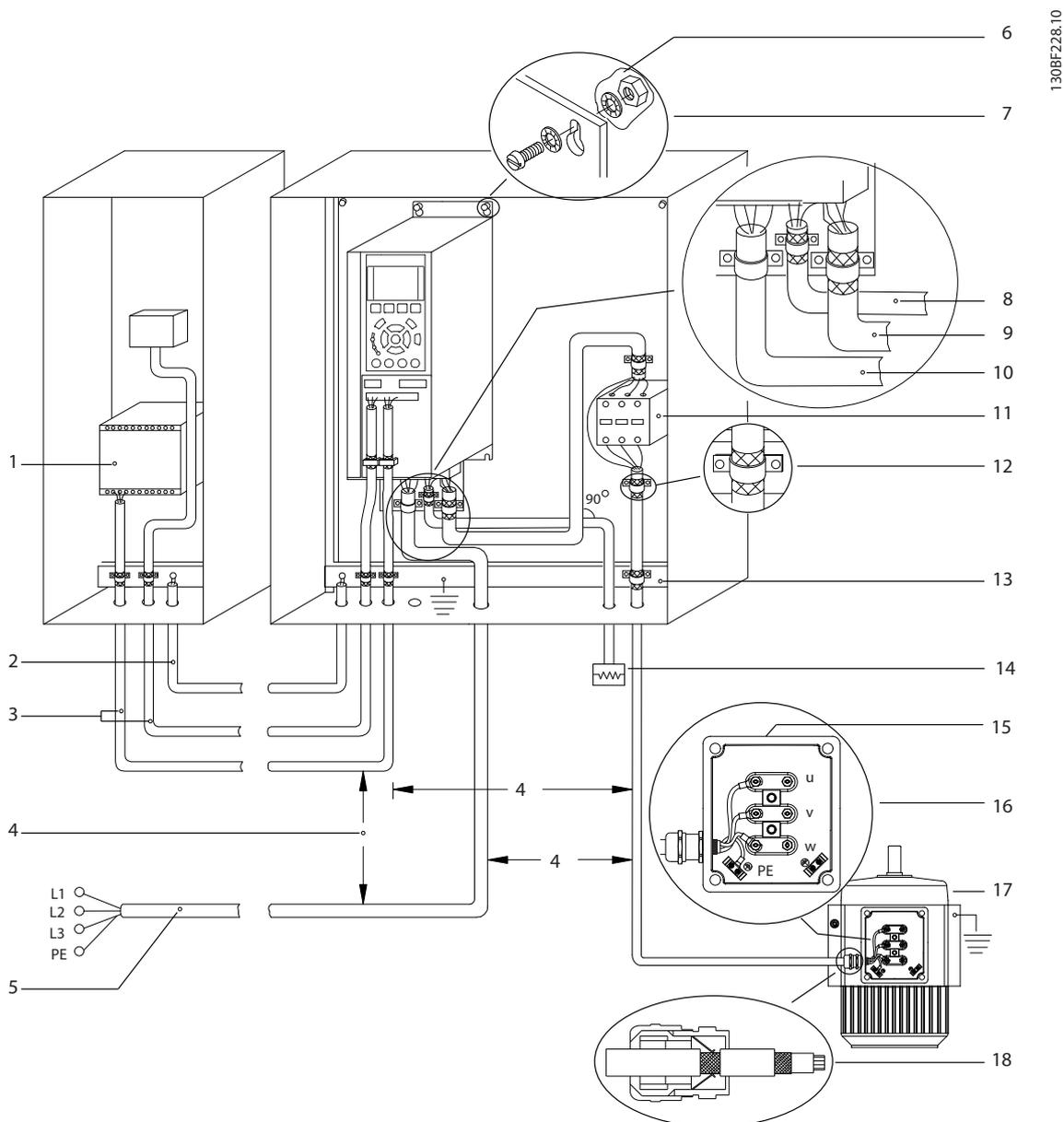
AVISO!**INSTALAÇÃO EM ALTITUDES ELEVADAS**

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 isolamento 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 ² (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 10.28 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 10.44 Abreviações relacionadas a harmônicas

	Corrente básica (I_1)	Correntes harmônicas (I_n)			
		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 10.45 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

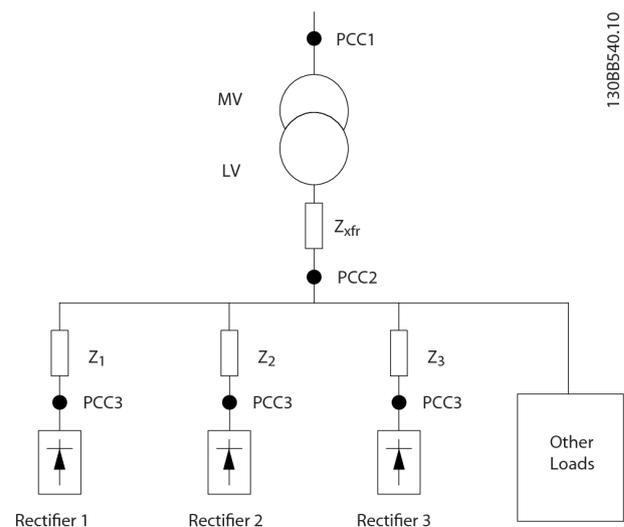
Tabela 10.46 Correntes harmônicas x corrente de entrada RMS

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 10.29*, 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 10.29 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

$$\text{nominal da carga. } (S_{equ}) \cdot R_{scc} = \frac{S_{sc}}{S_{equ}}$$

$$\text{em que } S_{sc} = \frac{U^2}{Z_{alimentação}} \text{ e } S_{equ} = U \times I_{equ}$$

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). 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 10.47 Normas de design EN para qualidade da rede elétrica

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 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 _h %)	Classe 2 (V _h %)	Classe 3 (V _h %)
5	3	6	8
7	3	5	7
11	3	3,5	5
13	3	3	4,5
17	2	2	4
17 < h ≤ 49	2,27 x (17/h) – 0,27	2,27 x (17/h) – 0,27	4,5 x (17/h) – 0,5

Tabela 10.48 Níveis de compatibilidade das harmônicas

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

Tabela 10.49 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

10.17.5 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.

11 Princípios básicos de operação de um conversor

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)

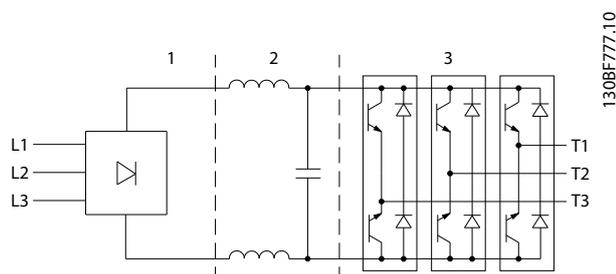
O barramento CC consiste em indutores e bancos de capacitores que estabilizam a tensão CC pulsante.

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 conversor

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⁺, fluxo sem sensor, fluxo com feedback do motor e controle de corrente interna VVC⁺).

11.2.1 Entradas/referências do usuário

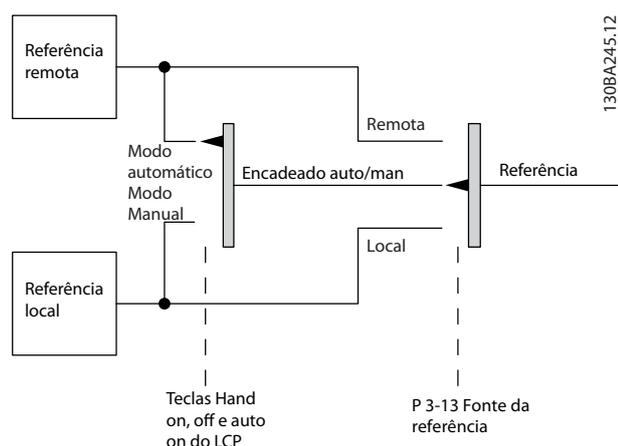
O conversor usa uma fonte de entrada (também chamada de referência) para controlar e regular o motor. O conversor recebe essa entrada:

- 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 Reference Site*. Consulte *Ilustração 11.2 e Tabela 11.1*.

Para obter mais informações, consulte o *Guia de Programação*.



130BA245.12

Ilustração 11.2 Seleção da referência ativa

Teclas do LCP	Parâmetro 3-13 Reference Site	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.

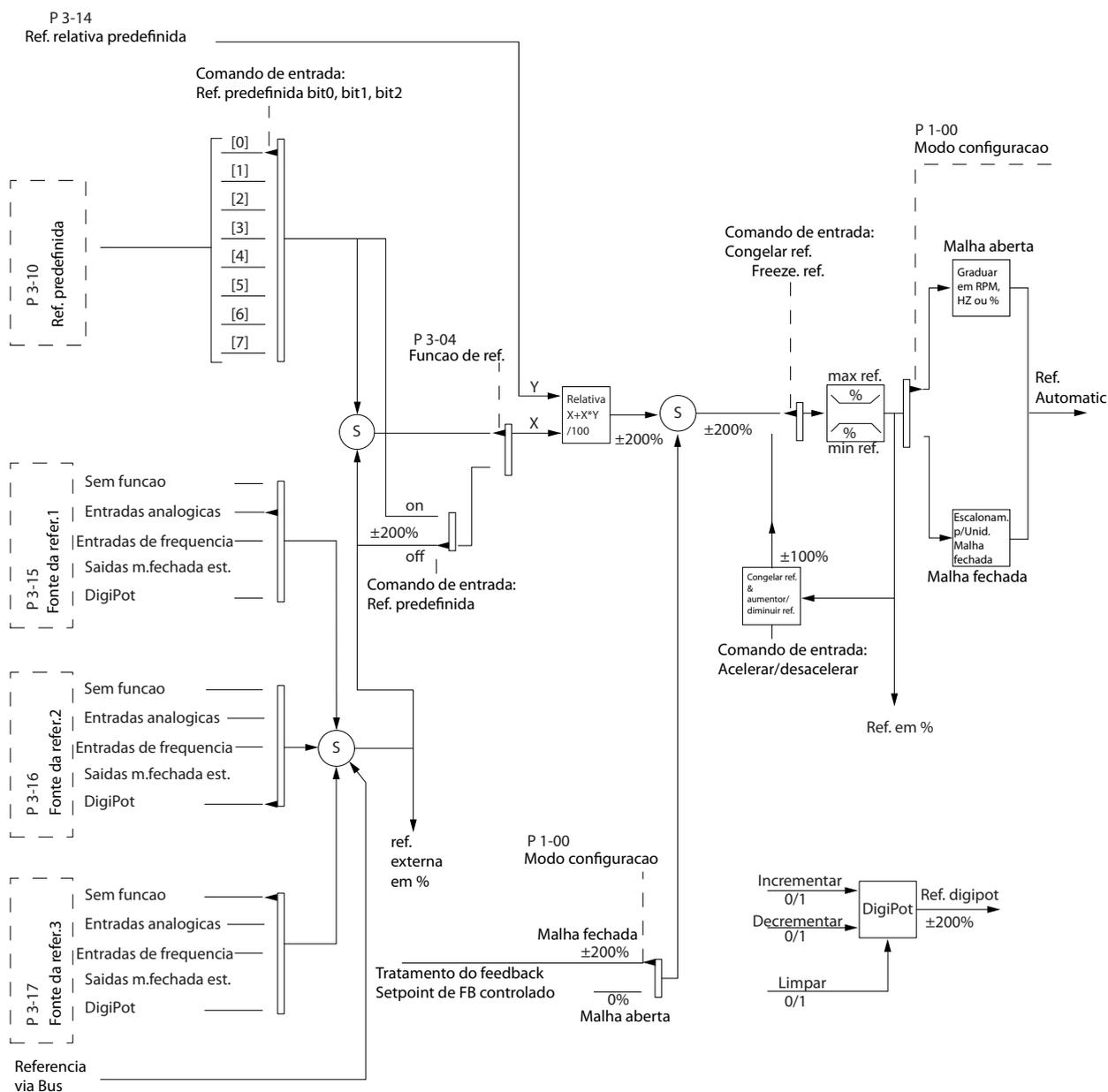


Ilustração 11.3 Tratamento remoto da referência

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 selecionado, 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 selecionado, 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).

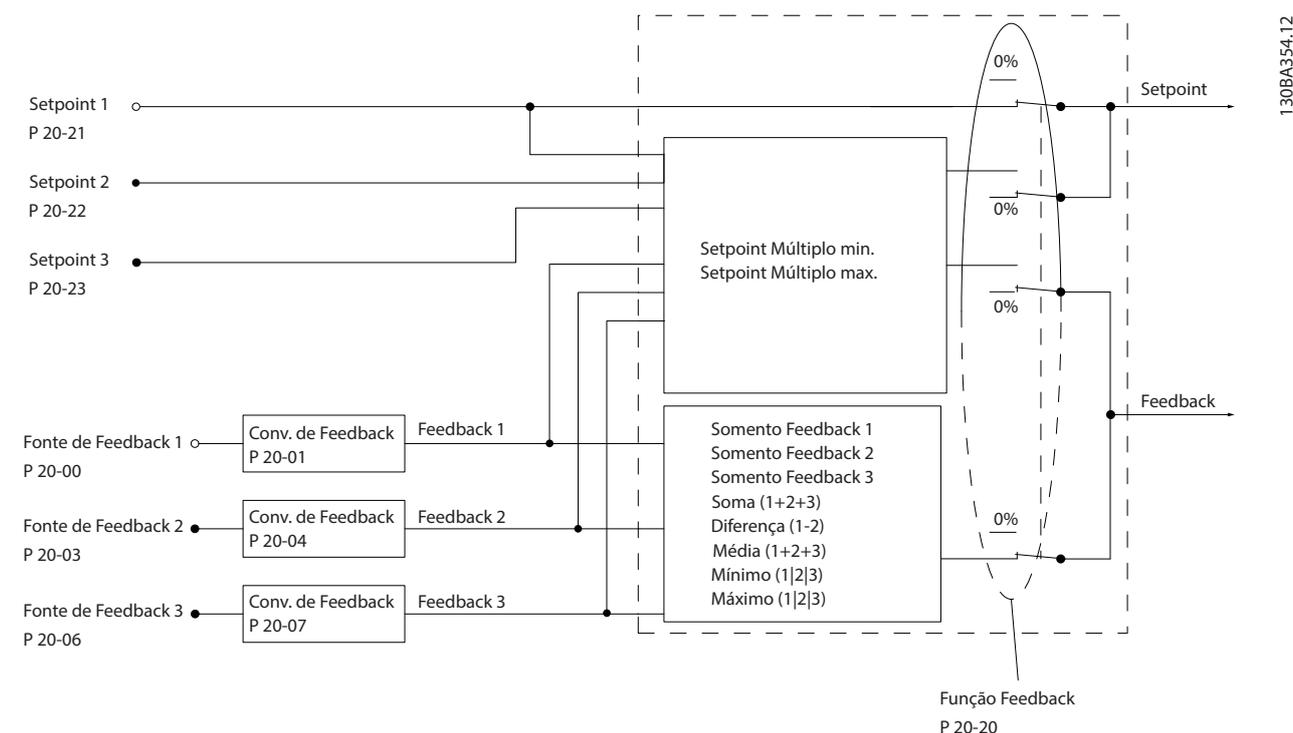


Ilustração 11.4 Diagrama de blocos do processamento de sinal de feedback

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*.

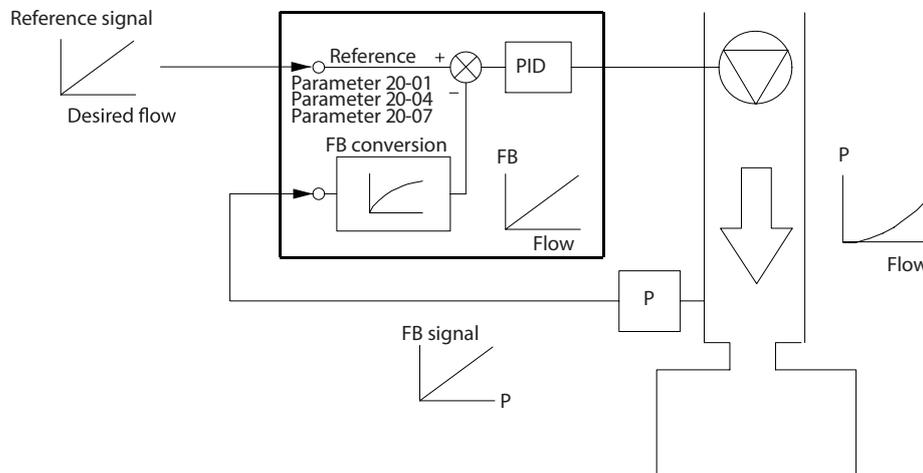


Ilustração 11.5 Conversão de feedback

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 Configuration Mode*.

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⁺. 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.

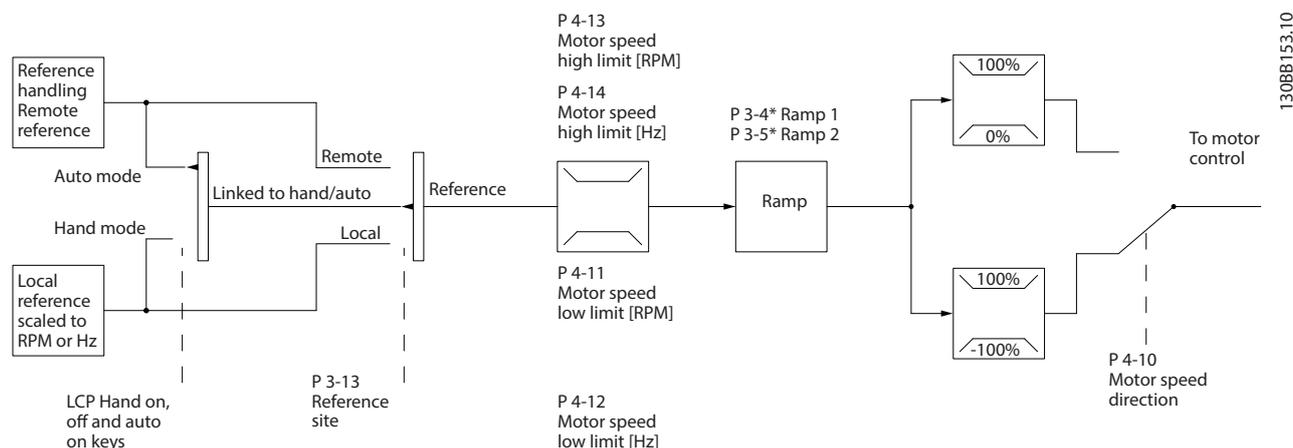


Ilustração 11.6 Diagrama de blocos de uma estrutura de controle em malha aberta

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.

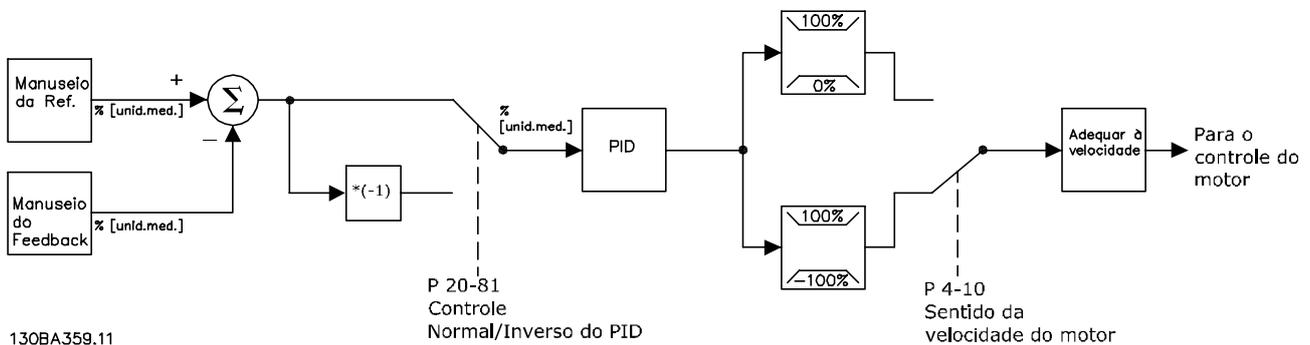
O setpoint de pressão estática é o sinal de referência para o conversor. Um sensor de pressão estática mede a pressão estática real no tubo e fornece essa informação ao conversor como um sinal de feedback. Se o sinal de feedback exceder a referência do setpoint, o conversor desacelera para reduzir a 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

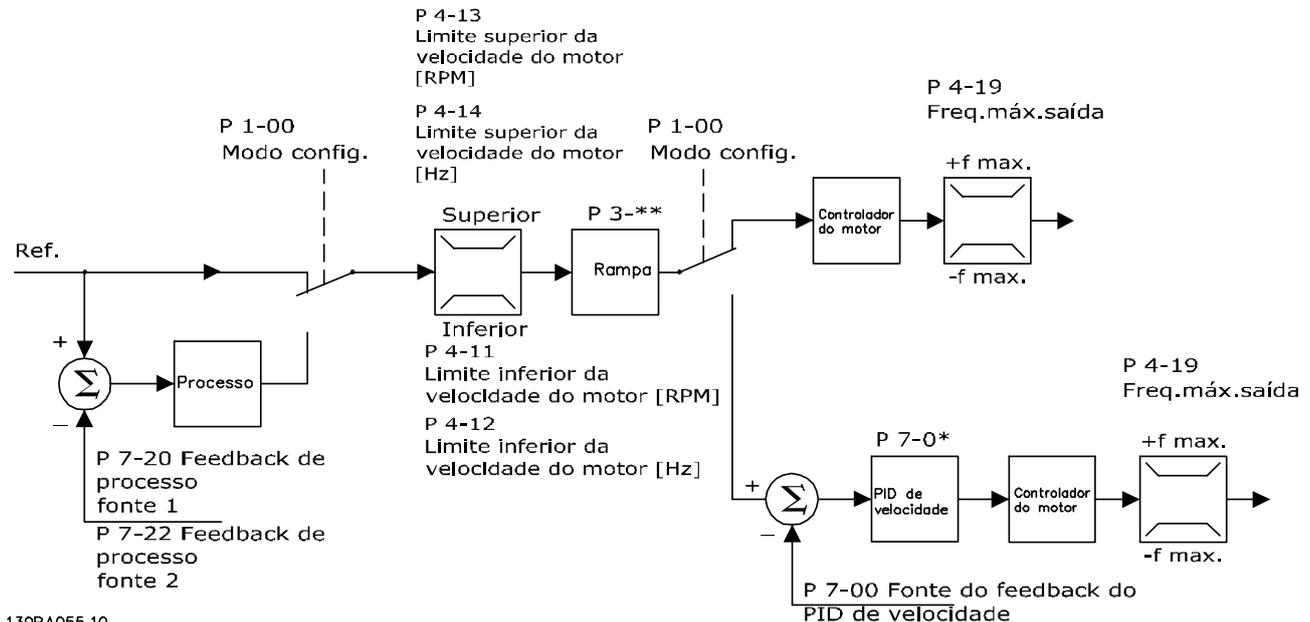
Recursos programáveis

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 *Parâmetros ativos/inativos em diferentes modos de controle do conversor* no *guia de programação* para obter uma visão geral sobre a configuração de controle disponível para sua aplicação, dependendo da seleção do motor CA ou do motor PM não saliente.

11.2.7.1 Estrutura de controle em VVC⁺

130BA055.10

Ilustração 11.8 Estrutura de controle em configurações de malha aberta e malha fechada 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 Motor Control Principle é programado para [1] VVC⁺ e *parâmetro 1-00 Configuration Mode* é programado para [0] Malha Aberta. Se *parâmetro 1-00 Configuration Mode* for programado para [1] Malha Fechada, a referência resultante é passada da limitação de rampa e da limitação 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* Controle do PID de velocidade*. 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 Configuration Mode* para usar o controle do PID do processo para controle em malha fechada, por exemplo, velocidade ou pressão na aplicação controlada. Os parâmetros PID do processo estão nos grupos de parâmetros 7-2* Controle de processo. Feedback e 7-3* Controle do PID de processo.

11.2.7.2 Controle de corrente interna no modo VVC⁺

Quando o torque do motor excede os limites de torque estabelecidos em *parâmetro 4-16 Torque Limit Motor Mode*, *parâmetro 4-17 Torque Limit Generator Mode* e *parâmetro 4-18 Current Limit*, o controle de limite de corrente integrado 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 Configurações de fiação para adaptação automática do motor (AMA)

		Parâmetros	
FC		Função	Configuração
+24 V	12	Parâmetro 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA)	[1] Ativar AMA completa
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20	Parâmetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	[2]* Parada por inércia inversa
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33	*=Valor padrão	
Notas/comentários: Programe o grupo do parâmetro 1-2* Dados do Motor de acordo com a plaqueta de identificação do motor.			
+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	Parâmetro 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA)	[1] Ativar AMA completa
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20	Parâmetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	[0] Sem operação
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33	*=Valor padrão	
Notas/comentários: Programe o grupo do parâmetro 1-2* Dados do Motor de acordo com a plaqueta de identificação do motor.			
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabela 12.2 Configuração de fiação para AMA sem T27 conectado

12.2 Configurações de fiação para referência de velocidade analógica

		Parâmetros	
FC		Função	Configuração
+10 V	50	Parâmetro 6-10 Terminal 53 Low Voltage	0,07 V*
A IN	53		
A IN	54	Parâmetro 6-11 Terminal 53 High Voltage	10 V*
COM	55	Parâmetro 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 RPM
A OUT	42		
COM	39	Parâmetro 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1.500 RPM
*=Valor padrão			
Notas/comentários:			

Tabela 12.3 Configuração de fiação para referência de velocidade analógica (Tensão)

		Parâmetros	
		Função	Configuração
	Parâmetro 6-12 Terminal 53 Low Current	4 mA*	
	Parâmetro 6-13 Terminal 53 High Current	20 mA*	
	Parâmetro 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 RPM	
	Parâmetro 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1.500 RPM	
	* = Valor padrão		
Notas/comentários:			

Tabela 12.4 Configuração de fiação para referência de velocidade analógica (Corrente)

12.3 Configurações de fiação para partida/parada

		Parâmetros	
		Função	Configuração
	Parâmetro 5-10 Terminal 18 Digital Input	[8] Partida*	
	Parâmetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	[0] Sem operação	
	Parâmetro 5-19 Terminal 37 Safe Stop	[1] Alarme de Safe Torque Off	
	* = 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

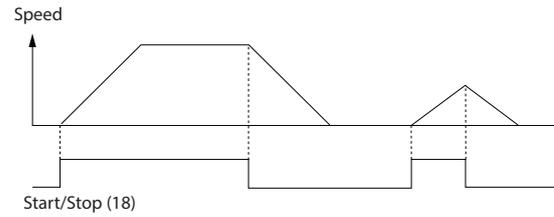


Ilustração 12.1 Partida/parada com Safe Torque Off

		Parâmetros	
		Função	Configuração
	Parâmetro 5-10 Terminal 18 Digital Input	[9] Partida por pulso	
	Parâmetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	[6] Parada por inércia inversa	
	* = 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 12.6 Configuração da fiação para partida/parada por pulso

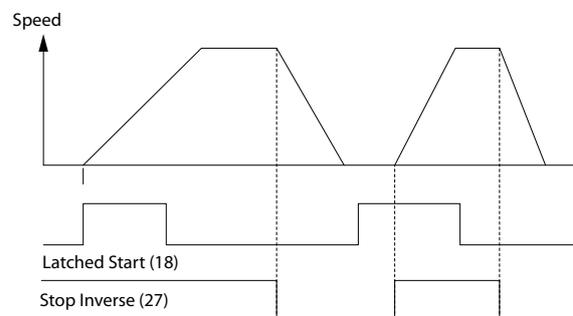


Ilustração 12.2 Partida por pulso/Parada por inércia inversa

		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 5-11	[10] Reversão*
COM	20	Terminal 19	
D IN	27	Digital Input	
D IN	29		
D IN	32	Parâmetro 5-12	[0] Sem operação
D IN	33	Terminal 27	
		Digital Input	
+10 V	50	Parâmetro 5-14	[16] Referência predefinida bit
A IN	53	Terminal 32	0
A IN	54	Parâmetro 5-15	[17] Referência predefinida bit
COM	55	Terminal 33	1
A OUT	42		
COM	39	Parâmetro 3-10	
		Preset Reference	
		Referência predefinida 0	25%
		Referência predefinida 1	50%
		Referência predefinida 2	75%
		Referência predefinida 3	100%
		*=Valor padrão	
		Notas/comentários:	

Tabela 12.7 Configuração de fiação para partida/parada com reversão e 4 velocidades predefinidas

12.4 Configuração de fiação para reinicialização 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		
COM	20	*=Valor padrão	
D IN	27	Notas/comentários:	
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

12.5 Configuração de fiação para referência de velocidade usando um potenciômetro manual

		Parâmetros	
		Função	Configuração
	e30bb683.11	Parâmetro 6-10 Terminal 53 Low Voltage	0,07 V*
		Parâmetro 6-11 Terminal 53 High Voltage	10 V*
		Parâmetro 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 RPM
		Parâmetro 6-15 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)

12.6 Configuração de fiação para aceleração/desaceleração

		Parâmetros	
		Função	Configuração
	e30bb804.12	Parâmetro 5-10 Terminal 18 Digital Input	[8] Partida*
		Parâmetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	[19] Congelar referência
		Parâmetro 5-13 Terminal 29 Digital Input	[21] Aceleração
		Parâmetro 5-14 Terminal 32 Digital Input	[22] Desaceleração
		* = Valor padrão	
		Notas/comentários:	

Tabela 12.10 Configuração de fiação para aceleração/desaceleração

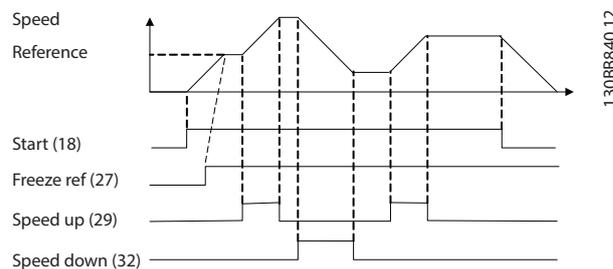


Ilustração 12.3 Aceleração/desaceleração

12.7 Configuração de fiação para conexão de rede RS485

		Parâmetros	
		Função	Configuração
		Parâmetro 8-30 <i>Protocol</i>	FC*
		Parâmetro 8-31 <i>Address</i>	1*
		Parâmetro 8-32 <i>Baud Rate</i>	9600*
		*=Valor padrão	
Notas/comentários: Selecione o protocolo, o endereço e a baud rate nos parâmetros.			

Tabela 12.11 Configuração de fiação para conexão de rede RS485

12.8 Configuração de fiação para termistor do motor

AVISO!

Os termistores devem usar um isolamento reforçado ou duplo para atender aos requisitos de isolamento PELV.

		Parâmetros	
		Função	Configuração
		Parâmetro 1-90 <i>Motor Thermal Protection</i>	[2] Desarme por termistor
		Parâmetro 1-93 <i>Thermistor Source</i>	[1] entrada analógica 53
		*=Valor padrão	
		Notas/comentários: Se somente uma advertência for desejada, programe parâmetro 1-90 Motor Thermal Protection para [1] Advrtnc d Termistor.	

Tabela 12.12 Configuração de fiação para um termistor do motor

12.9 Configuração de fiação para controlador em cascata

A Ilustração 12.4 mostra um exemplo com o controlador em cascata básico integrado com uma bomba de velocidade variável (comando) e duas bombas de velocidade fixa, um transmissor de 4-20 mA e um bloqueio de segurança do sistema.

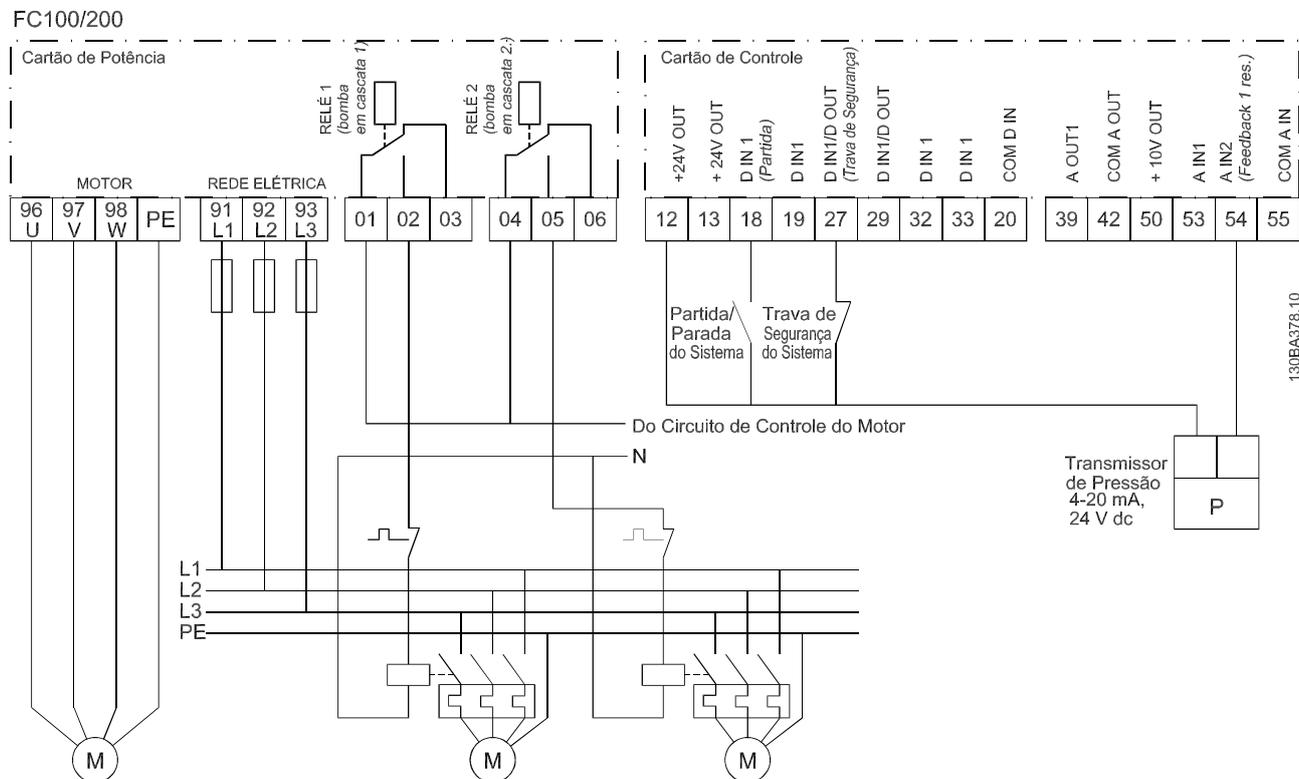


Ilustração 12.4 Diagrama da fiação do controlador em cascata

12.10 Configuração de fiação para setup do relé com Smart Logic Control

		Parâmetros	
FC		Função	Configuração
+24 V	12	Parâmetro 4-30	[1]
+24 V	13	Motor Feedback	Advertência
D IN	18	Loss Function	
D IN	19	Parâmetro 4-31	100 RPM
COM	20	Motor Feedback	
D IN	27	Speed Error	
D IN	29	Parâmetro 4-32	5 s
D IN	32	Motor Feedback	
D IN	33	Loss Timeout	
D IN	37	Parâmetro 7-00	[2] MCB 102
+10 V	50	Speed PID	
A IN	53	Feedback Source	
A IN	54	Parâmetro 17-11	1024*
COM	55	Resolution (PPR)	
A OUT	42	Parâmetro 13-00	[1] On
COM	39	SL Controller	(Ligado)
Mode		Mode	
R1	01	Parâmetro 13-01	[19]
	02	Start Event	Advertência
	03	Parâmetro 13-02	[44] Tecla reset
	04	Stop Event	
R2	05	Parâmetro 13-10	[21]
	06	Comparator	Advertência
		Operand	nº.
		Parâmetro 13-11	[1] ≈ (igual)*
		Comparator	
		Operator	
		Parâmetro 13-12	90
		Comparator	
		Value	
		Parâmetro 13-51	[22]
		SL Controller	Comparador 0
		Event	
		Parâmetro 13-52	[32] Definir
		SL Controller	saída digital A
		Action	baixa
		Parâmetro 5-40	[80] Saída
		Function Relay	digital do SL A
		*=Valor padrão	

130BB839.10

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 bomba de velocidade fixa/variável

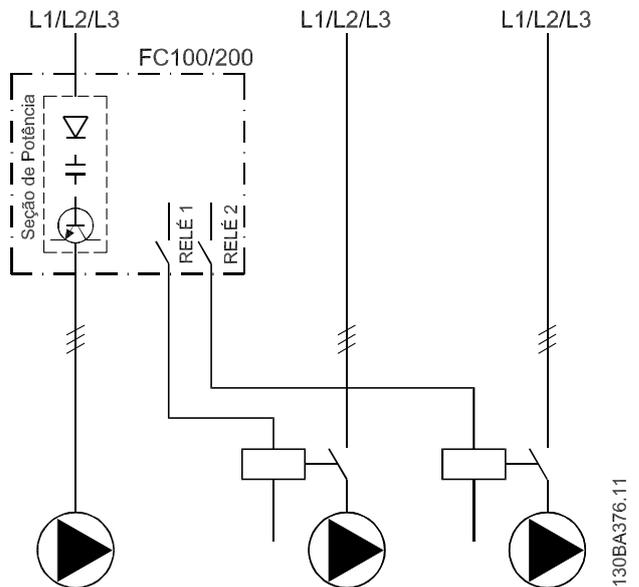


Ilustração 12.5 Diagrama da fiação da bomba de velocidade fixa/variável

12.12 Configuração de fiação para alternância da bomba de comando

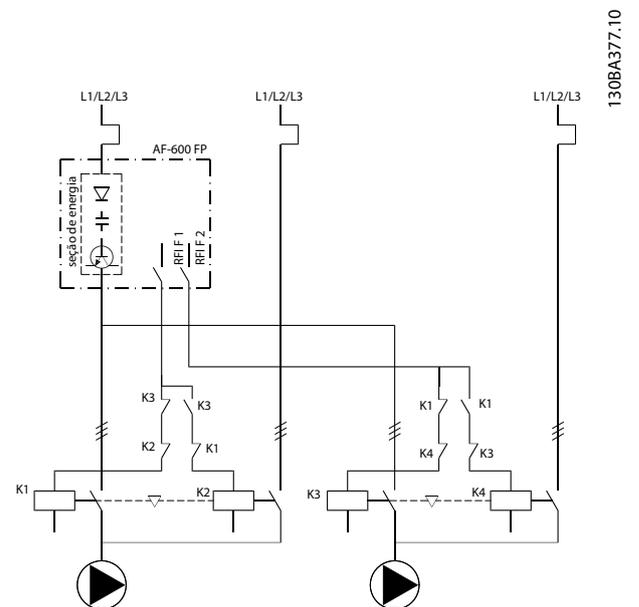


Ilustração 12.6 Diagrama de Fiação para Alternação da Bomba de Comando

Cada bomba deve estar conectada a 2 contatores (K1/K2 e K3/K4) com um bloqueio mecânico. Relés térmicos ou outros dispositivos de proteção de sobrecarga do motor devem ser aplicados de acordo com a regulamentação local e/ou as demandas individuais.

- O relé 1 (R1) e o relé 2 (R2) são relés integrados no conversor.
- Quando todos os relés estiverem desenergizados, o 1º relé interno que for energizado ativará o contator correspondente à bomba controlada pelo relé. Por exemplo, o relé 1 ativa o contator K1, que se torna a bomba de comando.
- K1 bloqueia K2 através do bloqueio mecânico, impedindo que a rede elétrica seja conectada à saída do conversor (via K1).
- O contato de corte auxiliar em K1 impede que K3 seja ativado.
- O relé 2 controla o contator K4 para o controle liga/desliga da bomba de velocidade fixa.
- Na alternância, os dois relés desenergizam e, em seguida, o relé 2 é energizado como o 1º relé.

13 Como comprar um conversor

13.1 Configurador do conversor

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/conversor de harmônicas baixas/ 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 de tipo para solicitação de pedido de um conversor

Configure o conversor correto para a aplicação adequada usando o configurador de conversor baseado na Internet. O configurador do conversor pode ser encontrado no site global da Internet: www.danfoss.com/drives. O configurador cria uma string do código do tipo e um número de vendas de 8 dígitos, os quais podem ser entregues ao escritório de vendas local. Também é possível construir uma lista de projetos com diversos produtos e enviá-la a um representante de vendas da Danfoss.

Um exemplo de string do código do tipo é:

FC-102P450T5E54H4CGCXXXSXXXXA0BXCXXXX0

O significado dos caracteres na string é definido neste capítulo. No exemplo acima, um conversor F3 é configurado com as seguintes opções:

- Filtro de RFI
- Safe Torque Off com relé Pilz
- Com revestimento de PCB
- PROFIBUS DP-V1

Os conversores são entregues automaticamente com um pacote de idiomas relevante para a região em que se originou o pedido. Quatro pacotes regionais de idiomas cobrem os seguintes idiomas:

Pacote de idiomas 1

Inglês, alemão, francês, dinamarquês, holandês, 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 EUA, grego, português do Brasil, turco e polonês.

Para solicitar conversores com um pacote de idiomas diferente, entre em contato com o escritório de vendas local Danfoss.

13.1.1 Solicitação de pedido de código de tipo para gabinetes E1-E2

Descrição	Posição	Opcional possível
Grupo de produto	1-6	FC-102
Modelo	8-10	P355-P630
Tensão de rede	11-12	T4: 380-480 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 ¹⁾ B2: Conversor de 12 pulsos com filtro de RFI, classe A2 B4: Conversor de 12 pulsos com 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
Revestimento do PCB	20	C: Com revestimento de PCB
Opcional de rede elétrica	21	X: Sem opcional de rede elétrica 3: Desligação da rede elétrica e fusível 5: Desconexão de rede elétrica, 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 de código de tipo para gabinetes E1-E2²

1) Disponível somente para 380-480 V.

2) Consulte o fabricante quanto a aplicações que exigem certificação marítima

13.1.2 Solicitação de pedido de código de tipo para gabinetes F1-F4 e F8-F13

Descrição	Posição	Opcional possível
Grupo de produto	1-6	FC-102
Modelo	8-10	P315-P1400 kW
Tensão de rede	11-12	T4: 380-480 V CA T7: 525-690 V CA
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: Conversor de harmônicas baixas com filtro de RFI, classe A2 N4: Conversor de harmônicas baixas com filtro de RFI, classe A1 B2: Conversor de 12 pulsos com filtro de RFI, classe A2 B4: Conversor de 12 pulsos com 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 de TI + RFI classe A2 BH: 12 pulsos + IRM para rede elétrica de TI + RFI classe A1 BM: 12 pulsos + RCD para rede elétrica TN/TT + terminais NAMUR + RFI classe A1 ¹⁾
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: Com revestimento de PCB

Descrição	Posição	Opcional possível
Opcional de rede elétrica	21	X: Sem opcional de rede elétrica 3: Desligação da rede eléctrica e fusível 5: Desconexão de rede elétrica, fusível e Load Sharing 7: Fusível A: Fusível e Load Sharing D: Load Sharing E: Desconexão da rede elétrica, contator e fusíveis F: Disjuntor de rede elétrica, contator e fusíveis G: Desconexão da rede elétrica, contator, terminais de Load Sharing e fusíveis H: Disjuntor de rede elétrica, contator, terminais de Load Sharing e fusíveis J: Disjuntor de rede elétrica e fusíveis K: Disjuntor de rede elétrica, terminais de Load Sharing e fusíveis
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 manuais de motor de 2,5 a 4 A L: Dois starters manuais de motor de 4 a 6,3 A M: Dois starters manuais de motor de 6,3 a 10 A N: Dois starters manuais de motor de 10 a 16 A
Monitoramento da temperatura externa e da alimentação auxiliar de 24 V.	23	X: Sem opcionais H: Fonte de alimentação de 24 V, 5 A (uso do cliente) J: Monitoramento da temperatura externa G: Fonte de alimentação de 24V, 5A (uso do cliente) e monitoramento 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 de código de tipo para gabinetes F1–F4 e F8–F13²⁾

1) Requer o VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 e o VLT® Extended Relay Card MCB 113.

13.1.3 Opcionais da solicitação de pedido para todos os gabinetes VLT® HVAC Drive FC 102

Descrição	Posição	Opcional possível
Opcionais A	29–30	AX: Sem opcional A A0: VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101 A4: VLT® DeviceNet MCA 104 AG: VLT® LonWorks MCA 108 AJ: VLT® BACnet MCA 109 AK: VLT® BACnet/IP MCA 125 AL: VLT® PROFINET MCA 120 AN: VLT® EtherNet/IP MCA 121 AQ: VLT® POWERLINK MCA 122
Opcionais B	31–32	BX: Sem opcionais B0: VLT® Analog I/O Option MCB 109 B2: VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 B4: VLT® Sensor Input Option MCB 114 BK: VLT® General Purpose I/O Module MCB 101 BP: VLT® Relay Card MCB 105
Opcionais C0/ E0	33–34	CX: Sem opcionais
Opcionais C1/ A/B no adaptador do opcional C	35	X: Sem opcionais R: VLT® Extended Relay Card MCB 113
Software do opcional C/ Opcionais E1	36–37	XX: Controlador padrão
Opcionais D	38–39	DX: Sem opcionais D0: VLT® 24 V DC Supply MCB 107

Tabela 13.5 Solicitação de pedido de código de tipo para opcionais FC 102

13.2 Números da solicitação de pedido para opcionais/kits

13.2.1 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 13.6 Números de solicitação de pedido para opcional D

13.2.2 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 13.7 Números de solicitação de pedido para opcionais de software

13.2.3 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
Kits de resfriamento do canal traseiro		
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
LCP		
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 13.8 Kits disponíveis para gabinetes E1-E2 e F1-F13

13.2.4 Números da solicitação de pedido para opcionais A: Fieldbuses

Descrição	Solicitação de pedido	
	Sem revestimento	Com revestimento
VLT® PROFIBUS DP MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® LonWorks MCA 108	130B1106	130B1206
VLT® BACnet MCA 109	130B1144	130B1244
VLT® PROFINET MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® EtherNet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
VLT® Powerlink MCA 123	130B1489	130B1490
VLT® VACnet/IP MCA 125	–	130B1586

Tabela 13.9 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 .

13.2.5 Números da solicitação de pedido para opcionais B: Extensões funcionais

Descrição	Solicitação de pedido	
	Sem revestimento	Com revestimento
VLT® General Purpose I/O MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® Relay Card MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® Analog I/O MCB 109	130B1143	130B1243
VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	–	130B1137
VLT® Sensor Input MCB 114	130B1172	130B1272

Tabela 13.10 Números da solicitação de pedido para opcionais B

13.2.6 Números da solicitação de pedido para opcionais C: Controle de movimento e placa de relé

Descrição	Solicitação de pedido	
	Sem revestimento	Com revestimento
VLT® Extended Relay Card MCB 113	130B1164	130B1264

Tabela 13.11 Números da solicitação de pedido para opcionais C

13.3 Números da solicitação de pedido para filtros e resistores de frenagem

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 sobressalentes

Consulte a loja do VLT® ou o configurador do conversor (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 _{JOG}	Frequência do motor quando a função jog está ativada
f _M	Frequência do motor.
f _{MAX}	Frequência de saída máxima que o conversor aplica em sua saída
f _{MIN}	Frequência mínima do motor a partir do conversor
f _{M,N}	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 _{INV}	Corrente Nominal de Saída do Inversor
I _{LIM}	Limite de corrente
I _{M,N}	Corrente nominal do motor
I _{VLT,MAX}	Corrente de saída máxima
I _{VLT,N}	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_{VLT}	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 _s	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 _{br,cont.}	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 _m	Potência nominal de saída do conversor como sobrecarga alta
P _{M,N}	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 _{br,nom}	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 _{min}	Valor mínimo do resistor de frenagem permitido pelo conversor
RMS	Raiz quadrada média
RPM	Rotações por minuto
R _{rec}	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 _{LIM}	Limite de torque
TTL	Pulsos do encoder TTL (5 V) - lógica do transistor
U _{M,N}	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 ⁺	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

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

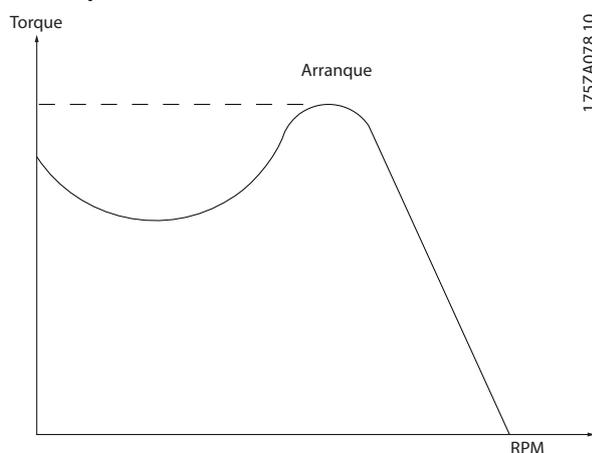


Ilustração 14.1 Gráfico do torque de segurança

14

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 Operation Mode*), 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® 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_{RMS} 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 Protocol*.

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.

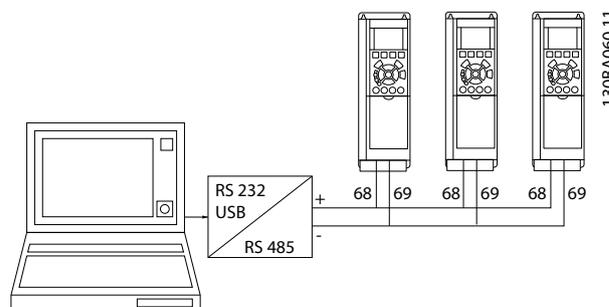


Ilustração 14.2 Conexões paralelas

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.

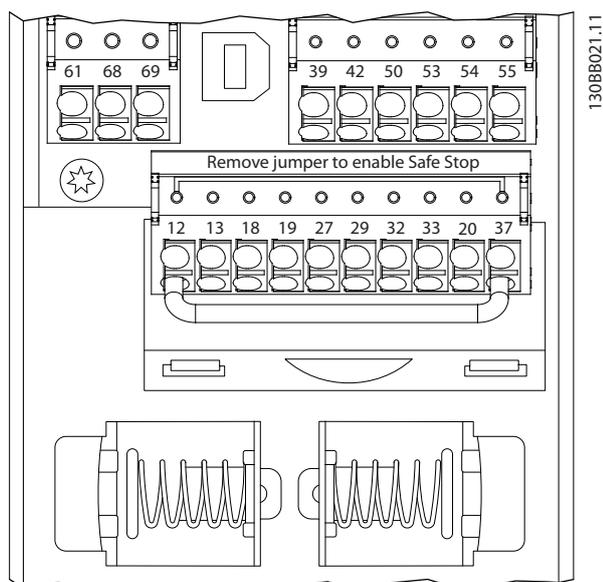


Ilustração 14.3 Terminais do cartão de controle

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 Protocol.

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°.

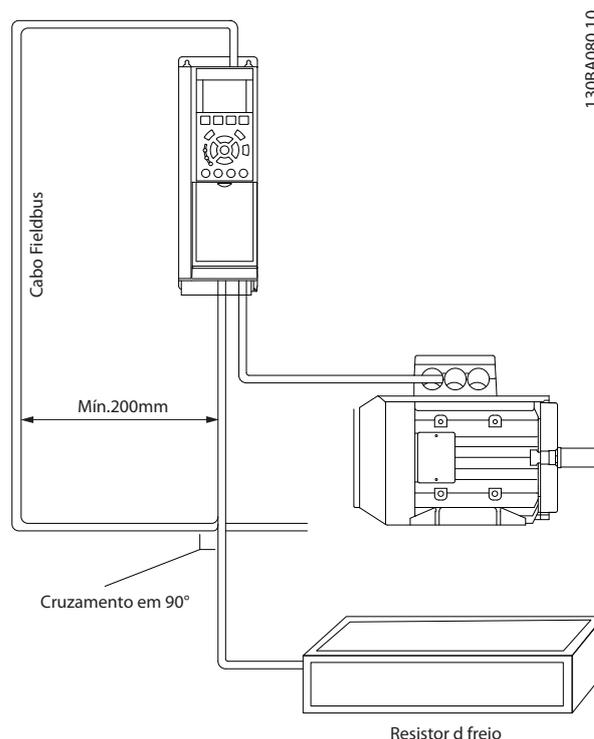


Ilustração 14.4 Precauções com EMC

14.4 RS485: Visão geral do protocolo do 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 Protocol	FC
Parâmetro 8-31 Address	1-126
Parâmetro 8-32 Baud Rate	2400-115200
Parâmetro 8-33 Parity / Stop Bits	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.

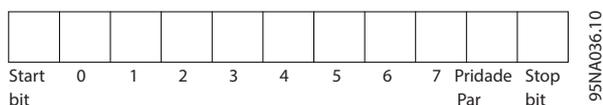


Ilustração 14.5 Caractere (Byte)

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.

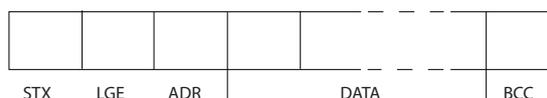


Ilustração 14.6 Estrutura do telegrama

195NA099.10

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 $10^{1)+n}$ 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.

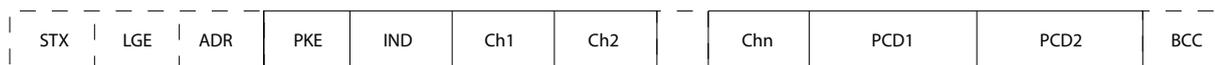
130BA271.10



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.

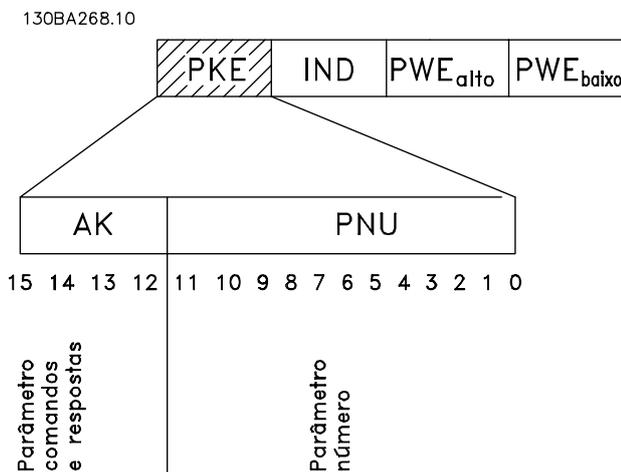


Ilustração 14.10 Campo PKE

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

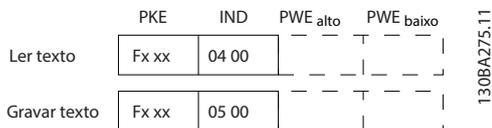


Ilustração 14.11 PWE

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 parâmetros 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_{high}=0000 hex
 PWE_{low}=03E8 hex - Valor de dados 1000, correspondendo a 100 Hz, consulte *capítulo 14.5.12 Conversão*.

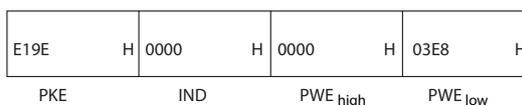


Ilustração 14.12 Telegrama

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 Motor Speed High Limit [Hz]* é 19E em hexadecimal.

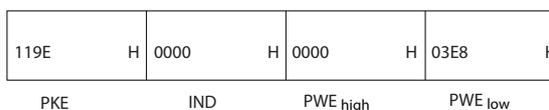


Ilustração 14.13 Resposta de mestre para escravo

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

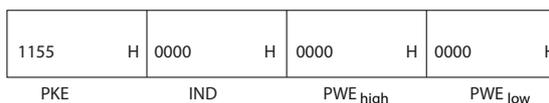


Ilustração 14.14 Valor do parâmetro

Se o valor em *parâmetro 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* for 10 s, a resposta do escravo ao mestre é:

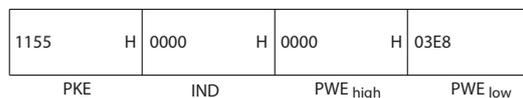


Ilustração 14.15 Resposta do escravo para o mestre

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 partida	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 do 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 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 ¹⁾ .
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 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 do 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 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 irrecuperável 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 parâmetros 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

14.11.1 Palavra de controle de acordo com o perfil do FC

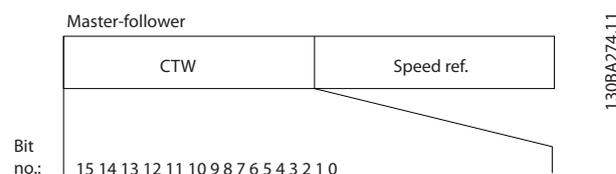


Ilustração 14.16 Mestre para escravo CW

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] <i>parâmetro 3-10 Preset Reference</i>	0	0
2	[1] <i>parâmetro 3-10 Preset Reference</i>	0	1
3	[2] <i>parâmetro 3-10 Preset Reference</i>	1	0
4	[3] <i>parâmetro 3-10 Preset Reference</i>	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

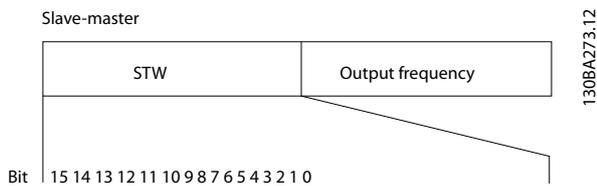


Ilustração 14.17 Escravo para mestre STW

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.

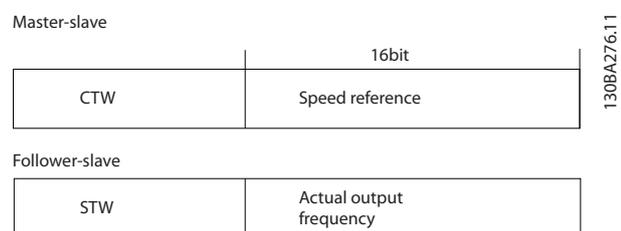


Ilustração 14.18 Valor de referência da velocidade do barramento

A referência e o MAV são dimensionados conforme mostrado em *Ilustração 14.19*.

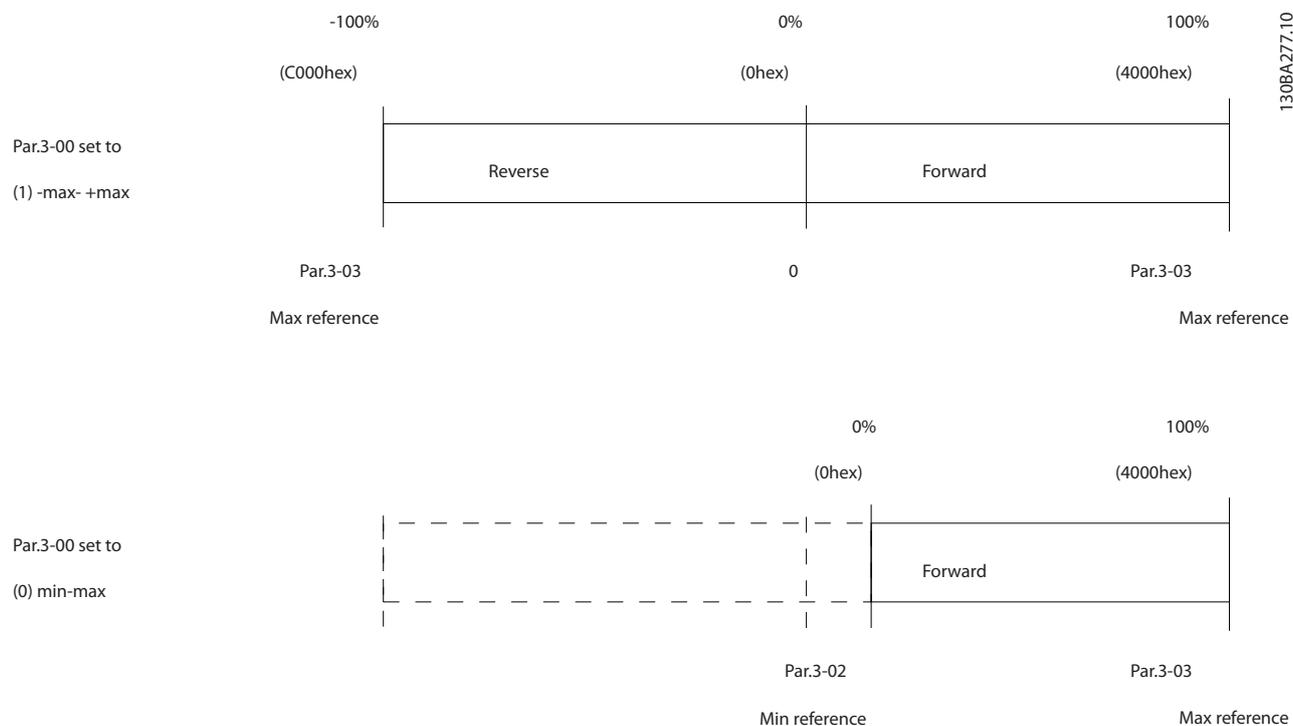


Ilustração 14.19 Referência e MAV

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 Function Relay*.

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 Function Relay*.

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 Quick Stop Ramp Time*.

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 Function Relay*.

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 Coasting Select* 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 Quick Stop Ramp Time*.

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 Quick Stop Select* 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 Function Relay*.

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 Start Select* 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 Bus Jog 1 Speed*. 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 Bus Jog 2 Speed*. 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 Catch up/slow Down Value*.

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 Catch up/slow Down Value*.

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 Active Set-up*. A seleção em *parâmetro 8-55 Set-up Select* 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 This Set-up Linked to*.

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 Reversing Select*.

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 PROFI drive

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 PROFdrive* for selecionado em *parâmetro 8-10 Control Profile*, 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 Reference Site*.

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 Warning Speed Low* e *parâmetro 4-53 Warning Speed High*.

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 Torque Limit Motor Mode* e *parâmetro 4-17 Torque Limit Generator Mode*.

Quando o bit 14=1, o limite de torque selecionado em *parâmetro 4-16 Torque Limit Motor Mode* ou *parâmetro 4-17 Torque Limit Generator Mode* 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.....	230
Adaptação automática do motor (AMA)	
Configuração de fiação.....	213
Visão Geral.....	23
Advertência de alta tensão.....	6
Advertências.....	6, 168
Alimentação de 24 V CC.....	177
Altitude.....	166
Ambiente.....	63, 162
Ambiente comercial.....	197
Ambiente residencial.....	197
Amortecedores.....	33
Amortecimento de ressonância.....	22
Análise da série de Fourier.....	202
Análogica	
Configuração de fiação para referência de velocidade... ..	213
Descrição dos terminais de entrada/saída e configurações padrão.....	178
Especificações da entrada.....	64
Especificações da saída.....	65
Aprovação CSA/cUL.....	9
Aquecedor	
Esquemática de fiação.....	169
Uso.....	162
Armazenagem.....	161
Armazenagem de capacitores.....	161
Aterramento.....	23, 174, 192
Atmosfera explosiva.....	163
Auto on (Automático ligado).....	205

B

Backup cinético.....	25
Baixa tensão	
Diretiva.....	8
Barramento CC	
Descrição da operação.....	205
Terminais.....	172
Blindado.....	178
Blindagem	
Cabos.....	172, 174
Extremidades torcidas.....	199
Rede elétrica.....	7
Bomba	
Condensador.....	37
Escalonamento.....	42
Primária.....	38
Bombas para condensador.....	37
Bombas primárias.....	38

Bombas secundárias.....	40
Braçadeira de cabo.....	174
Bypass de frequência.....	26

C

Cabos	
Abertura.....	70
Blindagem.....	172, 200
do motor.....	186
Conexões de energia.....	170
Controle.....	174
Equalização.....	175
Especificações.....	51, 57, 64
Freio.....	173
Número e tamanho máximos por fase.....	51, 57
Roteamento.....	175
Tipo e características nominais.....	168
Cabos de controle.....	174, 178
Cálculos	
Ciclo útil do resistor.....	189
Razão de curto-circuito.....	203
Referência escalonada.....	206
Resistência do freio.....	190
Software de harmônicas.....	204
THDi.....	202
Torque de frenagem.....	190
Características nominais de proteção NEMA.....	10
Cartão de controle	
Especificações.....	67
Especificações RS485.....	65
Ponto de desarme por superaquecimento.....	51, 57
Cartão de relé estendido.....	47
Cartão do Termistor do PTC.....	47
Certificação marítima.....	9
Certificado TÜV.....	9
Certificado UKrSEPRO.....	9
Ciclo útil	
Cálculo.....	189
Definição.....	230
Código de tipo.....	221
Código de tipo do formulário de pedido.....	221
Compensação de deslizamento.....	230
Compensação do cos ϕ	30
Comprimento do telegrama (LGE).....	233
Computador pessoal.....	174
Comunicação Serial.....	177
Condensação.....	162
Condições ambientais	
Especificações.....	63
Visão Geral.....	162
Conexão de rede.....	231
Conexão do PC.....	174
Configuração de fiação de partida/parada.....	214, 215

Configuração de fiação para reset de alarme externo.....	215	Diagrama da fiação	
Configurações de montagem.....	164	Bomba de velocidade fixa/variável.....	219
Conformidade		Controlador em cascata.....	218
Com ADN.....	7	Diagrama de fiação	
Diretivas.....	8	Alternação da bomba de comando.....	219
Controlador em cascata		Digital	
Diagrama da fiação.....	218	Descrição dos terminais de entrada/saída e configurações padrão.....	177
Controle		Especificações da entrada.....	64
Características.....	66	Especificações da saída.....	65
Descrição da operação.....	205	Dimensões	
Estruturas.....	209	Gabinete E1.....	70
Tipos de.....	210, 211	Gabinete E2.....	78
Controle de processo.....	211	Gabinete F1.....	86
Convenções.....	5	Gabinete F10.....	133
Conversor		Gabinete F11.....	139
Configurador.....	221	Gabinete F12.....	147
Requisitos da folga.....	164	Gabinete F13.....	153
Solicitação de pedido.....	221	Gabinete F2.....	93
Valores nominais da potência.....	13, 14	Gabinete F3.....	100
Visão Geral.....	13, 14	Gabinete F4.....	112
Corrente		Gabinete F8.....	123
Atenuação do motor.....	189	Gabinete F9.....	127
Controle de corrente interna.....	212	Tabela.....	13, 14
de fuga.....	191, 192	Dimensões externas (ilustrações).....	70
fundamental.....	202	Diretiva de maquinaria.....	8
harmônica.....	202	Diretiva ErP.....	9
nominal de saída.....	229	Disjuntor.....	181, 185, 192
Distorção.....	203	Dispositivo de corrente residual.....	191, 192
Fórmula para o limite de corrente.....	229	Dissipador de calor	
Ponto de aterramento de transiente.....	192	Fluxo de ar exigido.....	164
Corrente de fuga.....	6, 191	Limpeza.....	163
Curto-circuito		Ponto de desarme por superaquecimento.....	51, 57
Cálculo da razão.....	203	Divisão da carga	
Características nominais de SCCR.....	182	Advertência.....	6
Definição.....	231	Esquemática de fiação.....	169
Frenagem.....	43, 190	Proteção contra curto-circuito.....	20
Proteção.....	20, 181	Terminais.....	44, 173
D		Visão Geral.....	43
Delta.....	30	DU/dt.....	194
Derating		E	
Alta frequência de chaveamento.....	22	Eficiência	
Altitude.....	166	Cálculo.....	193
Dutos externos.....	165	Especificações.....	51, 57
Especificações.....	64, 164	Fórmula da eficiência do conversor.....	229
Operação de baixa velocidade.....	166	Uso da AMA.....	23
Recurso automático.....	21	EMC	
Tabelas.....	167	Aspectos gerais.....	195
Visão geral e causas.....	165	Compatibilidade.....	199
Desarme		Diretiva.....	8
Definição.....	231	Instalação.....	201
Pontos para conversores de 380–480 V.....	51	Interferência.....	200
Pontos para conversores de 525–690 V.....	57	Precauções de instalação do RS485.....	232
Desbalanceamento de tensão.....	21	Resultados do teste.....	197
Determinação da velocidade local.....	38	Emissão conduzida.....	197
DeviceNet.....	45, 228	Emissão irradiada.....	197

Encoder		Frequência de chaveamento	
Definição.....	230	Conexões de energia.....	172
Energia		Derating.....	21
Classe de eficiência.....	63	Filtro de onda senoidal.....	48, 172
Economia.....	27, 28, 29	Uso com RCDs.....	192
Entrada do usuário.....	205	Fusíveis	
Especificações da entrada.....	64	Advertência da proteção de sobrecorrente.....	168
Especificações de USB.....	67	Complementares.....	183
Especificações elétricas		Conformidade.....	181
Conversores de 12 pulsos.....	54, 60	Contator da rede eléctrica.....	186
Conversores de 6 pulsos.....	51, 57	Controlador de motor manual.....	183
Esquemática de fiação		Desconexão de rede eléctrica.....	185
Conexões de energia.....	170	Especificações para 380–480 V.....	51
Conversor.....	169	Especificações para 525–690 V.....	57
Exemplos de aplicações típicas.....	213	Opcionais.....	181
Terminais de controle de 12 pulsos.....	180	Para o uso com conexões de energia.....	170
EtherNet/IP.....	46	Potência/semicondutor.....	181
F		Rede eléctrica.....	184
Feedback		Relé Pilz.....	184
Conversão.....	209	Terminal protegido por fusível de 30 A.....	184
Sinal.....	210	Transformador de controle.....	184
Tratamento.....	208	Ventilador.....	183
Fieldbus.....	45, 175	G	
Filtro de modo comum.....	48	Gabinete E1	
Filtro de onda senoidal.....	48, 172	Dimensões do terminal.....	72
Filtros		Dimensões externas.....	70
Filtro de harmônicas.....	48	Placa da bucha.....	71
Filtro de modo comum.....	48	Gabinete E2	
Filtro de onda senoidal.....	48, 172	Dimensões do terminal.....	79
Filtro de RFI.....	199	Dimensões externas.....	78
Filtro dU/dt.....	48	Placa da bucha.....	79
Solicitação de pedido.....	228	Gabinete F1	
Fios.....	168	Dimensões do terminal.....	88
consulte também <i>Cabos</i>		Dimensões externas.....	86
Fluxo de ar		Placa da bucha.....	87
Canal traseiro.....	68, 69	Gabinete F10	
Dutos externos.....	165	Dimensões do terminal.....	135
Exigido.....	164	Dimensões externas.....	133
Gabinete.....	68, 69	Placa da bucha.....	134
Flying start.....	25	Gabinete F11	
Folga da porta.....	70	Dimensões do terminal.....	141
Formação periódica.....	161	Dimensões externas.....	139
Fórmula		Placa da bucha.....	140
Corrente de saída.....	229	Gabinete F12	
Eficiência do conversor.....	229	Dimensões do terminal.....	149
Limite de corrente.....	229	Dimensões externas.....	147
Potência nominal do resistor de frenagem.....	229	Placa da bucha.....	148
Freio CA.....	43	Gabinete F13	
Freio CC.....	43, 244	Dimensões do terminal.....	155
Frenagem		Dimensões externas.....	153
Controle com a função de frenagem.....	191	Placa da bucha.....	154
dinâmica.....	43	Gabinete F2	
Limites.....	190	Dimensões do terminal.....	95
Use como uma função de frenagem alternativa.....	191	Dimensões externas.....	93
		Placa da bucha.....	94

Gabinete F3		
Dimensões do terminal.....	102	
Dimensões externas.....	100	
Placa da bucha.....	101	
Gabinete F4		
Dimensões do terminal.....	114	
Dimensões externas.....	112	
Placa da bucha.....	113	
Gabinete F8		
Dimensões do terminal.....	125	
Dimensões externas.....	123	
Placa da bucha.....	124	
Gabinete F9		
Dimensões do terminal.....	129	
Dimensões externas.....	127	
Placa da bucha.....	128	
Gases.....	162	
Gerenciamento da largura de banda.....	41	
Grade de TI.....	193	
Guia de operação.....	5	
Guia de programação.....	5	
H		
Hand On (Manual ligado).....	205	
Harmônicas		
Atenuação.....	204	
Definição de fator de potência.....	230	
Filtro.....	48	
Normas EN.....	203	
Normas IEC.....	203	
Visão geral.....	202	
I		
Içamento.....	161	
IGVs.....	33	
Instalação		
Elétrica.....	168	
Pessoal qualificado.....	6	
Requisitos.....	164	
Instalação elétrica.....	178	
Instalação em altitudes elevadas.....	200	
Interferência de radiofrequência.....	22	
Interferência eletromagnética.....	22	
Interruptor		
A53 e A54.....	64, 178	
Desconexão.....	49	
Inversor.....	205	
Isolação galvânica.....	23, 65, 199	
Isolamento.....	189	
K		
Kits		
Descrições.....	227	
Disponibilidade de gabinete.....	19	
Números de solicitação de pedido.....	227	
L		
Leis da proporcionalidade.....	28	
M		
Malha aberta.....	209	
Malha fechada.....	209, 210	
Manutenção.....	163	
Marcação CE.....	8	
Marcação EAC.....	9	
Marcação RCM.....	9	
Máx.		
Configuração de fiação para aceleração/desaceleração.....	216	
Configuração de fiação para referência de velocidade... ..	216	
Modbus		
Códigos de função de mensagem RTU.....	242	
Estrutura da mensagem.....	239	
Opcional.....	46	
Visão geral do RTU.....	238	
Modulação.....	22, 229	
Modulação automática da frequência de chaveamento.....	22	
Módulo E/S de uso geral.....	46	
Monitoramento ATEX.....	24, 163	
Motor		
Atenuação das correntes de mancal.....	189	
Cabos.....	172, 186, 191	
Classe de proteção.....	163	
Conexão em paralelo.....	187	
Configuração de fiação do termistor.....	217	
Corrente de fuga.....	191	
Detecção de fase ausente.....	21	
Especificações da saída.....	63	
Esquemática de fiação.....	169	
Ex-d.....	47	
Ex-e.....	24	
Isolamento.....	189	
Plaqueta de identificação.....	25	
Proteção térmica.....	23, 187	
Rotação.....	187	
Torque de segurança.....	230	
Torque total.....	26	
N		
Nova partida.....	25	

O

Opcionais

- Controle de movimento..... 47
- Disponibilidade de gabinete..... 13, 14
- Extensões funcionais..... 46
- Fieldbus..... 45
- Fusíveis..... 181
- Placas de relé..... 47
- Solicitação de pedido..... 48, 225, 228

Opcional de entrada de sensor..... 47

Operação de baixa velocidade..... 166

Otimização automática de energia (AEO)..... 22

P

Pacotes de idiomas..... 221

Parada por inércia..... 244

Peças sobressalentes..... 228

PELV..... 23, 65, 199

Perfil do FC..... 243

Pessoal qualificado..... 6

PID

- Controlador..... 23, 208, 211
- Controlador PID com 3 setpoints..... 34
- Controle..... 30

Placa da bucha..... 70

PLC..... 175

Ponto de acoplamento comum..... 202

Potência

- Conexões..... 170
- Perdas..... 51, 57
- Potência..... 230
- Valores nominais..... 12, 51, 57

Potenciômetro..... 177, 216

Pré-aquecimento..... 26

PROFIBUS..... 45, 228

PROFINET..... 45

Proteção

- Classificação do gabinete..... 13, 14
- Curto-circuito..... 20
- Desbalanceamento da tensão de alimentação..... 21
- Função de Frenagem..... 20
- Sobrecarga..... 21
- Sobrecorrente..... 168
- Sobretensão..... 20
- Térmico Calculado do Motor..... 23
- Valor nominal..... 10

Proteção de sobrecorrente..... 168

Proteção do circuito de derivação..... 181

Proteção do gabinete..... 10

Pulso

- Configuração de fiação para partida/parada..... 214
- Especificações da entrada..... 65

R

Rabichos..... 199

Rede elétrica

- Blindagem..... 7
- Contator..... 186
- Desconexão..... 185
- Especificações..... 63
- Flutuações..... 22
- Queda..... 25

Referência

- Entrada da velocidade..... 213, 214
- ativa..... 205
- remota..... 206
- Tratamento remoto de..... 206

Referência ativa..... 205

Referência escalonada..... 206

Referência remota..... 206

Regen

- Disponibilidade..... 13, 14
- Terminais..... 92, 99, 111, 122, 222
- Visão Geral..... 44

Regulamentos de controle de exportação..... 9

Relé

- Especificações..... 66
- Instalação compatível com ADN..... 7
- Opcional..... 47
- Opcional de cartão de relé estendido..... 47
- Placa..... 47
- Terminais..... 178

Relé térmico eletrônico (ETR)..... 168

Requisitos de emissão..... 197

Requisitos de imunidade..... 198

Reset do alarme..... 215

Resfriamento

- Advertência de poeira..... 163
- Requisitos..... 164
- Taxas de fluxo de ar do gabinete..... 164
- Ventilador de torre..... 35
- Visão geral do resfriamento do canal traseiro..... 164

Resfriamento do canal traseiro..... 164

Resfriamento do duto..... 164

Resistor de freio..... 43

Resistor de frenagem

- Definição..... 230
- Esquemática de fiação..... 169
- Fórmula de potência nominal..... 229
- Guia de design..... 5
- Segurança..... 7, 190
- Seleção..... 189
- Solicitação de pedido..... 228
- Terminais..... 173
- Visão Geral..... 47

Retificador..... 205

RFI		Tempo de descarga.....	6
Filtro.....	199	Tempo de subida.....	194
Uso do interruptor com a grade de TI.....	193	Terminais	
Rotor.....	21	Comunicação Serial.....	177
RPM.....	28	Descrições de controle e configurações padrão.....	176
RS485		Dimensões do gabinete E1.....	72
Configuração da fiação.....	217	Dimensões do gabinete F1.....	88
Esquemática de fiação.....	169	Dimensões do gabinete F10.....	135
Instalação.....	231	Dimensões do gabinete F11.....	141
Terminais.....	177	Dimensões do gabinete F12.....	149
Valores de parâmetros.....	243	Dimensões do gabinete F13.....	155
Visão Geral.....	231	Dimensões do gabinete F2.....	95
Ruído acústico.....	194	Dimensões do gabinete F3.....	102
S		Dimensões do gabinete F4.....	114
Safe Torque Off		Dimensões do gabinete F8.....	125
Configuração de fiação.....	214	Dimensões do gabinete F9.....	129
Conformidade com a diretiva de maquinaria.....	8	Dimensões para gabinete E2.....	79
Esquemática de fiação.....	169	Divisão da carga.....	173
Guia de operação.....	5	Entrada analógica/saída analógica.....	178
Localização do terminal.....	177	Entrada digital/saída digital.....	177
Visão Geral.....	27	Resistor de frenagem.....	173
Saída		RS485.....	177
Contator.....	193, 201	do relé.....	178
Especificações.....	65	Terminal 37.....	177
Interruptor.....	21	Terminais de controle.....	176
Secundária		Termistor	
Bomba.....	40	Configuração de fiação.....	217
Eficiência.....	41	Definição.....	230
Segurança		Localização do terminal.....	177
Instruções.....	6, 168	Roteamento de cabo.....	175
Sensor de CO2.....	34	Torque	
Sistema CAV.....	34	Característica.....	63
Sistema de gerenciamento predial (BMS).....	29	Controle.....	210
Sistemas centrais VAV.....	33	Torque de segurança.....	230
Smart logic control		Transdutor.....	177
Configuração de fiação.....	219	Transformador	
Visão Geral.....	26	Conexão.....	173
Sobrecarga		Efeitos das harmônicas.....	202
Emissão com harmônicas.....	202	U	
Limites.....	21	UL	
térmica eletrônica.....	23	Características nominais de proteção do gabinete.....	10
Sobrecarga térmica eletrônica.....	23	Listagem de marcações.....	9
Sobretensão		Umidade.....	162
Frenagem.....	47	V	
Função de frenagem alternativa.....	191	Valor nominal IP.....	10
Proteção.....	20	VAV.....	33
Soft starter.....	30	Velocidade	
STO.....	5	Controle.....	210
consulte também <i>Safe Torque Off</i>		Feedback do PID.....	210
Superaquecimento.....	231	Ventiladores	
T		Alimentação externa.....	173
Temperatura.....	162	Fluxo de ar exigido.....	164
		controlados por temperatura.....	22
		Versões de software.....	228

Visão geral do protocolo.....	232
Volume de ar constante.....	34
Volume de ar variável.....	33
VVC+.....	212



.....
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

