



# Guia de Design

## VLT<sup>®</sup> AQUA Drive FC 202

110–800 kW, Tamanhos de gabinete D e E







**Danfoss A/S**

6430 Nordborg  
Denmark  
CVR nr.: 20 16 57 15  
Telephone: +45 7488 2222  
Fax: +45 7449 0949

**EU DECLARATION OF CONFORMITY**

**Danfoss A/S**  
**Danfoss Drives A/S**

declares under our sole responsibility that the

**Product category:** Frequency Converter

**Type designation(s):** FC-202XYYYYZ\*\*\*\*\*

Character X: N or P

Character YYY: K25, K37, K55, K75, 1K1, 1K5, 2K2, 3K0, 3K7, 4K0, 5K5, 7K5, 11K, 15K, 18K, 22K, 30K, 37K, 45K, 55K, 75K, 90K, 110, 132, 150, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1M0, 1M2, 1M4

Character ZZ: S2, S4, T2, T4, T6, T7

\* may be any number or letter indicating drive options which do not impact this DoC.

The meaning of the 39 characters in the type code string can be found in appendix 00729776.

Covered by this declaration is in conformity with the following directive(s), standard(s) or other normative document(s), provided that the product is used in accordance with our instructions.

**Low Voltage Directive 2014/35/EU**


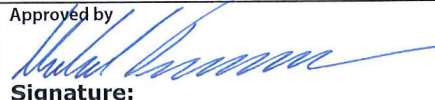
EN61800-5-1:2007 + A1:2017 Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-1: Safety requirements – Electrical, thermal and energy.

**EMC Directive 2014/30/EU**

EN61800-3:2004 + A1:2012 Adjustable speed electrical power drive systems – Part 3: EMC requirements and specific test methods.

**RoHS Directive 2011/65/EU including amendment 2015/863.**

EN63000:2018 Technical documentation for the assessment of electrical and electronic products with respect to the restriction of hazardous substances

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| Date: 2020.09.15<br>Place of issue:<br><br>Graasten, DK | Issued by<br><br><b>Signature:</b><br><b>Name: Gert Kjær</b><br><b>Title: Senior Director, GDE</b> | Date: 2020.09.15<br>Place of issue:<br><br>Graasten, DK | Approved by<br><br><b>Signature:</b><br><b>Name: Michael Termansen</b><br><b>Title: VP, PD Center Denmark</b> |
|---|---|---|---|

Danfoss only vouches for the correctness of the English version of this declaration. In the event of the declaration being translated into any other language, the translator concerned shall be liable for the correctness of the translation

For products including available Safe Torque Off (STO) function according to unit typecode on the nameplate: **T or U at character 18 of the typecode.**

**Machine Directive 2006/42/EC**

EN/IEC 61800-5-2:2007  
(Safe Stop function conforms with STO – Safe Torque Off, SIL 2 Capability)

Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-2: Safety requirements – Functional

**Other standards considered:**

EN ISO 13849-1:2015  
(Safe Stop function, PL d  
(MTTFd=14000 years, DC=90%, Category 3)  
EN/IEC 61508-1:2011, EN/IEC 61508-2:2011  
(Safe Stop function, SIL 2 (PFH = 1E-10/h, 1E-8/h for specific variants, PFD = 1E-10, 1E-4 for specific variants, SFF>99%, HFT=0))

Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles for design

Functional safety of electrical/electronic/ programmable electronic safety-related systems  
Part 1: General requirements

Part 2: Requirements for electrical/ electronic / programmable electronic safety-related systems  
Safety of machinery - Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems

EN/IEC 62061:2005 + A1:2013  
(Safe Stop function, SILCL 2)

Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements

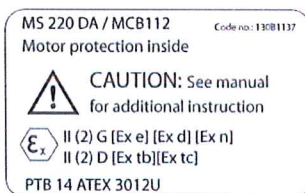
EN/IEC 60204-1:2006 + A1:2009  
(Stop Category 0)

For products including ATEX option, it requires STO function in the products. The products can have the VLT PTC Thermistor Card MCB112 installed from factory (**2 at character 32 in the typecode**), or it can be separately installed as an additional part.

**2014/34/EU - Equipment for explosive atmospheres (ATEX)**

Based on EU harmonized standard:  
EN 50495: 2010

Safety devices required for safe functioning of equipment with respect to explosion risks.



**Notified Body:**

PTB Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig, has assessed the conformity of the "ATEX certified motor thermal protection systems" of Danfoss FC VLT Drives with Safe Torque Off function and has issued the certificate PTB 14 ATEX 3009.

## Índice

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 Introdução</b>  | <b>5</b>  |
| 1.1 Objetivo do Guia de Design                                 | 5         |
| 1.2 Recursos adicionais  | 5         |
| 1.3 Documento e versão de software                             | 5         |
| 1.4 Convenções   | 5         |
| <b>2 Segurança</b>   | <b>6</b>  |
| 2.1 Símbolos de Segurança                                      | 6         |
| 2.2 Pessoal qualificado  | 6         |
| 2.3 Precauções de segurança                                    | 6         |
| <b>3 Aprovações e certificações</b>                            | <b>8</b>  |
| 3.1 Aprovações de conformidade/regulamentares                  | 8         |
| 3.2 Características nominais de proteção do gabinete metálico  | 10        |
| <b>4 Visão Geral do Produto</b>                                | <b>11</b> |
| 4.1 Conversores VLT® de alta potência                          | 11        |
| 4.2 Tamanho do gabinete pelo valor nominal da potência         | 11        |
| 4.3 Visão geral dos gabinetes metálicos, 380–500 V             | 12        |
| 4.4 Visão geral dos gabinetes metálicos, 525–690 V             | 14        |
| 4.5 Disponibilidade do kit                                     | 16        |
| <b>5 Recursos do produto</b>                                   | <b>17</b> |
| 5.1 Recursos operacional automatizados                         | 17        |
| 5.2 Recursos de aplicação personalizada                        | 20        |
| 5.3 Recursos específicos do VLT® AQUA Drive FC 202             | 24        |
| 5.4 Visão geral do controle em cascata                         | 25        |
| 5.5 Visão geral do controlador em cascata básico               | 27        |
| 5.6 Visão geral de Deragging                                   | 28        |
| 5.7 Visão geral da pré/pós-lubrificação                        | 29        |
| 5.8 Modo Confirmação de fluxo                                  | 30        |
| 5.9 Visão geral do Monitoramento de velocidade mínima avançado | 31        |
| 5.10 Visão geral da frenagem dinâmica                          | 31        |
| 5.11 Visão geral da divisão da carga                           | 32        |
| 5.12 Visão geral de Regen                                      | 33        |
| 5.13 Visão geral do resfriamento do canal traseiro             | 34        |
| <b>6 Visão geral de opcionais e acessórios</b>                 | <b>36</b> |
| 6.1 Dispositivos de fieldbus                                   | 36        |
| 6.2 Extensões funcionais                                       | 37        |
| 6.3 Controle de movimento e placas de relé                     | 38        |

|   |            |
|---|------------|
| 6.4 Resistores do Freio                           | 38         |
| 6.5 Filtros de onda senoidal                      | 38         |
| 6.6 Filtros dU/dt                                 | 38         |
| 6.7 Filtros de modo comum                         | 38         |
| 6.8 Filtros de Harmônicas                         | 39         |
| 6.9 Kits de alta potência                         | 39         |
| <b>7 Especificações</b>                           | <b>40</b>  |
| 7.1 Dados elétricos, 380–480 V                    | 40         |
| 7.2 Dados elétricos, 525-690 V                    | 44         |
| 7.3 Alimentação de Rede Elétrica                  | 50         |
| 7.4 Saída do Motor e dados do motor               | 51         |
| 7.5 Condições ambiente                            | 51         |
| 7.6 Especificações de Cabo                        | 51         |
| 7.7 Entrada/Saída de controle e dados de controle | 52         |
| 7.8 Pesos dos gabinetes                           | 55         |
| <b>8 Dimensões externas e do terminal</b>         | <b>56</b>  |
| 8.1 Dimensões externas e do terminal do D1h       | 56         |
| 8.2 Dimensões externas e do terminal do D2h       | 62         |
| 8.3 Dimensões externas e do terminal do D3h       | 68         |
| 8.4 Dimensões externas e do terminal do D4h       | 73         |
| 8.5 Dimensões do terminal e exteriores do D5h     | 78         |
| 8.6 Dimensões externas e do terminal do D6h       | 87         |
| 8.7 Dimensões externas e do terminal do D7h       | 98         |
| 8.8 Dimensões externas e do terminal do D8h       | 108        |
| 8.9 E1h Dimensões externas e do terminal          | 119        |
| 8.10 E2h Dimensões externas e do terminal         | 125        |
| 8.11 E3h Dimensões externas e do terminal         | 131        |
| 8.12 E4h Dimensões externas e do terminal         | 138        |
| <b>9 Considerações de instalação mecânica</b>     | <b>145</b> |
| 9.1 Armazenagem                                   | 145        |
| 9.2 Elevando a unidade                            | 145        |
| 9.3 Ambiente Operacional                          | 145        |
| 9.4 Configurações de montagem                     | 147        |
| 9.5 Refrigeração                                  | 147        |
| 9.6 Derating                                      | 148        |
| <b>10 Considerações de instalação elétrica</b>    | <b>152</b> |
| 10.1 Instruções de Segurança                      | 152        |
| 10.2 Esquemática de Fiação                        | 153        |

|   |            |
|---|------------|
| 10.3 Conexões   | 154        |
| 10.4 Terminais e fiação de controle   | 155        |
| 10.5 Fusíveis e Disjuntores   | 159        |
| 10.6 Motor  | 161        |
| 10.7 Frenagem   | 163        |
| 10.8 Dispositivos de corrente residual (RCD) e Monitor de resistência de isolamento (IRM) | 166        |
| 10.9 Corrente de Fuga   | 166        |
| 10.10 IT Rede elétrica  | 168        |
| 10.11 Eficiência  | 168        |
| 10.12 Ruído Acústico  | 169        |
| 10.13 Condições de dU/dt  | 169        |
| 10.14 Visão geral da Compatibilidade eletromagnética (EMC)                                | 175        |
| 10.15 Instalação compatível com EMC   | 179        |
| 10.16 Visão geral das harmônicas  | 181        |
| <b>11 Princípios básicos de operação de um conversor</b>                                  | <b>184</b> |
| 11.1 Descrição da Operação  | 184        |
| 11.2 Controles do drive   | 184        |
| <b>12 Exemplos de Aplicações</b>  | <b>194</b> |
| 12.1 Configurações de fiação para Adaptação Automática do Motor (AMA)                     | 194        |
| 12.2 Configurações de fiação para Referência de Velocidade Analógica                      | 194        |
| 12.3 Configurações de fiação para Partida/Parada  | 195        |
| 12.4 Configuração da fiação para Reset do alarme externo                                  | 196        |
| 12.5 Configuração da fiação para Referência de velocidade usando Potenciômetro manual     | 197        |
| 12.6 Configuração da fiação para aceleração/desaceleração                                 | 197        |
| 12.7 Configuração da fiação para conexão de rede RS485                                    | 198        |
| 12.8 Configuração da fiação para termistor do motor                                       | 198        |
| 12.9 Configuração da fiação para setup do relé com Smart Logic Control                    | 199        |
| 12.10 Configuração da fiação para bomba submersível                                       | 199        |
| 12.11 Configuração da fiação para um Controlador em Cascata                               | 201        |
| 12.12 Configuração da fiação para bomba de velocidade variável fixada                     | 202        |
| 12.13 Configuração da Fiação para Alternância da Bomba de Comando                         | 202        |
| <b>13 Como fazer pedido de um conversor</b>   | <b>203</b> |
| 13.1 Configurador do drive  | 203        |
| 13.2 Código de compra para opcionais e acessórios   | 206        |
| 13.3 Códigos de compra para filtros e resistores do freio                                 | 211        |
| 13.4 Peças de Reposição   | 211        |
| <b>14 Apêndice</b>  | <b>212</b> |

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| 14.1 Abreviações e símbolos | 212        |
| 14.2 Definições             | 213        |
| <b>Índice</b>               | <b>215</b> |



# 1 Introdução

## 1.1 Objetivo do Guia de Design

Este Guia de Design destina-se a:

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

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

VLT® é uma marca registrada.

## 1.2 Recursos adicionais

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

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

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

## 1.3 Documento e versão de software

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 |
|----------|-----------------------------|--------------------|
| MG22B2xx | Conteúdo D1h–D8h adicionado | 3.10               |

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 Precauções de segurança

#### **⚠️ 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**

##### 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 o tempo especificado no *Tabela 2.1* 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 os capacitores se descarregarem por completo. Consulte *Tabela 2.1*.
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.

| Tensão  | Valor nominal da potência (sobrecarga normal) | Gabinete | Minutos para descarregar |
|---------|---|----------|--------------------------|
| 380–480 | 110–315 kW<br>150–450 hp                      | D1h–D8h  | 20                       |
| 380–480 | 355–560 kW<br>500–750 hp                      | E1h–E4h  | 40                       |
| 525–690 | 75–400 kW<br>75–400 hp                        | D1h–D8h  | 20                       |
| 525–690 | 450–800 kW<br>450–950 hp                      | E1h–E4h  | 40                       |

Tabela 2.1 Tempo de descarga para gabinetes D1h–D8h e E1h–E4h

#### **⚠️ 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 eletricista certificado.

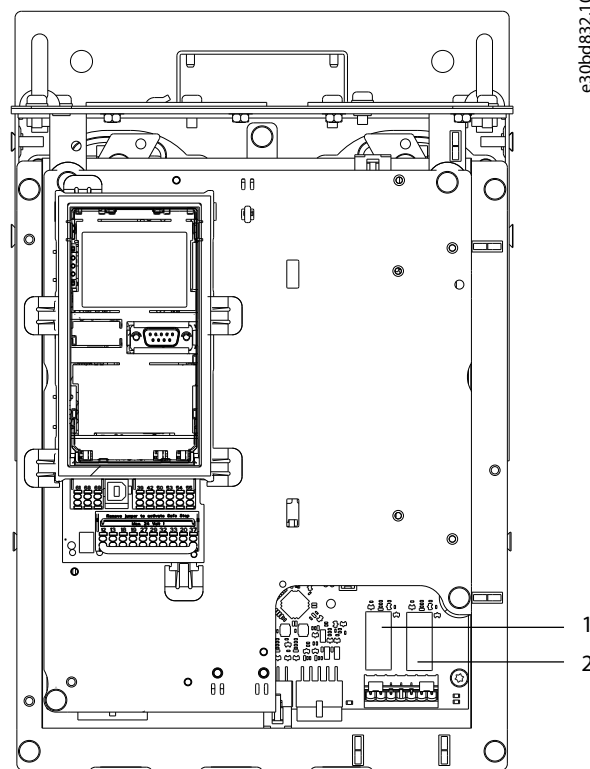
**AVISO!****OPCIONAL DE SEGURANÇA PARA BLINDAGEM DA REDE ELÉTRICA**

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 de conformidade/ regulamentares

#### **AVISO!**

#### **LIMITAÇÕES IMPOSTAS NA FREQUÊNCIA DE SAÍDA**

A partir da versão de software 1.99, a frequência de saída do conversor é limitada a 590 Hz devido às regulamentações do 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 <sup>1)</sup> | 2014/32/EU  |
| Diretiva ErP                         | 2009/125/EC |
| Diretiva ATEX                        | 2014/34/EU  |
| Diretiva RoHS                        | 2002/95/EC  |

Tabela 3.1 Diretivas da UE aplicáveis a conversores

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

#### **AVISO!**

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

Declarações de conformidade estão disponíveis mediante solicitação.

#### **Diretiva de baixa tensão**

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

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

#### **Diretiva EMC**

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

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

#### **Diretiva de maquinaria**

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

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

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

#### 3.1.1.2 Diretiva ErP

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

### 3.1.1.3 Classificação UL

A marcação Underwriters Laboratory (UL) certifica a segurança de produtos e suas declarações ambientais com base em teste padronizado. Conversores de tensão T7 (525–690 V) são certificados pela UL somente para 525–600 V. O conversor atende os requisitos de retenção de memória térmica UL 61800-5-1. Para obter mais informações, consulte *capítulo 10.6.1 Proteção térmica do motor*.

### 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

Aplicações marítimas - navios e plataformas de petróleo/gás - devem ser certificadas por mais de uma associação de certificação marítima para receber seguro e licença regulatórios. Os conversores da série Danfoss VLT® AQUA Drive são certificados por até 12 diferentes associações de classificação marítima.

Para ver ou imprimir aprovações e certificados marítimos, acesse a área de download em [drives.danfoss.com/industries/marine-and-offshore/marine-type-approvals/#/](https://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 metálico

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:

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

Tabela 3.3 Detalhamento do Número de IP

- 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

## 4 Visão Geral do Produto

### 4.1 Conversores VLT® de alta potência

Os conversores 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.

#### Benefícios dos conversores VLT®

- Disponíveis em vários tamanhos de gabinete e características nominais de proteção.
- 98% da 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.
- Consumo de energia menor para os equipamentos de resfriamento da sala de controle.
- Custos de propriedade reduzidos.
- Interface do usuário consistente em toda a gama de conversores Danfoss.
- Assistentes de inicialização orientados a aplicações.
- Interface do usuário multilíngue.

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

| kW <sup>1)</sup> | hp <sup>1)</sup> | Gabinetes disponíveis |
|------------------|------------------|-----------------------|
| 110              | 150              | D1h/D3h/D5h/D6h       |
| 132              | 200              | D1h/D3h/D5h/D6h       |
| 160              | 250              | D1h/D3h/D5h/D6h       |
| 200              | 300              | D2h/D4h/D7h/D8h       |
| 250              | 350              | D2h/D4h/D7h/D8h       |
| 315              | 450              | D2h/D4h/D7h/D8h       |
| 355              | 500              | E1h/E3h               |
| 400              | 600              | E1h/E3h               |
| 450              | 600              | E1h/E3h               |
| 500              | 650              | E2h/E4h               |
| 560              | 750              | E2h/E4h               |

**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 <sup>1)</sup> | hp <sup>1)</sup> | Gabinetes disponíveis |
|------------------|------------------|-----------------------|
| 75               | 75               | D1h/D3h/D5h/D6h       |
| 90               | 100              | D1h/D3h/D5h/D6h       |
| 110              | 125              | D1h/D3h/D5h/D6h       |
| 132              | 150              | D1h/D3h/D5h/D6h       |
| 160              | 200              | D1h/D3h/D5h/D6h       |
| 200              | 250              | D2h/D4h/D7h/D8h       |
| 250              | 300              | D2h/D4h/D7h/D8h       |
| 315              | 350              | D2h/D4h/D7h/D8h       |
| 400              | 400              | D2h/D4h/D7h/D8h       |
| 450              | 450              | E1h/E3h               |
| 500              | 500              | E1h/E3h               |
| 560              | 600              | E1h/E3h               |
| 630              | 650              | E1h/E3h               |
| 710              | 750              | E2h/E4h               |
| 800              | 950              | E2h/E4h               |

**Tabela 4.2 Valor nominal 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 metálicos, 380–500 V

| Tamanho do gabinete                            | D1h        | D2h         | D3h                                     | D4h                                      | D5h         | D6h         | D7h         | D8h         |
|--|------------|-------------|---|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Valor nominal da potência <sup>1)</sup></b> |            |             |   |  |             |             |             |             |
| Saída a 400 V (kW)                             | 110–160    | 200–315     | 110–160                                 | 200–315                                  | 110–160     | 110–160     | 200–315     | 200–315     |
| Saída a 460 V (hp)                             | 150–250    | 300–450     | 150–250                                 | 300–450                                  | 150–250     | 150–250     | 300–450     | 300–450     |
| <b>Características nominais de proteção</b>    |            |             |   |  |             |             |             |             |
| IP   | IP21/54    | IP21/54     | IP20                                    | IP20                                     | IP21/54     | IP21/54     | IP21/54     | IP21/54     |
| NEMA   | Tipo 1/12  | Tipo 1/12   | Tipo chassi                             | Tipo chassi                              | Tipo 1/12   | Tipo 1/12   | Tipo 1/12   | Tipo 1/12   |
| <b>Opções de hardware<sup>2)</sup></b>         |            |             |   |  |             |             |             |             |
| Canal traseiro de aço inoxidável               | O          | O           | O                                       | O  | O           | O           | O           | O           |
| Blindagem da rede elétrica                     | O          | O           | –                                       | –  | O           | O           | O           | O           |
| Aquecedor elétrico                             | O          | O           | –                                       | –  | O           | O           | O           | O           |
| Filtro de RFI (Classe A1)                      | O          | O           | O                                       | O  | O           | O           | O           | O           |
| Safe Torque Off                                | S          | S           | S                                       | S  | S           | S           | S           | S           |
| Sem LCP  | O          | O           | O                                       | O  | O           | O           | O           | O           |
| LCP Numérico                                   | O          | O           | O                                       | O  | O           | O           | O           | O           |
| LCP Gráfico                                    | O          | O           | O                                       | O  | O           | O           | O           | O           |
| Fusíveis                                       | O          | O           | O                                       | O  | O           | O           | O           | O           |
| Acesso ao dissipador de calor <sup>3)</sup>    | O          | O           | O                                       | O  | O           | O           | O           | O           |
| Circuito de frenagem                           | –          | –           | O                                       | O  | O           | O           | O           | O           |
| Terminais de regeneração                       | –          | –           | O                                       | O  | O           | O           | O           | O           |
| Terminais de divisão da carga                  | –          | –           | O                                       | O  | –           | –           | –           | –           |
| Fusíveis + divisão da carga                    | –          | –           | O                                       | O  | –           | –           | –           | –           |
| Desconexão                                     | –          | –           | –                                       | –  | –           | O           | –           | O           |
| Disjuntores                                    | –          | –           | –                                       | –  | –           | O           | –           | O           |
| Contatores                                     | –          | –           | –                                       | –  | –           | O           | –           | O           |
| Alimentação de 24 V CC                         | O          | O           | O                                       | O  | O           | O           | O           | O           |
| <b>Dimensões</b>                               |            |             |   |  |             |             |             |             |
| Altura, mm (pol)                               | 901 (35,5) | 1107 (43,6) | 909 (35,8)<br>1004 (39,5) <sup>4)</sup> | 1027 (40,4)<br>1027 (40,4) <sup>4)</sup> | 1324 (52,1) | 1663 (65,5) | 1978 (77,9) | 2284 (89,9) |
| Largura, mm (pol)                              | 325 (12,8) | 325 (12,8)  | 250 (9,8)                               | 375 (14,8)                               | 325 (12,8)  | 325 (12,8)  | 420 (16,5)  | 420 (16,5)  |
| Profundidade, mm (pol)                         | 379 (14,9) | 379 (14,9)  | 375 (14,8)                              | 375 (14,8)                               | 381 (15,0)  | 381 (15,0)  | 386 (15,2)  | 406 (16,0)  |
| Peso, kg (lb)                                  | 62 (137)   | 125 (276)   | 62 (137)<br>108 (238) <sup>4)</sup>     | 125 (276)<br>179 (395) <sup>4)</sup>     | 99 (218)    | 128 (282)   | 185 (408)   | 232 (512)   |

Tabela 4.3 Conversores D1h–D8h, 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.

3) Acesso ao dissipador de calor não está disponível com o opcional de canal traseiro de aço inoxidável.

4) Com divisão da carga e terminais de regeneração opcionais.



| Tamanho do gabinete                            | E1h         | E2h         | E3h                | E4h                |
|--|-------------|-------------|--------------------|--------------------|
| <b>Valor nominal da potência <sup>1)</sup></b> |             |             |                    |                    |
| Saída a 400 V (kW)                             | 355–450     | 500–560     | 355–450            | 500–560            |
| Saída a 460 V (hp)                             | 500–600     | 650–750     | 500–600            | 650–750            |
| <b>Características nominais de proteção</b>    |             |             |                    |                    |
| IP   | IP21/54     | IP21/54     | IP20 <sup>2)</sup> | IP20 <sup>2)</sup> |
| Tipo UL  | Tipo 1/12   | Tipo 1/12   | Chassi             | Chassi             |
| <b>Opções de hardware<sup>3)</sup></b>         |             |             |                    |                    |
| Canal traseiro de aço inoxidável               | O           | O           | O                  | O                  |
| Blindagem da rede elétrica                     | O           | O           | –                  | –                  |
| Aquecedor elétrico                             | O           | O           | –                  | –                  |
| Filtro de RFI (Classe A1)                      | O           | O           | O                  | O                  |
| Safe Torque Off                                | S           | S           | S                  | S                  |
| Sem LCP  | O           | O           | O                  | O                  |
| LCP Gráfico                                    | O           | O           | O                  | O                  |
| Fusíveis                                       | S           | S           | O                  | O                  |
| Acesso ao dissipador de calor                  | O           | O           | O                  | O                  |
| Circuito de frenagem                           | O           | O           | O                  | O                  |
| Terminais Regen                                | O           | O           | O                  | O                  |
| Terminais de divisão da carga                  | –           | –           | O                  | O                  |
| Fusíveis + divisão da carga                    | –           | –           | O                  | O                  |
| Desconexão                                     | O           | O           | –                  | –                  |
| Disjuntores                                    | –           | –           | –                  | –                  |
| Contatores                                     | –           | –           | –                  | –                  |
| Alimentação de 24 V CC (SMPS, 5 A)             | –           | –           | –                  | –                  |
| <b>Dimensões</b>                               |             |             |                    |                    |
| Altura, mm (pol)                               | 2043 (80,4) | 2043 (80,4) | 1578 (62,1)        | 1578 (62,1)        |
| Largura, mm (pol)                              | 602 (23,7)  | 698 (27,5)  | 506 (19,9)         | 604 (23,9)         |
| Profundidade, mm (pol)                         | 513 (20,2)  | 513 (20,2)  | 482 (19,0)         | 482 (19,0)         |
| Peso, kg (lb)                                  | 295 (650)   | 318 (700)   | 272 (600)          | 295 (650)          |

**Tabela 4.4 Conversores E1h–E4h, 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) Se o gabinete for configurado com divisão da carga ou terminais regen, as características nominais de proteção serão IP00, caso contrário as características nominais de proteção serão IP20.

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

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

4

| Tamanho do gabinete                            | D1h        | D2h         | D3h                                     | D4h                                      | D5h         | D6h         | D7h         | D8h         |
|--|------------|-------------|---|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Valor nominal da potência <sup>1)</sup></b> |            |             |   |  |             |             |             |             |
| Saída a 690 V (kW)                             | 75–160     | 200–400     | 75–160                                  | 200–400                                  | 75–160      | 75–160      | 200–400     | 200–400     |
| Saída a 575 V (hp)                             | 75–200     | 250–400     | 75–200                                  | 250–400                                  | 75–200      | 75–200      | 250–400     | 250–400     |
| <b>Características nominais de proteção</b>    |            |             |   |  |             |             |             |             |
| IP   | IP21/54    | IP21/54     | IP20                                    | IP20                                     | IP21/54     | IP21/54     | IP21/54     | IP21/54     |
| NEMA   | Tipo 1/12  | Tipo 1/12   | Tipo chassi                             | Tipo chassi                              | Tipo 1/12   | Tipo 1/12   | Tipo 1/12   | Tipo 1/12   |
| <b>Opções de hardware<sup>2)</sup></b>         |            |             |   |  |             |             |             |             |
| Canal traseiro de aço inoxidável               | –          | –           | O                                       | O  | –           | –           | –           | –           |
| Blindagem da rede elétrica                     | O          | O           | O                                       | O  | O           | O           | O           | O           |
| Aquecedor elétrico                             | O          | O           | O                                       | O  | O           | O           | O           | O           |
| Safe Torque Off                                | S          | S           | S                                       | S  | S           | S           | S           | S           |
| Sem LCP  | O          | O           | O                                       | O  | O           | O           | O           | O           |
| LCP Numérico                                   | O          | O           | O                                       | O  | O           | O           | O           | O           |
| LCP Gráfico                                    | O          | O           | O                                       | O  | O           | O           | O           | O           |
| Fusíveis                                       | O          | O           | O                                       | O  | O           | O           | O           | O           |
| Acesso ao dissipador de calor <sup>3)</sup>    | O          | O           | O                                       | O  | O           | O           | O           | O           |
| Circuito de frenagem                           | –          | –           | O                                       | O  | O           | O           | O           | XO          |
| Terminais de regeneração                       | –          | –           | O                                       | O  | –           | –           | –           | –           |
| Terminais de divisão da carga                  | –          | –           | O                                       | O  | O           | O           | O           | O           |
| Fusíveis + divisão da carga                    | –          | –           | O                                       | O  | –           | –           | –           | –           |
| Desconexão                                     | –          | –           | –                                       | –  | O           | O           | O           | O           |
| Disjuntores                                    | –          | –           | –                                       | –  | –           | O           | –           | O           |
| Contatores                                     | –          | –           | –                                       | –  | –           | O           | –           | O           |
| Alimentação de 24 V CC                         | O          | O           | O                                       | O  | O           | O           | O           | O           |
| <b>Dimensões</b>                               |            |             |   |  |             |             |             |             |
| Altura, mm (pol)                               | 901 (35,5) | 1107 (43,6) | 909 (35,8)<br>1004 (39,5) <sup>4)</sup> | 1027 (40,4)<br>1027 (40,4) <sup>4)</sup> | 1324 (52,1) | 1663 (65,5) | 1978 (77,9) | 2284 (89,9) |
| Largura, mm (pol)                              | 325 (12,8) | 325 (12,8)  | 250 (9,8)                               | 375 (14,8)                               | 325 (12,8)  | 325 (12,8)  | 420 (16,5)  | 420 (16,5)  |
| Profundidade, mm (pol)                         | 379 (14,9) | 379 (14,9)  | 375 (14,8)                              | 375 (14,8)                               | 381 (15,0)  | 381 (15,0)  | 386 (15,2)  | 406 (16,0)  |
| Peso, kg (lb)                                  | 62 (137)   | 125 (276)   | 62 (137)<br>108 (238) <sup>4)</sup>     | 125 (276)<br>179 (395) <sup>4)</sup>     | 99 (218)    | 128 (282)   | 185 (408)   | 232 (512)   |

Tabela 4.5 Conversores D1h–D8h, 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.

3) Acesso ao dissipador de calor não está disponível com o opcional de canal traseiro de aço inoxidável.

4) Com divisão da carga e terminais de regeneração opcionais.

| Tamanho do gabinete                            | E1h         | E2h         | E3h                | E4h                |
|--|-------------|-------------|--------------------|--------------------|
| <b>Valor nominal da potência <sup>1)</sup></b> |             |             |                    |                    |
| Saída a 690 V (kW)                             | 450–630     | 710–800     | 450–630            | 710–800            |
| Saída a 575 V (hp)                             | 450–650     | 750–950     | 450–650            | 750–950            |
| <b>Características nominais de proteção</b>    |             |             |                    |                    |
| IP   | IP21/54     | IP21/54     | IP20 <sup>2)</sup> | IP20 <sup>2)</sup> |
| Tipo UL  | Tipo 1/12   | Tipo 1/12   | Chassi             | Chassi             |
| <b>Opções de hardware<sup>3)</sup></b>         |             |             |                    |                    |
| Canal traseiro de aço inoxidável               | O           | O           | O                  | O                  |
| Blindagem da rede elétrica                     | O           | O           | –                  | –                  |
| Aquecedor elétrico                             | O           | O           | –                  | –                  |
| Filtro de RFI (Classe A1)                      | –           | –           | –                  | –                  |
| Safe Torque Off                                | S           | S           | S                  | S                  |
| Sem LCP  | O           | O           | O                  | O                  |
| LCP Gráfico                                    | O           | O           | O                  | O                  |
| Fusíveis                                       | S           | S           | O                  | O                  |
| Acesso ao dissipador de calor                  | O           | O           | O                  | O                  |
| Circuito de frenagem                           | O           | O           | O                  | O                  |
| Terminais Regen                                | O           | O           | O                  | O                  |
| Terminais de divisão da carga                  | –           | –           | O                  | O                  |
| Fusíveis + divisão da carga                    | –           | –           | O                  | O                  |
| Desconexão                                     | O           | O           | –                  | –                  |
| Disjuntores                                    | –           | –           | –                  | –                  |
| Contatores                                     | –           | –           | –                  | –                  |
| Alimentação de 24 V CC (SMPS, 5 A)             | –           | –           | –                  | –                  |
| <b>Dimensões</b>                               |             |             |                    |                    |
| Altura, mm (pol)                               | 2043 (80,4) | 2043 (80,4) | 1578 (62,1)        | 1578 (62,1)        |
| Largura, mm (pol)                              | 602 (23,7)  | 698 (27,5)  | 506 (19,9)         | 604 (23,9)         |
| Profundidade, mm (pol)                         | 513 (20,2)  | 513 (20,2)  | 482 (19,0)         | 482 (19,0)         |
| Peso, kg (lb)                                  | 295 (650)   | 318 (700)   | 272 (600)          | 295 (650)          |

**Tabela 4.6 Conversores E1h–E4h, 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) Se o gabinete for configurado com divisão da carga ou terminais regen, as características nominais de proteção serão IP00, caso contrário as características nominais de proteção serão IP20.

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

#### 4.5 Disponibilidade do kit

| Descrição do kit <sup>1)</sup>   | D1h | D2h | D3h | D4h | D5h | D6h | D7h | D8h | E1h | E2h | E3h | E4h |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Blindagem do clima externo 3R NEMA   | O   | O   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| Proteção 3R NEMA para kit de resfriamento de entrada traseira/saída traseira | -   | -   | O   | O   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| USB na porta   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | S   | S   | -   | -   |
| LCP, numérico  | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   |
| LCP, gráfico <sup>2)</sup>   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   |
| Cabo do LCP, 3 m (9 pés)   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   |
| Kit de montagem do LCP numérico (LCP, fixadores, gaxeta e cabo)              | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   |
| Kit de montagem do LCP gráfico (LCP, fixadores, gaxeta e cabo)               | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   |
| Kit de montagem para todos os LCPs (fixadores, gaxeta e cabo)                | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   |
| Blindagem da rede elétrica   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | O   | O   | -   | -   |
| Barra do ponto de aterramento  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | O   | O   | -   | -   |
| Opcional da placa de entrada   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | -   | -   | -   | -   |
| Blocos dos terminais   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   |
| Entrada superior para os cabos do fieldbus                                   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   |
| Pedestal   | O   | O   | -   | -   | O   | O   | O   | O   | S   | S   | -   | -   |
| Resfriamento com entrada inferior/saída superior                             | -   | -   | O   | O   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | O   | O   |
| Resfriamento com entrada inferior/saída traseira                             | O   | O   | O   | O   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | O   | O   |
| Resfriamento com entrada traseira/saída superior                             | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | O   | O   |
| Resfriamento com entrada traseira/saída traseira                             | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   | O   |
| Resfriamento com saída superior (somente)                                    | -   | -   | O   | O   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |

**Tabela 4.7 Kits disponíveis para gabinetes D1h-D8h e E1h-E4h**

1) S = padrão, O = opcional, e um traço indica que o kit não está disponível para esse gabinete. Para descrições e números de peça do kit, consulte capítulo 13.2.6 Números de solicitação de pedido para kits D1h-D8h e capítulo 13.2.7 Números de solicitação de pedido para kits E1h-E4h.

2) O LCP gráfico vem por padrão com os gabinetes D1h-D8h e E1h-E4h. Se for necessário mais de 1 LCP gráfico, o kit está disponível para compra.

## 5 Recursos do produto

### 5.1 Recursos operacional 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<sup>+</sup>, 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<sup>+</sup> (*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 10.14.1 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 personalizadas 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.

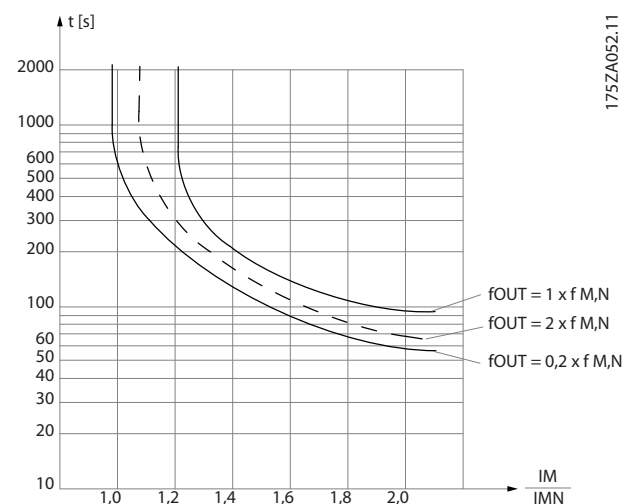


Ilustração 5.1 Características do ETR

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 ETR para operação dos motores Ex-e de acordo com a norma EN-60079-7. Quando combinado com um dispositivo de monitoramento PTC aprovado pelo ATEX como o opcional VLT® PTC Thermistor



Card MCB 112 ou um dispositivo externo, a instalação não exige uma aprovação individual de uma organização autorizada.

A função do monitoramento térmico ATEX ETR permite o uso de um motor Ex-e em vez de um motor Ex-d mais caro, maior e mais pesado. A função garante que o conversor limite a corrente do motor para 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.
  - VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 opcional fornece monitoramento da temperatura do motor aprovado pela ATEX. 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
  - 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*.

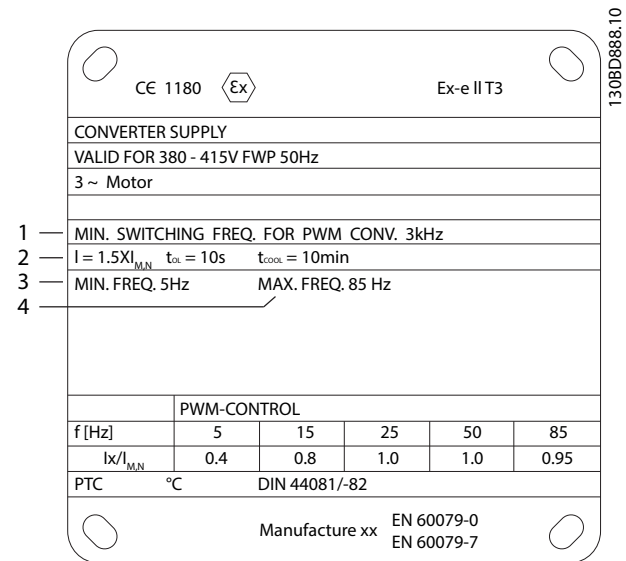
**Compatibilidade entre motor e conversor**

Para motores certificados de acordo com EN-60079-7, uma lista de dados incluindo limites e regras é fornecida pelo fabricante do motor como uma planilha de dados, ou na

plaqueta de identificação do motor. Durante o planejamento, a instalação, a colocação em funcionamento, a operação e o serviço, siga os limites e regras fornecidos pelo fabricante para:

- Frequência de chaveamento mínima.
- Corrente máxima.
- Frequência 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, 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*.

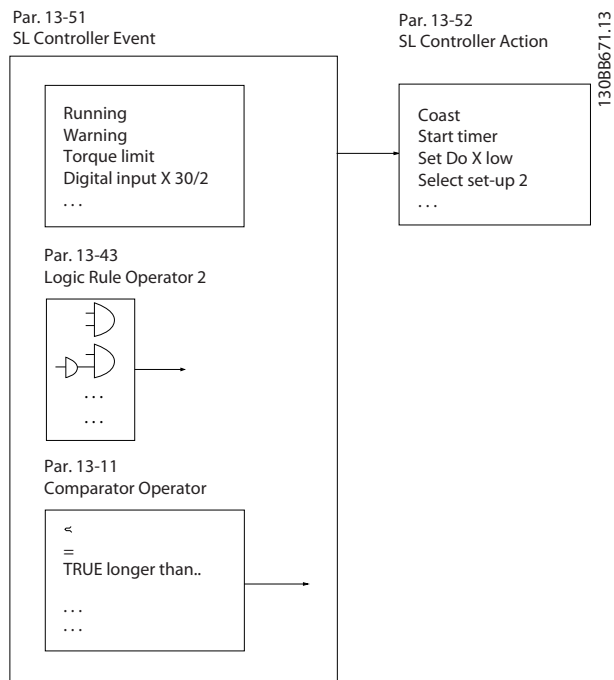


Ilustração 5.3 Evento e ação do SLC

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:

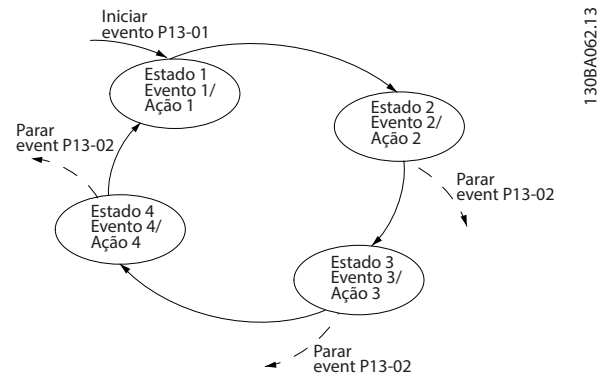


Ilustração 5.4 Ordem de execução quando 4 eventos/ações são programados

**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.

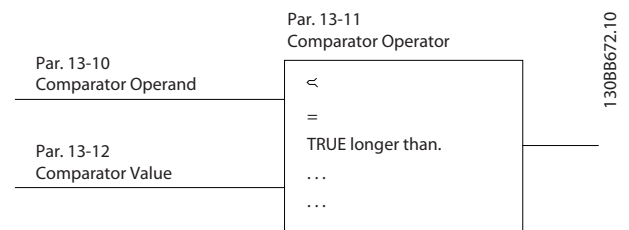


Ilustração 5.5 Comparadores

**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).

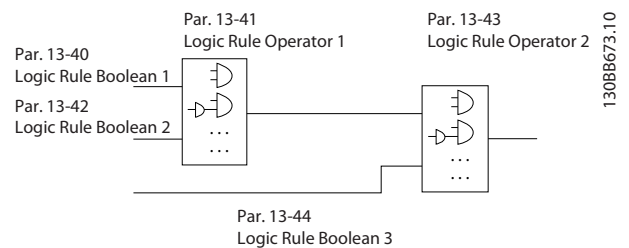


Ilustração 5.6 Regras lógicas

### 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 ímã 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 VLT® AQUA Drive FC 202

O VLT® AQUA Drive FC 202 foi projetado para aplicações de água e efluentes. A ampla gama de recursos padrão e opcionais inclui SmartStart otimizado e quick menu com foco nas aplicações de água e efluentes:

- **Controle em cascata**  
O controle em cascata básico é construído como padrão, com capacidade para até 3 bombas. O controle em cascata fornece controle da velocidade de uma única bomba em um sistema de várias bombas. Esse recurso é uma solução atraente em termos de custos para conjuntos de bombas de reforço. Os sistemas com múltiplas bombas de velocidade variável precisam do VLT® Extended Cascade Controller MCO 101 ou do VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102.
- **Alternação do motor**  
A funcionalidade de alternação do motor é adequada para aplicações com 2 motores ou 2 bombas que compartilham 1 conversor.
- **Compensação de fluxo**  
A compensação de fluxo adapta o setpoint de acordo com o fluxo, permitindo a montagem do sensor de pressão perto da bomba.
- **Detecção do funcionamento a seco**  
O recurso impede danos à bomba evitando o funcionamento a seco e o superaquecimento da bomba.

- **Detecção de final de curva**  
O recurso detecta quando a bomba está funcionando na velocidade máxima e o setpoint não pode ser atingido por um período de tempo definido pelo usuário.
- **Limpeza da bomba**  
Este recurso de limpeza preventiva ou reativa é projetado para bombas em aplicações de efluentes. Consulte *capítulo 5.6 Visão geral de Deragging* para obter mais detalhes.
- **Rampas iniciais/finais**  
A programação de tempos de rampa curtos para/de velocidade mínima protege os rolamentos e garante resfriamento suficiente em aplicações com bombas submersíveis.
- **Proteção da válvula de retenção**  
Uma taxa de desaceleração lenta protege as válvulas de retenção e evita golpes de aríete.
- **STO**  
O STO ativa o safe torque off (parada por inércia) em situações críticas.
- **Detecção de fluxo baixo**  
Este recurso detecta condições sem fluxo ou de fluxo baixo do sistema.
- **Sleep mode**  
O recurso sleep mode economiza energia parando a bomba quando não houver demanda.
- **Pipe fill mode**  
O pipe fill mode compreende funcionalidades para encher tubos suavemente e evitar golpes de aríete. Este recurso oferece modos diferentes para tubos horizontais e verticais.
- **Relógio de tempo real**
- **Smart logic control (SLC)**  
O SLC compreende a programação de uma sequência de eventos e ações. O SLC oferece uma ampla variedade de funções PLC usando comparadores, regras lógicas e temporizadores.
- **Pré/pós lubrificação**  
Consulte *capítulo 5.7 Visão geral da pré/pós-lubrificação* para obter mais detalhes.
- **Confirmação de fluxo**  
Consulte *capítulo 5.8 Modo Confirmação de fluxo* para obter mais detalhes.
- **Monitoramento avançado da velocidade mínima para bombas submersíveis**  
Consulte *capítulo 5.9 Visão geral do Monitoramento de velocidade mínima avançado* para obter mais detalhes.
- **Manutenção preventiva**

O recurso de manutenção preventiva permite a programação de intervalos de serviço programados no conversor.

### 5.3.1 Fácil setup

#### SmartStart

Agora, com o assistente SmartStart, é mais fácil e mais econômico colocar o conversor em funcionamento. O SmartStart é ativado na primeira energização ou depois de uma reinicialização de fábrica e orienta os usuários através de uma série de etapas fáceis para garantir o controle correto e mais eficiente do motor. O SmartStart também pode ser iniciado diretamente por meio do quick menu.

- Bomba/motor único em malha aberta ou fechada.
- Alternação do motor: Quando 2 motores compartilham 1 conversor.
- Controle em cascata básico: O controle da velocidade de uma única bomba em um sistema de várias bombas.
- Mestre-escravo: Controle até 8 conversores e bombas para garantir o bom funcionamento do sistema de bomba geral.

#### Quick Menu

A entrada de água e bombas do quick menu fornece acesso rápido às características mais comuns de água e bomba do VLT® AQUA Drive FC 202:

- Rampas especiais (rampa inicial/final, rampa da válvula de retenção).
- Sleep mode.
- Limpeza da bomba.
- Detecção de funcionamento a seco.
- Detecção de final de curva.
- Compensação de fluxo.
- Pipe fill mode para sistemas de tubos horizontais, verticais e mistos.
- Desempenho de controle.
- Monitor de velocidade mínima.

### 5.4 Visão geral do controle em cascata

Os opcionais de controlador em cascata estendem o número de relés disponíveis. Quando um dos opcionais estiver instalado, as funções do controlador em cascata são gerenciadas através do painel de controle.

O VLT® Extended Cascade Controller MCO 101 e o VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102 são opcionais complementares que estendem o número suportado de bombas e as funcionalidades do controlador em cascata incorporado no VLT® AQUA Drive FC 202.

Os seguintes opcionais de controle em cascata estão disponíveis:

- Controlador em cascata básico incorporado (controlador em cascata padrão).
- MCO 101 (controlador em cascata estendido).
- MCO 102 (controlador em cascata avançado).

Para obter mais informações, consulte *capítulo 12 Exemplos de Aplicações* e o *guia de programação*.

O controlador em cascata estendido pode ser usado em 2 modos diferentes:

- Com os recursos estendidos controlados pelo grupo do parâmetro 27-\*\* *Cascade CTL Option..*
- Amplia o número de relés disponíveis para a cascata básica controlada pelo grupo do parâmetro 25-\*\* *Controlador em cascata.*

O MCO 101 permite até 5 relés para o controle em cascata. O MCO 102 permite controlar um total de 8 bombas. Os opcionais podem alternar a bomba de comando com 2 relés por bomba.

#### **AVISO!**

**Se o MCO 102 for instalado, o VLT® Relay Card MCB 105 pode estender o número de relés para 13.**

#### Aplicação

O controle em cascata é um sistema de controle comum usado para controlar bombas ou ventiladores paralelos de uma maneira eficiente em termos energéticos.

O opcional de controlador em cascata permite o controle de várias bombas configuradas em paralelo:

- Ligando/desligando as bombas individuais automaticamente.
- Controlando a velocidade das bombas.

Ao usar controladores em cascata, as bombas individuais são ligadas (escaloadas) e desligadas (desescaloadas) automaticamente conforme necessário para satisfazer a saída de fluxo ou pressão que o sistema precisa. A velocidade das bombas conectadas aos VLT® AQUA Drive FC 202 também é controlada para fornecer um intervalo contínuo da saída do sistema.

#### Uso designado

Os opcionais de controlador em cascata são projetados para aplicações de bombas; no entanto, também é possível usá-los em qualquer aplicação que exija múltiplos motores configurados em paralelo.

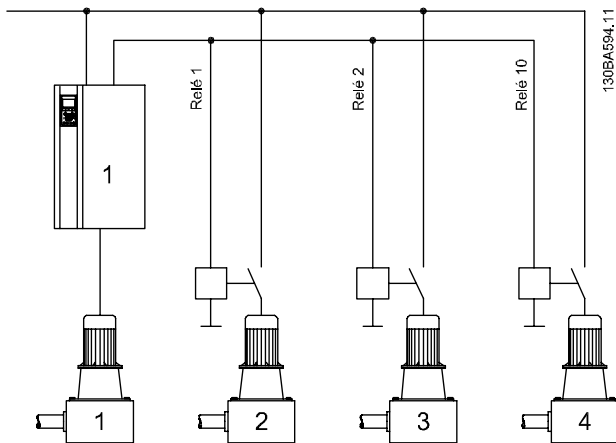
#### Princípio operacional

O software do controlador em cascata é executado a partir de um único conversor com o opcional de controlador em cascata. Ele controla um conjunto de bombas, cada uma

controlada por um conversor ou conectada a um contator ou soft starter.

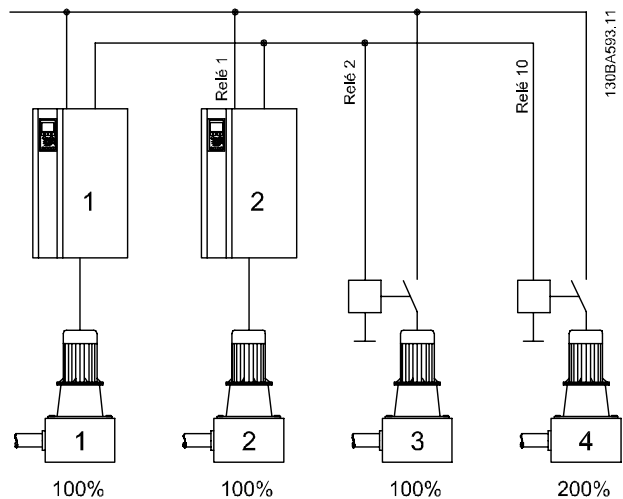
Conversores adicionais no sistema (conversores escravos) não precisam de nenhum cartão opcional de controlador em cascata. Eles são operados em modo de malha aberta e recebem sua referência de velocidade do conversor mestre. As bombas conectadas a conversores escravos são referidas como bombas de velocidade variável.

As bombas conectadas à rede elétrica através de um contator ou soft starter são referidas como bombas de velocidade fixa. Cada bomba, de velocidade variável ou velocidade fixa, é controlada por um relé no conversor mestre. Os opcionais de controlador em cascata podem controlar uma combinação de bombas de velocidade variável e de velocidade fixa.



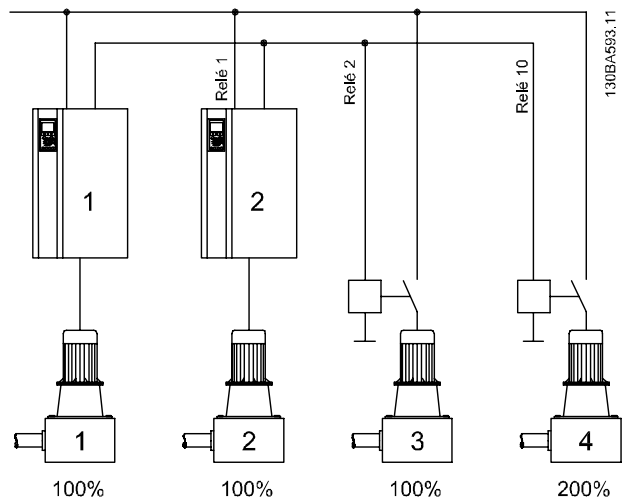
|  |   |
|--|---|
| Integrado                                | 1 VSP + 2 FSP<br><i>grupo do parâmetro 25-** Controlador em cascata</i> |
| VLT® Extended Cascade Controller MCO 101 | 1 VSP + 5 FSP<br><i>grupo do parâmetro 25-** Controlador em cascata</i> |
| VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102 | 1 VSP + 8 FSP<br><i>grupo do parâmetro 25-** Controlador em cascata</i> |

Ilustração 5.7 Visão geral da aplicação



|  |  |
|--|--|
| Integrado                                | -  |
| VLT® Extended Cascade Controller MCO 101 | 1-6 VSP + 1-5 FSP (máximo de 6 bombas)<br><i>grupo do parâmetro 27-** Cascade CTL Option</i> |
| VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102 | 1-8 VSP + 1-7 FSP (máximo de 8 bombas)<br><i>grupo do parâmetro 27-** Cascade CTL Option</i> |

Ilustração 5.8 Visão geral da aplicação



|  |   |
|--|---|
| Integrado                                | -   |
| VLT® Extended Cascade Controller MCO 101 | 6 VSP<br><i>grupo do parâmetro 27-** Cascade CTL Option</i> |
| VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102 | 8 VSP<br><i>grupo do parâmetro 27-** Cascade CTL Option</i> |

Ilustração 5.9 Visão geral da aplicação

VSP = Bomba de velocidade variável (diretamente conectada ao conversor).  
FSP = Bomba de velocidade fixa (o motor pode ser conectado por meio de contator, soft starter ou starter estrela/delta).

## 5.5 Visão geral do 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.

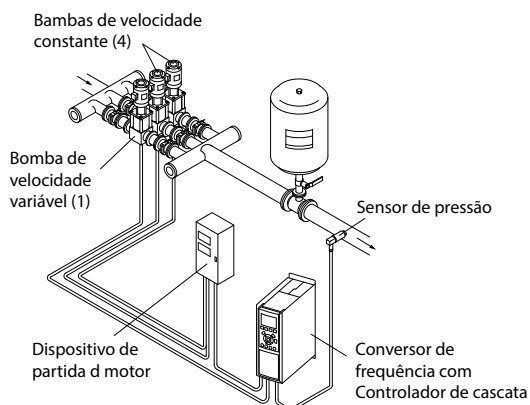


Ilustração 5.10 Controlador em cascata básico

### 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.

#### 5.5.1.1 Escalonamento de bomba com alteração da bomba de comando

Com a alteração da bomba de comando ativada, pode-se controlar um máximo de duas bombas. Em um comando de alteração, 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.

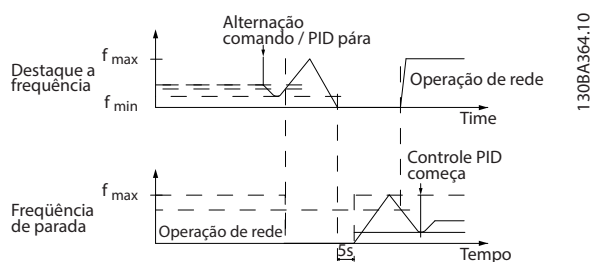


Ilustração 5.11 Alternância da bomba de comando

5

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.

### 5.5.1.2 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.

## 5.6 Visão geral de Deragging

O objetivo do recurso de limpeza da bomba é retirar detritos da lâmina da bomba em aplicações de efluentes para que a bomba funcione normalmente. Um evento de limpeza da bomba é definido como o tempo em que o conversor inicia a limpeza até quando termina. Quando uma limpeza é iniciada, o conversor primeiro desacelera até parar e, em seguida, um atraso de desligamento expira antes do primeiro ciclo ser iniciado.

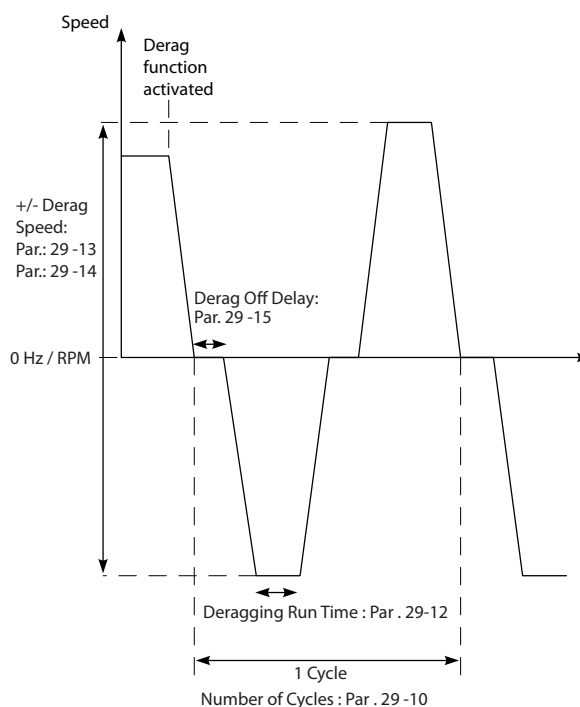


Ilustração 5.12 Função de limpeza

Se uma limpeza for acionada a partir do estado de parada do conversor, o primeiro atraso de desligamento é ignorado. O evento de limpeza da bomba consiste em vários ciclos. Um ciclo consiste em 1 pulso no sentido reverso seguido por 1 pulso no sentido para frente. A



limpeza da bomba termina após a conclusão do número de ciclos especificado. Mais especificamente, no último pulso (sempre para frente) do último ciclo, a limpeza da bomba é considerada concluída após o tempo de execução da limpeza expirar (o conversor está funcionando na velocidade de limpeza). Entre pulsos, a saída do conversor executa uma parada por inércia durante um tempo de atraso de desligamento especificado para permitir a deposição dos detritos na bomba.

**AVISO!**

**Não ative a limpeza da bomba se ela não puder operar no sentido reverso.**

Existem 3 notificações diferentes para um evento de limpeza de bomba em andamento:

- Status no LCP: *Limpeza de bomba remota automática.*
- Um bit na status word estendida (bit 23, 80 0000 hex).
- Uma saída digital pode ser configurada para refletir o status ativo da limpeza de bomba.

Dependendo da aplicação e do seu propósito de uso, esse recurso pode ser usado como uma medida preventiva ou reativa e pode ser acionado/iniciado das seguintes maneiras:

- Em cada comando de partida (*parâmetro 29-11 Derag at Start/Stop*).
- Em cada comando de parada (*parâmetro 29-11 Derag at Start/Stop*).
- Em cada comando de partida/parada (*parâmetro 29-11 Derag at Start/Stop*).
- Na entrada digital (*grupo do parâmetro 5-1\* Entradas Digitais*).
- Na ação do conversor com o Smart Logic Controller (*parâmetro 13-52 SL Controller Action*).
- Como ação temporizada (*grupo do parâmetro 23-\*\*-\*\* Funções Baseadas no Tempo*).
- Em alta potência (*grupo do parâmetro 29-2\* Derag Power Tuning*).

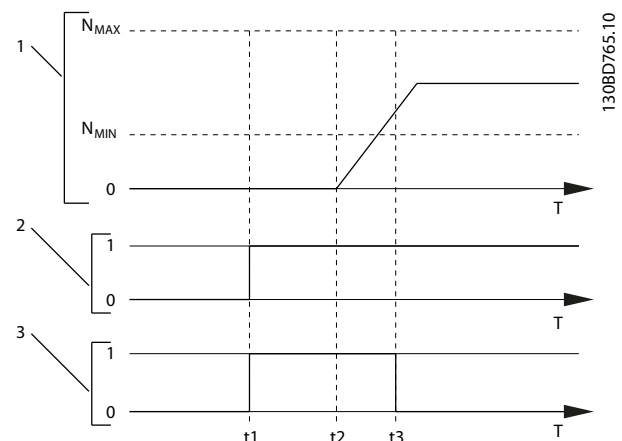
**5.7 Visão geral da pré/pós-lubrificação**

Certos motores precisam que suas peças mecânicas sejam lubrificadas antes e durante o funcionamento para evitar danos/desgaste. Essa situação é particularmente o caso quando o motor não estiver funcionando por um longo período de tempo. A pré-lubrificação também suporta aplicações que exijam que alguns exaustores funcionem. O recurso de pré-lubrificação sinaliza um dispositivo externo para começar a executar uma ação específica por um tempo definido pelo usuário, começando na margem ascendente de um comando de execução (por exemplo, pedido de partida). Além disso, um retardo de partida

(*parâmetro 1-71 Start Delay*) pode ser inserido de modo que a pré-lubrificação ocorra somente com o conversor parado, e a pré-lubrificação termine pouco antes de o conversor começar a acelerar. A pré-lubrificação pode também ser configurada de modo que o dispositivo externo permaneça sinalizado sempre que o conversor estiver em um estado de funcionamento, ou de modo que o sinal permaneça ligado depois de o motor ter parado (*parâmetro 29-42 Post Lube Time*). Entre exemplos de aplicação estão um dispositivo para lubrificar as peças mecânicas de um motor/bomba ou algum tipo de unidade de exaustão.

Um caso de uso de exemplo para um dispositivo de lubrificação seria iniciar a lubrificação na margem ascendente de um pedido de partida. Retarde a partida por um tempo e pare a lubrificação quando o retardo expirar e o conversor iniciar.

A *Ilustração 5.13* mostra um uso diferente do recurso. Neste caso, o retardo expira enquanto o conversor já está acelerando. Consulte os parâmetros relacionados em *Tabela 5.1*.



|    |  |
|----|--|
| 1  | Curva de velocidade.   |
| 2  | Comando de partida (por exemplo, terminal 18).   |
| 3  | Sinal de saída de pré-lubrificação.  |
| t1 | Comando de partida emitido (por exemplo, terminal 18 programado como ativo). O temporizador de retardo de partida ( <i>parâmetro 1-71 Start Delay</i> ) e o temporizador de pré-lubrificação ( <i>parâmetro 29-41 Pre Lube Time</i> ). |
| t2 | O temporizador de retardo de partida expira. O conversor começa a acelerar.  |
| t3 | O temporizador de pré-lubrificação ( <i>parâmetro 29-41 Pre Lube Time</i> ) expira.  |

**Ilustração 5.13 Exemplo de função da pré/pós-lubrificação**

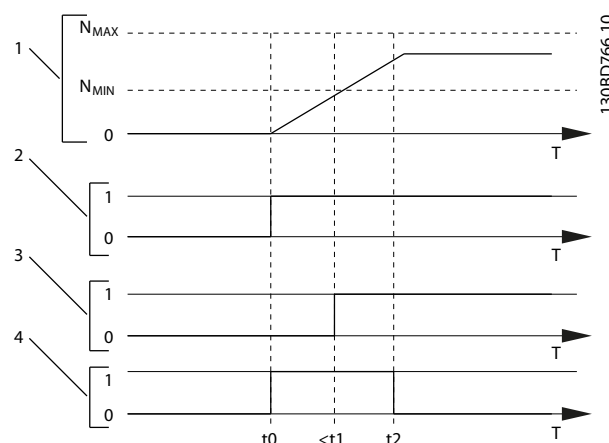
| Parâmetro e nome                           | Descrição   | Configurações  | Unidade |
|--|---|--|---------|
| Parâmetro 29-4<br>0 Pre/Post Lube Function | Selecione a função de pré/pós-lubrificação. Use parâmetro 1-71 Start Delay para programar o atraso antes de o motor iniciar a aceleração.                           | [0]*Disabled<br>[1] Pre lube only<br>[2] Pre & running<br>[3] Pre & running & post | –       |
| Parâmetro 29-4<br>1 Pre Lube Time          | Insira a duração do sinal após o sinal de partida. Usado somente quando [1] Pre lube Only for selecionada em parâmetro 29-40 Pre/Post Lube Function.                | 0–600 (*10)  | s       |
| Parâmetro 29-4<br>2 Post Lube Time         | Selecione a duração do sinal depois de o motor ter parado. Usado somente quando [3] Pre & running & post for selecionada em parâmetro 29-40 Pre/Post Lube Function. | 0–600 (*10)  | s       |

Tabela 5.1 Parâmetros de pré/pós-lubrificação

## 5.8 Modo Confirmação de fluxo

O recurso de confirmação de fluxo foi criado para aplicações em que há necessidade de o motor/bomba funcionar enquanto aguarda um evento externo. O monitor de confirmação de fluxo espera receber uma entrada digital de um sensor em uma válvula de porta, um interruptor de fluxo ou um dispositivo externo similar, indicando que o dispositivo está na posição aberta e o fluxo é possível. Em parâmetro 29-50 Validation Time, defina por quanto tempo o VLT® AQUA Drive FC 202 aguarda o sinal de entrada digital do dispositivo externo para confirmar o fluxo. Após o fluxo ser confirmado, o conversor verifica o sinal novamente após o tempo de verificação do fluxo e, em seguida, funciona normalmente. O status do LCP exibe *Verificando fluxo* enquanto o monitor de fluxo estiver ativo.

Se o sinal de entrada digital esperado se tornar inativo antes de o tempo de validação de fluxo ou o tempo de verificação de fluxo expirar, o conversor desarma com o sinal do *alarme 92, Fluxo-Zero*.



|                |   |
|----------------|---|
| 1              | Curva de velocidade.  |
| 2              | Comando de partida (por exemplo, terminal 18).  |
| 3              | Sinal digital de um dispositivo externo que confirma que o fluxo é possível.  |
| 4              | Verificação de fluxo.   |
| t <sub>0</sub> | Comando de partida emitido (por exemplo, terminal 18 programado como ativo).  |
| t <sub>1</sub> | O sinal digital de um dispositivo externo se torna ativo antes de parâmetro 29-50 Validation Time expirar.  |
| t <sub>2</sub> | Quando parâmetro 29-51 Verification Time passar, o conversor verifica novamente o sinal do dispositivo externo e, em seguida, funciona normalmente. |

Ilustração 5.14 Confirmação de fluxo

| Parâmetro e nome                      | Descrição  | Configurações                      | Unidade |
|---------------------------------------|--|------------------------------------|---------|
| Parâmetro 29-5<br>0 Validation Time   | A entrada digital deve permanecer ativa durante o tempo de validação.                                | 0.1–999.0<br>(*depende do tamanho) | s       |
| Parâmetro 29-5<br>1 Verification Time | O fluxo será confirmado se, no final do tempo de verificação, a entrada digital ainda estiver ativa. | 0.1–255.0<br>(*15)                 | s       |

Tabela 5.2 Parâmetros de confirmação de fluxo

### AVISO!

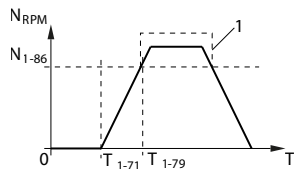
Os parâmetros só são visíveis no LCP quando uma entrada digital estiver configurada como confirmação de fluxo.

### 5.9 Visão geral do Monitoramento de velocidade mínima avançado

Algumas bombas são sensíveis à operação em baixa velocidade. Resfriamento ou lubrificação insuficientes em baixa velocidade são motivos comuns.

Em condições de sobrecarga, o conversor se protege usando seus recursos de proteção integrados, que incluem redução da velocidade. Por exemplo, o controlador de limite de corrente pode reduzir a velocidade. Às vezes, a velocidade pode ser inferior à velocidade especificada em *parâmetro 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]* e *parâmetro 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]*.

Se a velocidade cair abaixo de um determinado valor, o recurso de monitoramento avançado da velocidade mínima desarma o conversor. Se o motor da bomba não atingir a velocidade especificada em *parâmetro 1-86 Trip Speed Low [RPM]* no intervalo especificado em *parâmetro 1-79 Pump Start Max Time to Trip* (a aceleração leva muito tempo), o conversor desarma. Temporizadores para *parâmetro 1-71 Start Delay* e *parâmetro 1-79 Pump Start Max Time to Trip* começam ao mesmo tempo quando o comando de partida é emitido. Por exemplo, se o valor em *parâmetro 1-71 Start Delay* for maior ou igual ao valor em *parâmetro 1-79 Pump Start Max Time to Trip*, o conversor nunca dá partida.



|                   |   |
|-------------------|---|
| T <sub>1-71</sub> | <i>Parâmetro 1-71 Start Delay.</i>  |
| T <sub>1-79</sub> | <i>Parâmetro 1-79 Pump Start Max Time to Trip.</i> Esse tempo inclui o tempo em T <sub>1-71</sub> .                                 |
| N <sub>1-86</sub> | <i>Parâmetro 1-86 Trip Speed Low [RPM].</i> Se a velocidade cair abaixo desse valor durante a operação normal, o conversor desarma. |
| 1                 | Operação normal.  |

**Ilustração 5.15** Monitoramento avançado da velocidade mínima

### 5.10 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.

## 5.11 Visão geral da divisão da carga

A divisão da carga é um recurso que permite a conexão dos circuitos CC de vários conversores, criando um sistema de 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, apenas 1 resistor de frenagem é necessário para todo o sistema do conversor em vez de 1 resistor de frenagem por conversor.

### Backup de energia

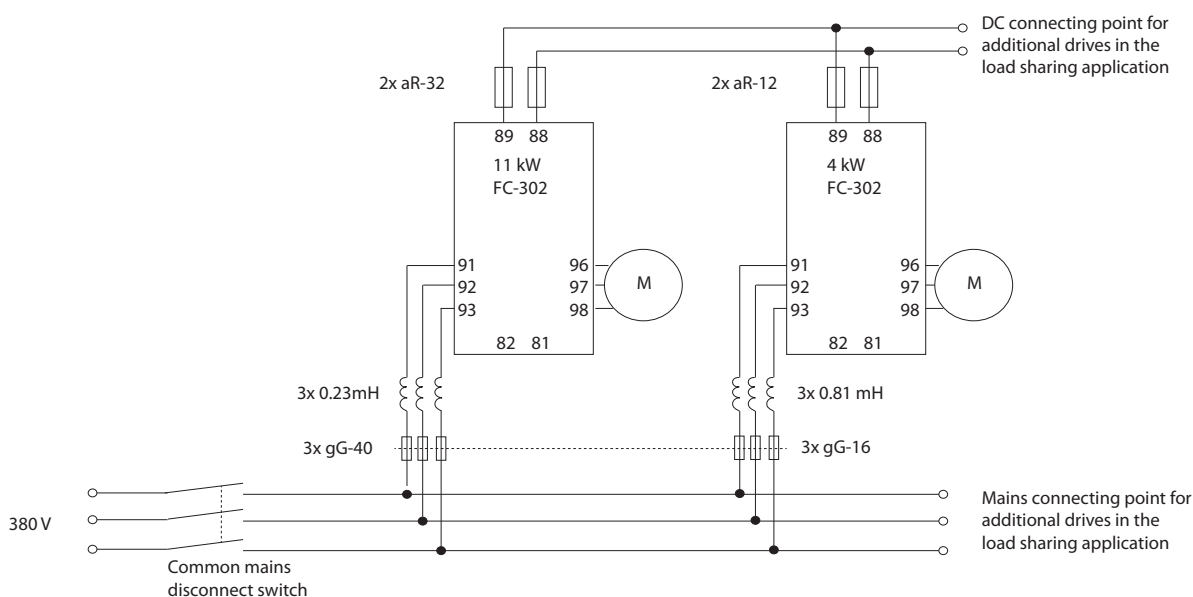
Se houver falha de rede elétrica, todos os conversores ligados podem ser alimentados pelo barramento CC de um backup. A aplicação pode continuar funcionando ou passar por um processo de desligamento controlado.

### Pré-condições

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

- O conversor deve estar equipado com terminais para Load Sharing.
- A série do produto deve ser a mesma. Use somente conversores VLT® AQUA Drive FC 202 com outros conversores VLT® AQUA Drive FC 202.
- 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 5.16*. Para obter mais informações sobre as aplicações de Load Sharing, entre em contato com Danfoss.



130BF758.10

**Ilustração 5.16** 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.

## 5.12 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.

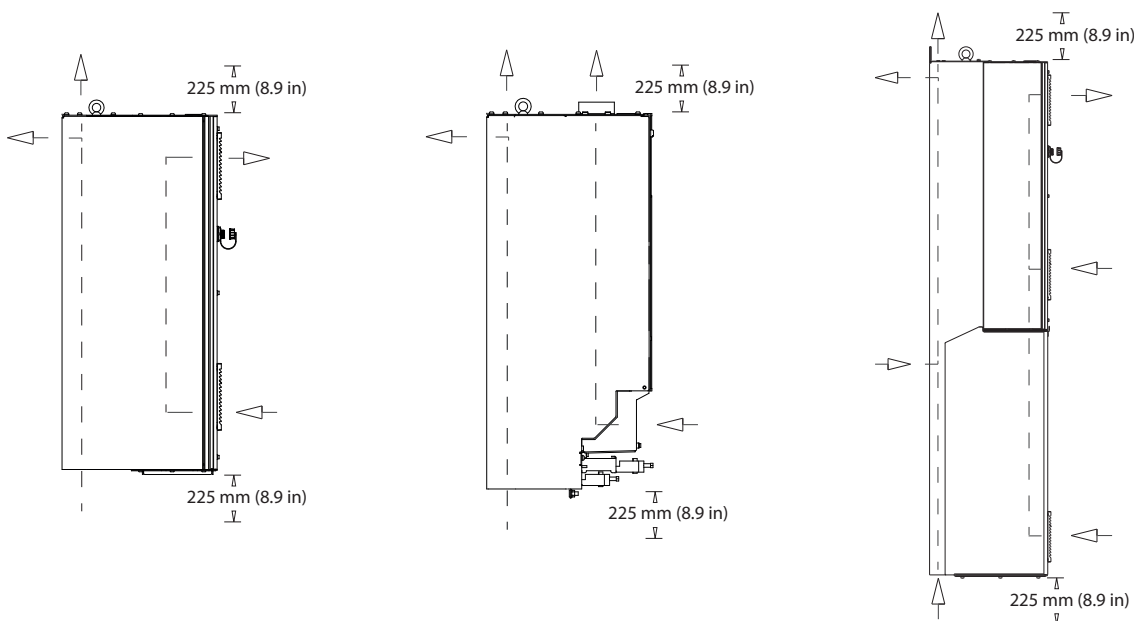
Retornar o excesso de energia de volta à rede elétrica é o uso mais eficiente de energia regenerada em aplicações que utilizam frenagem contínua.

### 5.13 Visão geral do resfriamento do canal traseiro

Um duto único do canal traseiro passa ar de refrigeração pelo dissipador de calor com passagem de ar mínima pela área de eletrônicos. Há uma vedação IP54/Tipo 12 entre o duto de resfriamento do canal traseiro e a área de eletrônicos do conversor VLT®. Este resfriamento do canal traseiro permite que 90% das perdas de calor sejam eliminadas diretamente para fora do gabinete. Este design melhora a confiabilidade e prolonga a vida útil dos componentes ao reduzir drasticamente as temperaturas interiores e a contaminação dos componentes eletrônicos. Kits de resfriamento do canal traseiro diferentes estão disponíveis para redirecionar o fluxo de ar com base em necessidades individuais.

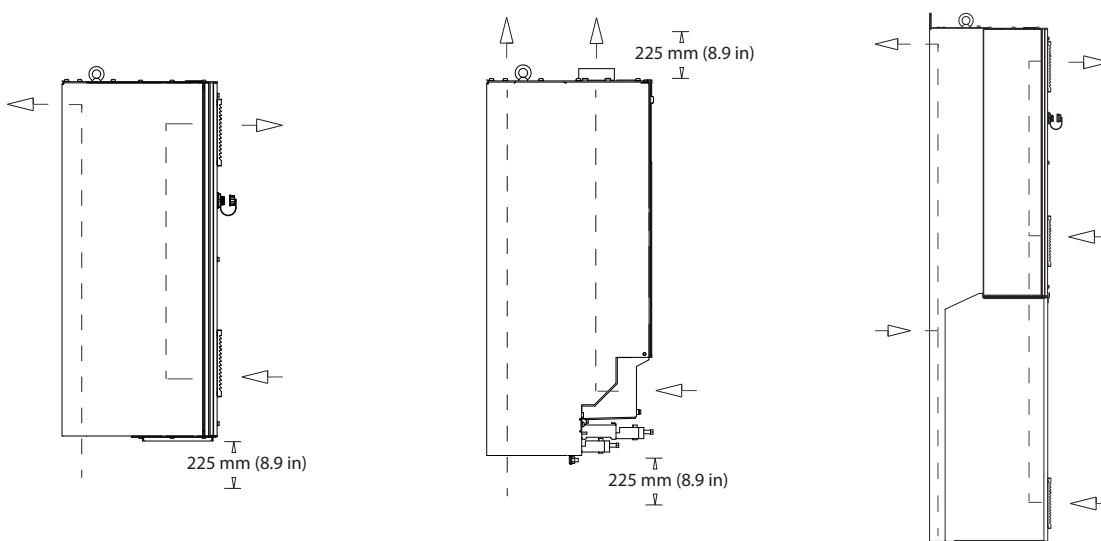
#### 5.13.1 Fluxo de ar para gabinetes D1h–D8h

5



130BG068.10

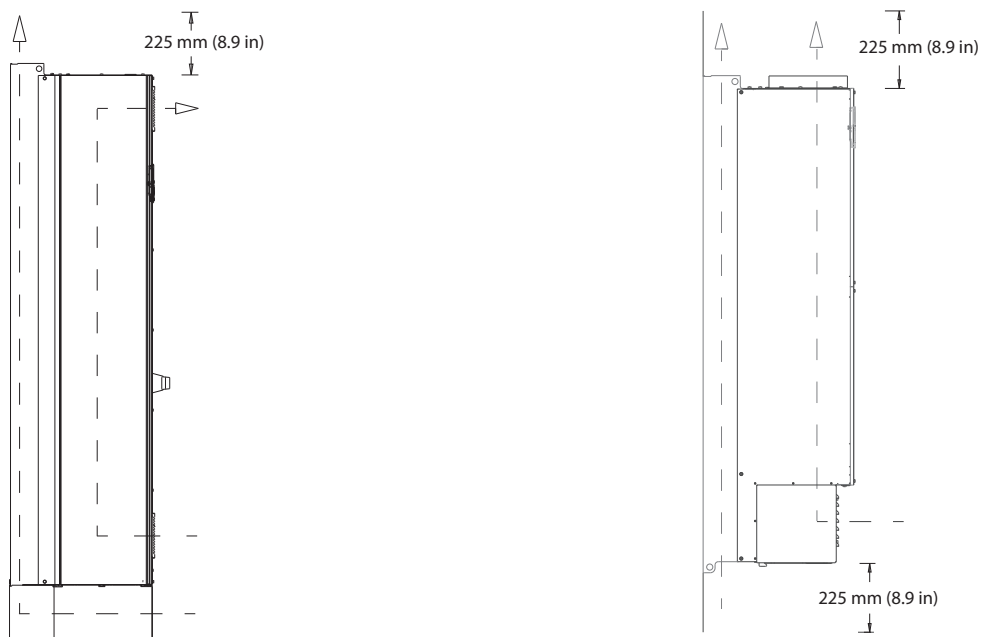
Ilustração 5.17 Configuração do fluxo de ar padrão para gabinetes D1h/D2h (esquerda), D3h/D4h (centro) e D5h–D8h (direita).



130BG069.10

Ilustração 5.18 Configuração do fluxo de ar opcional utilizando kits de resfriamento do canal traseiro para gabinetes D1h–D8h. (Esquerda) Kit de resfriamento de entrada inferior/saída traseira para gabinetes D1h/D2h. (Centro) Kit de resfriamento de entrada inferior/saída superior para gabinetes D3h/D4h. (Direita) Kit de resfriamento de entrada traseira/saída traseira para gabinetes D5–D8h.

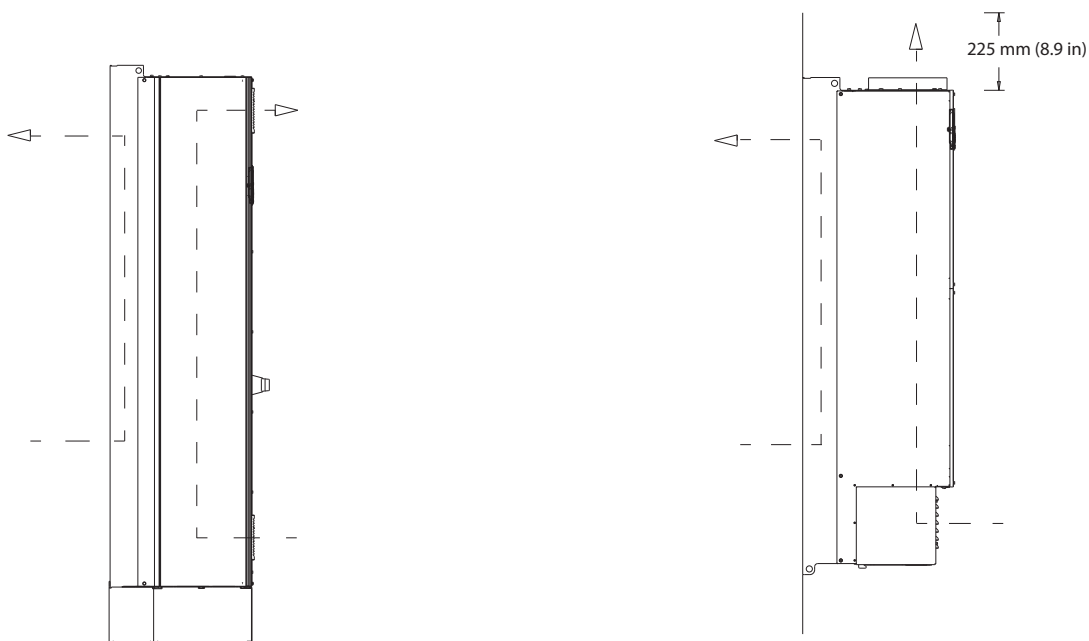
5.13.2 Fluxo de ar para gabinetes E1h–E4h



130BF699.10

5

Ilustração 5.19 Configuração padrão de fluxo de ar para E1h/E2h (Esquerda) e E3h/E4h (Direita)



130BF700.10

Ilustração 5.20 Configuração opcional de fluxo de ar através da parede traseira para E1h/E2h (Esquerda) e E3h/E4h (Direita)

## 6 Visão geral de opcionais e acessórios

### 6.1 Dispositivos de fieldbus

Esta seção descreve os dispositivos de fieldbus que estão disponíveis com a série VLT® AQUA Drive FC 202. 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 de solicitação de pedido, consulte *capítulo 13.2 Código de compra para opcionais e acessórios*.

#### 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® 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 PROFI-safe quando combinado com o VLT® Safety Option MCB 152.
- Implementação de acordo com a conformidade classe B.

#### 6.1.4 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.

#### 6.1.5 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.



## 6.2 Extensões funcionais

Esta seção descreve os opcionais de extensão funcionais que estão disponíveis com a série VLT® AQUA Drive FC 202. Para obter os números de solicitação de pedido, consulte *capítulo 13.2 Código de compra para opcionais e acessórios*.

### 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<sup>-1</sup>/20 s<sup>-1</sup>.

#### 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.

### 6.2.6 VLT® Extended Cascade Controller MCO 101

Facilmente instalado e atualizado, o VLT® Extended Cascade Controller MCO 101 pode operar bombas adicionais e controle de bomba mais avançado no modo mestre/escravo.

- Até 6 bombas no setup em cascata padrão.
- Até 5 bombas no setup mestre/escravo.

#### Carga máxima do terminal

- Carga resistiva CA-1 de 240 V CA, 2 A.
- Carga indutiva CA-15 com cosφ de 0,4, 240 V CA e 0,2 A.
- Carga resistiva CC-1 de 24 V CC, 1 A.
- Carga indutiva CC-13 com cosφ de 0,4, 24 V CC e 0,1 A.

#### Carga mínima do terminal

- 5 V CC, 10 mA.
- Taxa de chaveamento máxima com carga nominal/mínima de 6 min<sup>-1</sup>/20 s<sup>-1</sup>.

### 6.2.7 VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102

Fácil de instalar, o VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102 atualiza o controlador em cascata integrado para operar até 8 bombas e controle de bomba mais avançado no modo mestre/escravo.

- O mesmo hardware de controlador em cascata funciona para toda a linha de potências até 1,2 MW.
- Até 8 bombas no setup em cascata padrão. Até 8 bombas no setup mestre/escravo.

### 6.3 Controle de movimento e placas de relé

Esta seção descreve os opcionais de controle de movimento e de placa de relé que estão disponíveis com a série VLT® AQUA Drive FC 202. Para obter os números de solicitação de pedido, consulte *capítulo 13.2 Código de compra para opcionais e acessórios*.

#### 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 do Freio

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

### 6.5 Filtros de onda senoidal

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

A Danfoss fornece um filtro de onda senoidal para diminuir o ruído do motor. O filtro reduz o tempo de aceleração da

tensão, a tensão de carga de pico ( $U_{PEAK}$ ) e o ripple de corrente ( $\Delta I$ ) para o motor, o que significa que a corrente e a tensão se tornam quase senoidais. O ruído do motor é reduzido ao mínimo.

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

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

### 6.6 Filtros dU/dt

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

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

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

### 6.7 Filtros 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 filtro 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 Kits de alta potência

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

## 7 Especificações

### 7.1 Dados elétricos, 380–480 V

| VLT® AQUA Drive FC 202   | N110K           |      | N132         |      | N160         |      |
|--|-----------------|------|--------------|------|--------------|------|
|  | SA              | NO   | SA           | NO   | SA           | NO   |
| <b>Carga alta/normal</b><br>(Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s, sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s) |                 |      |              |      |              |      |
| Potência no eixo típica a 400 V [kW]   | 90              | 110  | 110          | 132  | 132          | 160  |
| Potência no eixo típica a 460 V [hp]   | 125             | 150  | 150          | 200  | 200          | 250  |
| Potência no eixo típica a 480 V [kW]   | 110             | 132  | 132          | 160  | 160          | 200  |
| <b>Tamanho do gabinete</b>   | D1h/D3h/D5h/D6h |      |              |      |              |      |
| <b>Corrente de saída (trifásica)</b>   |                 |      |              |      |              |      |
| Contínua (a 400 V) [A]   | 177             | 212  | 212          | 260  | 260          | 315  |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V)[A]   | 266             | 233  | 318          | 286  | 390          | 347  |
| Contínua (a 460/480 V) [A]   | 160             | 190  | 190          | 240  | 240          | 302  |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 460/480 V) [kVA]  | 240             | 209  | 285          | 264  | 360          | 332  |
| Contínua kVA (a 400 V) [kVA]   | 123             | 147  | 147          | 180  | 180          | 218  |
| Contínua kVA (a 460 V) [kVA]   | 127             | 151  | 151          | 191  | 191          | 241  |
| Contínua kVA (a 480 V) [kVA]   | 139             | 165  | 165          | 208  | 208          | 262  |
| <b>Corrente de entrada máxima</b>  |                 |      |              |      |              |      |
| Contínua (a 400 V) [A]   | 171             | 204  | 204          | 251  | 251          | 304  |
| Contínua (a 460/480 V) [A]   | 154             | 183  | 183          | 231  | 231          | 291  |
| <b>Número e tamanho máximos dos cabos por fase</b>   |                 |      |              |      |              |      |
| - Rede elétrica, motor, freio e divisão da carga [mm <sup>2</sup> (AWG)]   | 2x95 (2x3/0)    |      | 2x95 (2x3/0) |      | 2x95 (2x3/0) |      |
| Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>1)</sup>   | 315             |      | 350          |      | 400          |      |
| Perda de energia estimada a 400 V [W] <sup>2), 3)</sup>  | 2031            | 2559 | 2289         | 2954 | 2923         | 3770 |
| Perda de energia estimada a 460 V [W] <sup>2), 3)</sup>  | 1828            | 2261 | 2051         | 2724 | 2089         | 3628 |
| Eficiência <sup>3)</sup>   | 0,98            |      | 0,98         |      | 0,98         |      |
| Frequência de saída [Hz]   | 0–590           |      | 0–590        |      | 0–590        |      |
| Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]  | 110 (230)       |      | 110 (230)    |      | 110 (230)    |      |
| Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]  | 75 (167)        |      | 75 (167)     |      | 75 (167)     |      |

**Tabela 7.1 Dados elétricos para gabinetes D1h/D3h/D5h/D6h, alimentação de rede elétrica 3x380–480 V CA**

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

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

3) Medido usando cabos de motor blindados de 5 m (16,4 pés) com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 7.5 Condições ambiente. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

| VLT® AQUA Drive FC 202   | N200                   |      | N250              |      | N315              |      |
|--|------------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|
|  | SA                     | NO   | SA                | NO   | SA                | NO   |
| <b>Carga alta/normal</b><br>(Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s, sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s) |                        |      |                   |      |                   |      |
| Potência no eixo típica a 400 V [kW]   | 160                    | 200  | 200               | 250  | 250               | 315  |
| Potência no eixo típica a 460 V [hp]   | 250                    | 300  | 300               | 350  | 350               | 450  |
| Potência no eixo típica a 480 V [kW]   | 200                    | 250  | 250               | 315  | 315               | 355  |
| <b>Tamanho do gabinete</b>   | <b>D2h/D4h/D7h/D8h</b> |      |                   |      |                   |      |
| <b>Corrente de saída (trifásica)</b>   |                        |      |                   |      |                   |      |
| Contínua (a 400 V) [A]   | 315                    | 395  | 395               | 480  | 480               | 588  |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V)[A]   | 473                    | 435  | 593               | 528  | 720               | 647  |
| Contínua (a 460/480 V) [A]   | 302                    | 361  | 361               | 443  | 443               | 535  |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 460/480 V) [kVA]  | 453                    | 397  | 542               | 487  | 665               | 589  |
| Contínua kVA (a 400 V) [kVA]   | 218                    | 274  | 274               | 333  | 333               | 407  |
| Contínua kVA (a 460 V) [kVA]   | 241                    | 288  | 288               | 353  | 353               | 426  |
| Contínua kVA (a 480 V) [kVA]   | 262                    | 313  | 313               | 384  | 384               | 463  |
| <b>Corrente de entrada máxima</b>  |                        |      |                   |      |                   |      |
| Contínua (a 400 V) [A]   | 304                    | 381  | 381               | 463  | 463               | 567  |
| Contínua (a 460/480 V) [A]   | 291                    | 348  | 348               | 427  | 427               | 516  |
| <b>Número e tamanho máximos dos cabos por fase</b>   |                        |      |                   |      |                   |      |
| - Rede elétrica, motor, freio e divisão da carga [mm <sup>2</sup> (AWG)]   | 2x185 (2x350 mcm)      |      | 2x185 (2x350 mcm) |      | 2x185 (2x350 mcm) |      |
| Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>1)</sup>   | 550                    |      | 630               |      | 800               |      |
| Perda de energia estimada a 400 V [W] <sup>2), 3)</sup>  | 3093                   | 4116 | 4039              | 5137 | 5005              | 6674 |
| Perda de energia estimada a 460 V [W] <sup>2), 3)</sup>  | 2872                   | 3569 | 3575              | 4566 | 4458              | 5714 |
| Eficiência <sup>3)</sup>   | 0,98                   |      | 0,98              |      | 0,98              |      |
| Frequência de saída [Hz]   | 0-590                  |      | 0-590             |      | 0-590             |      |
| Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]  | 110 (230)              |      | 110 (230)         |      | 110 (230)         |      |
| Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]  | 80 (176)               |      | 80 (176)          |      | 80 (176)          |      |

**Tabela 7.2 Dados elétricos para gabinetes D2h/D4h/D7h/D8h, alimentação de rede elétrica 3x380-480 V CA**

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

2) A perda de energia típica está em condições normais, e é esperado que esteja dentro de ±15% (a tolerância está relacionada às diversas condições de tensão e cabo). Esses valores são baseados em uma eficiência de motor típica (linha divisória IE/IE3). Os motores com eficiência inferior contribuem para a perda de energia no conversor. Aplica-se para dimensionamento do arrefecimento 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/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Opcionais e carga do cliente podem contabilizar até 30 W em perdas, embora normalmente um cartão de controle totalmente carregado e opcionais para os slots A e B cada só contabilizem 4 W.

3) Medido usando cabos de motor blindados de 5 m (16,4 pés) com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 7.5 Condições ambiente. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

| VLT® AQUA Drive FC 202   | N355              |      | N400              |      | N450              |      |
|--|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|
| Carga alta/normal<br>(Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s,<br>sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s) | SA                | NO   | SA                | NO   | SA                | NO   |
| Potência no eixo típica a 400 V [kW]   | 315               | 355  | 355               | 400  | 400               | 450  |
| Potência no eixo típica a 460 V [hp]   | 450               | 500  | 500               | 600  | 550               | 600  |
| Potência no eixo típica a 480 V [kW]   | 355               | 400  | 400               | 500  | 500               | 530  |
| <b>Tamanho do gabinete</b>   | <b>E1h/E3h</b>    |      | <b>E1h/E3h</b>    |      | <b>E1h/E3h</b>    |      |
| <b>Corrente de saída (trifásica)</b>   |                   |      |                   |      |                   |      |
| Contínua (a 400 V) [A]   | 600               | 658  | 658               | 745  | 695               | 800  |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]  | 900               | 724  | 987               | 820  | 1043              | 880  |
| Contínua (a 460/480 V) [A]   | 540               | 590  | 590               | 678  | 678               | 730  |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 460/480 V) [A]  | 810               | 649  | 885               | 746  | 1017              | 803  |
| Contínua kVA (a 400 V) [kVA]   | 416               | 456  | 456               | 516  | 482               | 554  |
| Contínua kVA (a 460 V) [kVA]   | 430               | 470  | 470               | 540  | 540               | 582  |
| <b>Corrente de entrada máxima</b>  |                   |      |                   |      |                   |      |
| Contínua (a 400 V) [A]   | 578               | 634  | 634               | 718  | 670               | 771  |
| Contínua (a 460/480 V) [A]   | 520               | 569  | 569               | 653  | 653               | 704  |
| <b>Número e tamanho máximos dos cabos por fase (E1h)</b>   |                   |      |                   |      |                   |      |
| - Rede elétrica e motor sem freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 5x240 (5x500 mcm) |      | 5x240 (5x500 mcm) |      | 5x240 (5x500 mcm) |      |
| - Rede elétrica e motor com freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 4x240 (4x500 mcm) |      | 4x240 (4x500 mcm) |      | 4x240 (4x500 mcm) |      |
| - Freio ou regeneração ([mm <sup>2</sup> AWG])   | 2x185 (2x350 mcm) |      | 2x185 (2x350 mcm) |      | 2x185 (2x350 mcm) |      |
| <b>Número e tamanho máximos dos cabos por fase (E3h)</b>   |                   |      |                   |      |                   |      |
| - Rede elétrica e motor sem freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 6x240 (6x500 mcm) |      | 6x240 (6x500 mcm) |      | 6x240 (6x500 mcm) |      |
| - Rede elétrica e motor com freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 2x185 (2x350 mcm) |      | 2x185 (2x350 mcm) |      | 2x185 (2x350 mcm) |      |
| - Divisão da carga ou regeneração [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 4x185 (4x350 mcm) |      | 4x185 (4x350 mcm) |      | 4x185 (4x350 mcm) |      |
| Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>2)</sup>   | 800               |      | 800               |      | 800               |      |
| Perda de energia estimada a 400 V [W] <sup>2), 3)</sup>  | 6178              | 6928 | 6851              | 8036 | 7297              | 8783 |
| Perda de energia estimada a 460 V [W] <sup>2), 3)</sup>  | 5322              | 5910 | 5846              | 6933 | 7240              | 7969 |
| Eficiência <sup>3)</sup>   | 0,98              |      | 0,98              |      | 0,98              |      |
| Frequência de saída  | 0–590 Hz          |      | 0–590 Hz          |      | 0–590 Hz          |      |
| Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]  | 110 (230)         |      | 110 (230)         |      | 110 (230)         |      |
| Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]  | 80 (176)          |      | 80 (176)          |      | 80 (176)          |      |
| Desarme por superaquecimento do cartão de potência [°C (°F)]   | 85 (185)          |      | 85 (185)          |      | 85 (185)          |      |
| Desarme por superaquecimento do cartão de potência do ventilador [°C (°F)]   | 85 (185)          |      | 85 (185)          |      | 85 (185)          |      |
| Desarme por superaquecimento do cartão de influxo ativo [°C (°F)]  | 85 (185)          |      | 85 (185)          |      | 85 (185)          |      |

**Tabela 7.3 Dados elétricos para gabinetes E1h/E3h, alimentação de rede elétrica 3x380–480 V CA**

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

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

3) Medido usando cabos de motor blindados de 5 m (16,4 pés) com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 7.5 Condições ambiente. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

| VLT® AQUA Drive FC 202   | N500              |      | N560              |       |
|--|-------------------|------|-------------------|-------|
|  | SA                | NO   | SA                | NO    |
| <b>Carga alta/normal</b><br>(Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s, sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s) |                   |      |                   |       |
| Potência no eixo típica a 400 V [kW]   | 450               | 500  | 500               | 560   |
| Potência no eixo típica a 460 V [hp]   | 600               | 650  | 650               | 750   |
| Potência no eixo típica a 480 V [kW]   | 530               | 560  | 560               | 630   |
| <b>Tamanho do gabinete</b>   | <b>E2h/E4h</b>    |      | <b>E2h/E4h</b>    |       |
| <b>Corrente de saída (trifásica)</b>   |                   |      |                   |       |
| Contínua (a 400 V) [A]   | 800               | 880  | 880               | 990   |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]  | 1200              | 968  | 1320              | 1089  |
| Contínua (a 460/480 V) [A]   | 730               | 780  | 780               | 890   |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 460/480 V) [A]  | 1095              | 858  | 1170              | 979   |
| Contínua kVA (a 400 V) [kVA]   | 554               | 610  | 610               | 686   |
| Contínua kVA (a 460 V) [kVA]   | 582               | 621  | 621               | 709   |
| <b>Corrente de entrada máxima</b>  |                   |      |                   |       |
| Contínua (a 400 V) [A]   | 771               | 848  | 848               | 954   |
| Contínua (a 460/480 V) [A]   | 704               | 752  | 752               | 858   |
| <b>Número e tamanho máximos dos cabos por fase (E2h)</b>   |                   |      |                   |       |
| - Rede elétrica e motor sem freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 6x240 (6x500 mcm) |      | 6x240 (6x500 mcm) |       |
| - Rede elétrica e motor com freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 5x240 (5x500 mcm) |      | 5x240 (5x500 mcm) |       |
| - Freio ou regeneração [(mm <sup>2</sup> AWG)]   | 2x185 (2x350 mcm) |      | 2x185 (2x350 mcm) |       |
| <b>Número e tamanho máximos dos cabos por fase (E4h)</b>   |                   |      |                   |       |
| - Rede elétrica e motor sem freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 6x240 (6x500 mcm) |      | 6x240 (6x500 mcm) |       |
| - Rede elétrica e motor com freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 2x185 (2x350 mcm) |      | 2x185 (2x350 mcm) |       |
| - Divisão da carga ou regeneração [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 4x185 (4x350 mcm) |      | 4x185 (4x350 mcm) |       |
| Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>1)</sup>   | 1200              |      | 1200              |       |
| Perda de energia estimada a 400 V [W] <sup>2), 3)</sup>  | 8352              | 9473 | 9449              | 11102 |
| Perda de energia estimada a 460 V [W] <sup>2), 3)</sup>  | 7182              | 7809 | 7771              | 9236  |
| Eficiência <sup>3)</sup>   | 0,98              |      | 0,98              |       |
| Frequência de saída [Hz]   | 0–590             |      | 0–590             |       |
| Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]  | 110 (230)         |      | 100 (212)         |       |
| Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]  | 80 (176)          |      | 80 (176)          |       |
| Desarme por superaquecimento do cartão de potência [°C (°F)]   | 85 (185)          |      | 85 (185)          |       |
| Desarme por superaquecimento do cartão de potência do ventilador [°C (°F)]   | 85 (185)          |      | 85 (185)          |       |
| Desarme por superaquecimento do cartão de influxo ativo [°C (°F)]  | 85 (185)          |      | 85 (185)          |       |

**Tabela 7.4 Dados elétricos para gabinetes E2h/E4h, alimentação de rede elétrica 3x380–480 V CA**

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

2) A perda de energia típica está em condições normais, e é esperado que esteja dentro de ±15% (a tolerância está relacionada às diversas condições de tensão e cabo). Esses valores são baseados em uma eficiência de motor típica (linha divisória IE/IE3). Os motores com eficiência inferior contribuem para a perda de energia no conversor. Aplica-se para dimensionamento do arrefecimento 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/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Opcionais e carga do cliente podem contabilizar até 30 W em perdas, embora normalmente um cartão de controle totalmente carregado e opcionais para os slots A e B cada só contabilizem 4 W.

3) Medido usando cabos de motor blindados de 5 m (16,4 pés) com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 7.5 Condições ambiente. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

**7.2 Dados elétricos, 525-690 V**

| VLT® AQUA Drive FC 202   | N75K                   |      | N90K         |      | N110K        |      |
|--|------------------------|------|--------------|------|--------------|------|
| Carga alta/normal<br>(Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s,<br>sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s) | SA                     | NO   | SA           | NO   | SA           | NO   |
| Potência no eixo típica a 525 V [kW]   | 45                     | 55   | 55           | 75   | 75           | 90   |
| Potência no eixo típica a 575 V [hp]   | 60                     | 75   | 75           | 100  | 100          | 125  |
| Potência no eixo típica a 690 V [kW]   | 55                     | 75   | 75           | 90   | 90           | 110  |
| <b>Tamanho do gabinete</b>   | <b>D1h/D3h/D5h/D6h</b> |      |              |      |              |      |
| <b>Corrente de saída (trifásica)</b>   |                        |      |              |      |              |      |
| Contínua (a 525 V) [A]   | 76                     | 90   | 90           | 113  | 113          | 137  |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 525 V) [A]  | 114                    | 99   | 135          | 124  | 170          | 151  |
| Contínua (a 575/690 V) [A]   | 73                     | 86   | 86           | 108  | 108          | 131  |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]  | 110                    | 95   | 129          | 119  | 162          | 144  |
| Contínua kVA (a 525 V) [kVA]   | 69                     | 82   | 82           | 103  | 103          | 125  |
| Contínua kVA (a 575 V) [kVA]   | 73                     | 86   | 86           | 108  | 108          | 131  |
| Contínua kVA (a 690 V) [kVA]   | 87                     | 103  | 103          | 129  | 129          | 157  |
| <b>Corrente de entrada máxima</b>  |                        |      |              |      |              |      |
| Contínua (a 525 V) [A]   | 74                     | 87   | 87           | 109  | 109          | 132  |
| Contínua (a 575/690 V)   | 70                     | 83   | 83           | 104  | 104          | 126  |
| <b>Número e tamanho máximos dos cabos por fase</b>   |                        |      |              |      |              |      |
| - Rede elétrica, motor, freio e divisão da carga [mm <sup>2</sup><br>(AWG)]  | 2x95 (2x3/0)           |      | 2x95 (2x3/0) |      | 2x95 (2x3/0) |      |
| Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos<br>[A] <sup>1)</sup>  | 160                    |      | 315          |      | 315          |      |
| Perda de energia estimada a 575 V [W] <sup>2), 3)</sup>  | 1098                   | 1162 | 1162         | 1428 | 1430         | 1740 |
| Perda de energia estimada a 690 V [W] <sup>2), 3)</sup>  | 1057                   | 1204 | 1205         | 1477 | 1480         | 1798 |
| Eficiência <sup>3)</sup>   | 0,98                   |      | 0,98         |      | 0,98         |      |
| Frequência de saída [Hz]   | 0-590                  |      | 0-590        |      | 0-590        |      |
| Desarme por superaquecimento do dissipador de calor<br>[°C (°F)]   | 110 (230)              |      | 110 (230)    |      | 110 (230)    |      |
| Desarme de superaquecimento do cartão de controle<br>[°C (°F)]   | 75 (167)               |      | 75 (167)     |      | 75 (167)     |      |

**Tabela 7.5 Dados elétricos para gabinetes D1h/D3h/D5h/D6h, alimentação de rede elétrica 3x525-690 V CA**

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

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

3) Medido usando cabos de motor blindados de 5 m (16,4 pés) com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 7.5 Condições ambiente. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).



| VLT® AQUA Drive FC 202   | N132            |      | N160         |      |
|--|-----------------|------|--------------|------|
|  | SA              | NO   | SA           | NO   |
| <b>Carga alta/normal</b><br>(Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s, sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s) |                 |      |              |      |
| Potência no eixo típica a 525 V [kW]   | 90              | 110  | 110          | 132  |
| Potência no eixo típica a 575 V [hp]   | 125             | 150  | 150          | 200  |
| Potência no eixo típica a 690 V [kW]   | 110             | 132  | 132          | 160  |
| <b>Tamanho do gabinete</b>   | D1h/D3h/D5h/D6h |      |              |      |
| <b>Corrente de saída (trifásica)</b>   |                 |      |              |      |
| Contínua (a 525 V) [A]   | 137             | 162  | 162          | 201  |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 525 V) [A]  | 206             | 178  | 243          | 221  |
| Contínua (a 575/690 V) [A]   | 131             | 155  | 155          | 192  |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]  | 197             | 171  | 233          | 211  |
| Contínua kVA (a 525 V) [kVA]   | 125             | 147  | 147          | 183  |
| Contínua kVA (a 575 V) [kVA]   | 131             | 154  | 154          | 191  |
| Contínua kVA (a 690 V) [kVA]   | 157             | 185  | 185          | 230  |
| <b>Corrente de entrada máxima</b>  |                 |      |              |      |
| Contínua (a 525 V) [A]   | 132             | 156  | 156          | 193  |
| Contínua (a 575/690 V)   | 126             | 149  | 149          | 185  |
| <b>Número e tamanho máximos dos cabos por fase</b>   |                 |      |              |      |
| - Rede elétrica, motor, freio e divisão da carga [mm <sup>2</sup> (AWG)]   | 2x95 (2x3/0)    |      | 2x95 (2x3/0) |      |
| Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>1)</sup>   | 160             |      | 315          |      |
| Perda de energia estimada a 575 V [W] <sup>2), 3)</sup>  | 1742            | 2101 | 2080         | 2649 |
| Perda de energia estimada a 690 V [W] <sup>2), 3)</sup>  | 1800            | 2167 | 2159         | 2740 |
| Eficiência <sup>3)</sup>   | 0,98            |      | 0,98         |      |
| Frequência de saída [Hz]   | 0-590           |      | 0-590        |      |
| Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]  | 110 (230)       |      | 110 (230)    |      |
| Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]  | 75 (167)        |      | 75 (167)     |      |

**Tabela 7.6 Dados elétricos para gabinetes D1h/D3h/D5h/D6h, alimentação de rede elétrica 3x525-690 V CA**

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

2) A perda de energia típica está em condições normais, e é esperado que esteja dentro de ±15% (a tolerância está relacionada às diversas condições de tensão e cabo). Esses valores são baseados em uma eficiência de motor típica (linha divisória IE/IE3). Os motores com eficiência inferior contribuem para a perda de energia no conversor. Aplica-se para dimensionamento do arrefecimento 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/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Opcionais e carga do cliente podem contabilizar até 30 W em perdas, embora normalmente um cartão de controle totalmente carregado e opcionais para os slots A e B cada só contabilizem 4 W.

3) Medido usando cabos de motor blindados de 5 m (16,4 pés) com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 7.5 Condições ambiente. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

| VLT® AQUA Drive FC 202  | N200            |     | N250 |     |
|---|-----------------|-----|------|-----|
|   | SA              | NO  | SA   | NO  |
| <b>Sobrecarga normal/alta</b><br>(Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s, sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s) |                 |     |      |     |
| Potência no eixo típica a 525 V [kW]  | 132             | 160 | 160  | 200 |
| Potência no eixo típica a 575 V [hp]  | 200             | 250 | 250  | 300 |
| Potência no eixo típica a 690 V [kW]  | 160             | 200 | 200  | 250 |
| <b>Tamanho do gabinete</b>  | D2h/D4h/D7h/D8h |     |      |     |
| <b>Corrente de saída (trifásica)</b>  |                 |     |      |     |
| Contínua (a 525 V) [A]  | 201             | 253 | 253  | 303 |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 525 V) [A]   | 301             | 278 | 380  | 333 |
| Contínua (a 575/690 V) [A]  | 192             | 242 | 242  | 290 |

| VLT® AQUA Drive FC 202   | N200          |      | N250          |      |
|--|---------------|------|---------------|------|
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]                      | 288           | 266  | 363           | 319  |
| Contínua kVA (a 525 V) [kVA]   | 183           | 230  | 230           | 276  |
| Contínua kVA (a 575 V) [kVA]   | 191           | 241  | 241           | 289  |
| Contínua kVA (a 690 V) [kVA]   | 229           | 289  | 289           | 347  |
| <b>Corrente de entrada máxima</b>  |               |      |               |      |
| Contínua (a 525 V) [A]   | 193           | 244  | 244           | 292  |
| Contínua (a 575/690 V)   | 185           | 233  | 233           | 279  |
| <b>Número e tamanho máximos dos cabos por fase</b>                       |               |      |               |      |
| - Rede elétrica, motor, freio e divisão da carga [mm <sup>2</sup> (AWG)] | 2x185 (2x350) |      | 2x185 (2x350) |      |
| Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>1)</sup> | 550           |      | 550           |      |
| Perda de energia estimada a 575 V [W] <sup>2), 3)</sup>                  | 2361          | 3074 | 3012          | 3723 |
| Perda de energia estimada a 690 V [W] <sup>2), 3)</sup>                  | 2446          | 3175 | 3123          | 3851 |
| Eficiência <sup>3)</sup>   | 0,98          |      | 0,98          |      |
| Frequência de saída [Hz]   | 0-590         |      | 0-590         |      |
| Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]            | 110 (230)     |      | 110 (230)     |      |
| Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]              | 80 (176)      |      | 80 (176)      |      |

**Tabela 7.7 Dados elétricos para gabinetes D2h/D4h/D7h/D8h, alimentação de rede elétrica 3x525-690 V CA**

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

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

3) Medido usando cabos de motor blindados de 5 m (16,4 pés) com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 7.5 Condições ambiente. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

| VLT® AQUA Drive FC 202  | N315                   |           | N400          |           |
|---|------------------------|-----------|---------------|-----------|
| <b>Sobrecarga normal/alta</b><br>(Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s, sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s) | <b>SA</b>              | <b>NO</b> | <b>SA</b>     | <b>NO</b> |
| Potência no eixo típica a 525 V [KW]  | 200                    | 250       | 250           | 315       |
| Potência no eixo típica a 575 V [hp]  | 300                    | 350       | 350           | 400       |
| Potência no eixo típica a 690 V [kW]  | 250                    | 315       | 315           | 400       |
| <b>Tamanho do gabinete</b>  | <b>D2h/D4h/D7h/D8h</b> |           |               |           |
| <b>Corrente de saída (trifásica)</b>  |                        |           |               |           |
| Contínua (a 525 V) [A]  | 303                    | 360       | 360           | 418       |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 525 V) [A]   | 455                    | 396       | 540           | 460       |
| Contínua (a 575/690 V) [A]  | 290                    | 344       | 344           | 400       |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]   | 435                    | 378       | 516           | 440       |
| Contínua kVA (a 525 V) [kVA]  | 276                    | 327       | 327           | 380       |
| Contínua kVA (a 575 V) [kVA]  | 289                    | 343       | 343           | 398       |
| Contínua kVA (a 690 V) [kVA]  | 347                    | 411       | 411           | 478       |
| <b>Corrente de entrada máxima</b>   |                        |           |               |           |
| Contínua (a 525 V) [A]  | 292                    | 347       | 347           | 403       |
| Contínua (a 575/690 V)  | 279                    | 332       | 332           | 385       |
| <b>Número e tamanho máximos dos cabos por fase</b>  |                        |           |               |           |
| - Rede elétrica, motor, freio e divisão da carga [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 2x185 (2x350)          |           | 2x185 (2x350) |           |
| Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>1)</sup>  | 550                    |           | 550           |           |
| Perda de energia estimada a 575 V [W] <sup>2), 3)</sup>   | 3642                   | 4465      | 4146          | 5028      |

| VLT® AQUA Drive FC 202  | N315  |      | N400      |      |
|---|---|------|-----------|------|
|   | Perda de energia estimada a 690 V [W] <sup>2), 3)</sup> | 3771 | 4614      | 4258 |
| Eficiência <sup>3)</sup>                                      | 0,98  |      | 0,98      |      |
| Frequência de saída [Hz]                                      | 0-590   |      | 0-590     |      |
| Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)] | 110 (230)   |      | 110 (230) |      |
| Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]   | 80 (176)  |      | 80 (176)  |      |

**Tabela 7.8 Dados elétricos para gabinetes D2h/D4h/D7h/D8h, alimentação de rede elétrica 3x525-690 V CA**

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

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

3) Medido usando cabos de motor blindados de 5 m (16,4 pés) com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 7.5 Condições ambiente. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

| VLT® AQUA Drive FC 202   | N450              |      | N500              |      |
|--|-------------------|------|-------------------|------|
|  | SA                | NO   | SA                | NO   |
| <b>Carga alta/normal</b><br>(Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s, sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s) |                   |      |                   |      |
| Potência no eixo típica a 525 V [kW]   | 315               | 355  | 315               | 400  |
| Potência no eixo típica a 575 V [hp]   | 400               | 450  | 400               | 500  |
| Potência no eixo típica a 690 V [kW]   | 355               | 450  | 400               | 500  |
| <b>Tamanho do gabinete</b>   | E1h/E3h           |      | E1h/E3h           |      |
| <b>Corrente de saída (trifásica)</b>   |                   |      |                   |      |
| Contínua (a 525 V) [A]   | 395               | 470  | 429               | 523  |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 525 V) [A]  | 593               | 517  | 644               | 575  |
| Contínua (a 575/690 V) [A]   | 380               | 450  | 410               | 500  |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]  | 570               | 495  | 615               | 550  |
| Contínua kVA (a 525 V) [kVA]   | 376               | 448  | 409               | 498  |
| Contínua kVA (a 575 V) [kVA]   | 378               | 448  | 408               | 498  |
| Contínua kVA (a 690 V) [kVA]   | 454               | 538  | 490               | 598  |
| <b>Corrente de entrada máxima</b>  |                   |      |                   |      |
| Contínua (a 525 V) [A]   | 381               | 453  | 413               | 504  |
| Contínua (a 575/690 V) [A]   | 366               | 434  | 395               | 482  |
| <b>Número e tamanho máximos dos cabos por fase (E1h)</b>   |                   |      |                   |      |
| - Rede elétrica e motor sem freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 5x240 (5x500 mcm) |      | 5x240 (5x500 mcm) |      |
| - Rede elétrica e motor com freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 4x240 (4x500 mcm) |      | 4x240 (4x500 mcm) |      |
| - Freio ou regeneração ([mm <sup>2</sup> AWG])   | 2x185 (2x350 mcm) |      | 2x185 (2x350 mcm) |      |
| <b>Número e tamanho máximos dos cabos por fase (E3h)</b>   |                   |      |                   |      |
| - Rede elétrica e motor sem freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 6x240 (6x500 mcm) |      | 6x240 (6x500 mcm) |      |
| - Rede elétrica e motor com freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 2x185 (2x350 mcm) |      | 2x185 (2x350 mcm) |      |
| - Divisão da carga ou regeneração [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 4x185 (4x350 mcm) |      | 4x185 (4x350 mcm) |      |
| Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>1)</sup>   | 800               |      | 800               |      |
| Perda de energia estimada a 600 V [W] <sup>2), 3)</sup>  | 4989              | 6062 | 5419              | 6879 |
| Perda de energia estimada a 690 V [W] <sup>2), 3)</sup>  | 4920              | 5939 | 5332              | 6715 |
| Eficiência <sup>3)</sup>   | 0,98              |      | 0,98              |      |
| Frequência de saída [Hz]   | 0-500             |      | 0-500             |      |

| VLT® AQUA Drive FC 202   | N450      | N500      |
|--|-----------|-----------|
| Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]              | 110 (230) | 110 (230) |
| Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]                | 80 (176)  | 80 (176)  |
| Desarme por superaquecimento do cartão de potência [°C (°F)]               | 85 (185)  | 85 (185)  |
| Desarme por superaquecimento do cartão de potência do ventilador [°C (°F)] | 85 (185)  | 85 (185)  |
| Desarme por superaquecimento do cartão de influxo ativo [°C (°F)]          | 85 (185)  | 85 (185)  |

**Tabela 7.9 Dados elétricos para gabinetes E1h/E3h, alimentação de rede elétrica 3x525–690 V CA**

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

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

3) Medido usando cabos de motor blindados de 5 m (16,4 pés) com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 7.5 Condições ambiente. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

| VLT® AQUA Drive FC 202   | N560              |     | N630              |     |
|--|-------------------|-----|-------------------|-----|
| Carga alta/normal  | SA                | NO  | SA                | NO  |
| (Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s, sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s) |                   |     |                   |     |
| Potência no eixo típica a 525 V [kW]   | 400               | 450 | 450               | 500 |
| Potência no eixo típica a 575 V [hp]   | 500               | 600 | 600               | 650 |
| Potência no eixo típica a 690 V [kW]   | 500               | 560 | 560               | 630 |
| Tamanho do gabinete  | E1h/E3h           |     | E1h/E3h           |     |
| Corrente de saída (trifásica)  |                   |     |                   |     |
| Contínua (a 525 V) [A]   | 523               | 596 | 596               | 630 |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 525 V) [A]  | 785               | 656 | 894               | 693 |
| Contínua (a 575/690 V) [A]   | 500               | 570 | 570               | 630 |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]  | 750               | 627 | 855               | 693 |
| Contínua kVA (a 525 V) [kVA]   | 498               | 568 | 568               | 600 |
| Contínua kVA (a 575 V) [kVA]   | 498               | 568 | 568               | 627 |
| Contínua kVA (a 690 V) [kVA]   | 598               | 681 | 681               | 753 |
| Corrente de entrada máxima   |                   |     |                   |     |
| Contínua (a 525 V) [A]   | 504               | 574 | 574               | 607 |
| Contínua (a 575/690 V) [A]   | 482               | 549 | 549               | 607 |
| Número e tamanho máximos dos cabos por fase (E1h)  |                   |     |                   |     |
| - Rede elétrica e motor sem freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 5x240 (5x500 mcm) |     | 5x240 (5x500 mcm) |     |
| - Rede elétrica e motor com freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 4x240 (4x500 mcm) |     | 4x240 (4x500 mcm) |     |
| - Freio ou regeneração ([mm <sup>2</sup> AWG])   | 2x185 (2x350 mcm) |     | 2x185 (2x350 mcm) |     |
| Número e tamanho máximos dos cabos por fase (E3h)  |                   |     |                   |     |
| - Rede elétrica e motor sem freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 6x240 (6x500 mcm) |     | 6x240 (6x500 mcm) |     |
| - Rede elétrica e motor com freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 2x185 (2x350 mcm) |     | 2x185 (2x350 mcm) |     |
| - Divisão da carga ou regeneração [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 4x185 (4x350 mcm) |     | 4x185 (4x350 mcm) |     |
| Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>1)</sup>                         | 800               |     | 800               |     |

| VLT® AQUA Drive FC 202   | N560      |      | N630      |      |
|--|-----------|------|-----------|------|
| Perda de energia estimada a 600 V [W] <sup>2), 3)</sup>                    | 6833      | 8076 | 8069      | 9208 |
| Perda de energia estimada a 690 V [W] <sup>2), 3)</sup>                    | 6678      | 7852 | 7848      | 8921 |
| Eficiência <sup>3)</sup>   | 0,98      |      | 0,98      |      |
| Frequência de saída [Hz]   | 0-500     |      | 0-500     |      |
| Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]              | 110 (230) |      | 110 (230) |      |
| Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]                | 80 (176)  |      | 80 (176)  |      |
| Desarme por superaquecimento do cartão de potência [°C (°F)]               | 85 (185)  |      | 85 (185)  |      |
| Desarme por superaquecimento do cartão de potência do ventilador [°C (°F)] | 85 (185)  |      | 85 (185)  |      |
| Desarme por superaquecimento do cartão de influxo ativo [°C (°F)]          | 85 (185)  |      | 85 (185)  |      |

**Tabela 7.10 Dados elétricos para gabinetes E1h/E3h, alimentação de rede elétrica 3x525-690 V CA**

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

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

3) Medido usando cabos de motor blindados de 5 m (16,4 pés) com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 7.5 Condições ambiente. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

| VLT® AQUA Drive FC 202   | N710              |     | N800              |      |
|--|-------------------|-----|-------------------|------|
| Carga alta/normal  | SA                | NO  | SA                | NO   |
| (Alta sobrecarga=150% da corrente durante 60 s, sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s) |                   |     |                   |      |
| Potência no eixo típica a 525 V [kW]   | 500               | 560 | 560               | 670  |
| Potência no eixo típica a 575 V [hp]   | 650               | 750 | 750               | 950  |
| Potência no eixo típica a 690 V [kW]   | 630               | 710 | 710               | 800  |
| Tamanho do gabinete  | E2h/E4h           |     | E2h/E4h           |      |
| Corrente de saída (trifásica)  |                   |     |                   |      |
| Contínua (a 525 V) [A]   | 659               | 763 | 763               | 889  |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 525 V) [A]  | 989               | 839 | 1145              | 978  |
| Contínua (a 575/690 V) [A]   | 630               | 730 | 730               | 850  |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]  | 945               | 803 | 1095              | 935  |
| Contínua kVA (a 525 V) [kVA]   | 628               | 727 | 727               | 847  |
| Contínua kVA (a 575 V) [kVA]   | 627               | 727 | 727               | 847  |
| Contínua kVA (a 690 V) [kVA]   | 753               | 872 | 872               | 1016 |
| Corrente de entrada máxima   |                   |     |                   |      |
| Contínua (a 525 V) [A]   | 635               | 735 | 735               | 857  |
| Contínua (a 575/690 V) [A]   | 607               | 704 | 704               | 819  |
| Número e tamanho máximos dos cabos por fase (E2h)  |                   |     |                   |      |
| - Rede elétrica e motor sem freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 6x240 (6x500 mcm) |     | 6x240 (6x500 mcm) |      |
| - Rede elétrica e motor com freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 5x240 (5x500 mcm) |     | 5x240 (5x500 mcm) |      |
| - Freio ou regeneração ([mm <sup>2</sup> AWG])   | 2x185 (2x350 mcm) |     | 2x185 (2x350 mcm) |      |
| Número e tamanho máximos dos cabos por fase (E4h)  |                   |     |                   |      |
| - Rede elétrica e motor sem freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]  | 6x240 (6x500 mcm) |     | 6x240 (6x500 mcm) |      |

| VLT® AQUA Drive FC 202   | N710              |       | N800              |       |
|--|-------------------|-------|-------------------|-------|
| - Rede elétrica e motor com freio [mm <sup>2</sup> (AWG)]                  | 2x185 (2x350 mcm) |       | 2x185 (2x350 mcm) |       |
| - Divisão da carga ou regeneração [mm <sup>2</sup> (AWG)]                  | 4x185 (4x350 mcm) |       | 4x185 (4x350 mcm) |       |
| Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] <sup>1)</sup>   | 1200              |       | 1200              |       |
| Perda de energia estimada a 600 V [W] <sup>2), 3)</sup>                    | 8543              | 10346 | 10319             | 12723 |
| Perda de energia estimada a 690 V [W] <sup>2), 3)</sup>                    | 8363              | 10066 | 10060             | 12321 |
| Eficiência <sup>3)</sup>   | 0,98              |       | 0,98              |       |
| Frequência de saída [Hz]   | 0–500             |       | 0–500             |       |
| Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]              | 110 (230)         |       | 110 (230)         |       |
| Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]                | 80 (176)          |       | 80 (176)          |       |
| Desarme por superaquecimento do cartão de potência [°C (°F)]               | 85 (185)          |       | 85 (185)          |       |
| Desarme por superaquecimento do cartão de potência do ventilador [°C (°F)] | 85 (185)          |       | 85 (185)          |       |
| Desarme por superaquecimento do cartão de influxo ativo [°C (°F)]          | 85 (185)          |       | 85 (185)          |       |

**Tabela 7.11 Dados elétricos para gabinetes E2h/E4h, alimentação de rede elétrica 3x525–690 V CA**

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

2) A perda de energia típica está em condições normais, e é esperado que esteja dentro de ±15% (a tolerância está relacionada às diversas condições de tensão e cabo). Esses valores são baseados em uma eficiência de motor típica (linha divisória IE/IE3). Os motores com eficiência inferior contribuem para a perda de energia no conversor. Aplica-se para dimensionamento do arrefecimento 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/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Opcionais e carga do cliente podem contabilizar até 30 W em perdas, embora normalmente um cartão de controle totalmente carregado e opcionais para os slots A e B cada só contabilizem 4 W.

3) Medido usando cabos de motor blindados de 5 m (16,4 pés) com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida na corrente nominal. Para classe de eficiência energética, consulte capítulo 7.5 Condições ambiente. Para perdas de carga parcial, consulte [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

### 7.3 Alimentação de Rede Elétrica

#### Alimentação de rede elétrica (L1, L2, L3)

Tensão de alimentação 380–480 V ±10%, 525–690 V ±10%

Tensão de rede baixa/queda da tensão de rede:

Durante tensão de rede baixa ou queda da rede elétrica, o conversor continua até a tensão no barramento CC cair abaixo do nível mínimo de parada, que normalmente corresponde a 15% abaixo da tensão de alimentação nominal mais baixa do conversor. Energização e torque total não podem ser esperados com tensões de rede menores que 10% abaixo da tensão de alimentação nominal mais baixa do conversor.

Frequência de alimentação 50/60 Hz ±5%

Desbalanceamento máximo temporário entre fases de rede elétrica 3,0% da tensão de alimentação nominal<sup>1)</sup>

Fator de potência real (λ) ≥0,9 nominal com carga nominal

Fator de potência de deslocamento (cos Φ) próximo de unidade (>0,98)

Ativando a alimentação de entrada L1, L2, L3 (energizações) Máximo de 1 vez/2 minutos

Ambiente de acordo com EN60664-1 Categoria de sobretensão III/grau de poluição 2

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

1) Cálculos baseados na UL/IEC61800-3.

## 7.4 Saída do Motor e dados do motor

### Saída do motor (U, V, W)

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

1) Dependente da tensão e potência.

### Características de torque

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

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

2) Uma vez a cada 10 minutos.

## 7.5 Condições ambiente

### Ambiente

|  |   |
|--|---|
| Gabinete D1h/D2h/D5h/D6h/D7h/D8h/E1h/E2h   | IP21/Tipo 1, IP54/Tipo 12   |
| Gabinete D3h/D4h/E3h/E4h   | IP 20/Chassi  |
| Teste de vibração (padrão/reforçado)   | 0,7 g/1,0 g   |
| Umidade relativa   | 5%–95% (IEC 721-3-3; Classe 3K3 (não condensante) durante a operação) |
| Ambiente agressivo (IEC 60068-2-43) teste com H <sub>2</sub> S                       | Classe Kd   |
| Gases agressivos (IEC 60721-3-3)   | Classe 3C3  |
| Método de teste de acordo com o IEC 60068-2-43                                       | H2S (10 dias)   |
| Temperatura ambiente (no modo de chaveamento SFAVM)                                  |   |
| - com derating   | Máximo 55 °C (131 °F) <sup>1)</sup>                                   |
| - com potência de saída total de motores EFF2 típicos (até 90% da corrente de saída) | Máximo 50 °C (122 °F) <sup>1)</sup>                                   |
| - em contínuo completo da corrente de saída do conversor de frequência               | Máximo 45 °C (113 °F) <sup>1)</sup>                                   |
| Temperatura ambiente mínima, durante operação plena                                  | 0 °C (32 °F)  |
| Temperatura ambiente mínima em desempenho reduzido                                   | -10 °C (14 °F)  |
| Temperatura durante a armazenagem/transporte   | -25 a +65/70 °C (13 a 149/158 °F)                                     |
| Altitude máxima acima do nível do mar sem derating                                   | 1.000 m (3.281 pés)   |
| Altitude máxima acima do nível do mar com derating                                   | 3.000 m (9.842 pés)   |

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

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

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

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

## 7.6 Especificações de Cabo

### Comprimentos de cabo e seções transversais de cabos de controle<sup>1)</sup>

|  |   |
|--|---|
| Comprimento de cabo de motor máximo, blindado                              | 150 m (492 pés)                                       |
| Comprimento de cabo de motor máximo, não blindado                          | 300 m (984 pés)                                       |
| Seção transversal máxima para o motor, rede elétrica, Load Sharing e freio | Ver capítulo 7 Especificações                         |
| Seção transversal máxima para terminais de controle, fio rígido            | 1,5 mm <sup>2</sup> /16 AWG (2x0,75 mm <sup>2</sup> ) |

|  |                              |
|--|------------------------------|
| Seção transversal máxima para terminais de controle, cabo flexível           | 1 mm <sup>2</sup> /18 AWG    |
| Seção transversal máxima para terminal de controle, cabo com núcleo embutido | 0,5 mm <sup>2</sup> /20 AWG  |
| Seção transversal mínima para terminais de controle                          | 0,25 mm <sup>2</sup> /23 AWG |

1) Para cabos de energia, consulte 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, 27 <sup>1)</sup> , 29 <sup>1)</sup> , 32, 33 |
| Lógica                                 | PNP ou NPN   |
| Nível de tensão                        | 0–24 V CC  |
| Nível de tensão, lógica 0 PNP          | <5 V CC  |
| Nível de tensão, lógica 1 PNP          | >10 V CC   |
| Nível de tensão, lógica 0 NPN          | >19 V CC   |
| Nível de tensão, lógica 1 NPN          | <14 V CC   |
| Tensão máxima na entrada               | 28 V CC  |
| Resistência de entrada, R <sub>i</sub> | Aproximadamente 4 kΩ                                 |

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

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

### Entradas analógicas

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Número de entradas analógicas          | 2                                   |
| Número do terminal                     | 53, 54                              |
| Modos                                  | Tensão ou corrente                  |
| Seleção do modo                        | Interruptores A53 e A54             |
| Modo de tensão                         | Interruptor A53/A54=(U)             |
| Nível de tensão                        | -10 V a +10 V (escalonável)         |
| Resistência de entrada, R <sub>i</sub> | Aproximadamente 10 kΩ               |
| Tensão máxima                          | ±20 V                               |
| Modo de corrente                       | Interruptor A53/A54=(I)             |
| Nível de corrente                      | 0/4 a 20 mA (escalonável)           |
| Resistência de entrada, R <sub>i</sub> | Aproximadamente 200 Ω               |
| Corrente máxima                        | 30 mA                               |
| Resolução das entradas analógicas      | 10 bits (+ sinal)                   |
| Precisão de entradas analógicas        | Erro máximo 0,5% da escala completa |
| Largura de banda                       | 100 Hz                              |

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

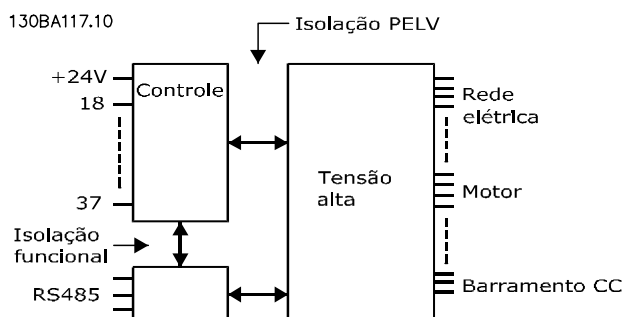


Ilustração 7.1 Isolamento PELV

### Entradas de pulso

|  |         |
|--|---------|
| Entradas de pulso programáveis                                   | 2       |
| Número do terminal do pulso                                      | 29, 33  |
| Frequência máxima nos terminais 29 e 33 (acionada por push-pull) | 110 kHz |



|  |   |
|--|---|
| Frequência máxima nos terminais 29 e 33 (coletor aberto) | 5 kHz                                     |
| Frequência mínima nos terminais 29, 33                   | 4 Hz                                      |
| Nível de tensão  | Consulte capítulo 7.7.1 Entradas Digitais |
| Tensão máxima na entrada                                 | 28 V CC                                   |
| Resistência de entrada, $R_i$                            | Aproximadamente 4 k $\Omega$              |
| Precisão da entrada de pulso (0,1–1 kHz)                 | Erro máximo: 0,1% do fundo de escala      |

## 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 $\Omega$                         |
| 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 <sup>1)</sup>                 |
| Nível de tensão na saída digital/frequência       | 0–24 V                               |
| Corrente de saída máxima (dissipador ou fonte)    | 40 mA                                |
| Carga máxima na saída de frequência               | 1 k $\Omega$                         |
| Carga capacitiva máxima na saída de frequência    | 10 nF                                |
| Frequência mínima de saída na saída de frequência | 0 Hz                                 |
| Frequência máxima de saída na saída de frequência | 32 kHz                               |
| Precisão da saída de frequência                   | Erro máximo: 0,1% da escala completa |
| Resolução das saídas de frequência                | 12 bits                              |

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

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

## Cartão de controle, saída 24 V CC

|                    |        |
|--------------------|--------|
| Número do terminal | 12, 13 |
| Carga máxima       | 200 mA |

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

## Saídas de relé

|   |   |
|---|---|
| Saídas de relé programáveis   | 2   |
| Seção transversal máxima para terminais de relé   | 2,5 mm <sup>2</sup> (12 AWG)                |
| Seção transversal mínima para terminais de relé   | 0,2 mm <sup>2</sup> (30 AWG)                |
| Comprimento do fio desencapado  | 8 mm (0,3 pol.).                            |
| <b>Relé 01 número do terminal</b>   | 1–3 (freio ativado), 1–2 (freio desativado) |
| Carga máxima do terminal (CA-1) <sup>1)</sup> em 1-2 (NO) (carga resistiva) <sup>2), 3)</sup> | 400 V CA, 2 A                               |
| Carga máxima do terminal (CA-15) <sup>1)</sup> em 1-2 (NO) (Carga indutiva @ cos $\phi$ 0,4)  | 240 V CA, 0,2 A                             |
| Carga máxima do terminal (CC-1) <sup>1)</sup> em 1-2 (NO) (Carga resistiva)                   | 80 V CC, 2 A                                |
| Carga máxima do terminal (CC-13) <sup>1)</sup> em 1-2 (NO) (Carga indutiva)                   | 24 V CC, 0,1 A                              |
| Carga máxima do terminal (CA-1) <sup>1)</sup> em 1-3 (NC) (Carga resistiva)                   | 240 V CA, 2 A                               |
| Carga máxima do terminal (CA-15) <sup>1)</sup> em 1-3 (NC) (Carga indutiva @ cos $\phi$ 0,4)  | 240 V CA, 0,2 A                             |
| Carga máxima do terminal (CC-1) <sup>1)</sup> em 1-3 (NC) (Carga resistiva)                   | 50 V CC, 2 A                                |
| Carga máxima do terminal (CC-13) <sup>1)</sup> em 1-3 (NC) (Carga indutiva)                   | 24 V CC, 0,1 A                              |

|   |  |
|---|--|
| Carga mínima do terminal em 1–3 (NC), 1–2 (NO)  | 24 V CC 10 mA, 24 V CA 2 mA                      |
| Ambiente de acordo com a EN 60664-1   | Categoria de sobretensão III/ grau de poluição 2 |
| <b>Relé 02 número do terminal</b>   | 4–6 (freio ativado), 4–5 (freio desativado)      |
| Carga máxima do terminal (CA-1) <sup>1)</sup> em 4-5 (NO) (Carga resistiva) <sup>2), 3)</sup> | 400 V CA, 2 A                                    |
| Carga máxima do terminal (CA-15) <sup>1)</sup> em 4–5 (NO) (Carga indutiva @ cosφ 0,4)        | 240 V CA, 0,2 A                                  |
| Carga máxima do terminal (CC-1) <sup>1)</sup> em 4–5 (NO) (Carga resistiva)                   | 80 V CC, 2 A                                     |
| Carga máxima do terminal (CC-13) <sup>1)</sup> em 4-5 (NO) (Carga indutiva)                   | 24 V CC, 0,1 A                                   |
| Carga máxima do terminal (CA-1) <sup>1)</sup> em 4–6 (NC) (Carga resistiva)                   | 240 V CA, 2 A                                    |
| Carga máxima do terminal (CA-15) <sup>1)</sup> em 4–6 (NC) (Carga indutiva @ cosφ 0,4)        | 240 V CA, 0,2 A                                  |
| Carga máxima do terminal (CC-1) <sup>1)</sup> em 4–6 (NC) (Carga resistiva)                   | 50 V CC, 2 A                                     |
| Carga máxima do terminal (CC-13) <sup>1)</sup> em 4–6 (NC) (Carga indutiva)                   | 24 V CC, 0,1 A                                   |
| Carga mínima do terminal em 4-6 (NC), 4-5 (NO)  | 24 V CC 10 mA, 24 V CA 2 mA                      |
| Ambiente de acordo com a EN 60664-1   | Categoria de sobretensão III/ grau de poluição 2 |

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

1) IEC 60947 partes 4 e 5.

2) Categoria de sobretensão II.

3) Aplicações UL de 300 V CA 2 A.

**Cartão de controle, saída +10 V CC**

|                    |               |
|--------------------|---------------|
| Número do terminal | 50            |
| Tensão de saída    | 10,5 V ±0,5 V |
| Carga máxima       | 25 mA         |

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

**Características de controle**

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Resolução da frequência de saída de 0 a 1.000 Hz                | ±0,003 Hz                           |
| Tempo de resposta do sistema (terminais 18, 19, 27, 29, 32, 33) | ≤2 m/s                              |
| Faixa de controle da velocidade (malha aberta)                  | 1:100 da velocidade síncrona        |
| Precisão da velocidade (malha aberta)                           | 30–4.000 RPM: Erro máximo de ±8 RPM |

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

**Desempenho do cartão de controle**

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

**Cartão de controle, comunicação serial USB**

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

**AVISO!**

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

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

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

## 7.8 Pesos dos gabinetes

| Gabinete | 380–480/500 V                        | 525–690 V                            |
|----------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| D1h      | 62 (137)                             | 62 (137)                             |
| D2h      | 125 (276)                            | 125 (276)                            |
| D3h      | 62 (137)<br>108 (238) <sup>1)</sup>  | 62 (137)<br>108 (238) <sup>1)</sup>  |
| D4h      | 125 (276)<br>179 (395) <sup>1)</sup> | 125 (276)<br>179 (395) <sup>1)</sup> |
| D5h      | 99 (218)                             | 99 (218)                             |
| D6h      | 128 (282)                            | 128 (282)                            |
| D7h      | 185 (408)                            | 185 (408)                            |
| D8h      | 232 (512)                            | 232 (512)                            |

Tabela 7.12 Pesos dos gabinetes D1h-D8h, kg (lb)

1) Com terminais regem e divisão da carga opcional.

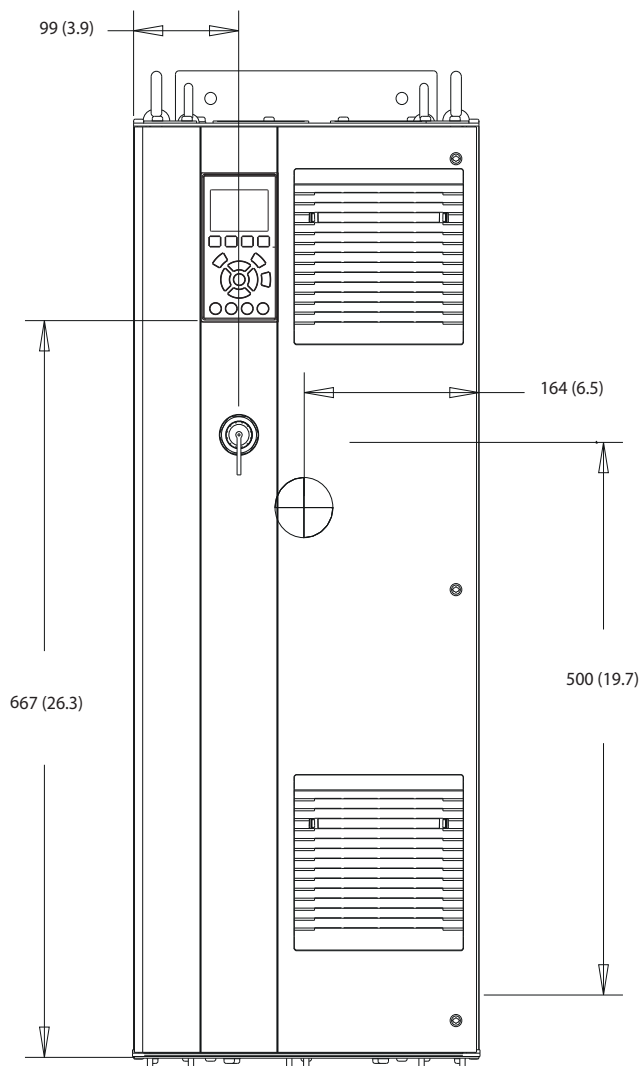
| Gabinete | 380–480/500 V | 525–690 V |
|----------|---------------|-----------|
| E1h      | 295 (650)     | 295 (650) |
| E2h      | 318 (700)     | 318 (700) |
| E3h      | 272 (600)     | 272 (600) |
| E4h      | 295 (650)     | 295 (650) |

Tabela 7.13 Pesos dos gabinetes E1h-E4h, kg (lb)

## 8 Dimensões externas e do terminal

### 8.1 Dimensões externas e do terminal do D1h

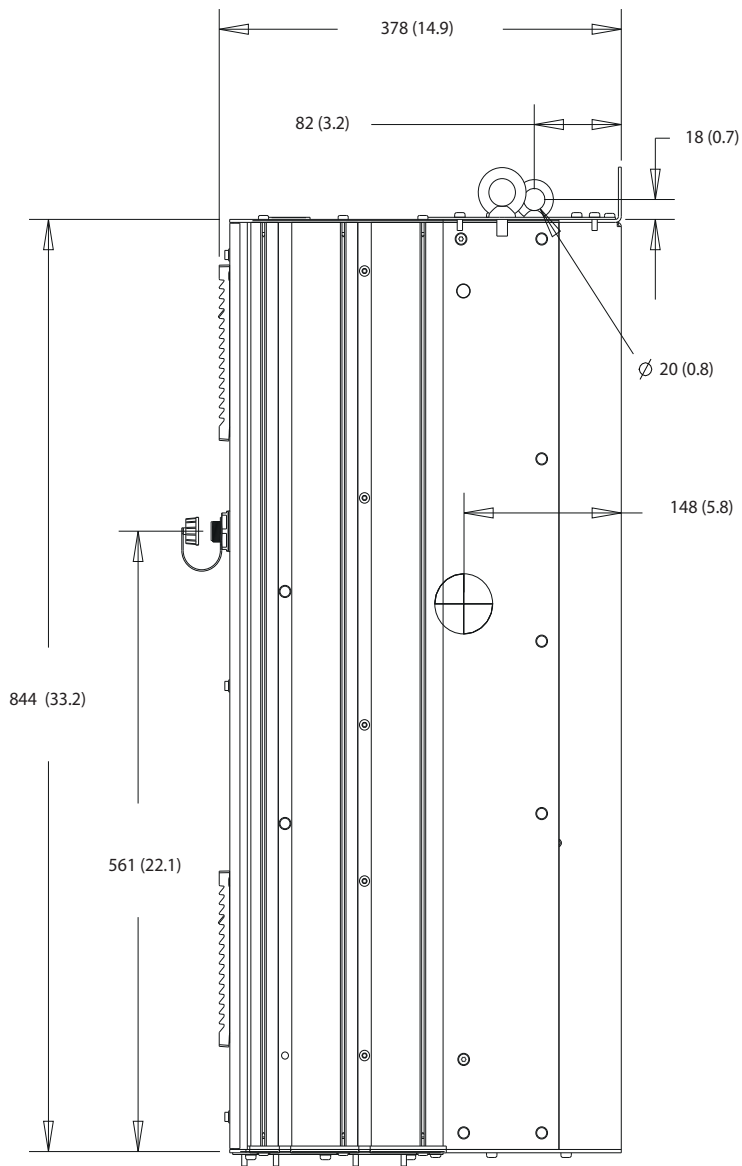
#### 8.1.1 Dimensões externas do D1h



130BE982.10

8

Ilustração 8.1 Vista frontal do D1h

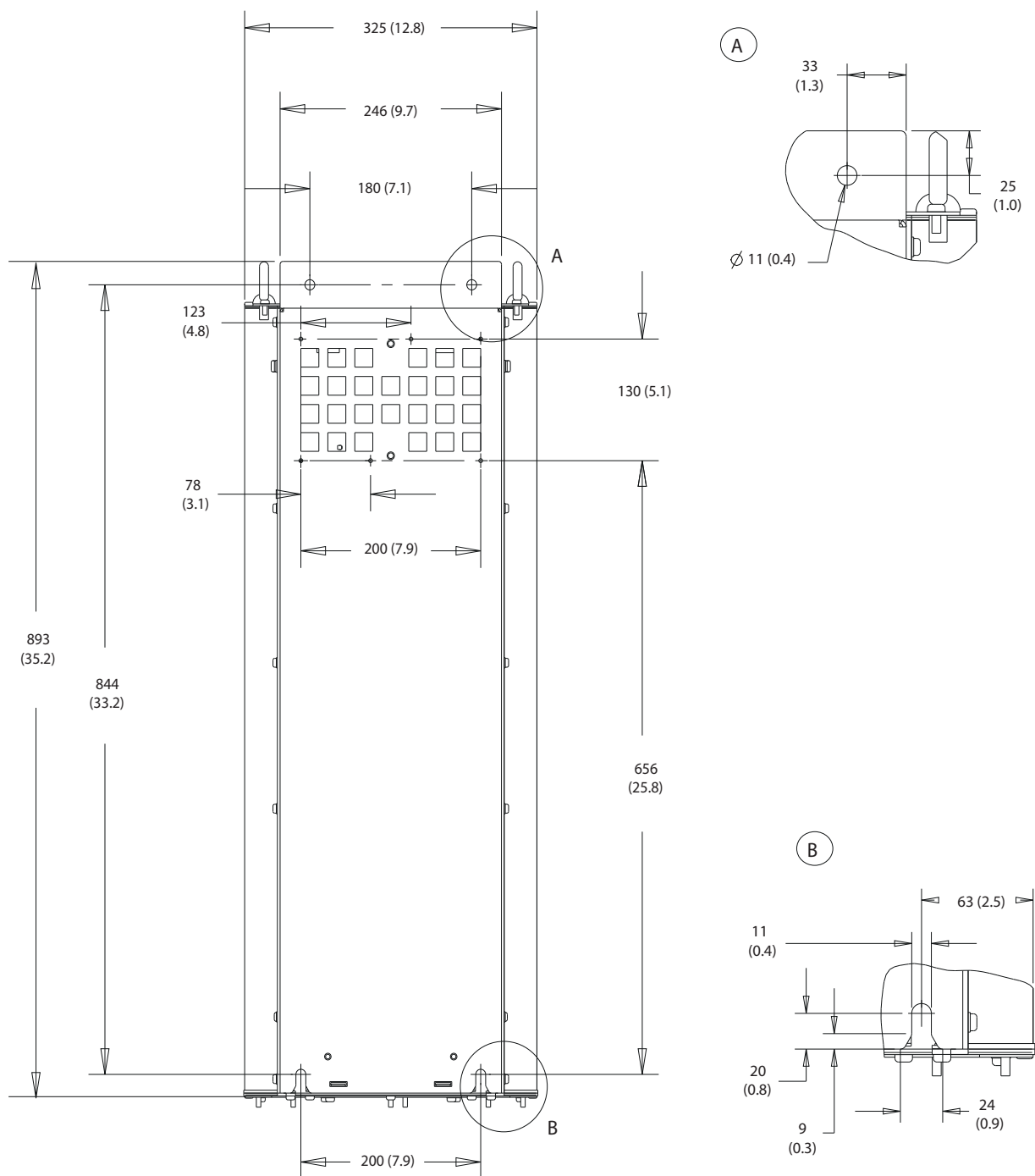


130BF797.10

8

Ilustração 8.2 Vista lateral do D1h

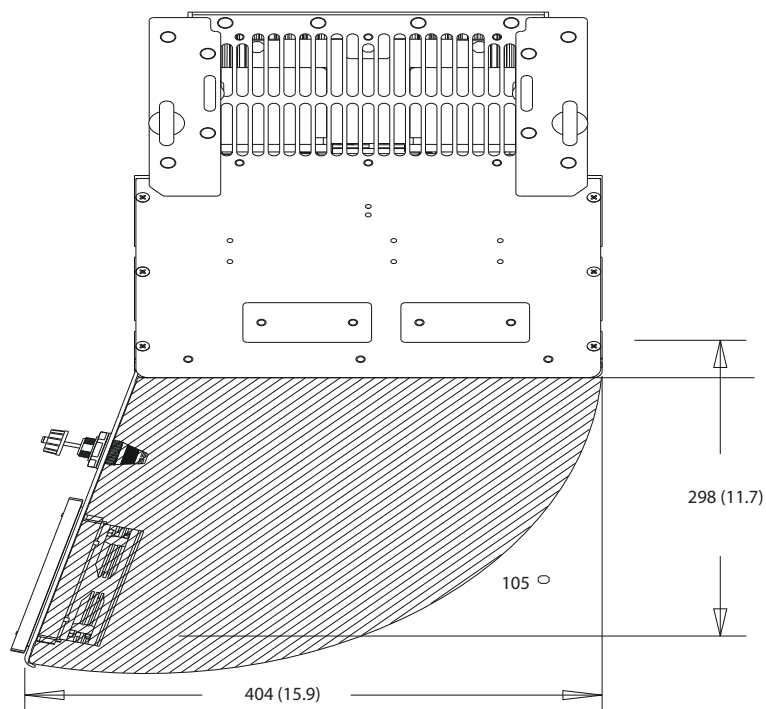
8



130BF798.10

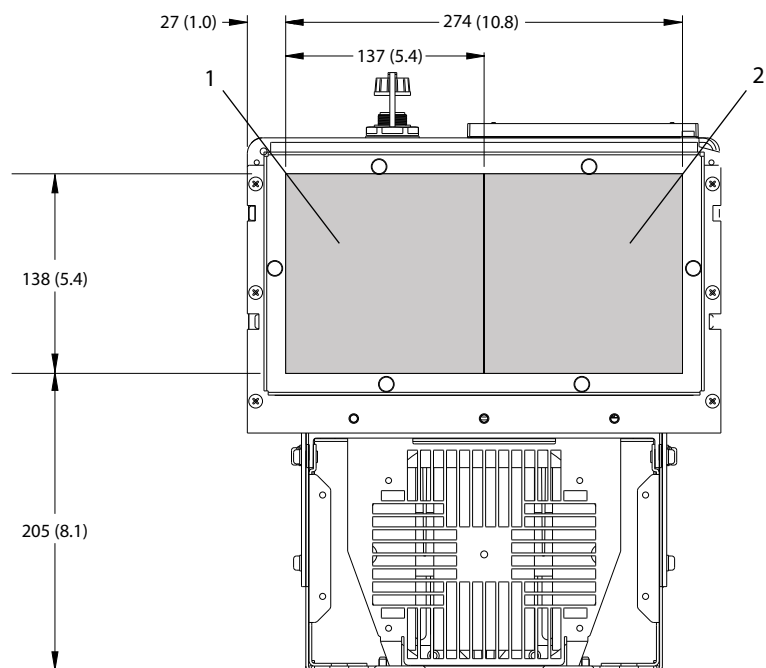
Ilustração 8.3 Vista traseira do D1h

130BF669.10



8

Ilustração 8.4 Folga da porta do D1h

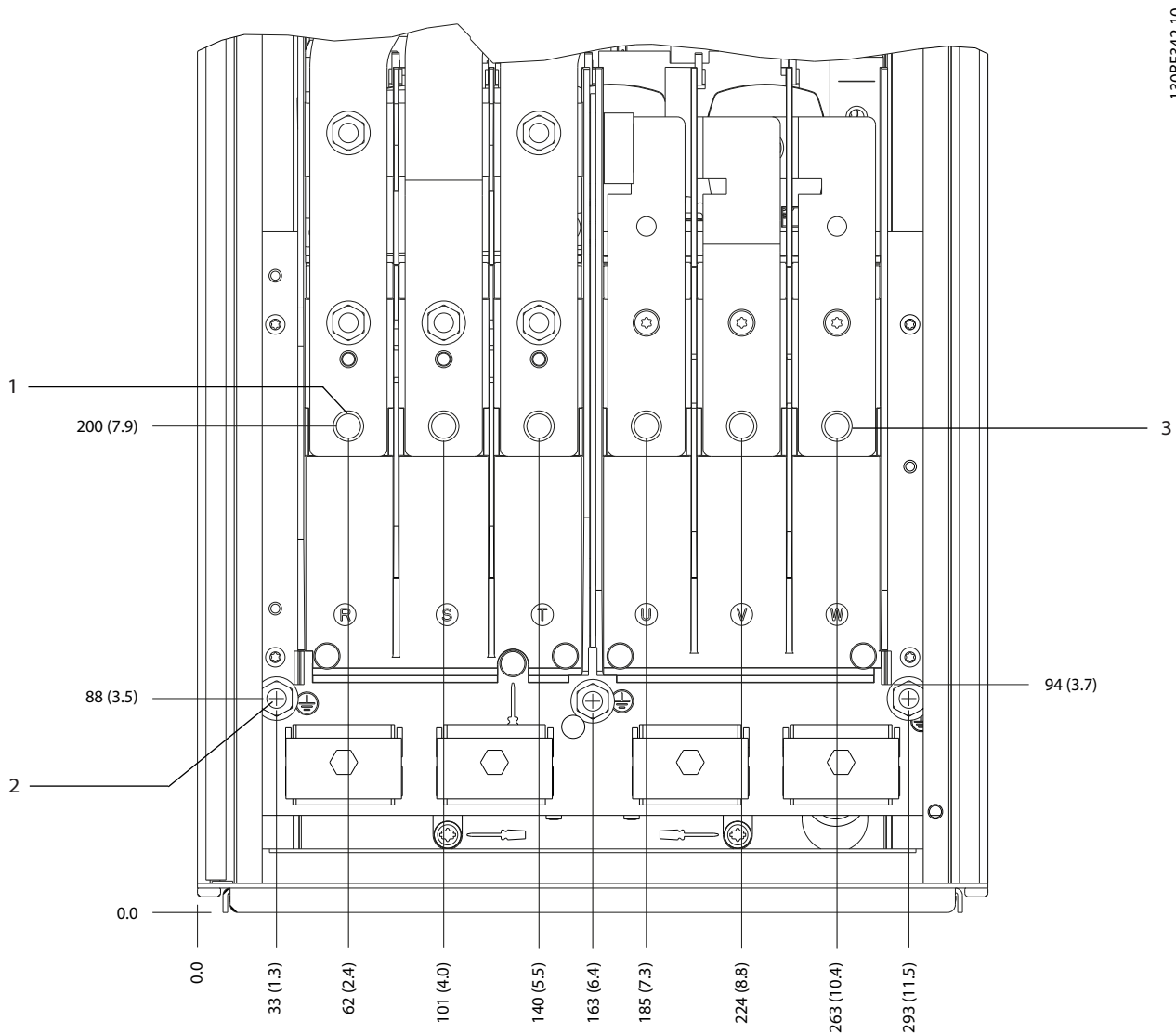


130BF607.10

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

Ilustração 8.5 Dimensões da placa da bucha do D1h

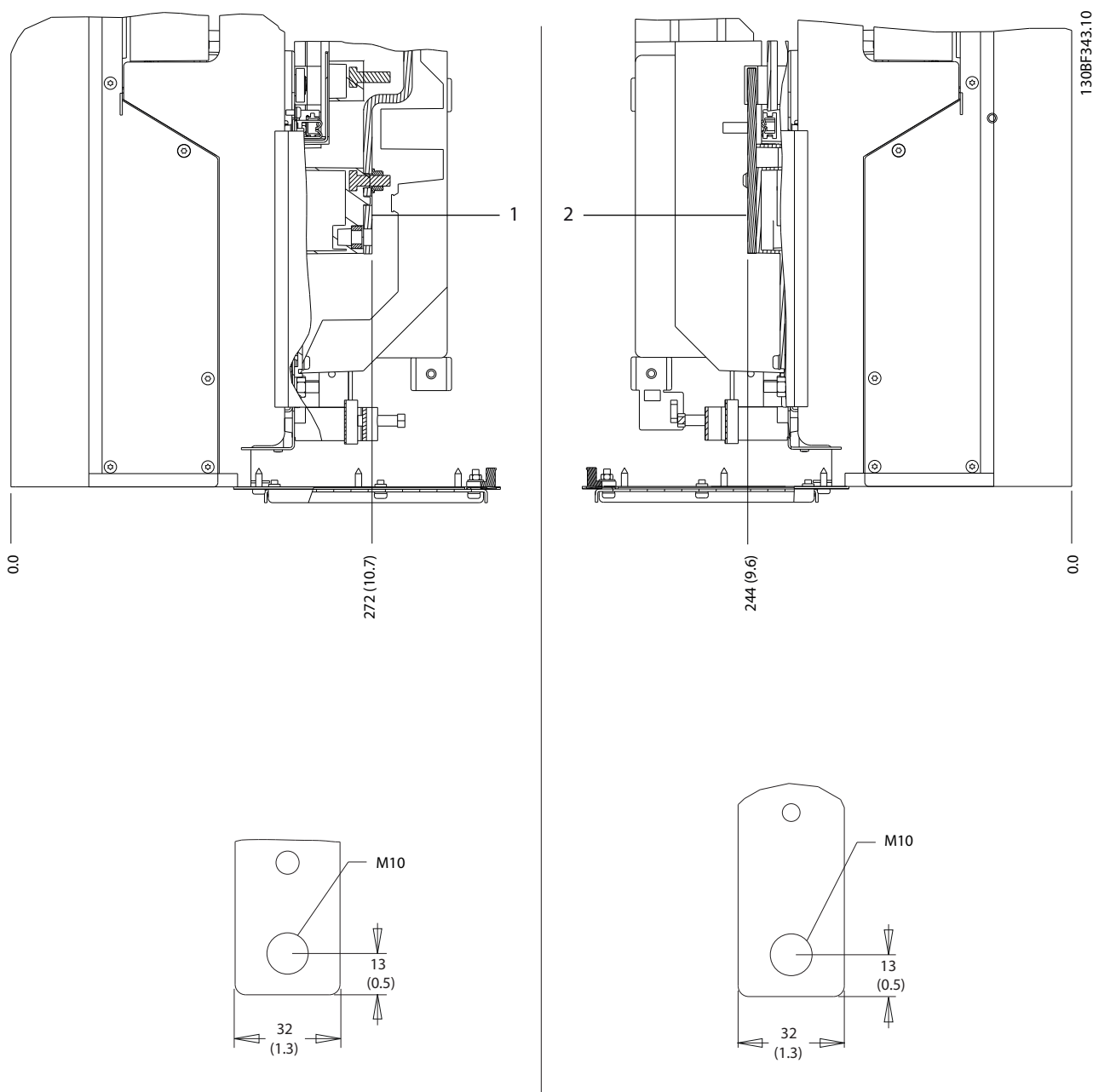
8.1.2 Dimensões do terminal do D1h



130BF342.10

Ilustração 8.6 Dimensões do terminal do D1h (vista frontal)



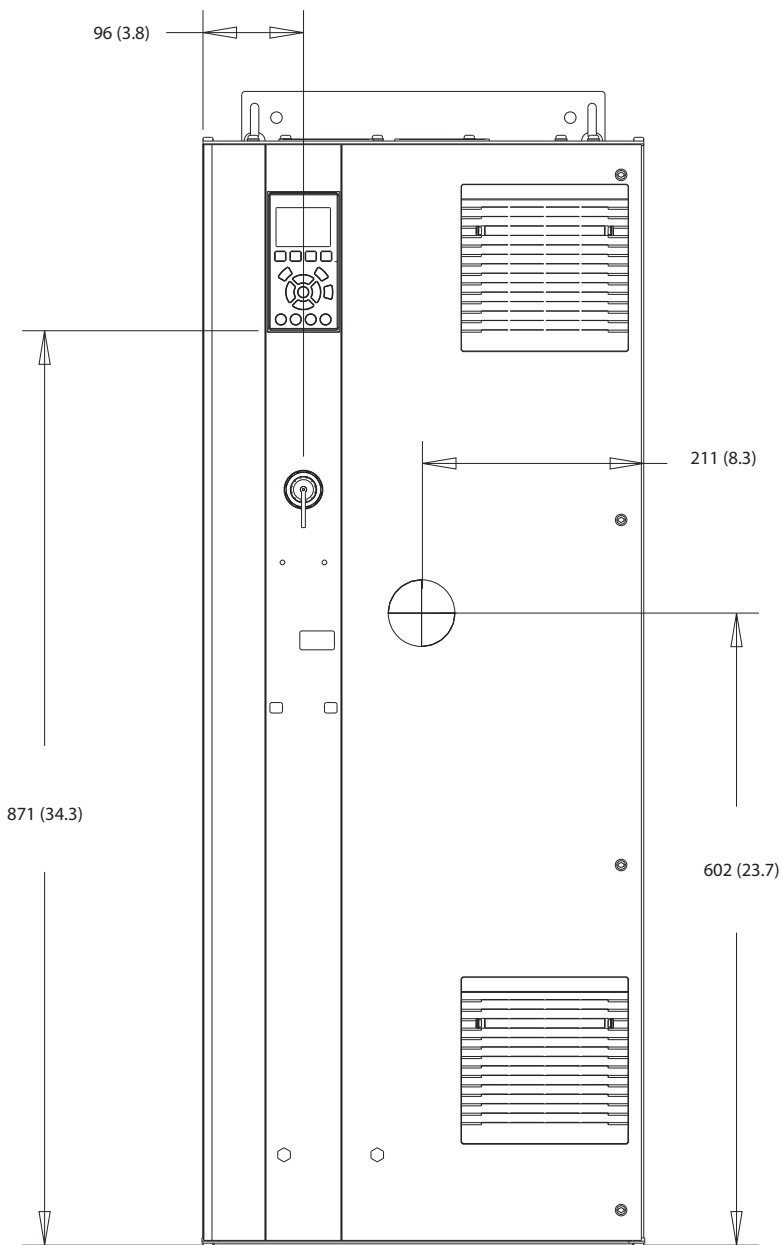


|   |                            |   |                    |
|---|----------------------------|---|--------------------|
| 1 | Terminais de rede elétrica | 2 | Terminais do motor |
|---|----------------------------|---|--------------------|

Ilustração 8.7 Dimensões do terminal do D1h (vistas laterais)

8.2 Dimensões externas e do terminal do D2h

8.2.1 Dimensões externas do D2h



130BF321.10

8

Ilustração 8.8 Vista frontal do D2h

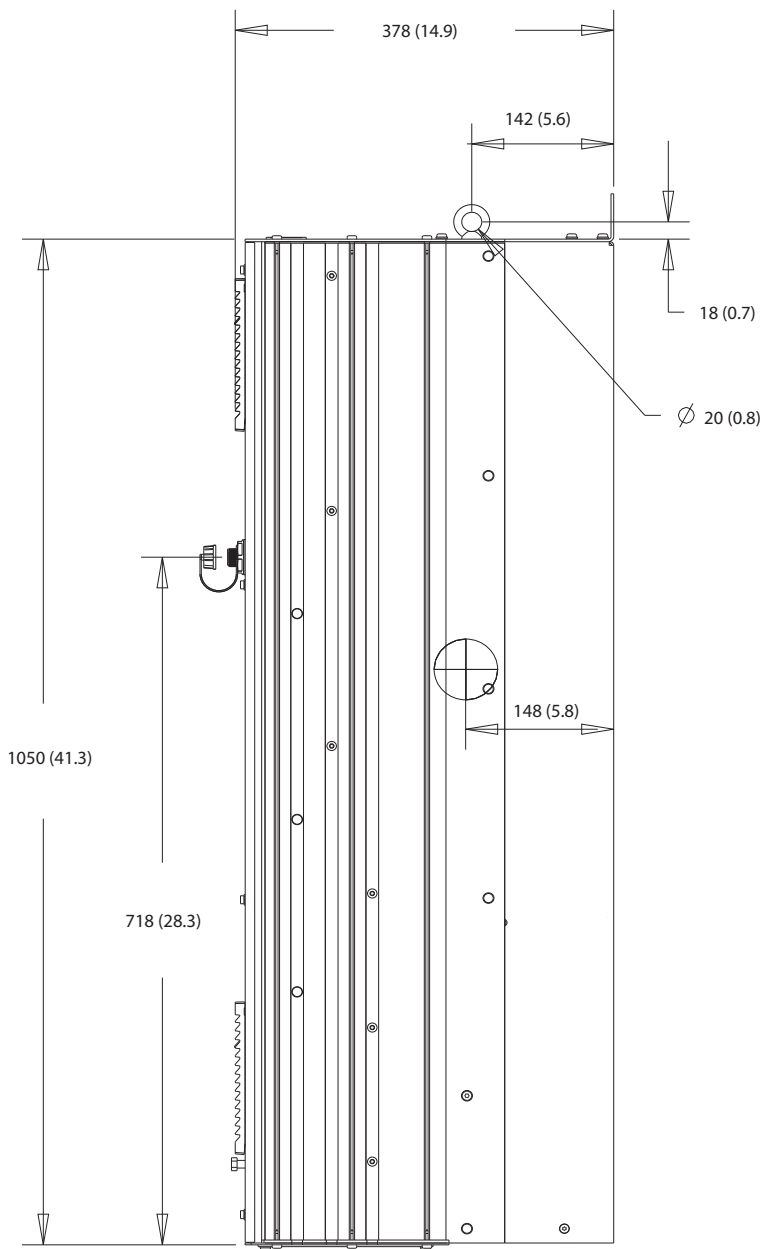


Ilustração 8.9 Vista lateral do D2h

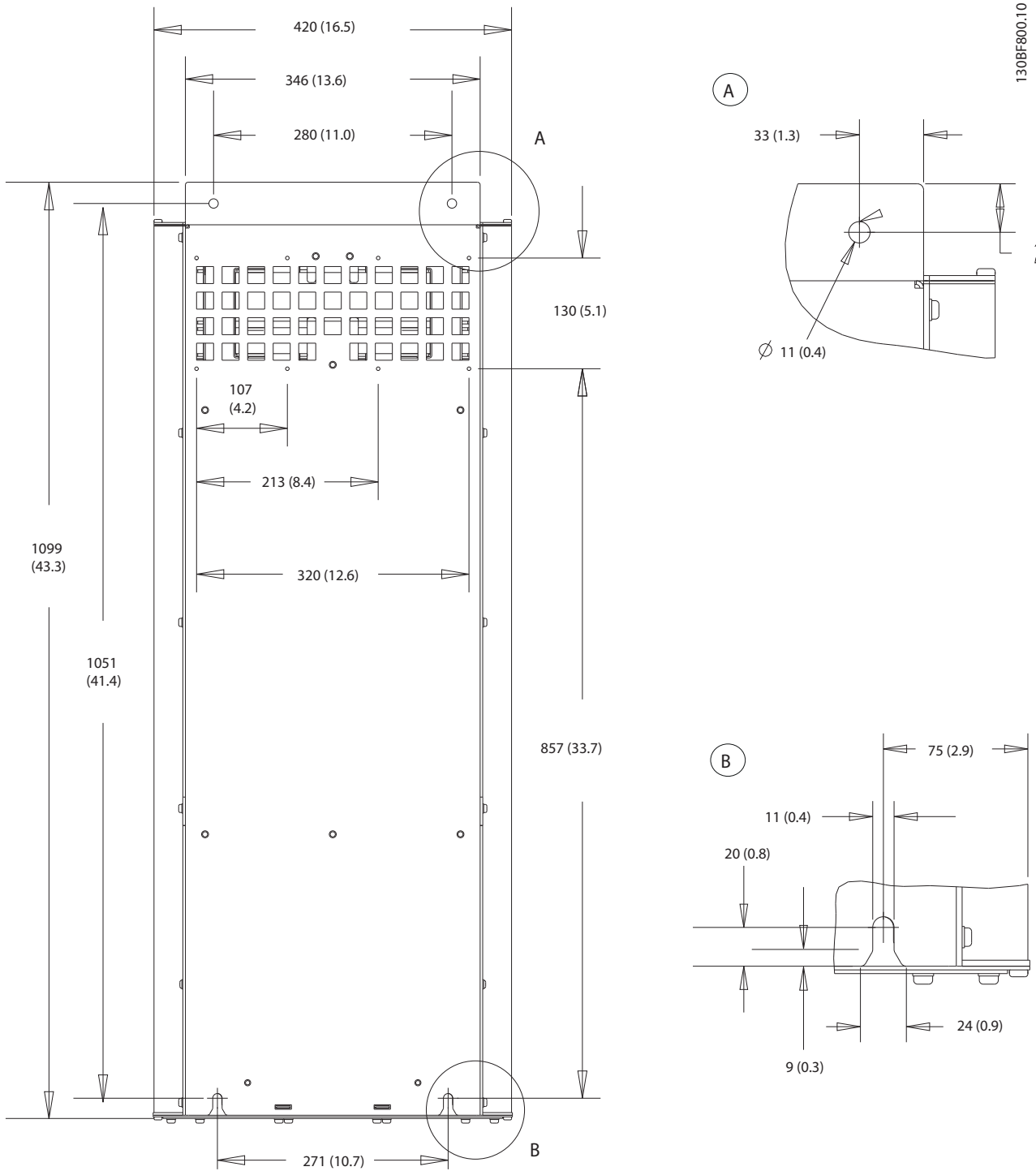


Ilustração 8.10 Vista traseira do D2h

130BF670.10

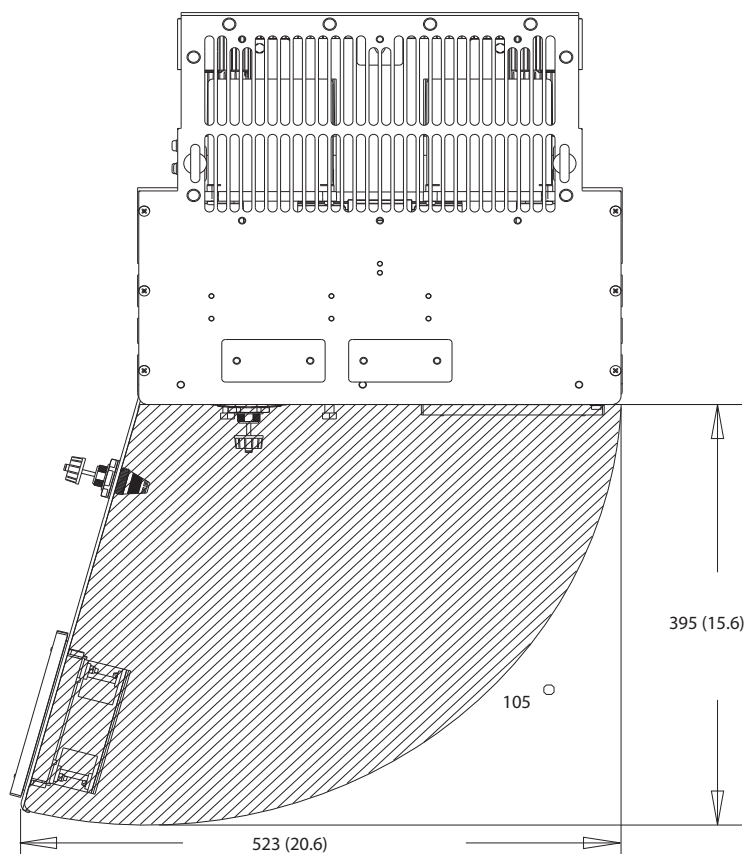
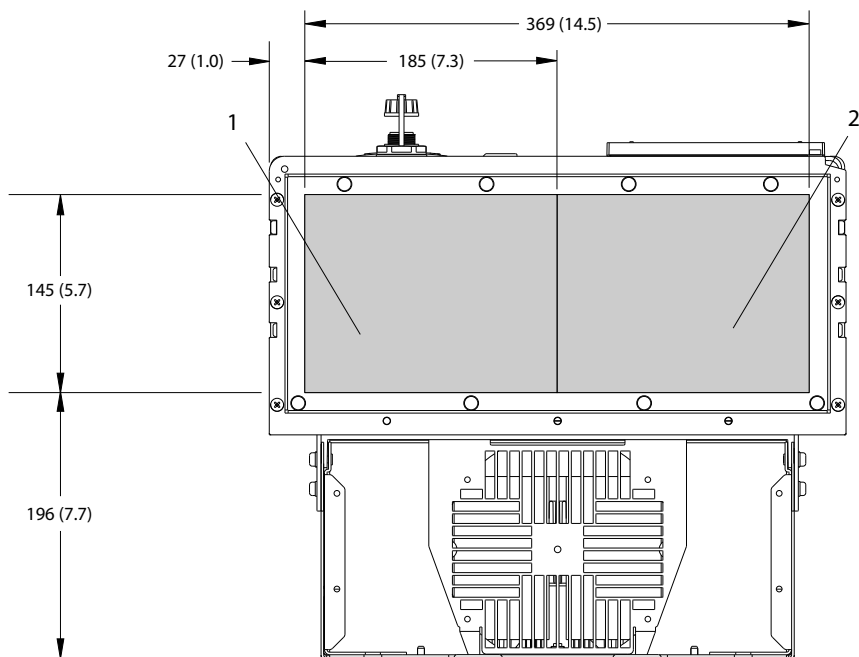


Ilustração 8.11 Folga da porta do D2h

8

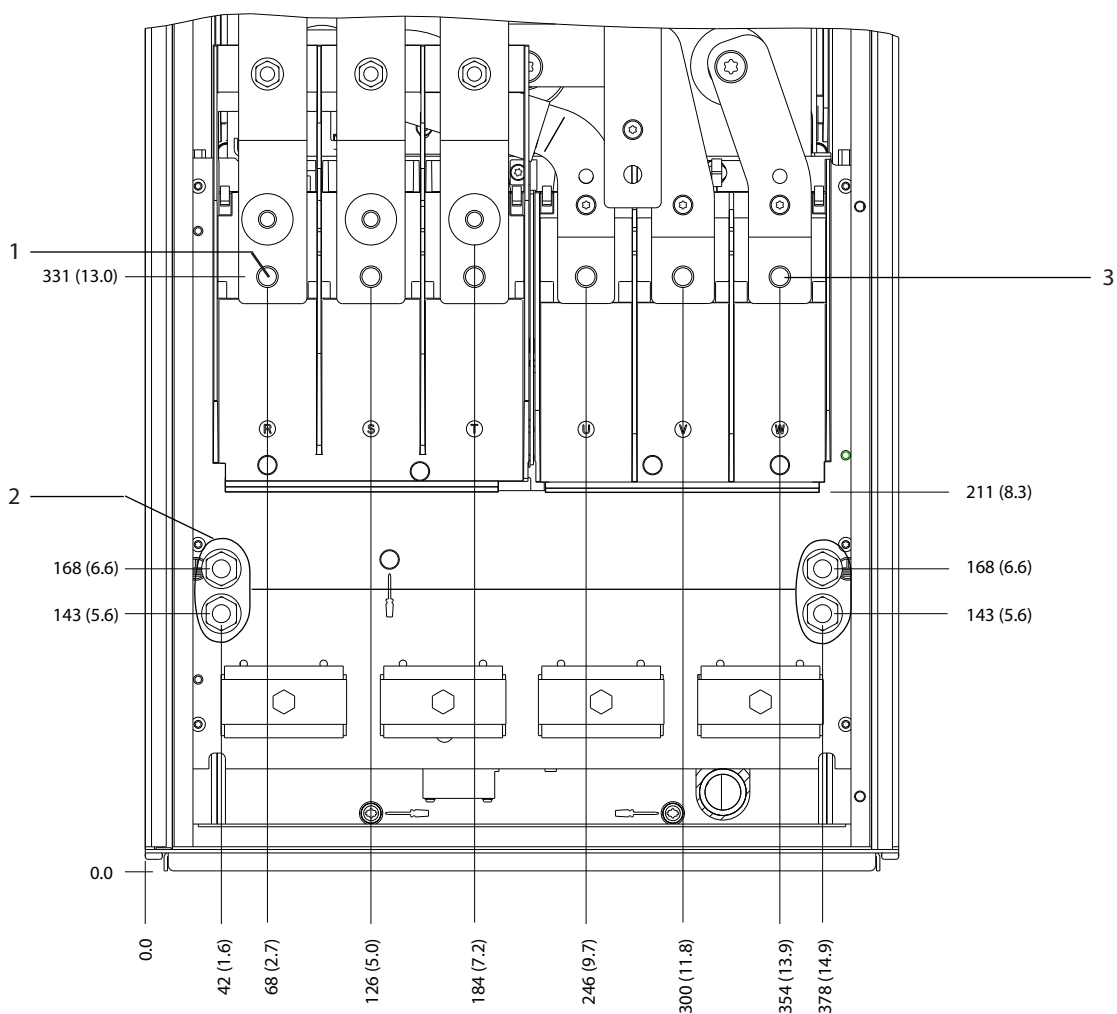
130BF608.10



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

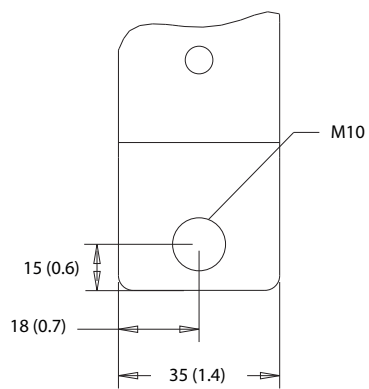
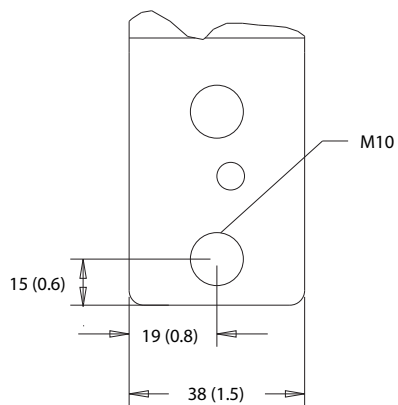
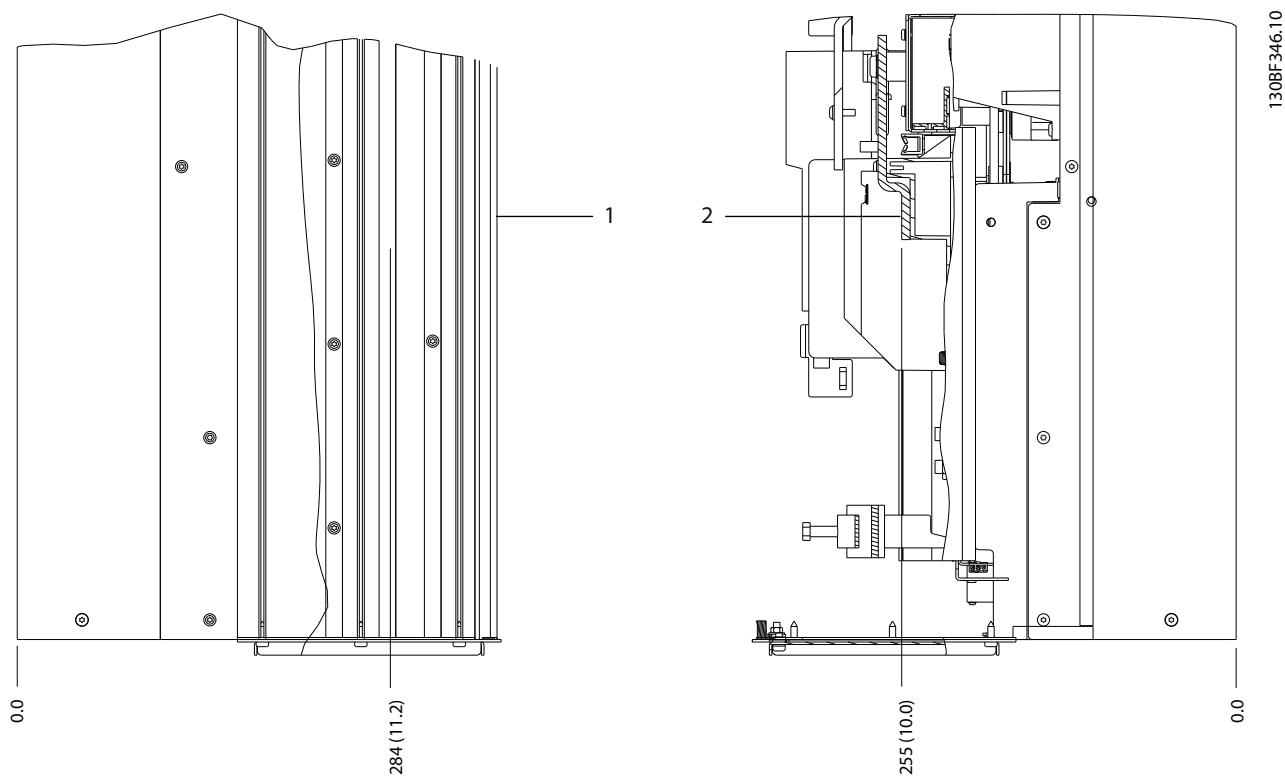
Ilustração 8.12 Dimensões da placa da bucha do D2h

8.2.2 Dimensões do terminal do D2h



|   |                            |   |                    |
|---|----------------------------|---|--------------------|
| 1 | Terminais de rede elétrica | 3 | Terminais do motor |
| 2 | Terminais do terra         | - | -                  |

Ilustração 8.13 Dimensões do terminal do D2h (vista frontal)

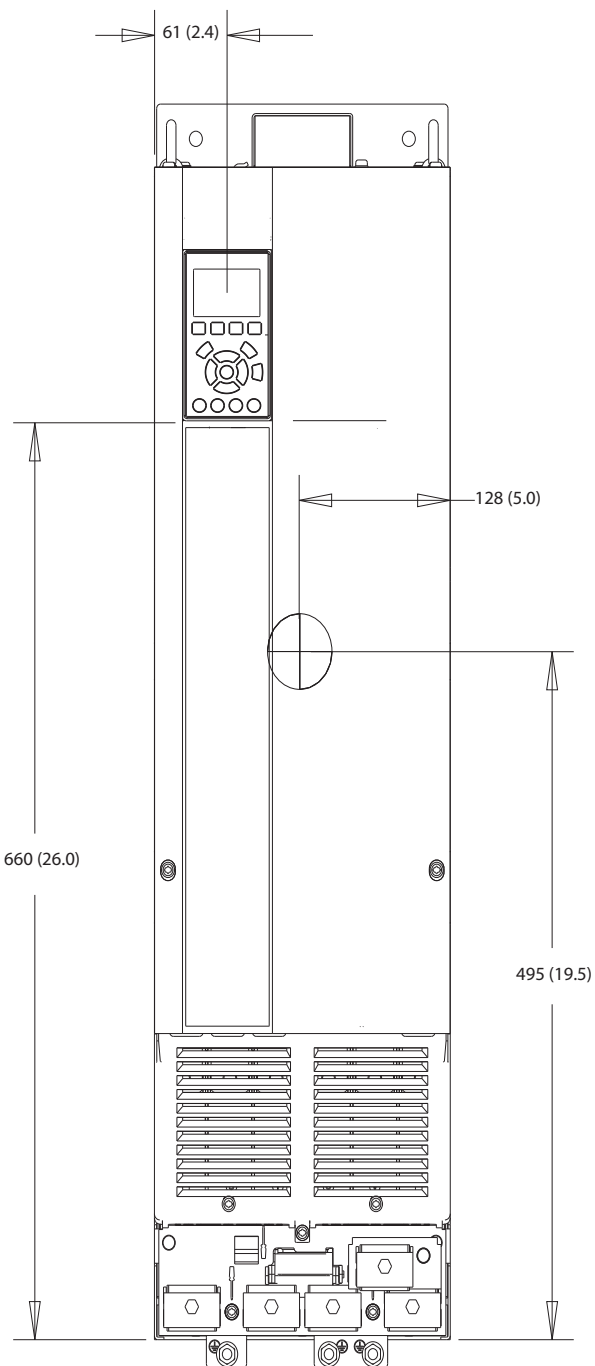


|   |                            |   |                    |
|---|----------------------------|---|--------------------|
| 1 | Terminais de rede elétrica | 2 | Terminais do motor |
|---|----------------------------|---|--------------------|

Ilustração 8.14 Dimensões do terminal do D2h (vistas laterais)

8.3 Dimensões externas e do terminal do D3h

8.3.1 Dimensões externas do D3h

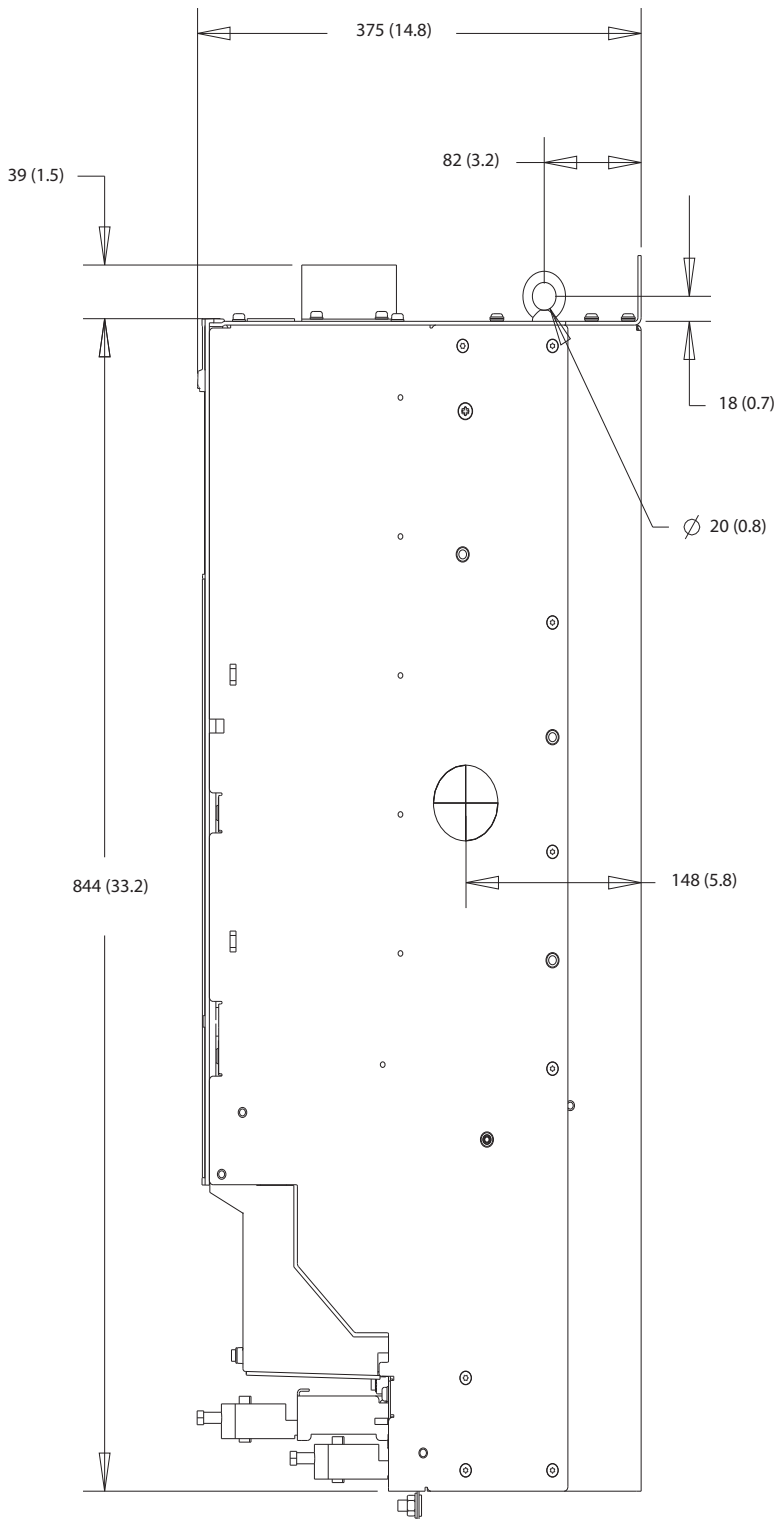


130BF322.10

8

Ilustração 8.15 Vista frontal do D3h

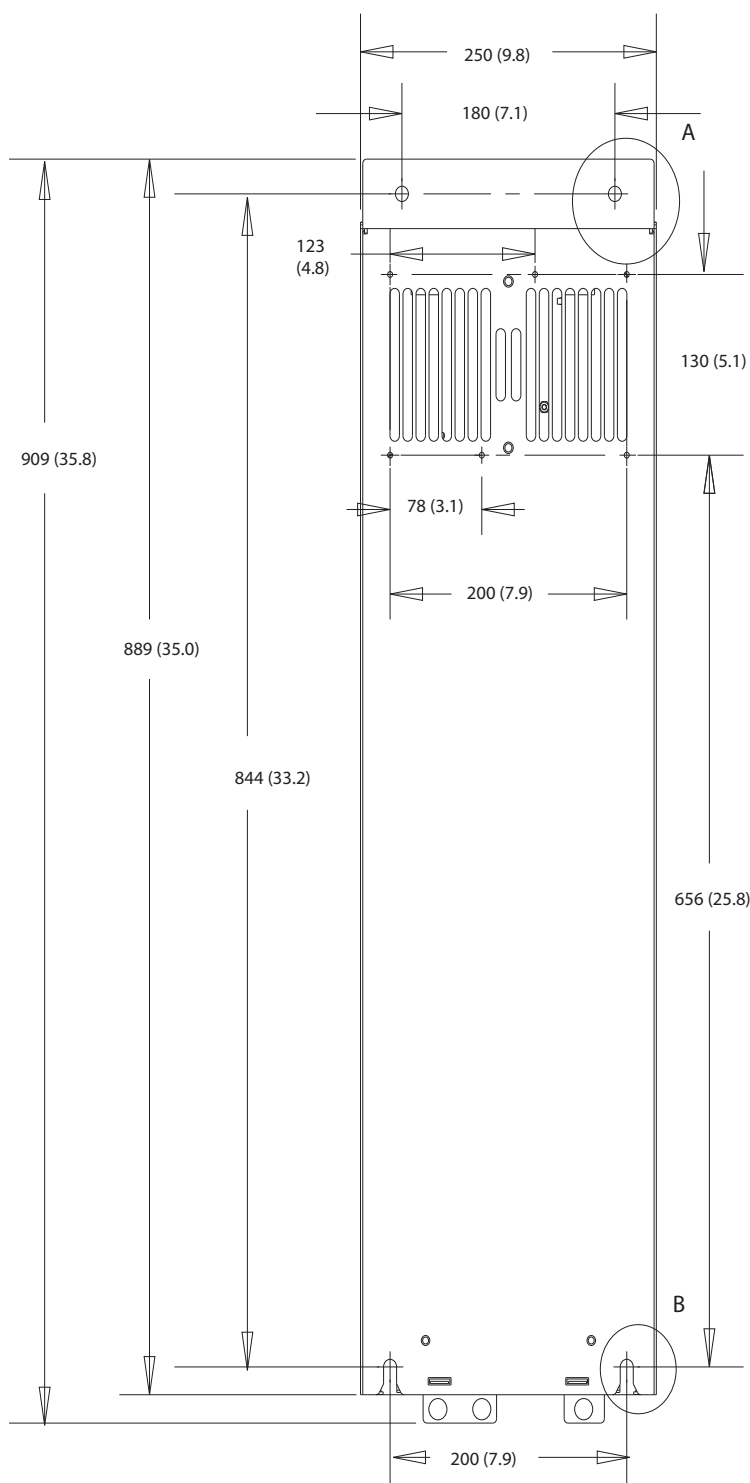




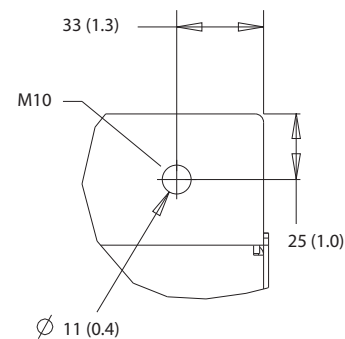
130BF801.10

8

Ilustração 8.16 Vista lateral do D3h

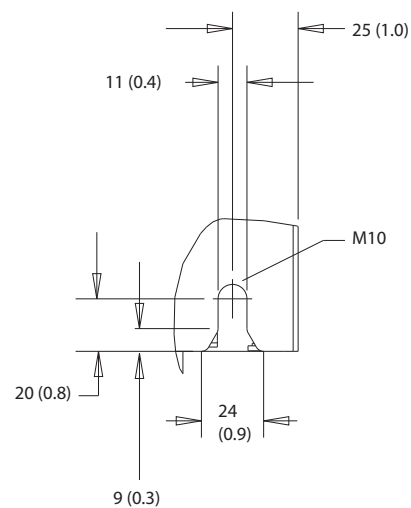


A



130BF802.10

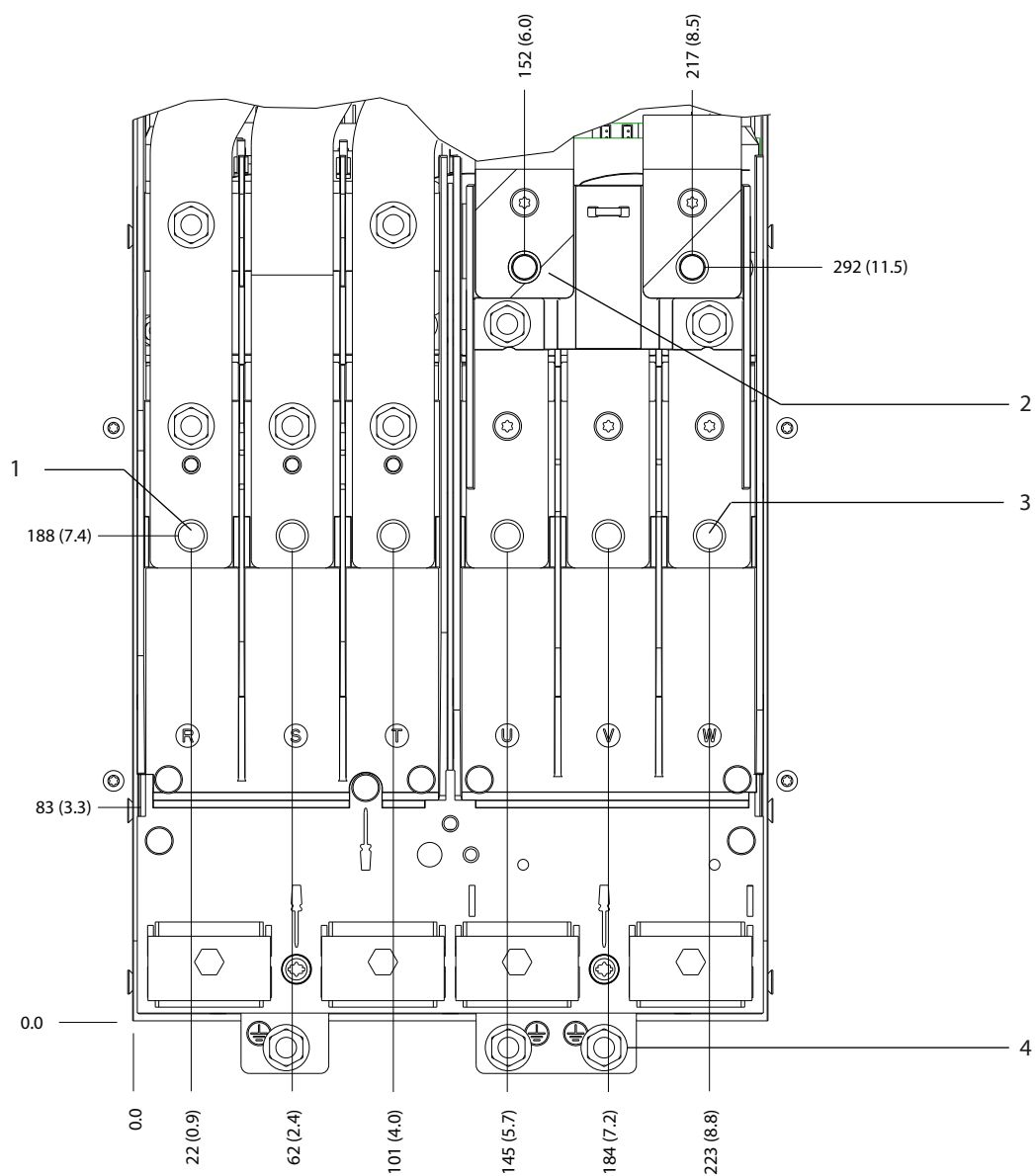
B



8

Ilustração 8.17 Vista traseira do D3h

8.3.2 Dimensões do terminal do D3h

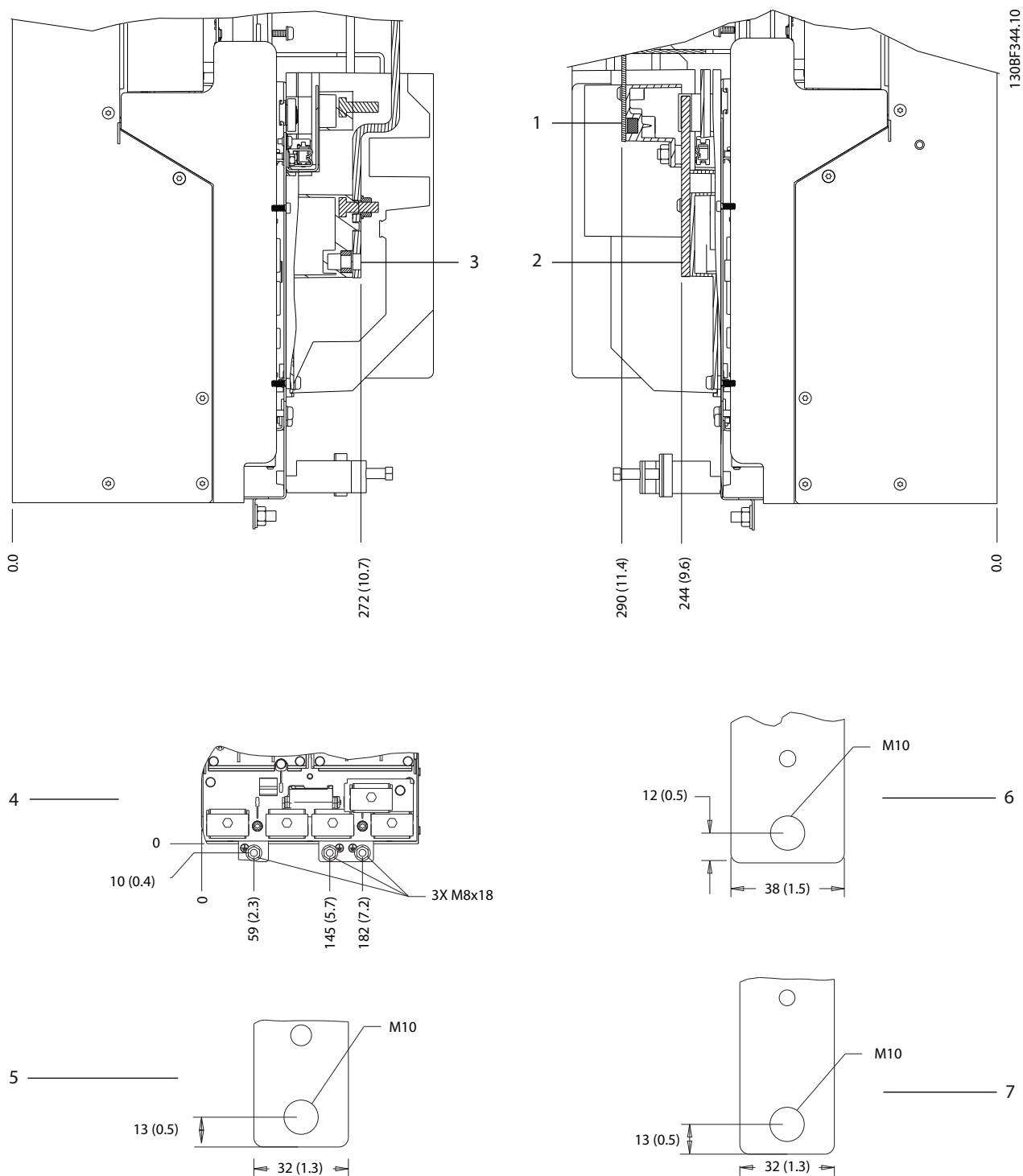


130BF341.10

8

|   |                            |   |                    |
|---|----------------------------|---|--------------------|
| 1 | Terminais de rede elétrica | 3 | Terminais do motor |
| 2 | Terminais do freio         | 4 | Terminais do terra |

Ilustração 8.18 Dimensões do terminal do D3h (vista frontal)

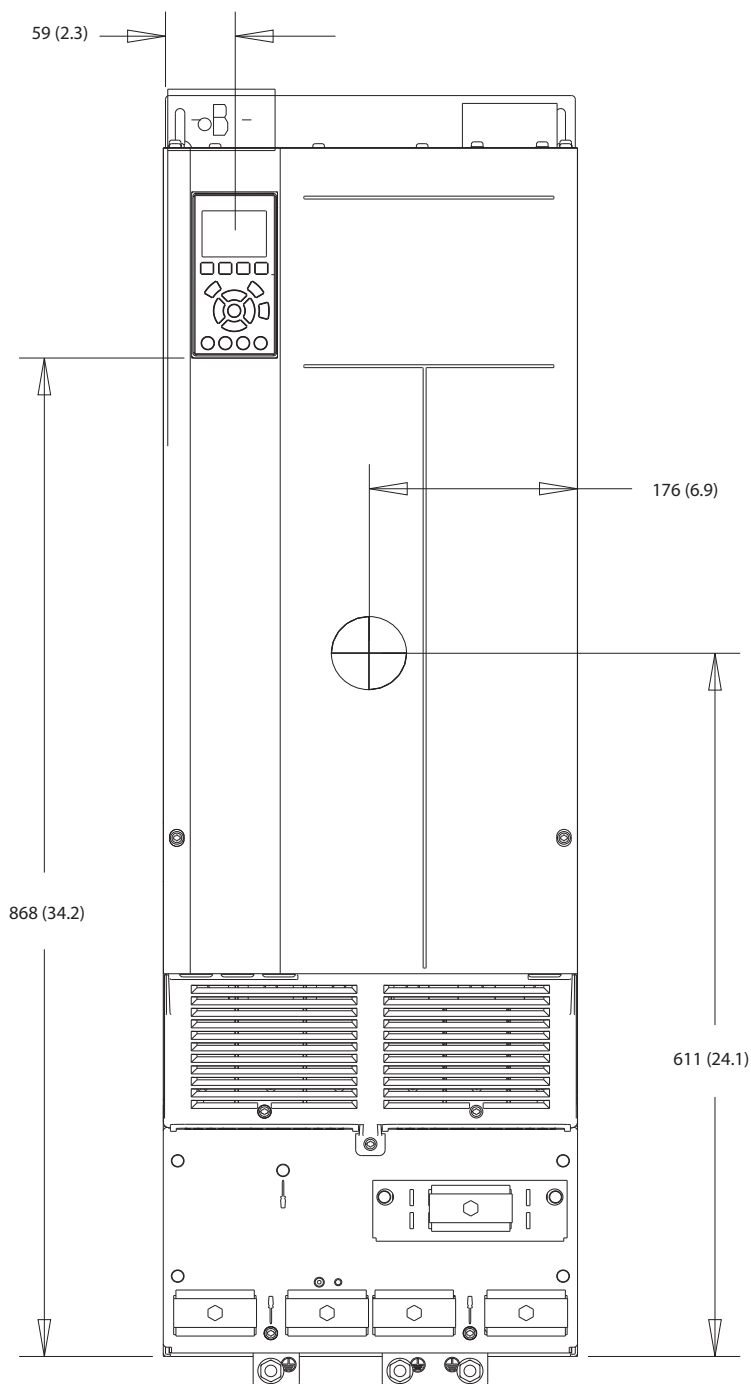


|       |                                     |       |                            |
|-------|-------------------------------------|-------|----------------------------|
| 1 e 6 | Terminais inferiores de freio/regen | 3 e 5 | Terminais de rede elétrica |
| 2 e 7 | Terminais do motor                  | 4     | Terminais do terra         |

Ilustração 8.19 Dimensões do terminal do D3h (vistas laterais)

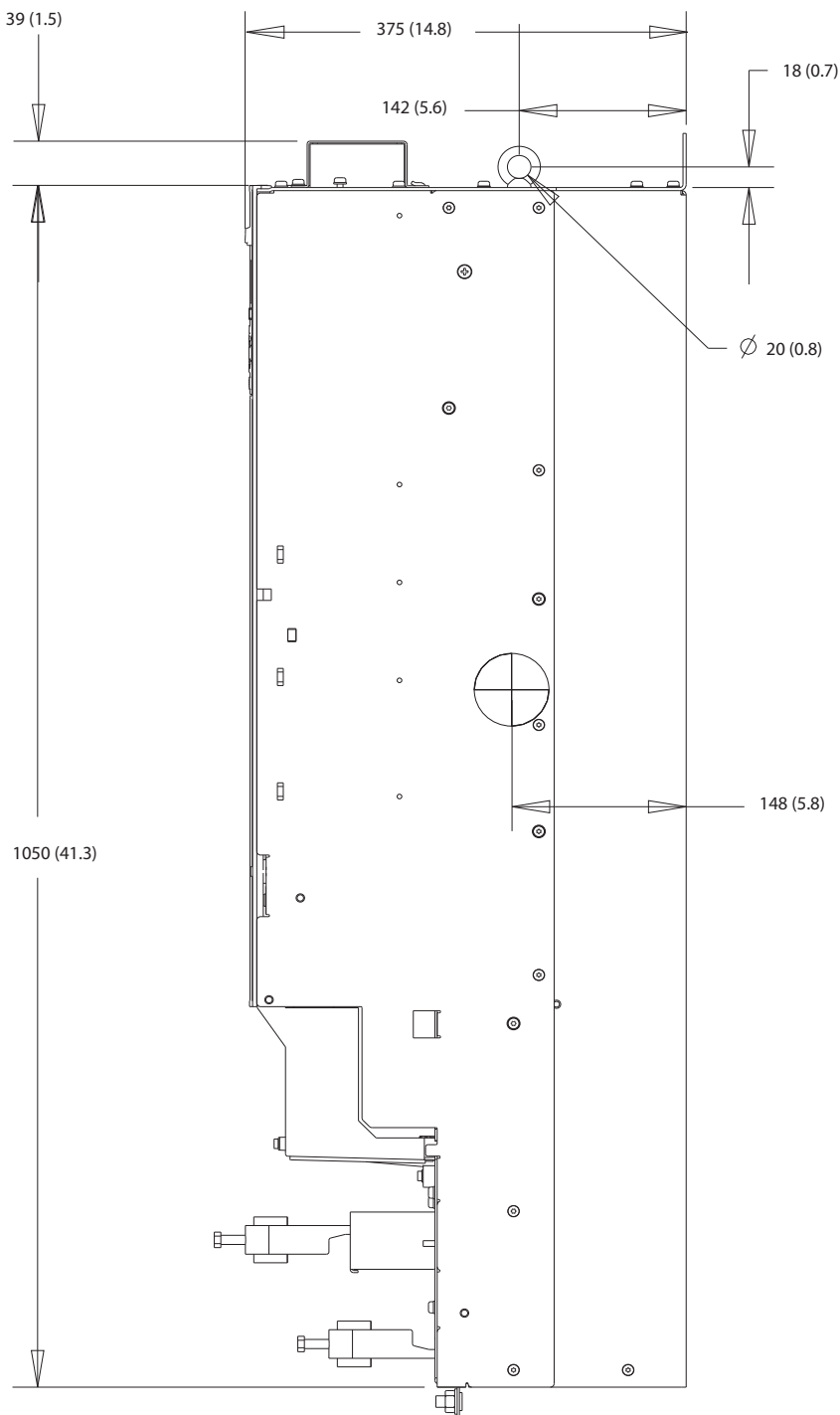
## 8.4 Dimensões externas e do terminal do D4h

### 8.4.1 Dimensões do gabinete D4h



130BF323.10

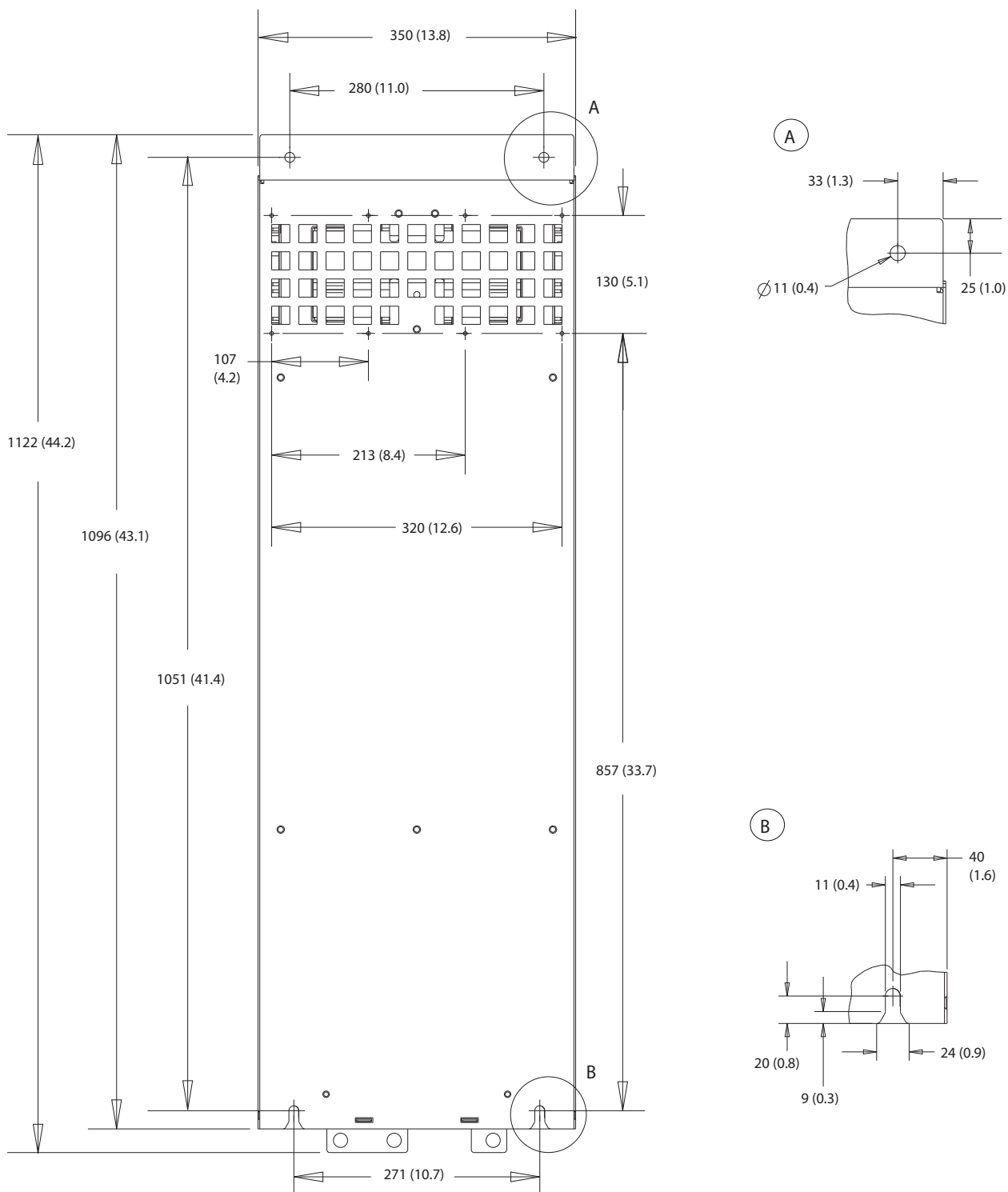
Ilustração 8.20 Vista frontal do D4h



8

Ilustração 8.21 Dimensões laterais do D4h

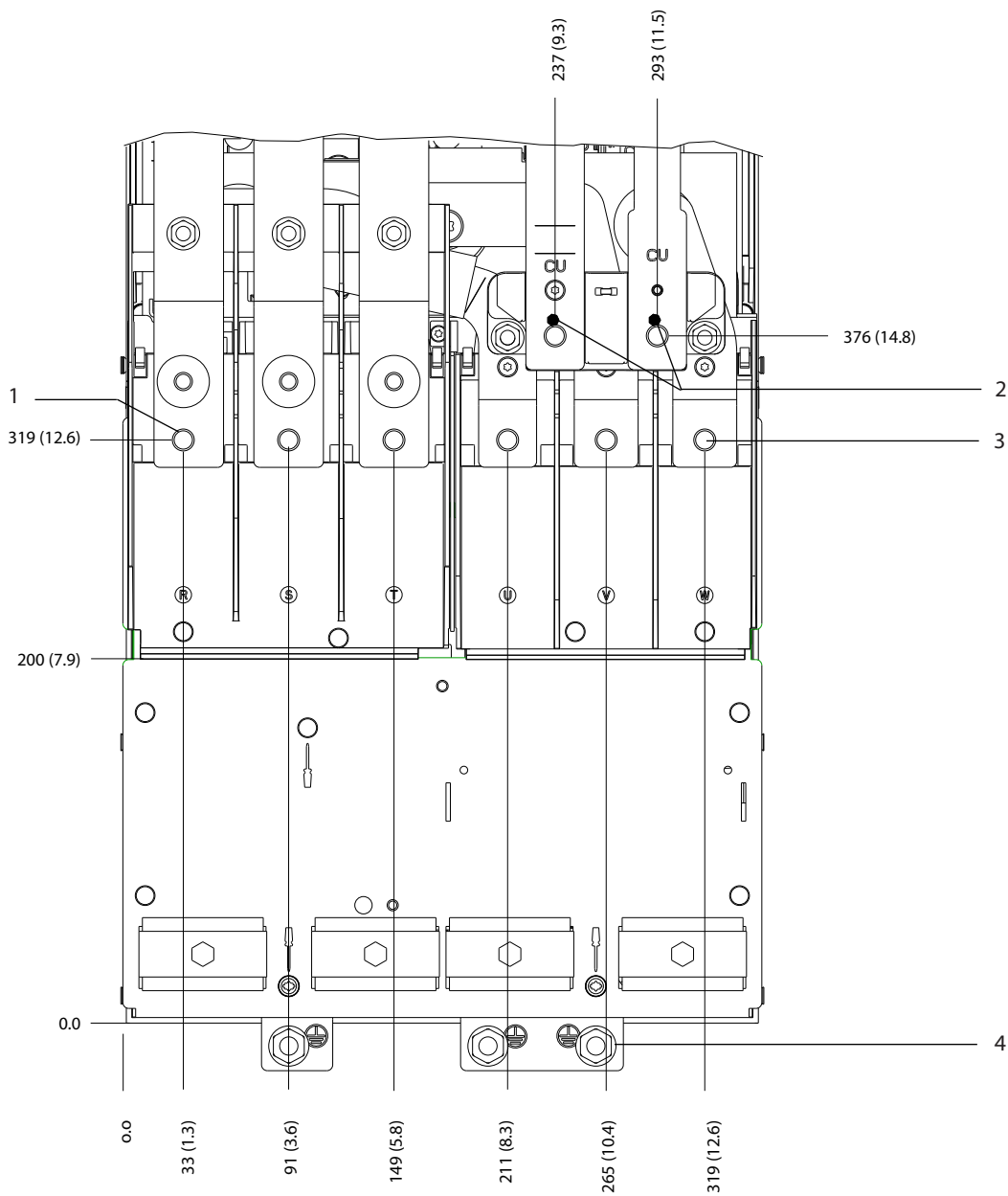
130BF804.10



8

Ilustração 8.22 Dimensões traseiras do D4h

8.4.2 Dimensões do terminal do D4h

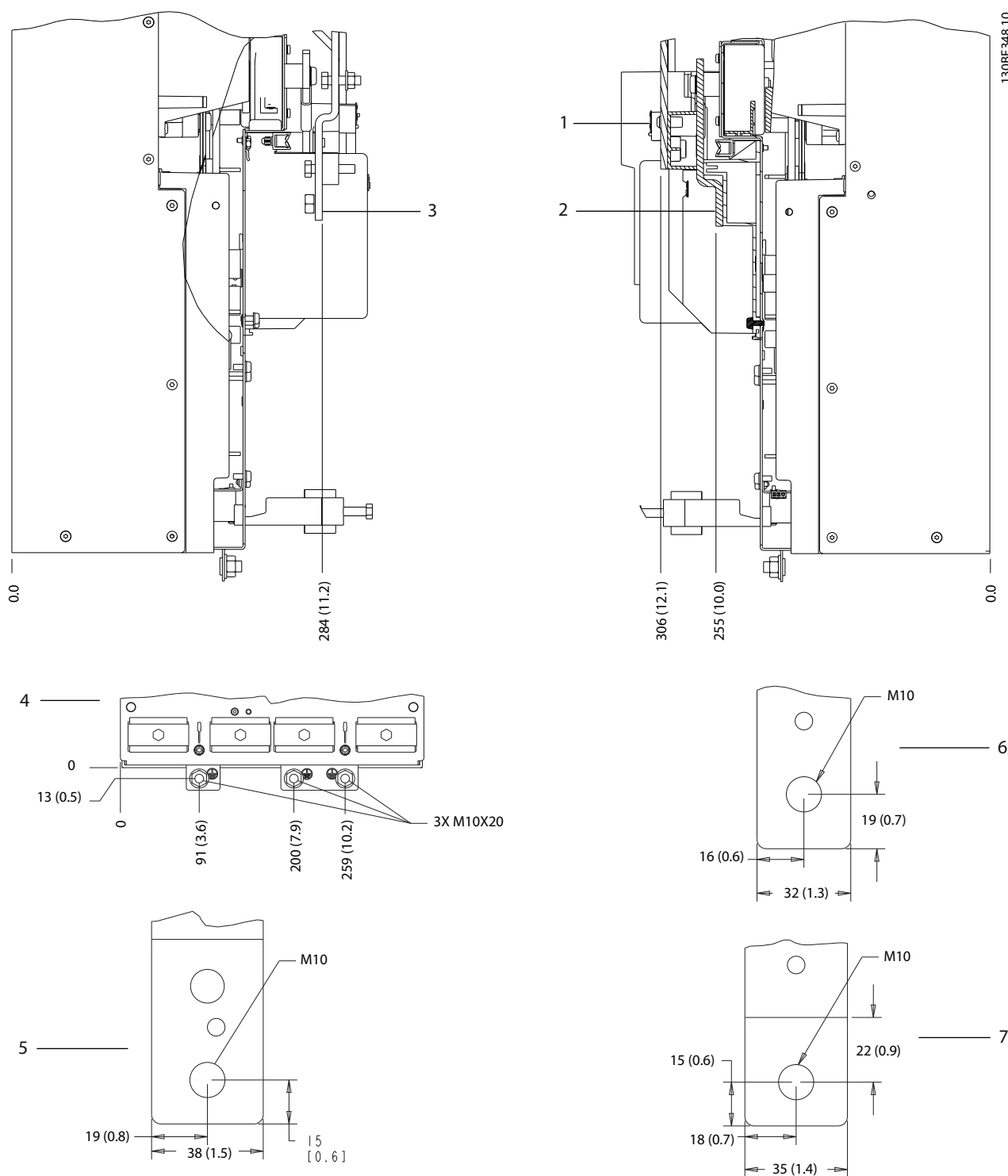


130BF347.10

|   |                            |   |                    |
|---|----------------------------|---|--------------------|
| 1 | Terminais de rede elétrica | 3 | Terminais do motor |
| 2 | Terminais do freio         | 4 | Terminais do terra |

Ilustração 8.23 Dimensões do terminal do D4h (vista frontal)





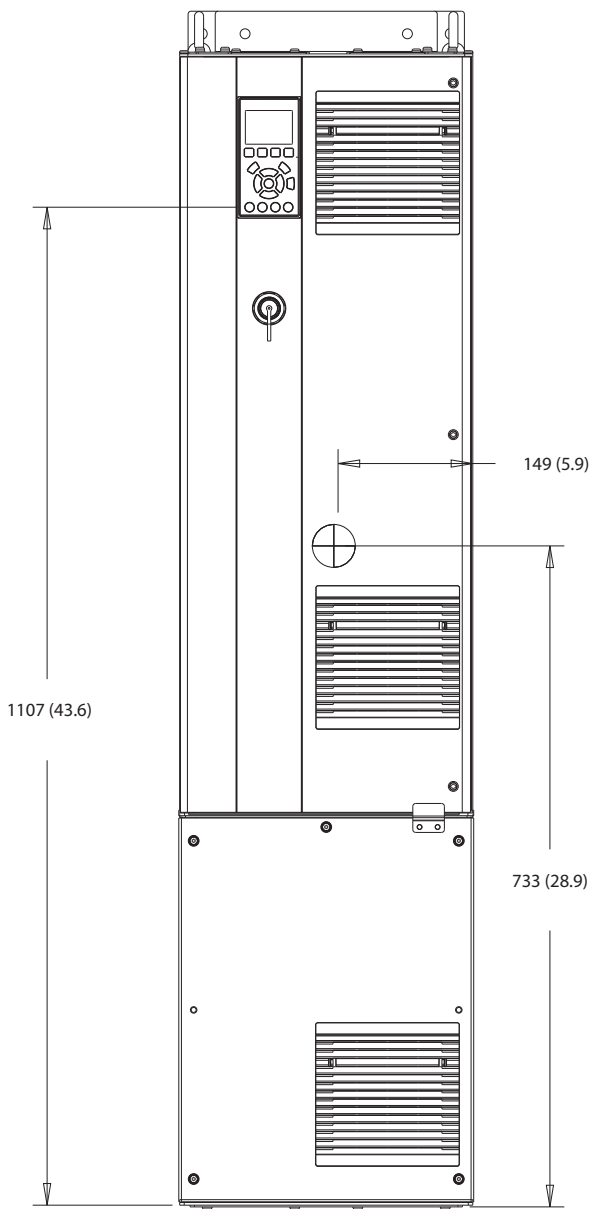
8

|       |                                |       |                            |
|-------|--------------------------------|-------|----------------------------|
| 1 e 6 | Terminais de regeneração/freio | 3 e 5 | Terminais de rede elétrica |
| 2 e 7 | Terminais do motor             | 4     | Terminais do terra         |

Ilustração 8.24 Dimensões do terminal do D4h (vistas laterais)

8.5 Dimensões do terminal e exteriores do D5h

8.5.1 Dimensões externas do D5h

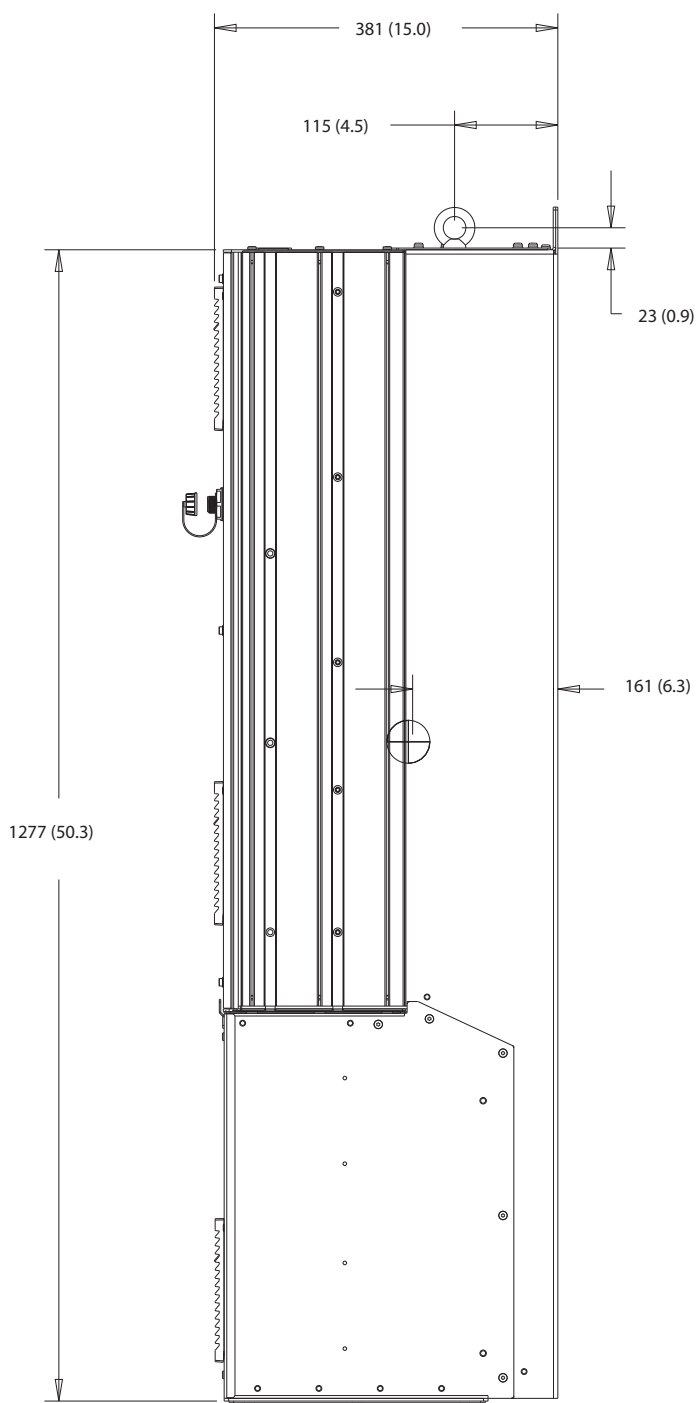


130BF324.10

8

Ilustração 8.25 Vista frontal do D5h

130BF805.10



8

Ilustração 8.26 Vista lateral do D5h

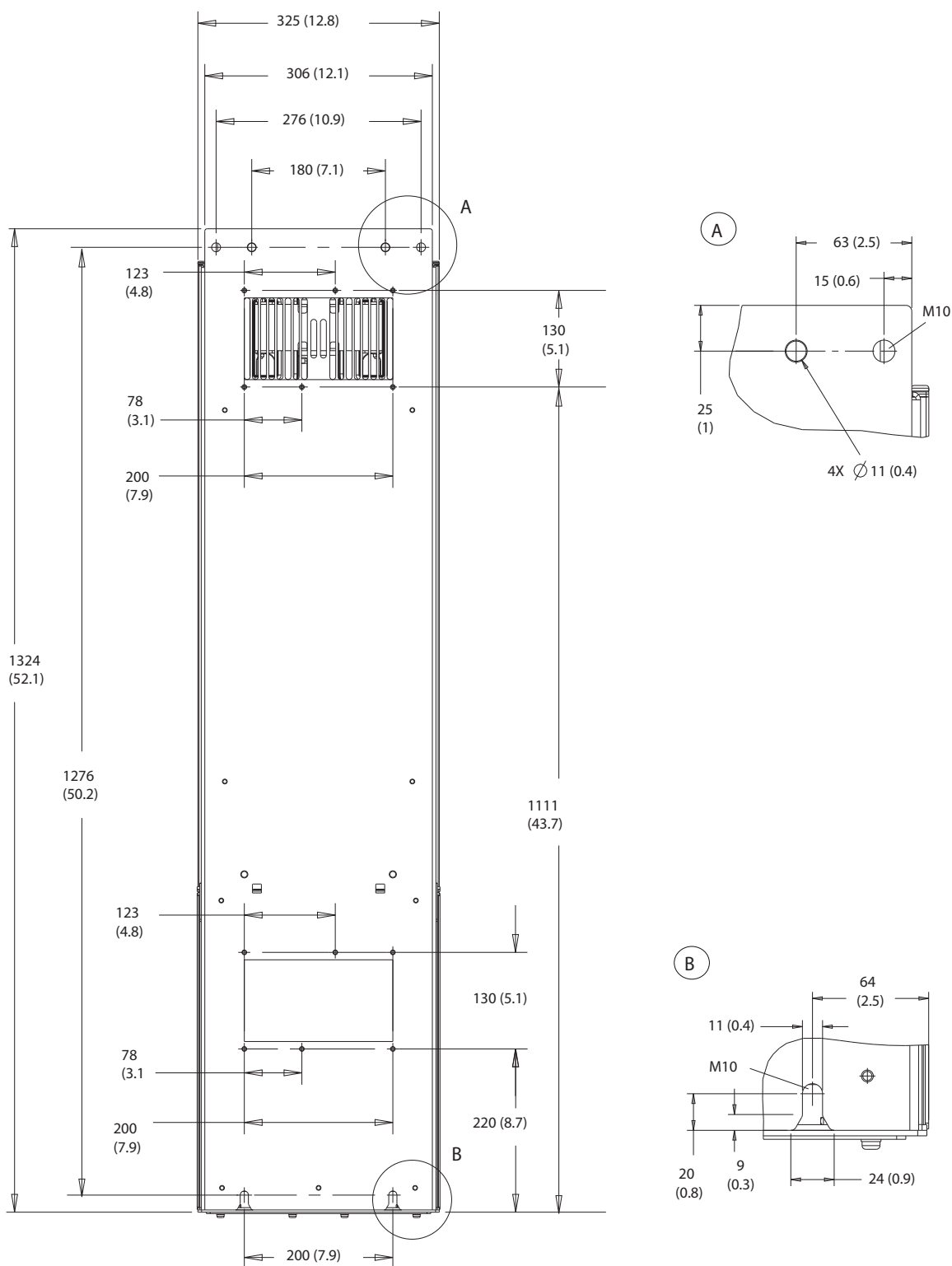


Ilustração 8.27 Vista traseira do D5

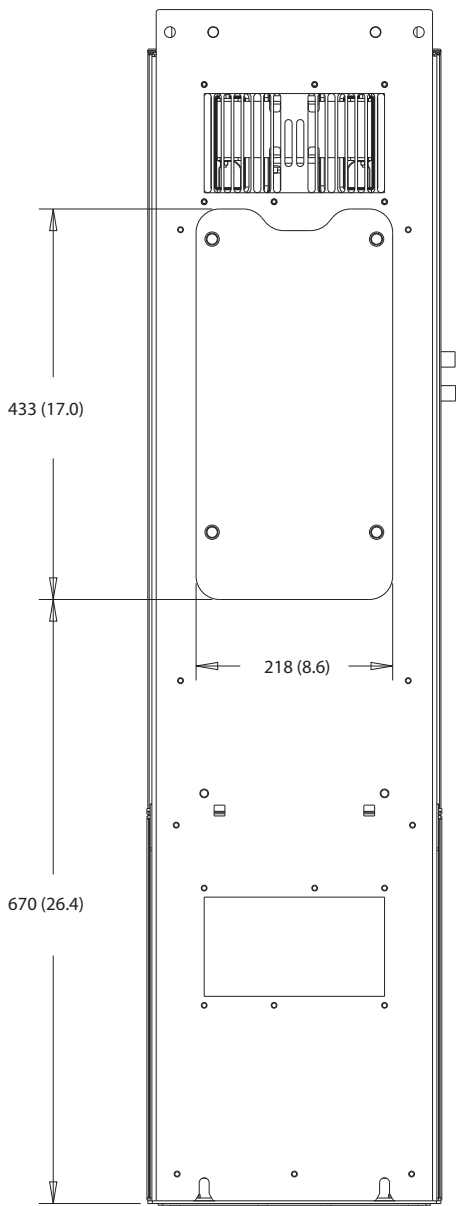
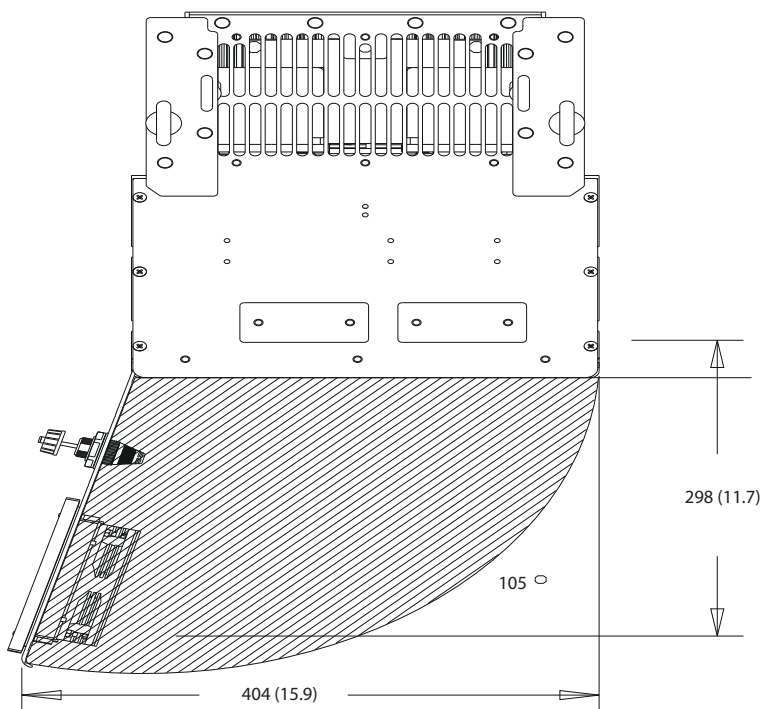
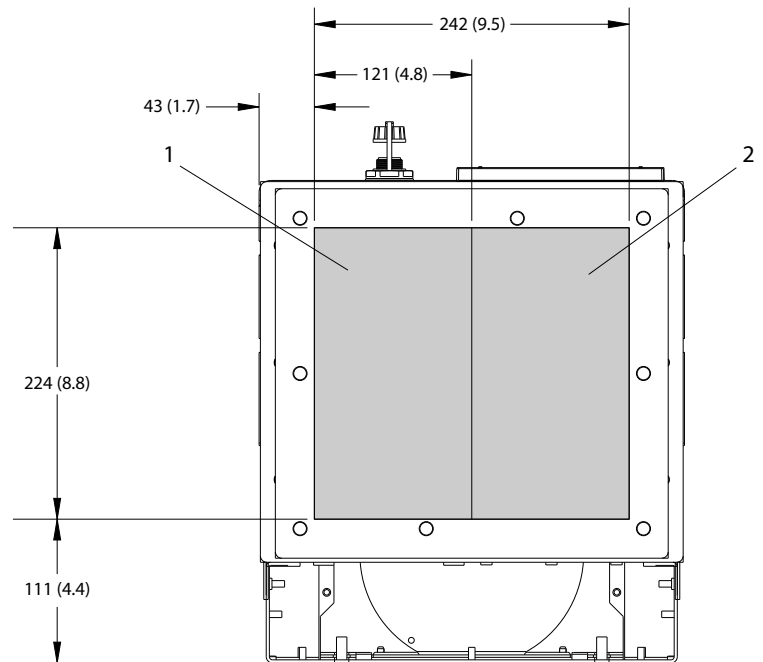


Ilustração 8.28 Dimensões de acesso ao dissipador de calor para o D5h



8

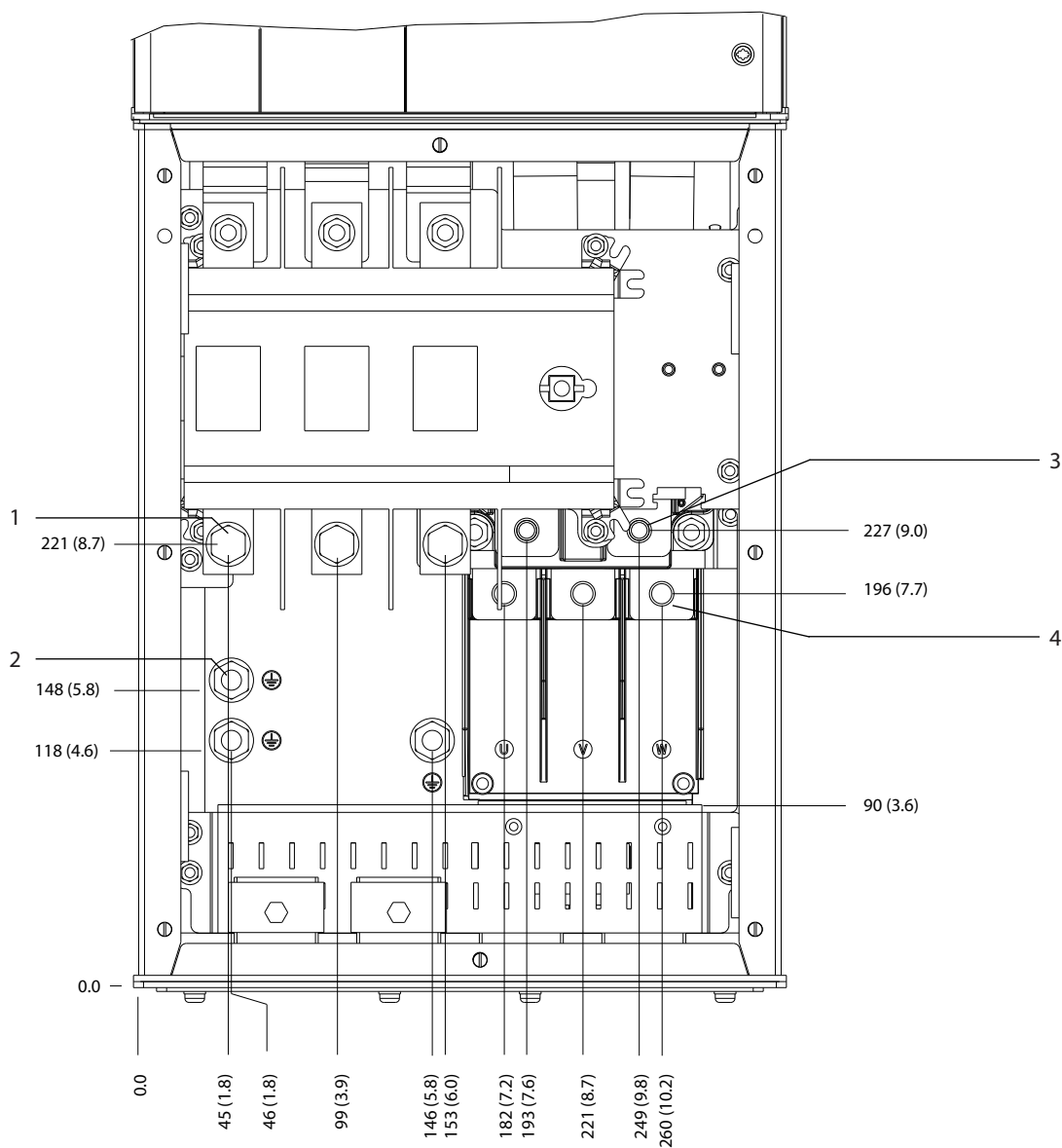
Ilustração 8.29 Folga da porta do D5h



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

Ilustração 8.30 Dimensões da placa da bucha do D5h

8.5.2 Dimensões do terminal do D5h

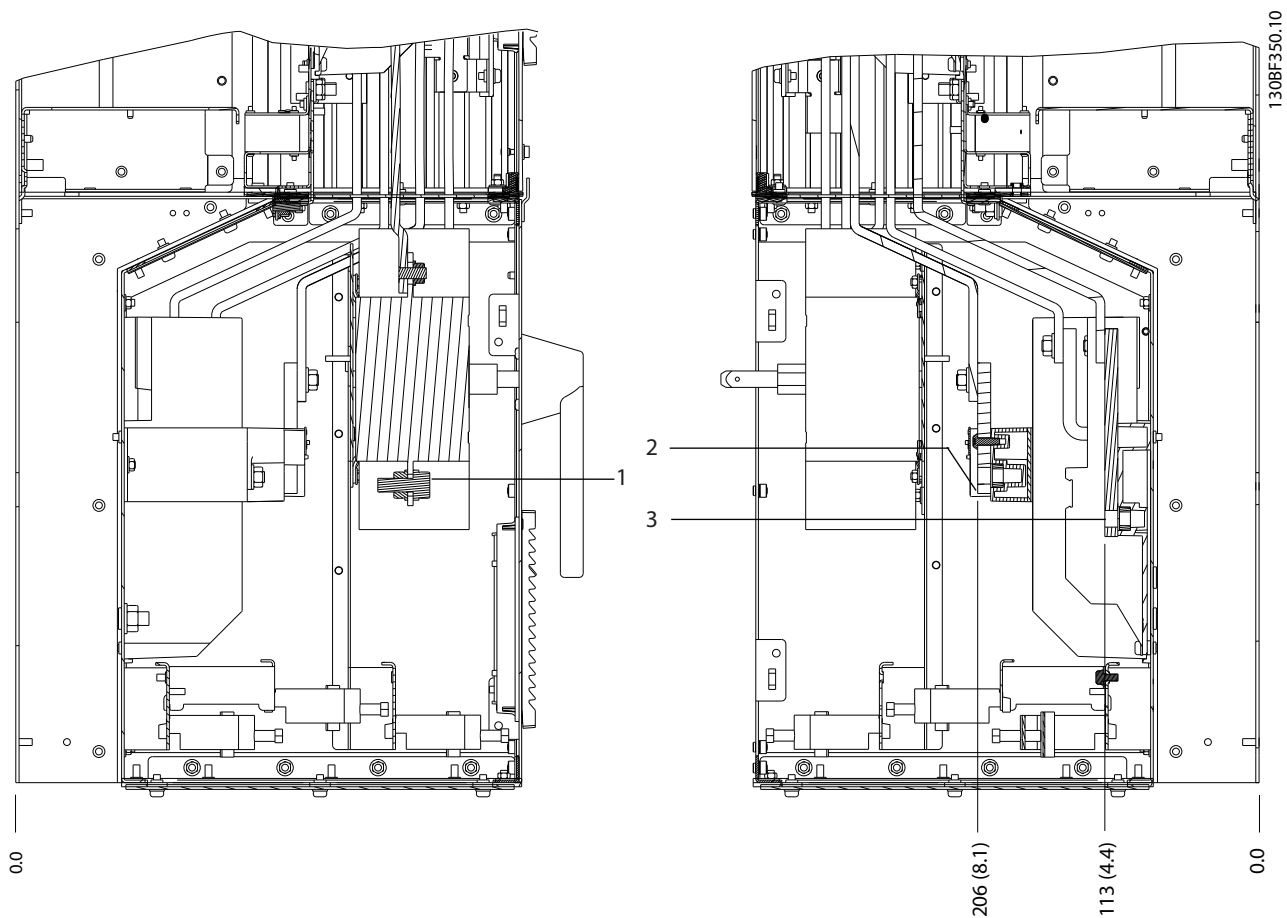


130BF349.10

8

|   |                            |   |                    |
|---|----------------------------|---|--------------------|
| 1 | Terminais de rede elétrica | 3 | Terminais do freio |
| 2 | Terminais do terra         | 4 | Terminais do motor |

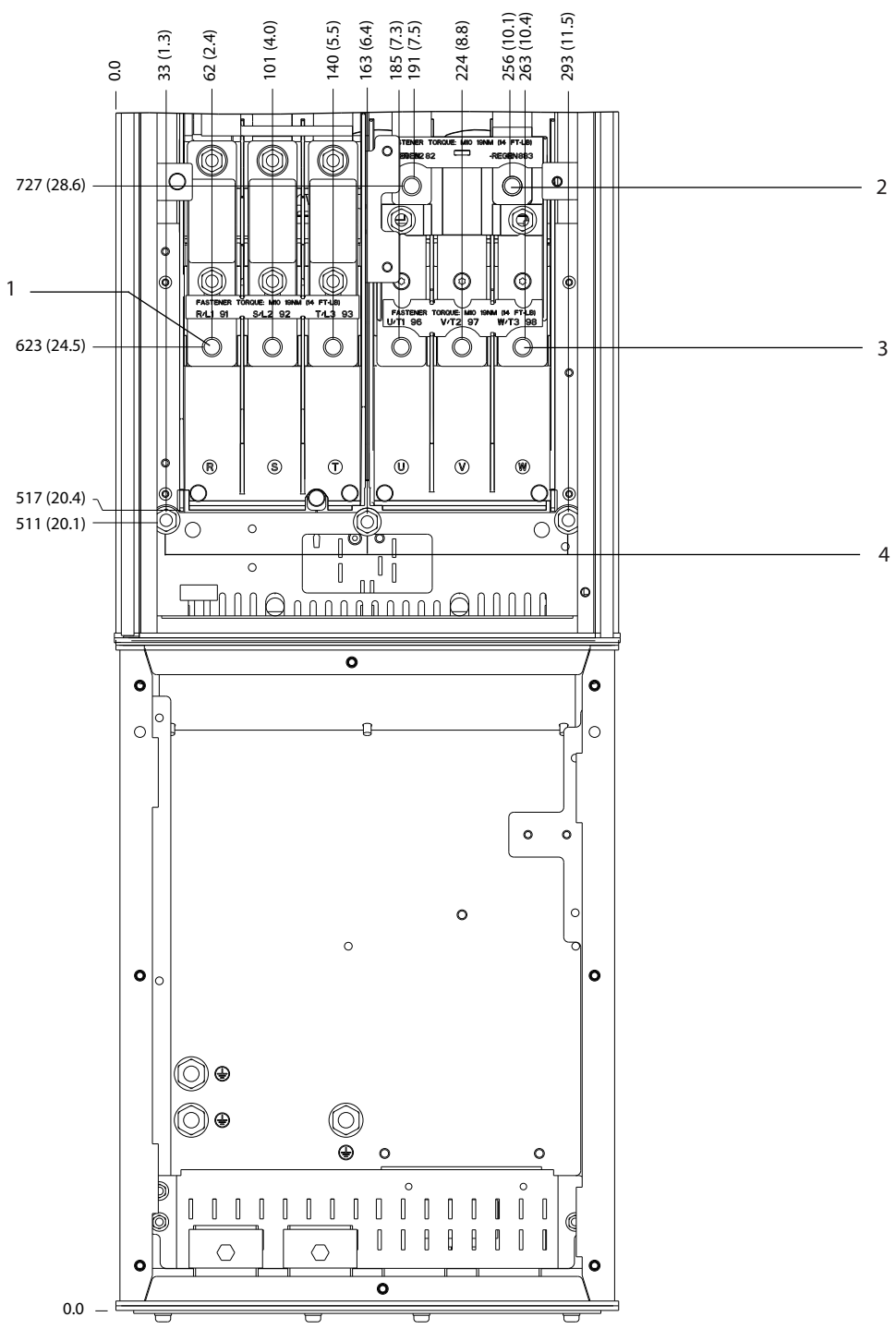
Ilustração 8.31 Dimensões do terminal do D5h com opcional de desconexão (vista frontal)



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

Ilustração 8.32 Dimensões do terminal do D5h com opcional de desconexão (vistas laterais)

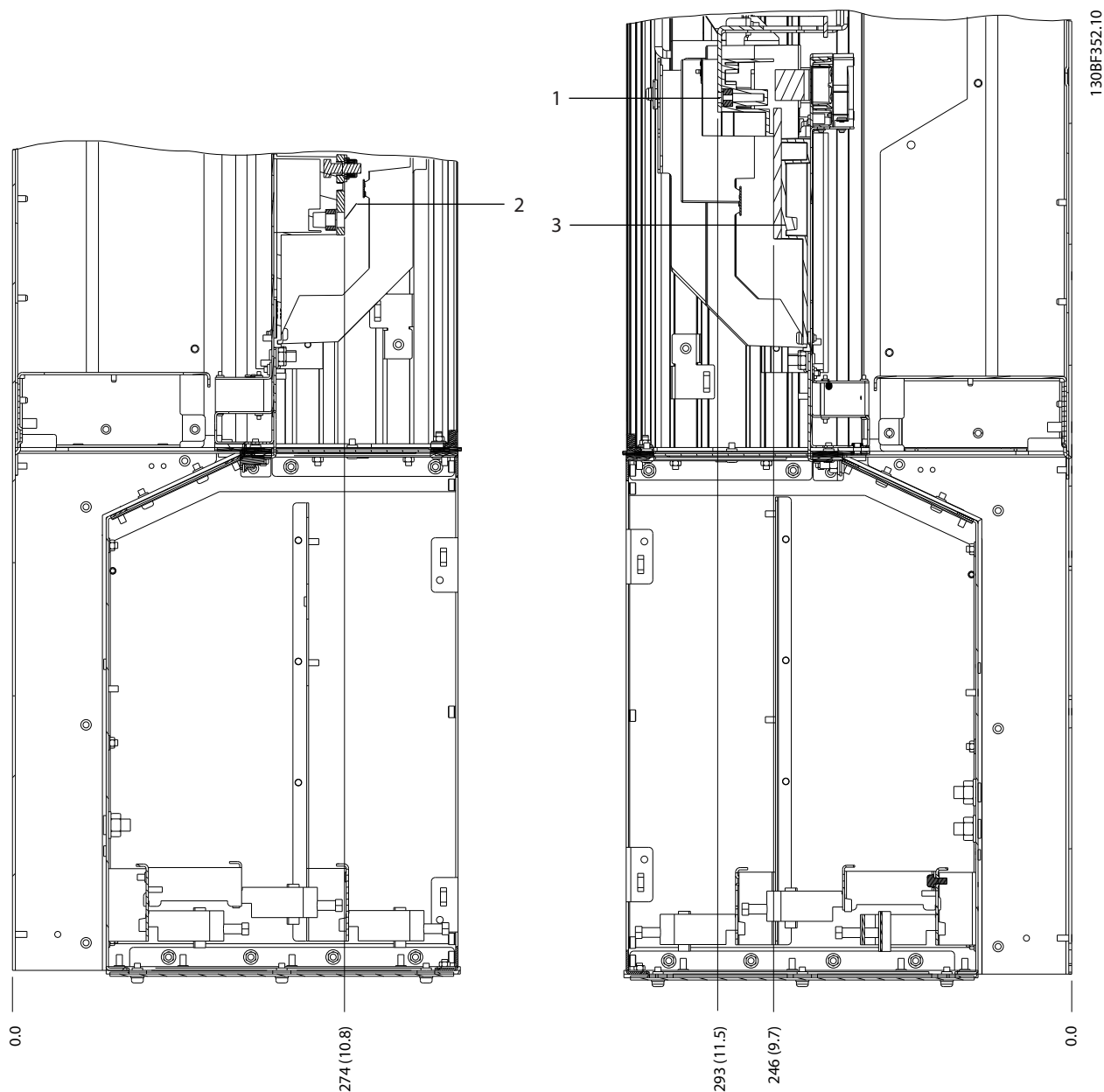




|   |                            |   |                    |
|---|----------------------------|---|--------------------|
| 1 | Terminais de rede elétrica | 3 | Terminais do motor |
| 2 | Terminais do freio         | 4 | Terminais do terra |

Ilustração 8.33 Dimensões do terminal do D5h com opcional de freio (vista frontal)

8

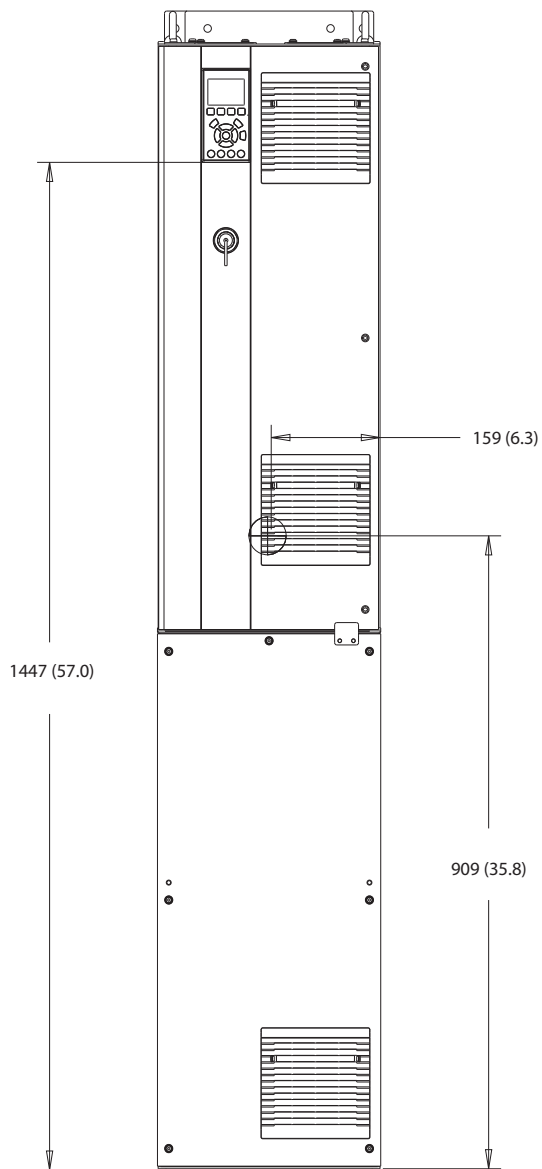


|   |                            |   |                    |
|---|----------------------------|---|--------------------|
| 1 | Terminais de rede elétrica | 3 | Terminais do motor |
| 2 | Terminais do freio         | - | -                  |

Ilustração 8.34 Dimensões do terminal do D5h com opcional de freio (vistas laterais)

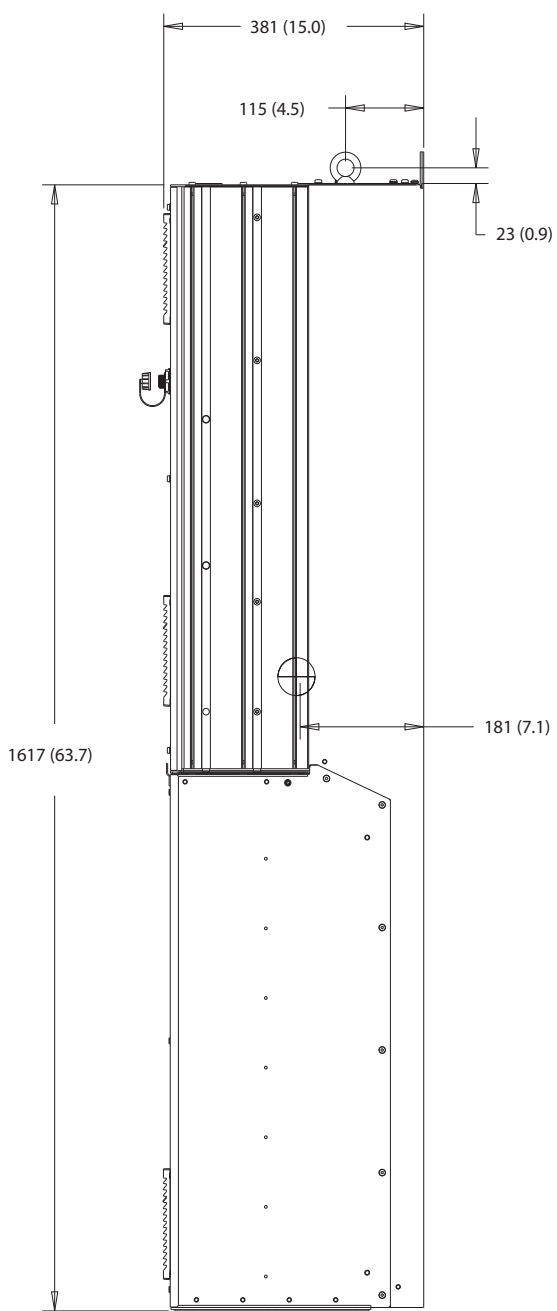
## 8.6 Dimensões externas e do terminal do D6h

### 8.6.1 Dimensões externas do D6h



130BF325.10

Ilustração 8.35 Vista frontal do D6h



8

Ilustração 8.36 Vista lateral do D6h

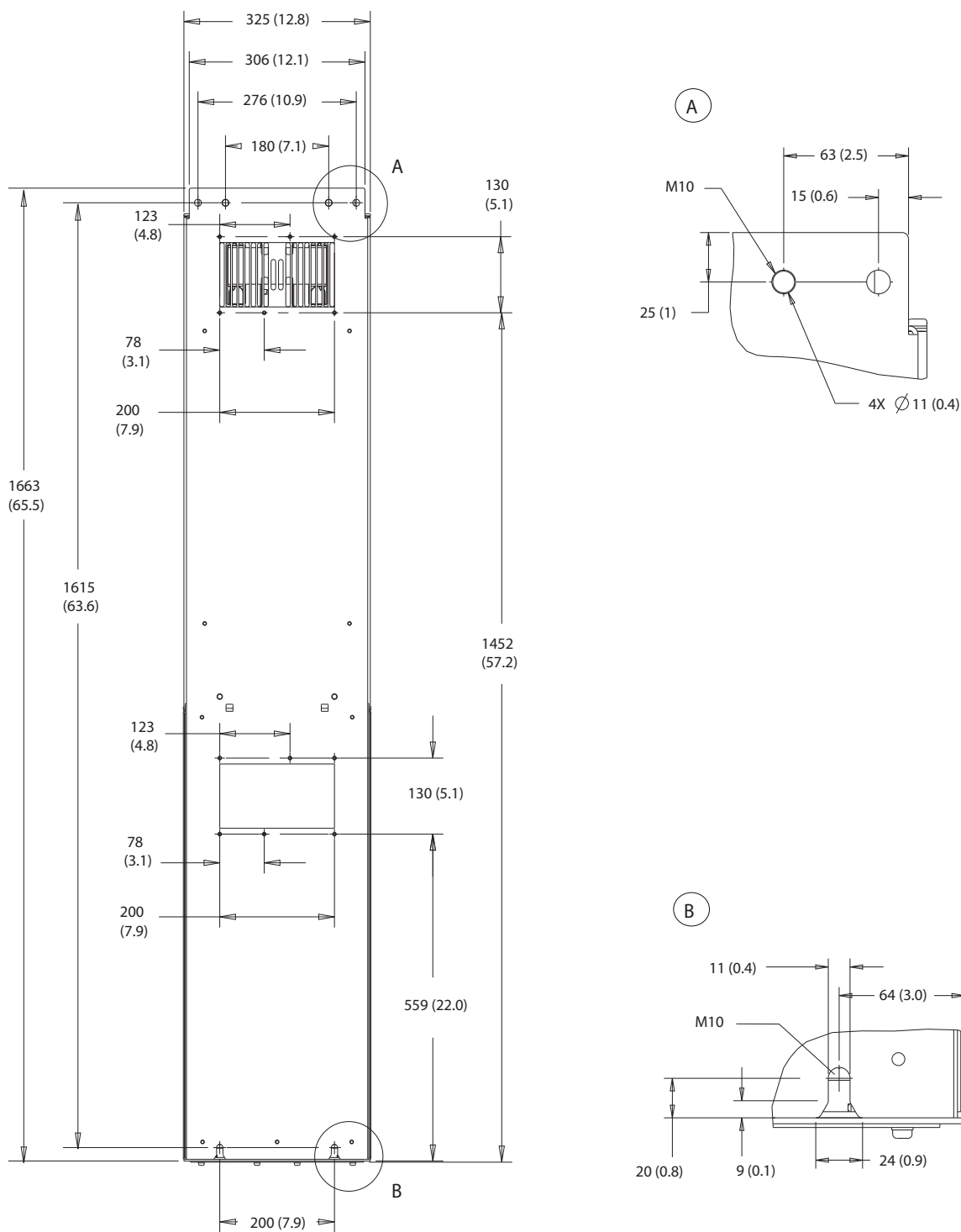
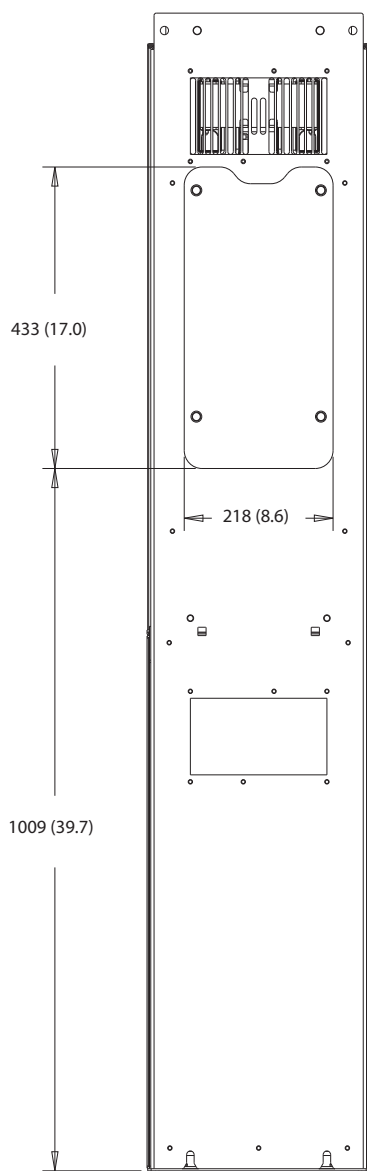


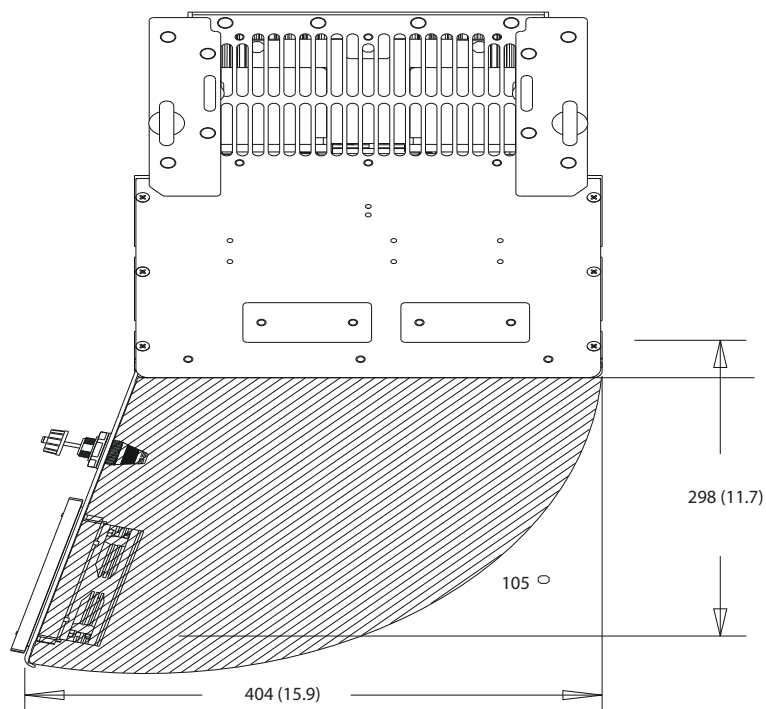
Ilustração 8.37 Vista traseira do D6h



8

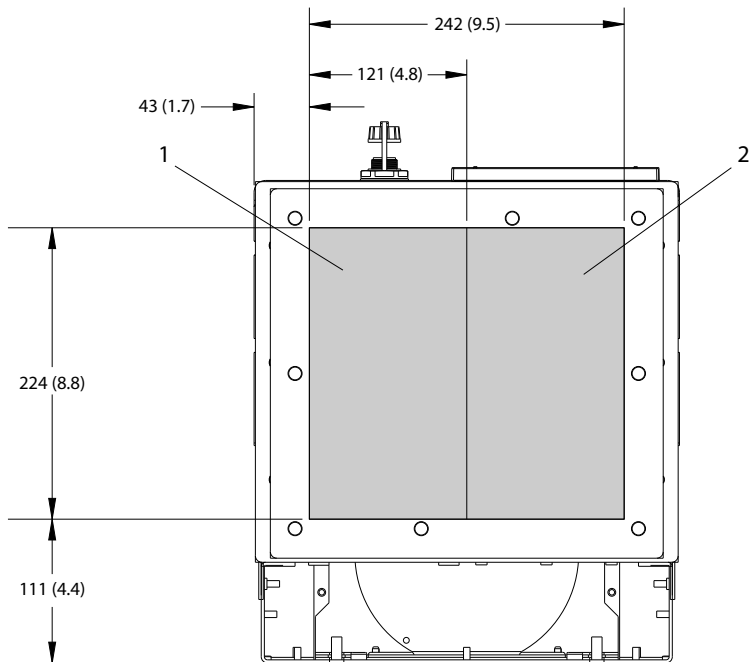
Ilustração 8.38 Dimensões de acesso ao dissipador de calor para o D6h

130BF669.10



8

Ilustração 8.39 Folga da porta do D6h

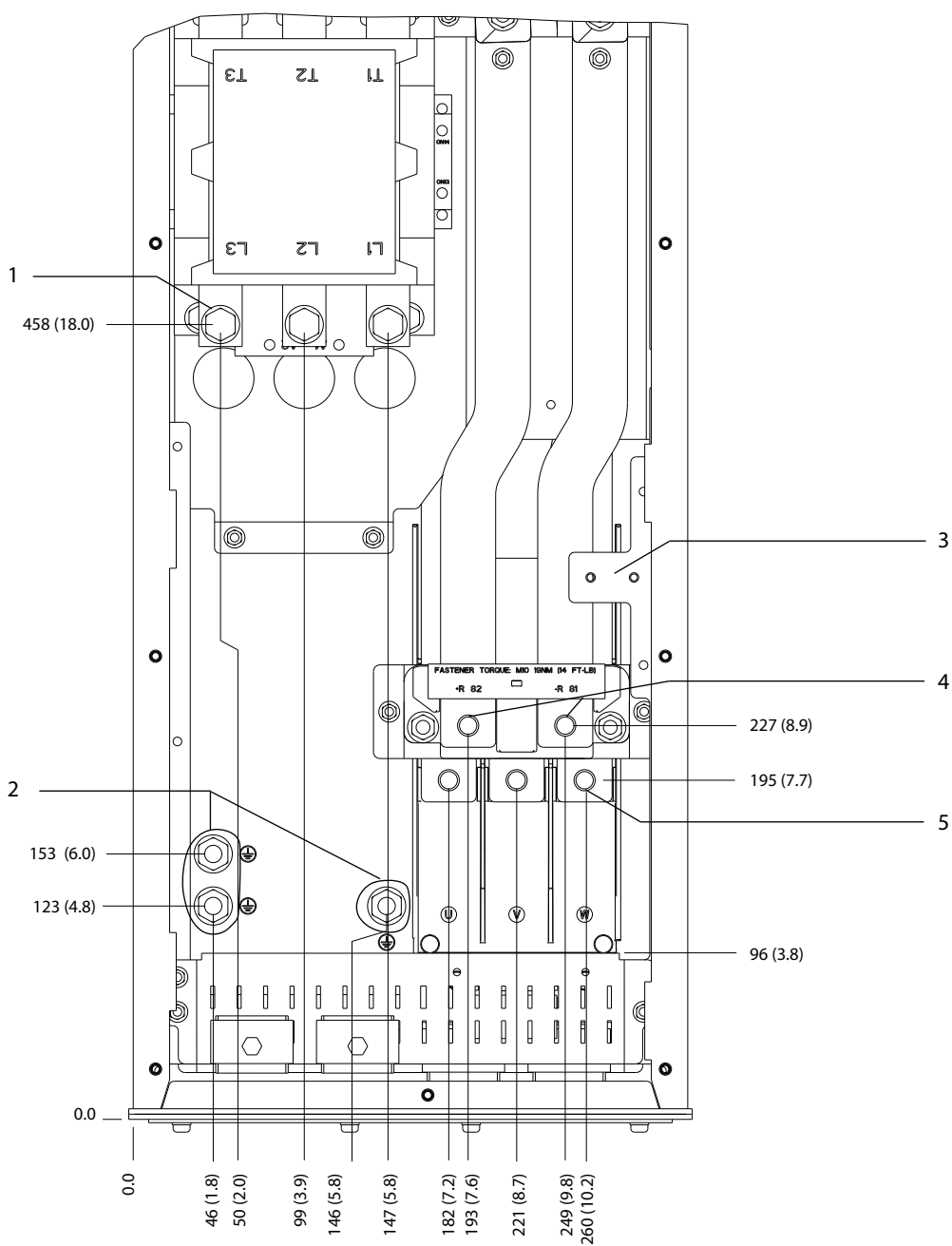


130BF609.10

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

Ilustração 8.40 Dimensões da placa da bucha do D6h

8.6.2 Dimensões do terminal do D6h



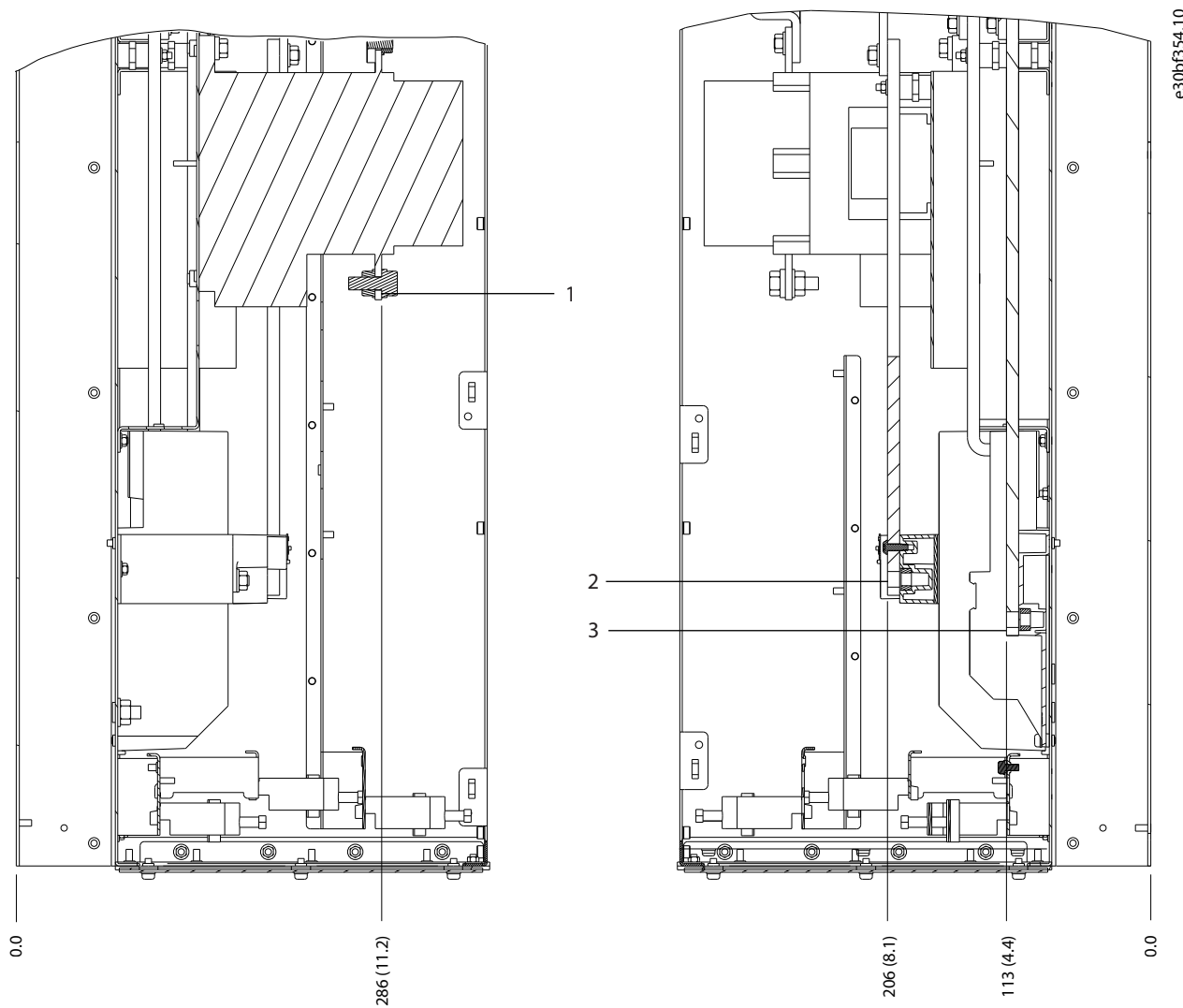
130BF353.10

8

|   |                                    |   |                    |
|---|------------------------------------|---|--------------------|
| 1 | Terminais de rede elétrica         | 4 | Terminais do freio |
| 2 | Terminais do terra                 | 5 | Terminais do motor |
| 3 | Bloco de terminais TB6 do contator | - | -                  |

Ilustração 8.41 Dimensões do terminal do D6h com opcional de contator (vista frontal)

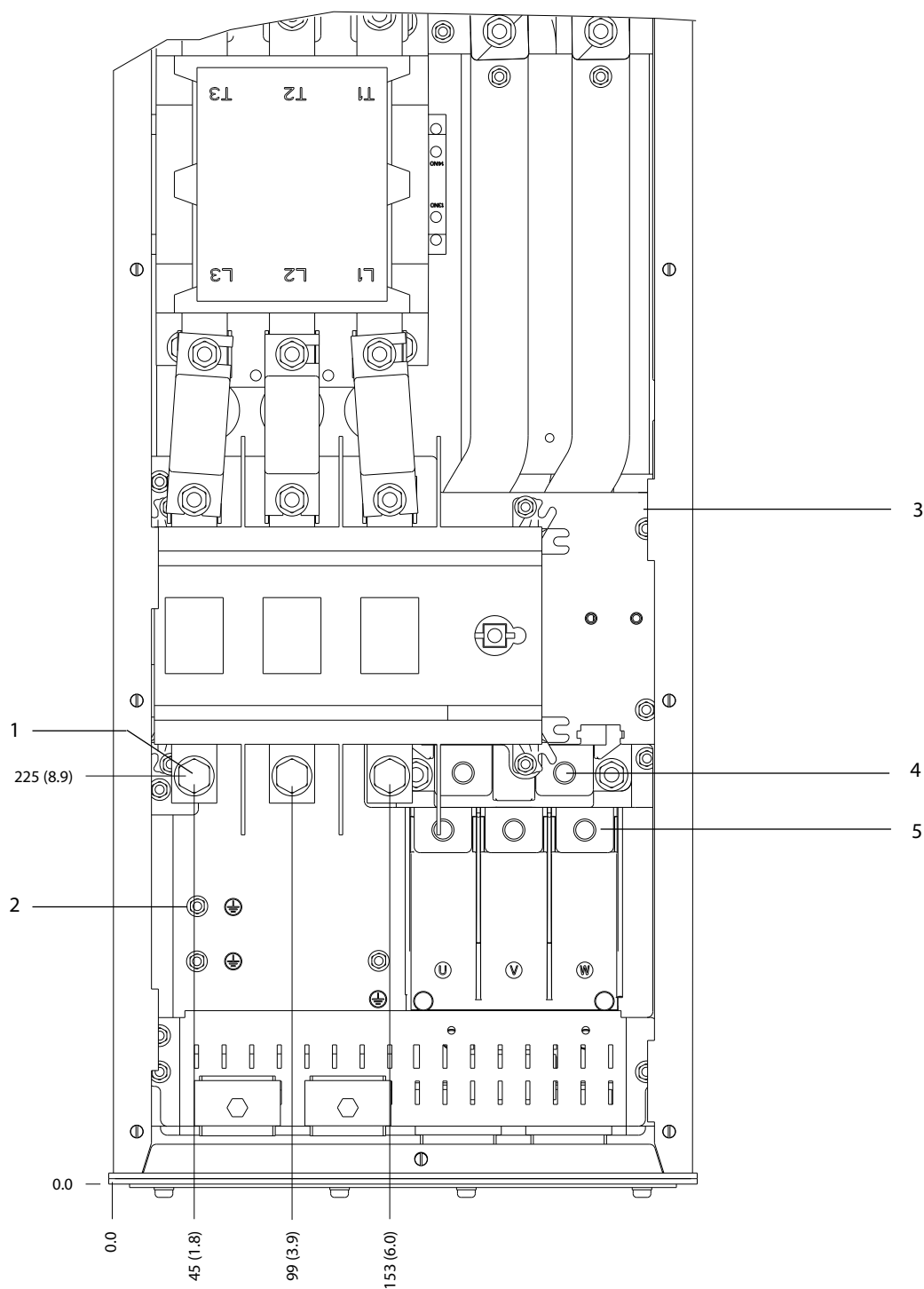




|   |                            |   |                    |
|---|----------------------------|---|--------------------|
| 1 | Terminais de rede elétrica | 3 | Terminais do motor |
| 2 | Terminais do freio         | - | -                  |

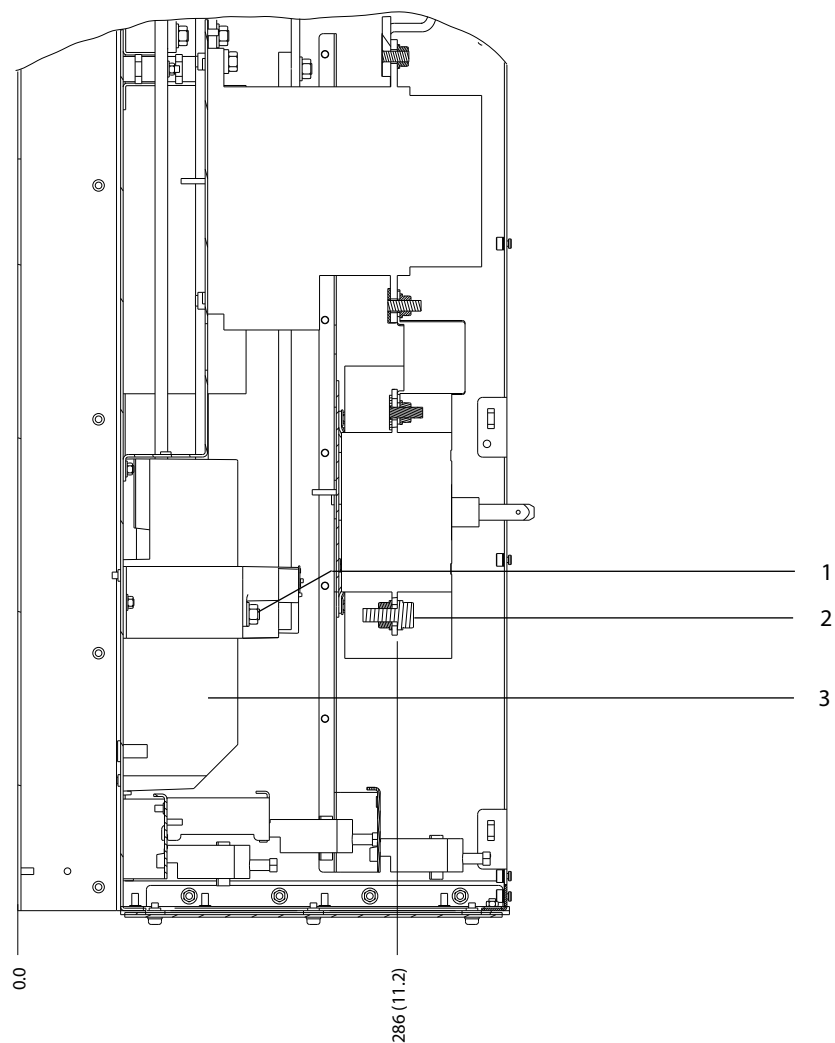
Ilustração 8.42 Dimensões do terminal do D6h com opcional de contator (vistas laterais)

8



|   |                                    |   |                    |
|---|------------------------------------|---|--------------------|
| 1 | Terminais de rede elétrica         | 4 | Terminais do freio |
| 2 | Terminais do terra                 | 5 | Terminais do motor |
| 3 | Bloco de terminais TB6 do contator | - | -                  |

Ilustração 8.43 Dimensões do terminal do D6h com opcionais de desconexão e contator (vista frontal)

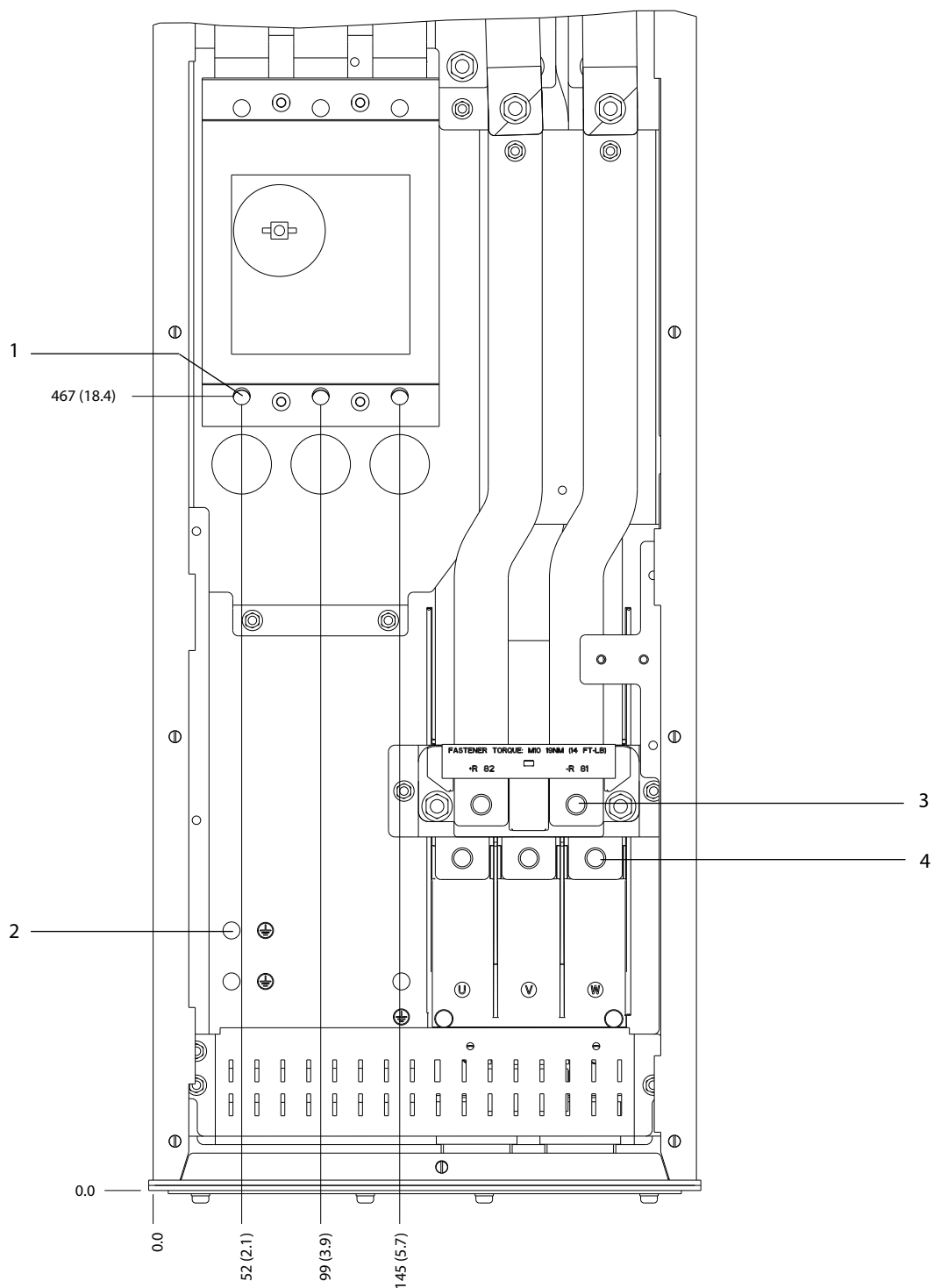


8

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

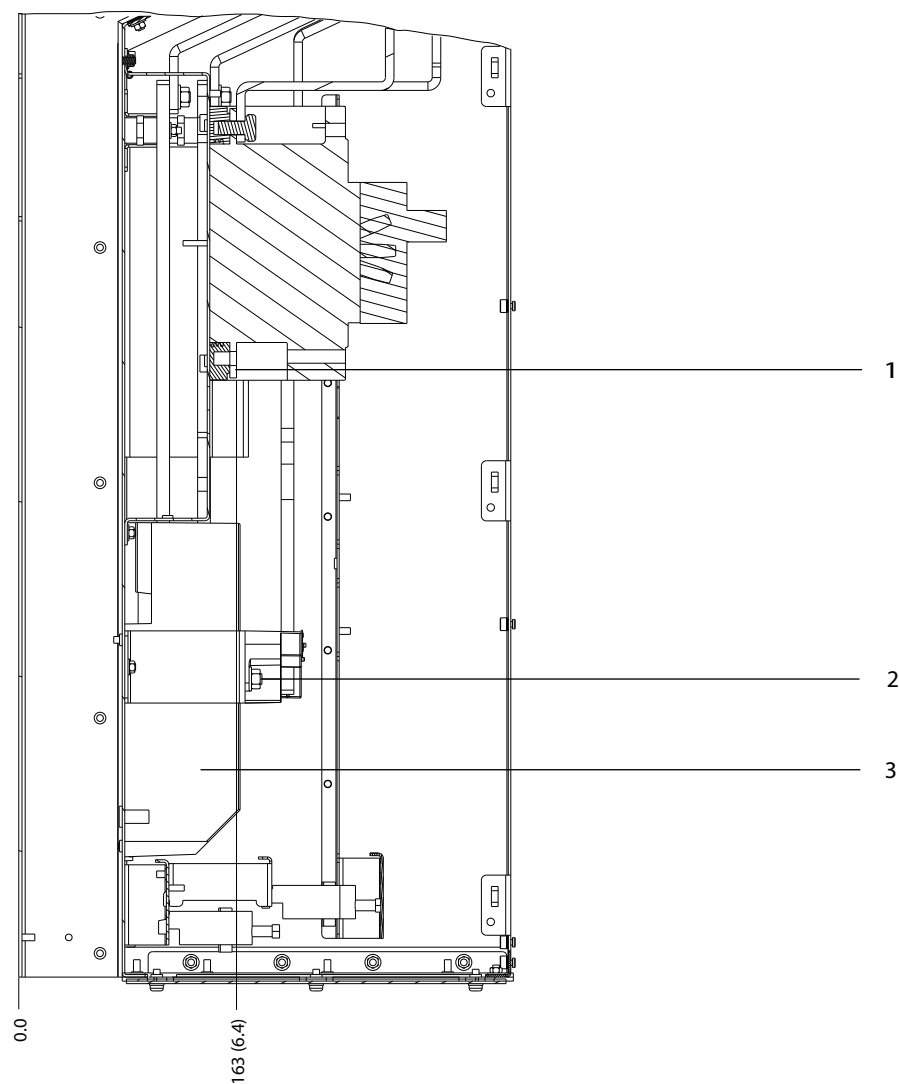
Ilustração 8.44 Dimensões do terminal do D6h com opcionais de desconexão e contator (vistas laterais)

8



|   |                            |   |                    |
|---|----------------------------|---|--------------------|
| 1 | Terminais de rede elétrica | 3 | Terminais do freio |
| 2 | Terminais do terra         | 4 | Terminais do motor |

Ilustração 8.45 Dimensões do terminal do D6h com opcional de disjuntores (vista frontal)

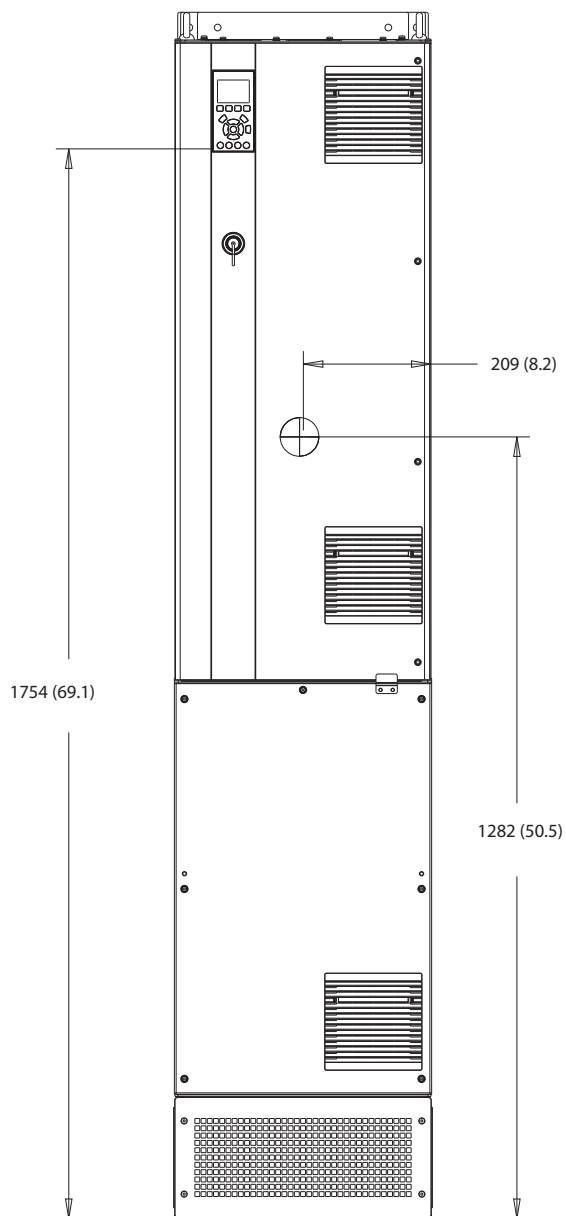


|   |                            |   |                    |
|---|----------------------------|---|--------------------|
| 1 | Terminais de rede elétrica | 3 | Terminais do motor |
| 2 | Terminais do freio         | - | -                  |

Ilustração 8.46 Dimensões do terminal do D6h com opcional de disjuntores (vistas laterais)

8.7 Dimensões externas e do terminal do D7h

8.7.1 Dimensões externas do D7h



130BF326.10

8

Ilustração 8.47 Vista frontal do D7h

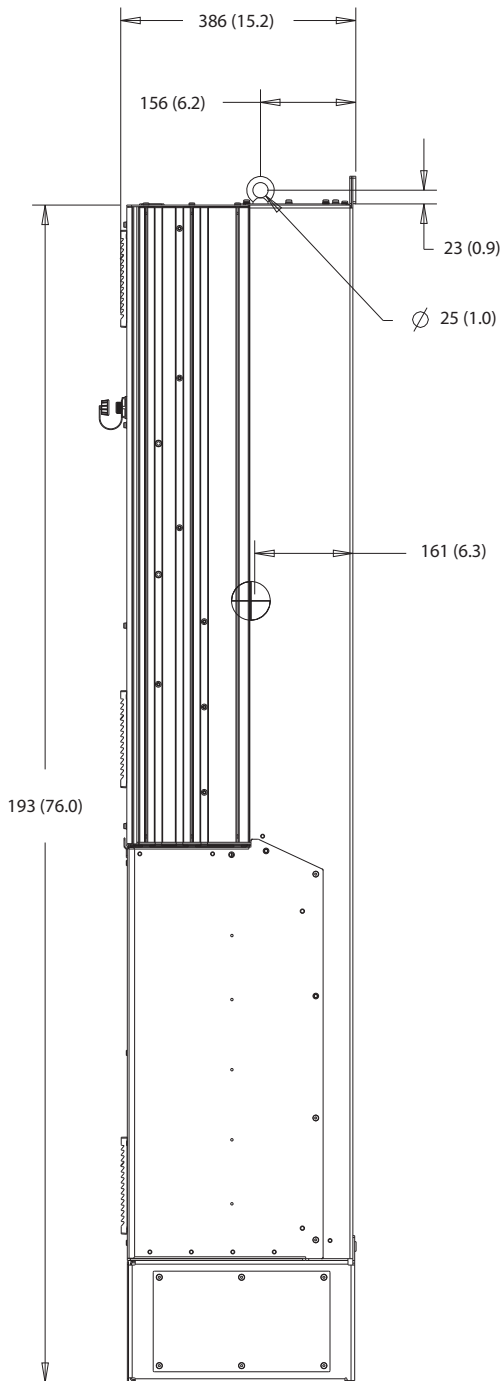
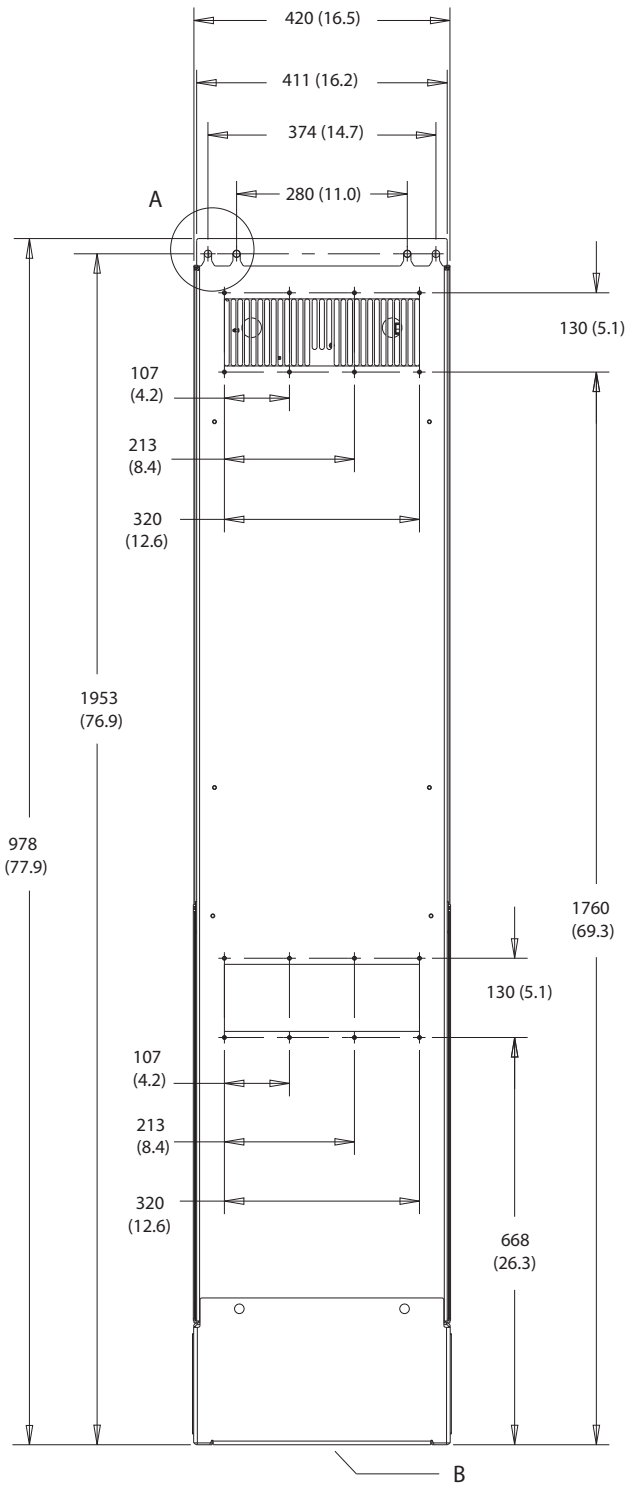
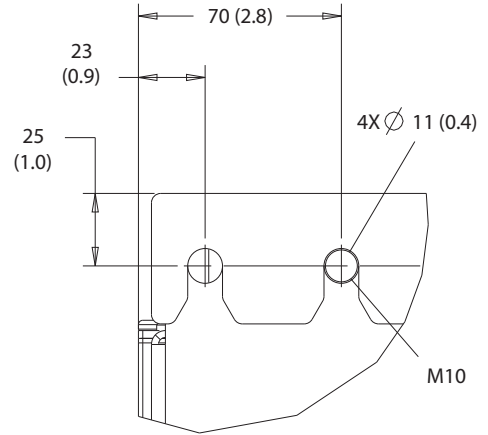


Ilustração 8.48 Vista lateral do D7h

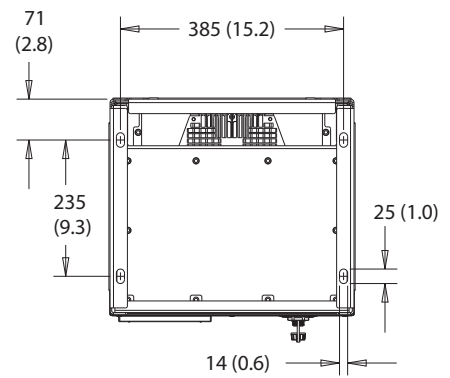
130BF810.10



A



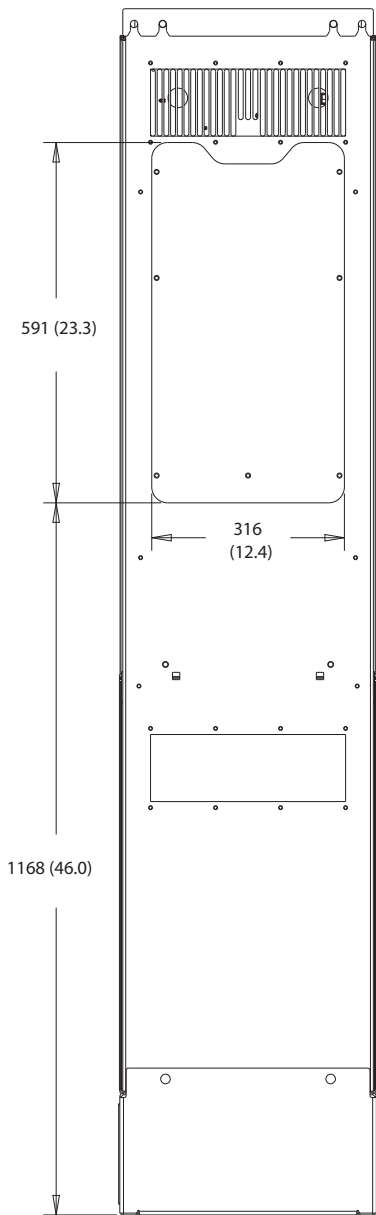
B



8

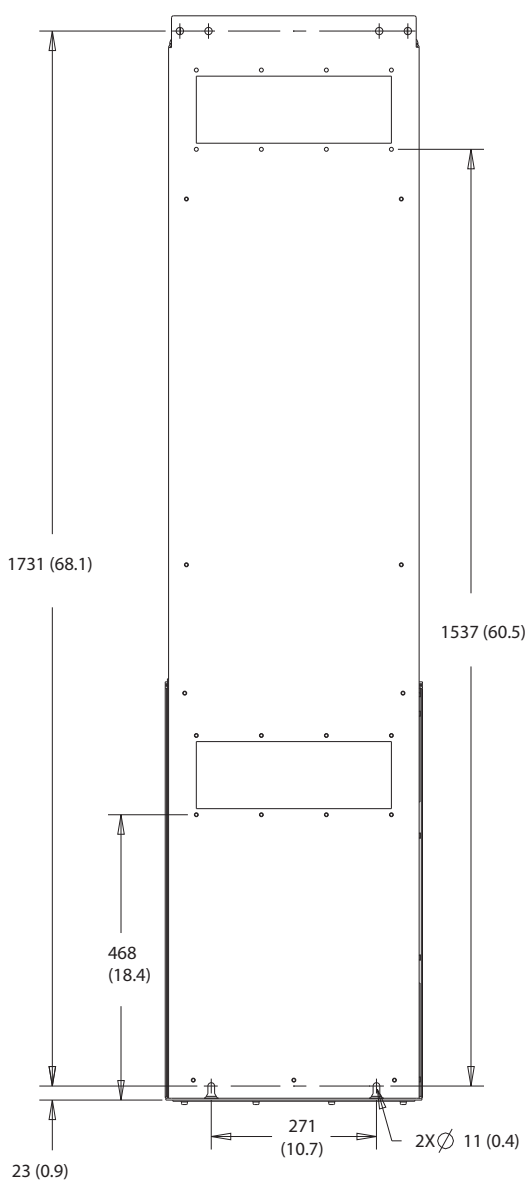
Ilustração 8.49 Vista traseira do D7h





130BF830.10

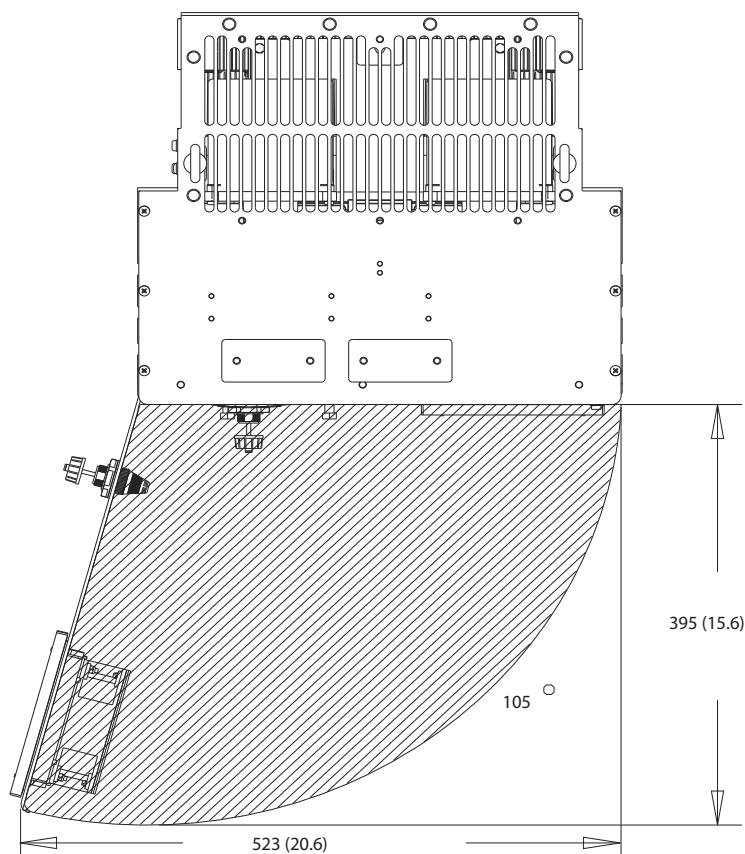
Ilustração 8.50 Dimensões do acesso ao dissipador de calor para D7h



8

Ilustração 8.51 Dimensões da montagem em parede para D7h

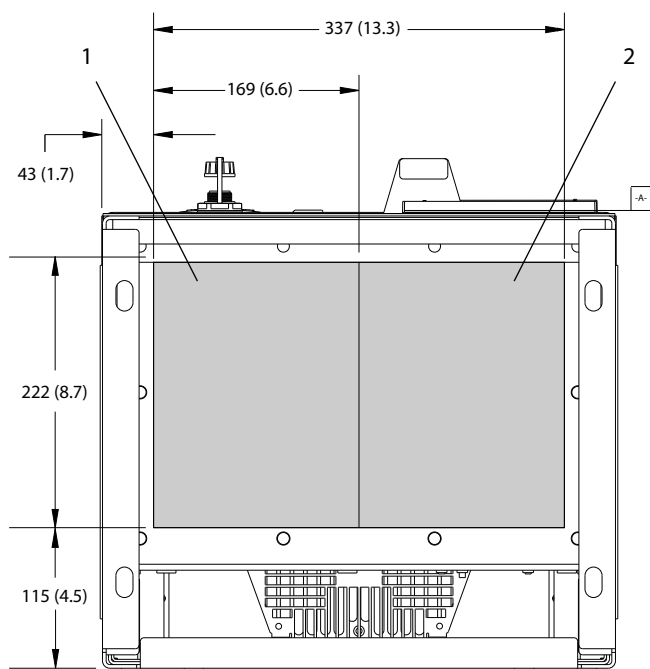
130BF670.10



8

Ilustração 8.52 Folga da porta do D7h

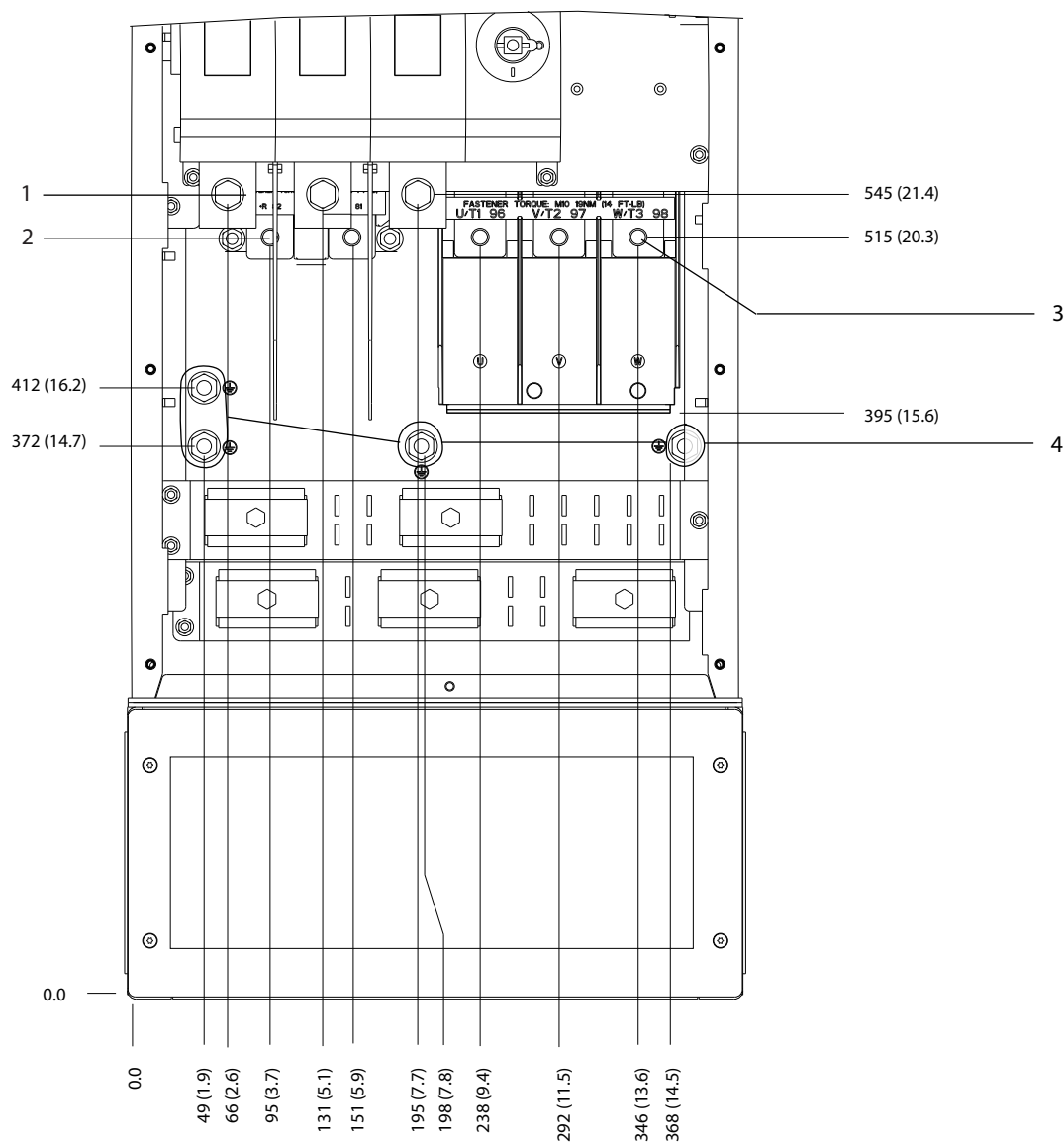
130BF610.10



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

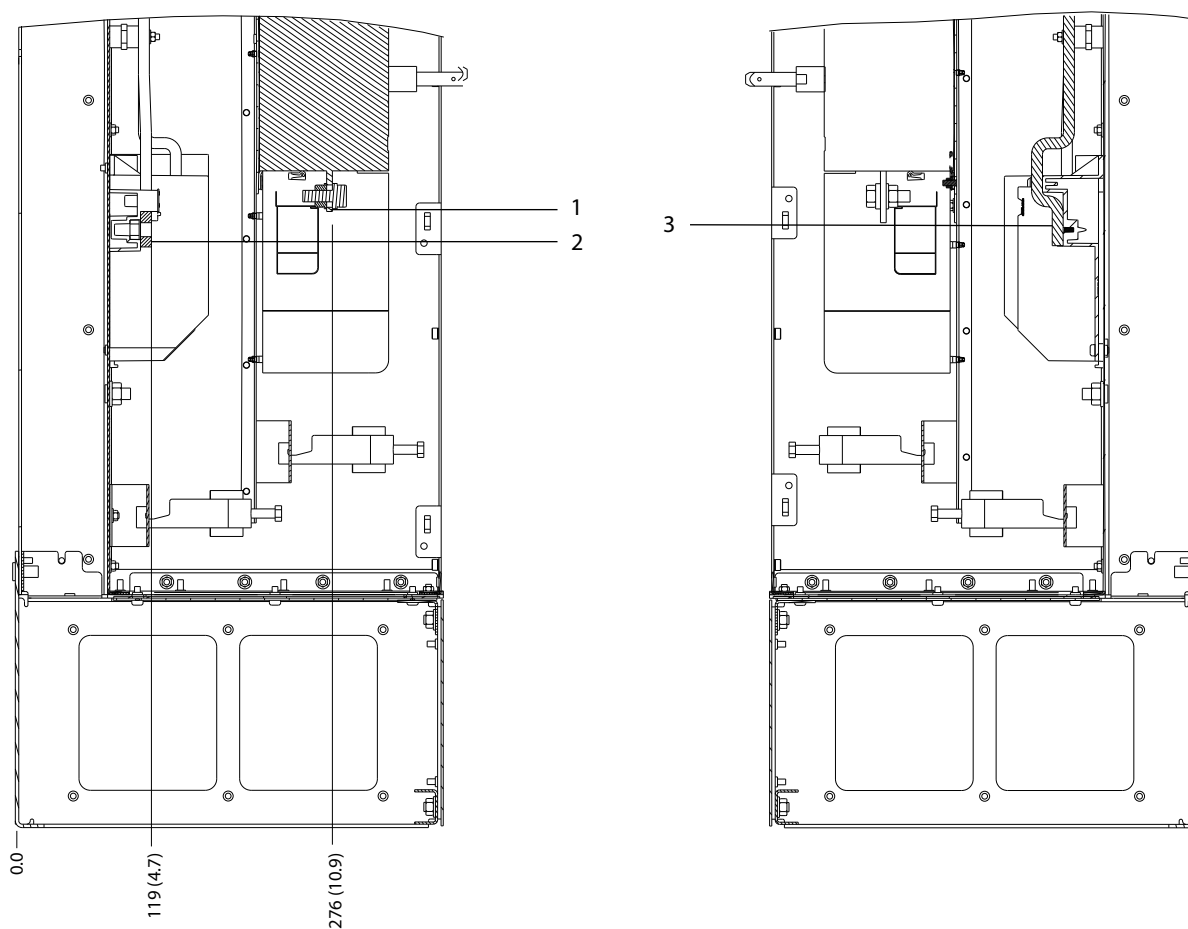
Ilustração 8.53 Dimensões da placa da bucha do D7h

8.7.2 Dimensões do terminal do D7h



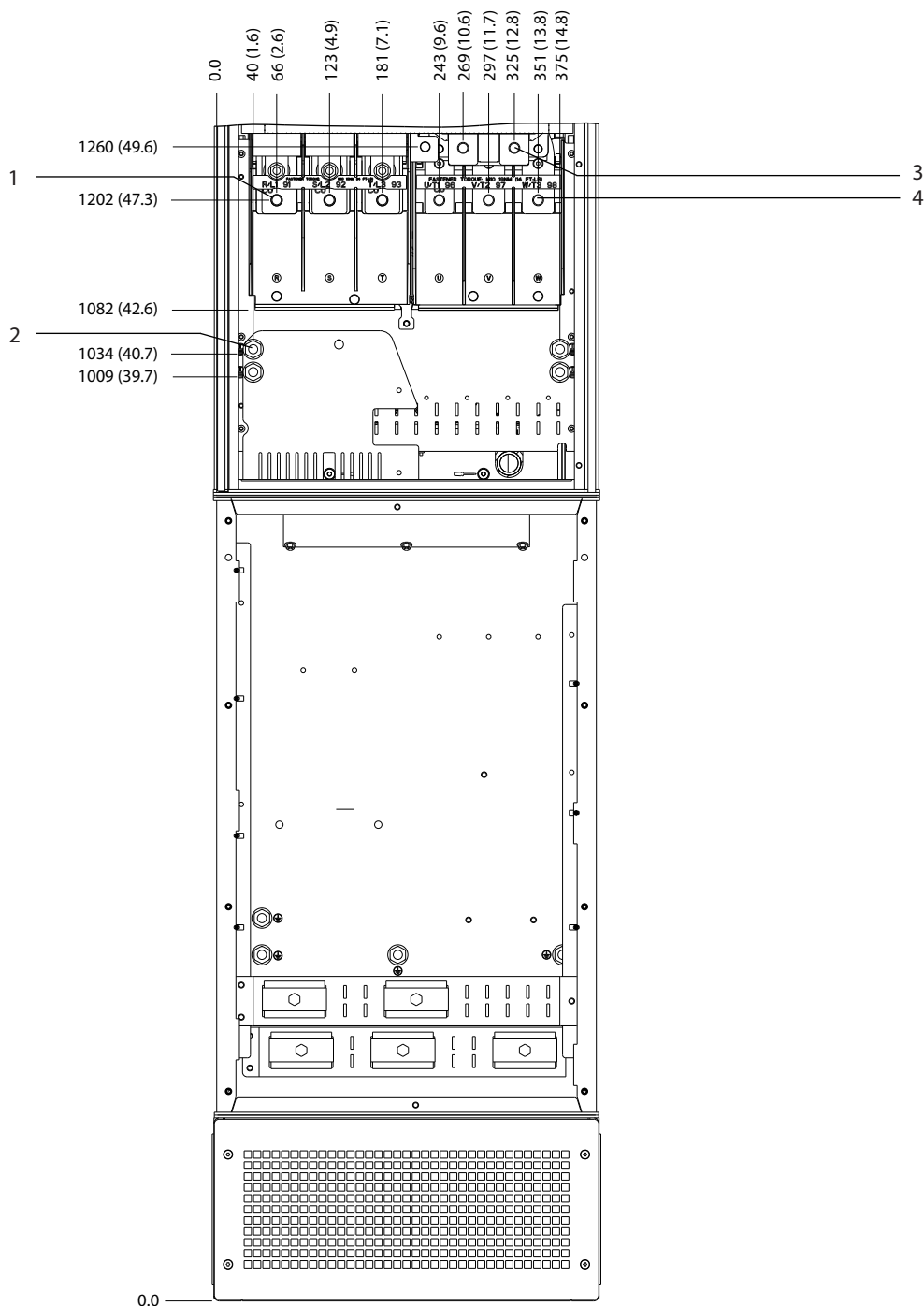
130BF359;10

Ilustração 8.54 Dimensões do terminal do D7h com opcional de desconexão (vista frontal)



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

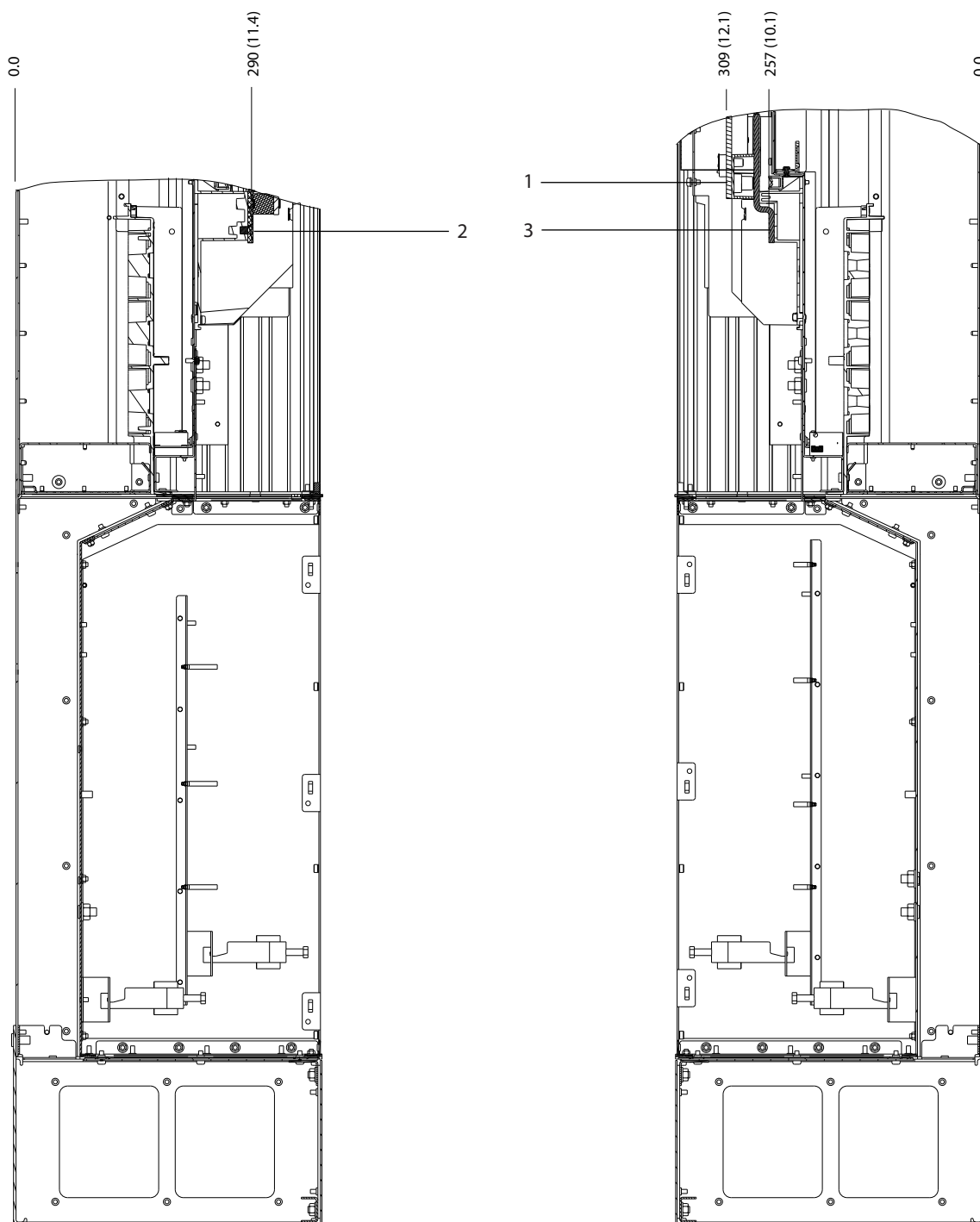
Ilustração 8.55 Dimensões do terminal do D7h com opcional de desconexão (vistas laterais)



8

|   |                            |   |                    |
|---|----------------------------|---|--------------------|
| 1 | Terminais de rede elétrica | 3 | Terminais do freio |
| 2 | Terminais do terra         | 4 | Terminais do motor |

Ilustração 8.56 Dimensões do terminal do D7h com opcional de freio (vista frontal)



130BF362.10

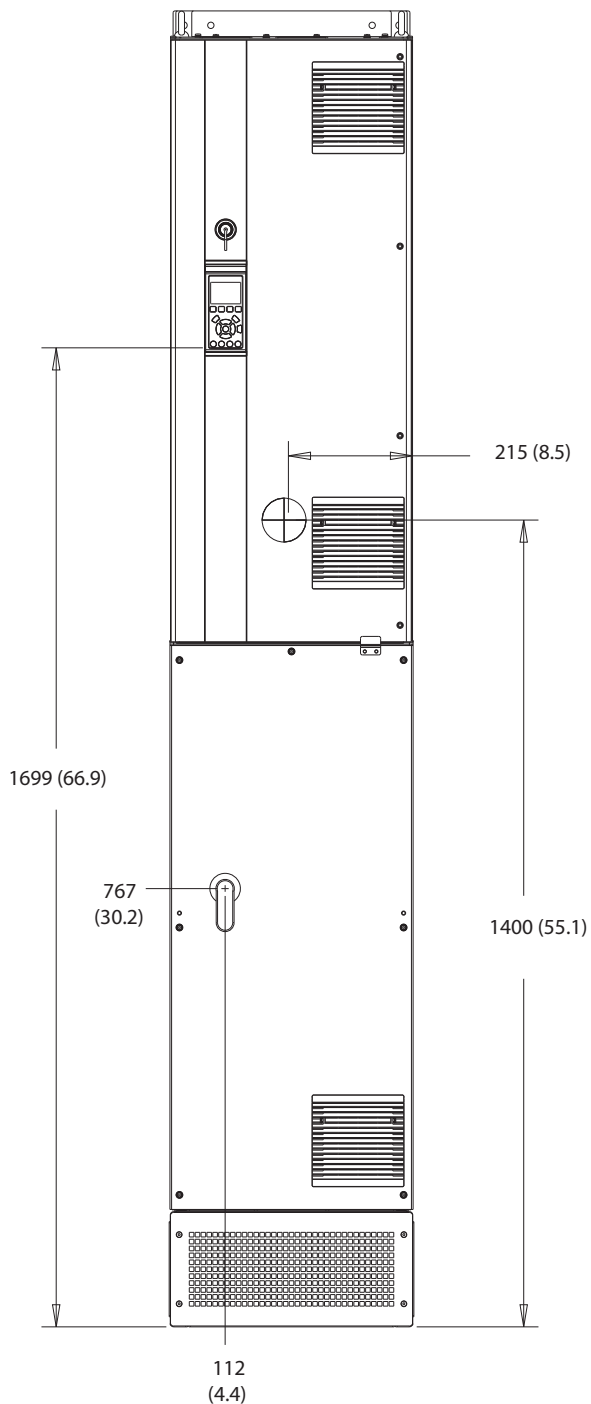
8

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

Ilustração 8.57 Dimensões do terminal do D7h com opcional de freio (vistas laterais)

## 8.8 Dimensões externas e do terminal do D8h

### 8.8.1 Dimensões externas do D8h



1308F327.10

8

Ilustração 8.58 Vista frontal do D8h



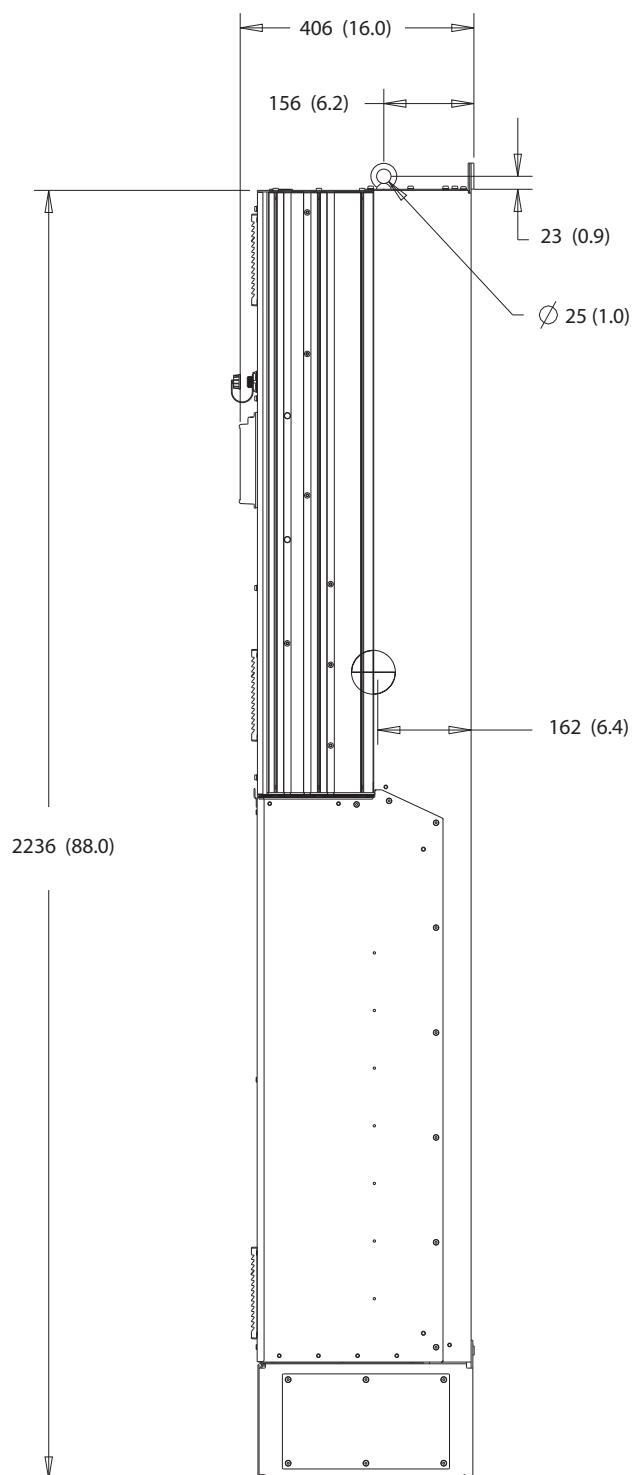
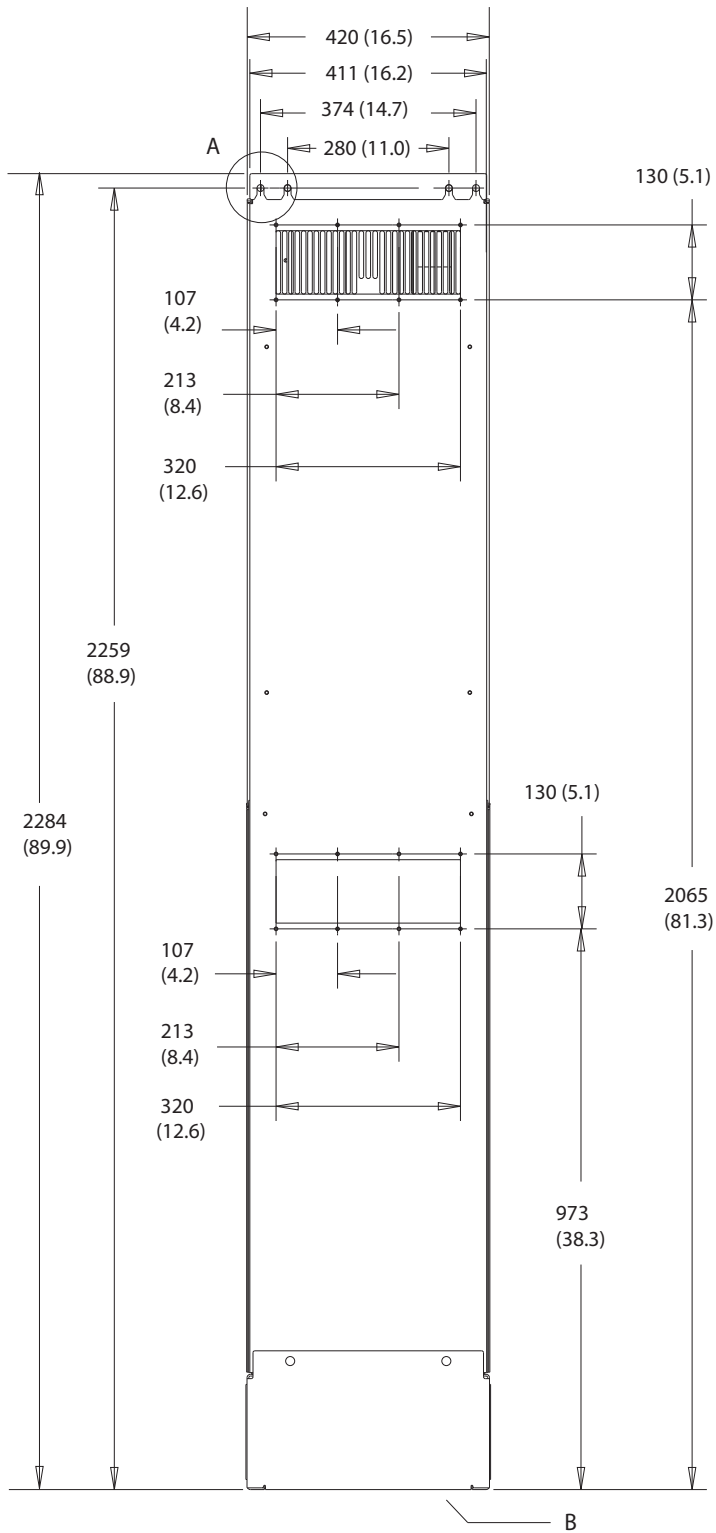
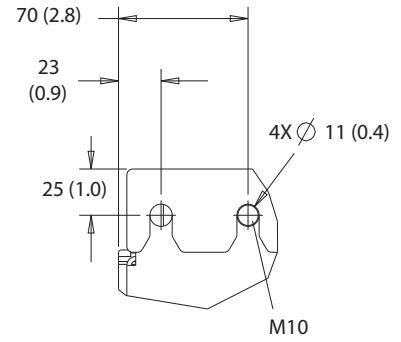


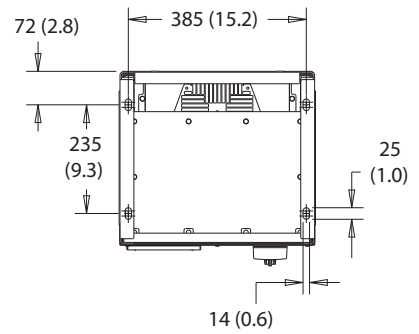
Ilustração 8.59 Vista lateral do D8h



A

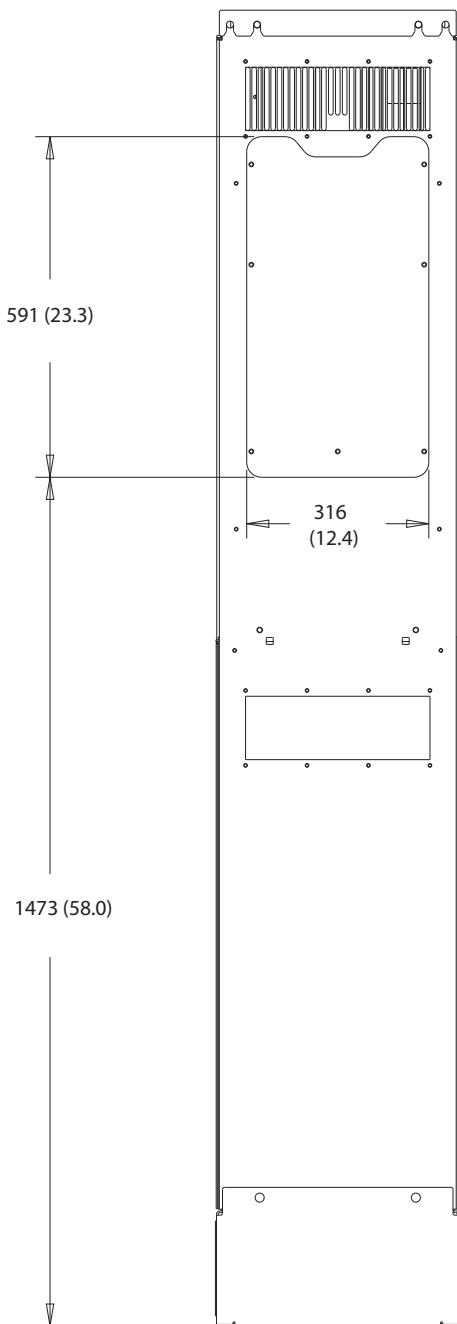


B



8

Ilustração 8.60 Vista traseira do D8h



130BF831.10

Ilustração 8.61 Dimensões do acesso ao dissipador de calor para D8h

130BF670.10

8

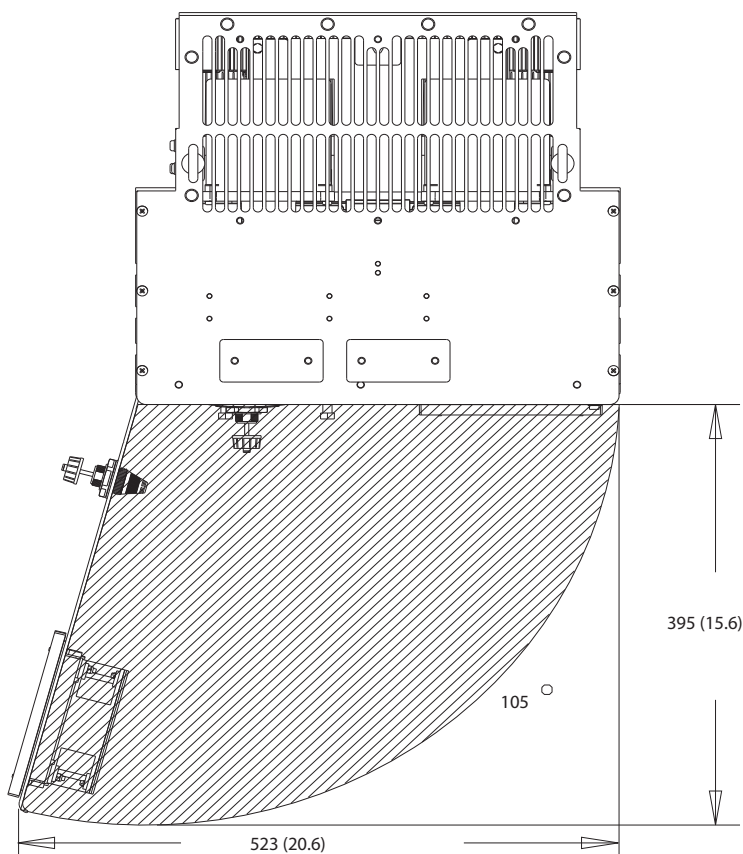
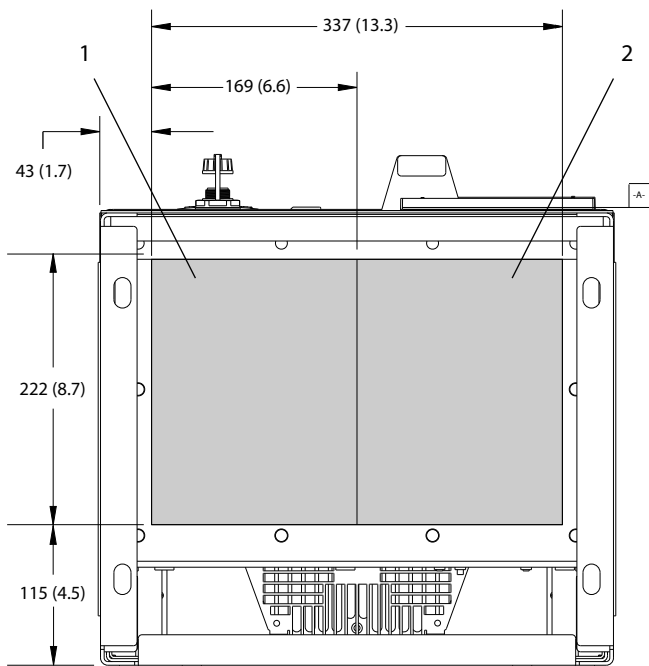


Ilustração 8.62 Folga da porta do D8h

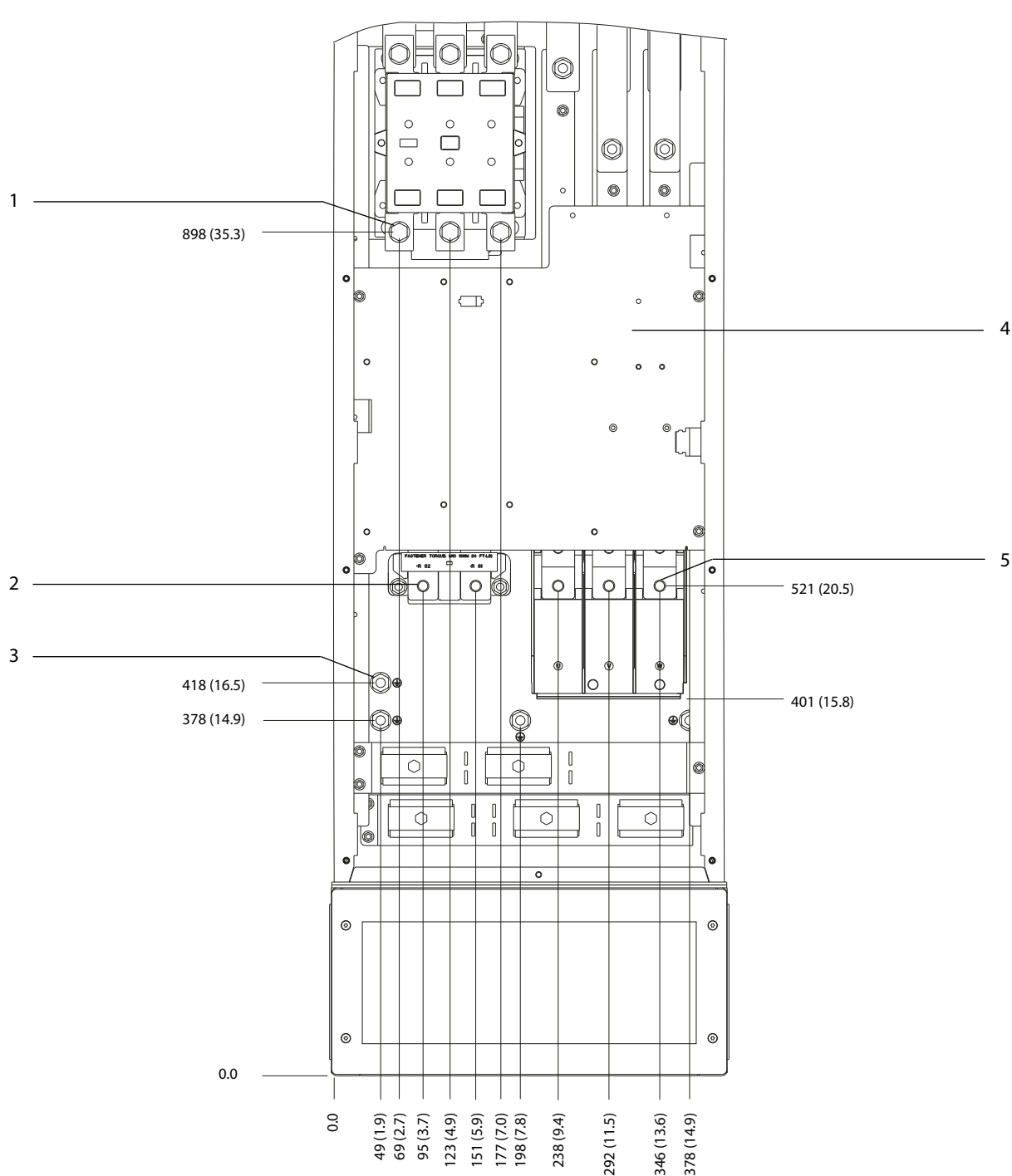
130BF610.10



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

Ilustração 8.63 Dimensões da placa da bucha do D8h

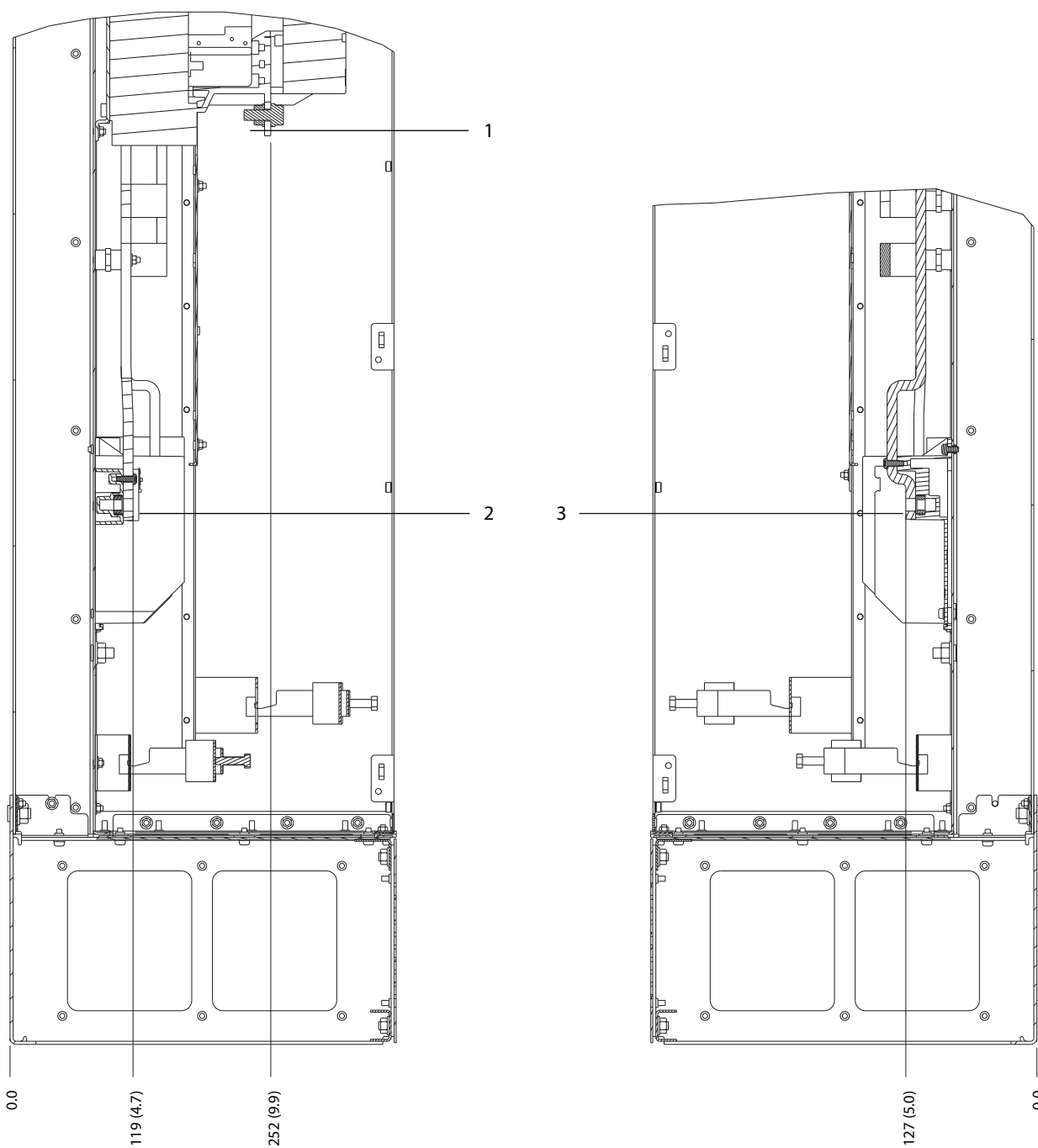
8.8.2 Dimensões do terminal do D8h



|   |                                   |   |                                    |
|---|-----------------------------------|---|------------------------------------|
| 1 | Terminais de rede elétrica        | 4 | Bloco de terminais TB6 do contator |
| 2 | Terminais do freio                | 5 | Terminais do motor                 |
| 3 | Terminais do ponto de aterramento | - | -                                  |

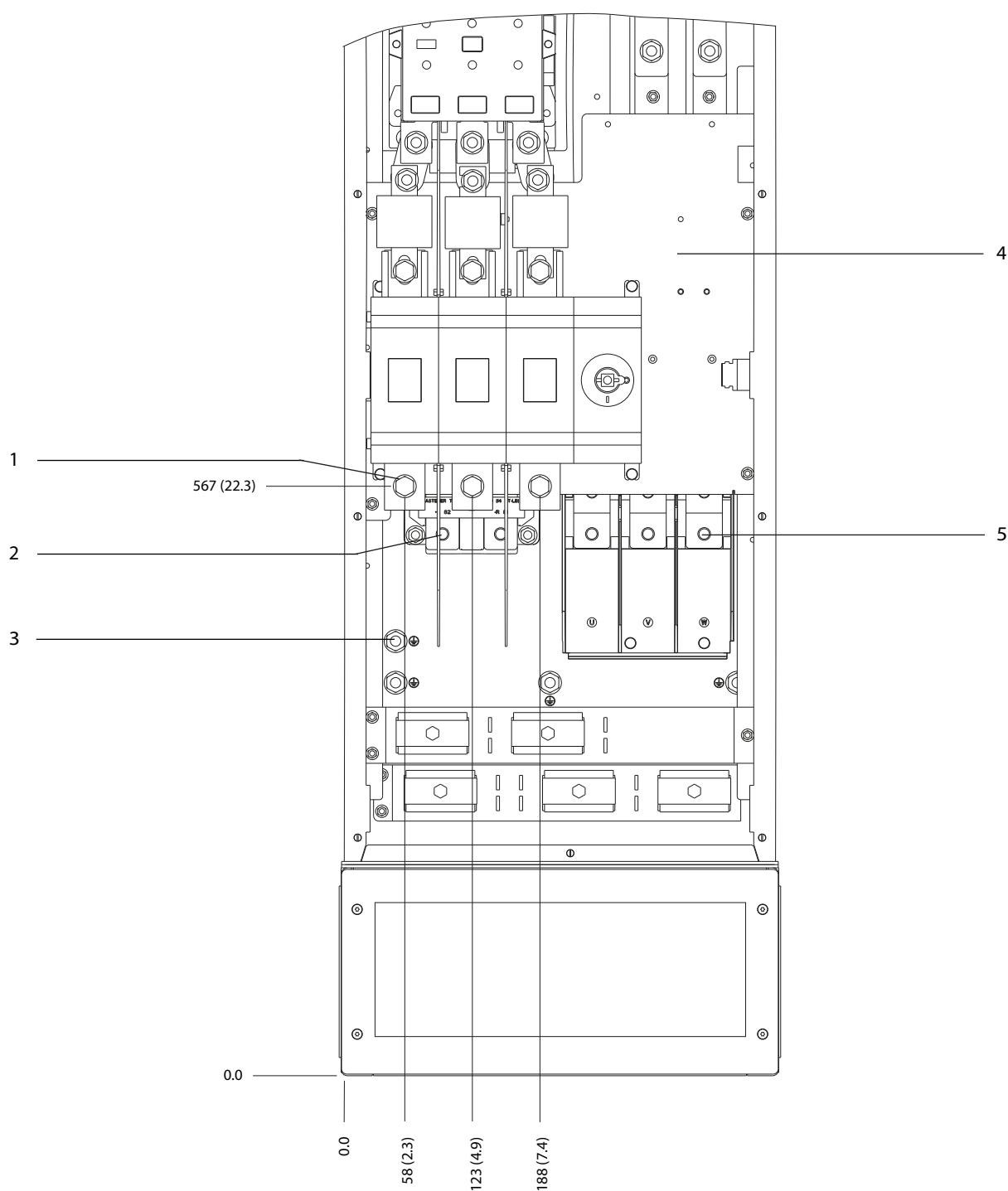
Ilustração 8.64 Dimensões do terminal do D8h com opcional de contator (vista frontal)

8



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

Ilustração 8.65 Dimensões do terminal do D8h com opcional de contator (vistas laterais)

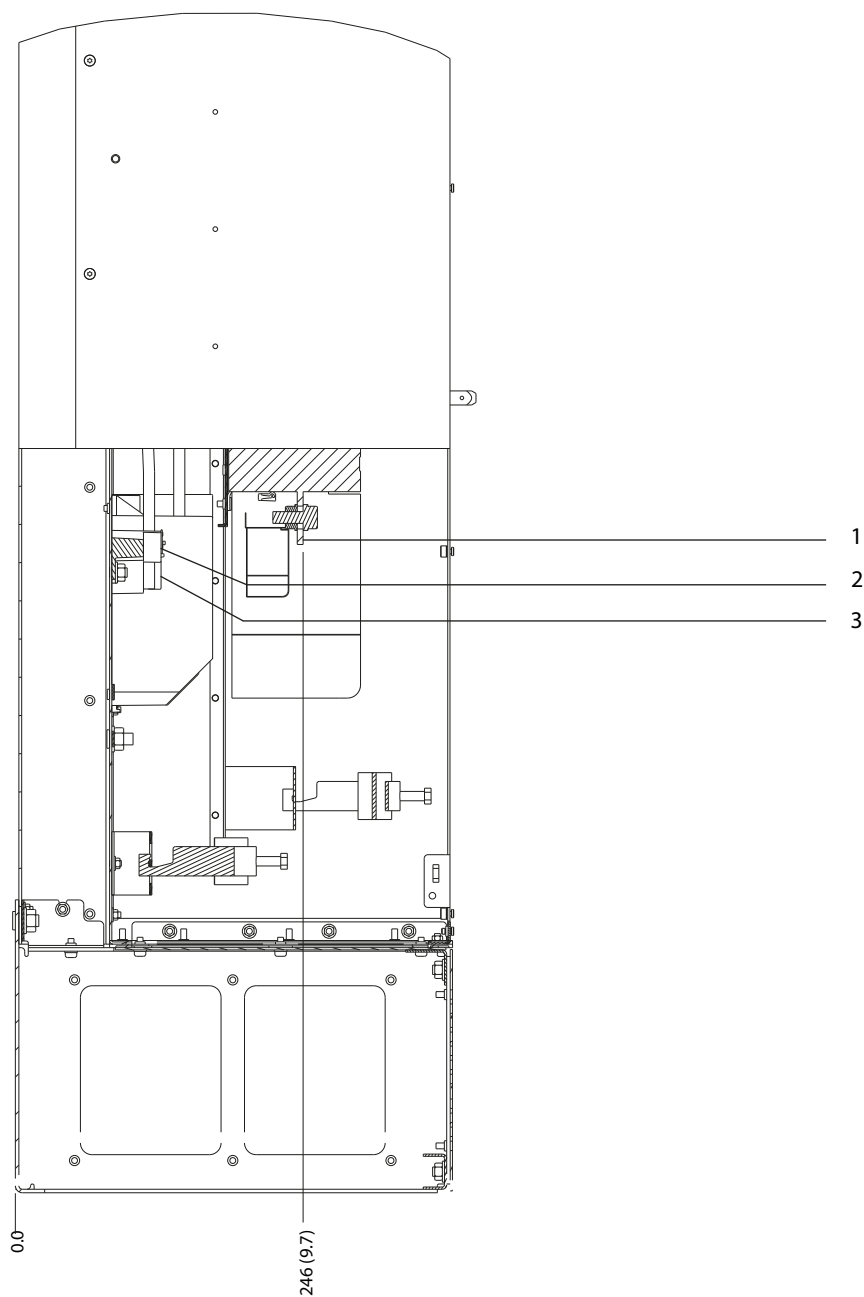


8

|   |                                   |   |                                    |
|---|-----------------------------------|---|------------------------------------|
| 1 | Terminais de rede elétrica        | 4 | Bloco de terminais TB6 do contator |
| 2 | Terminais do freio                | 5 | Terminais do motor                 |
| 3 | Terminais do ponto de aterramento | - | -                                  |

Ilustração 8.66 Dimensões do terminal do D8h com opcionais de contator e de desconexão (vista frontal)

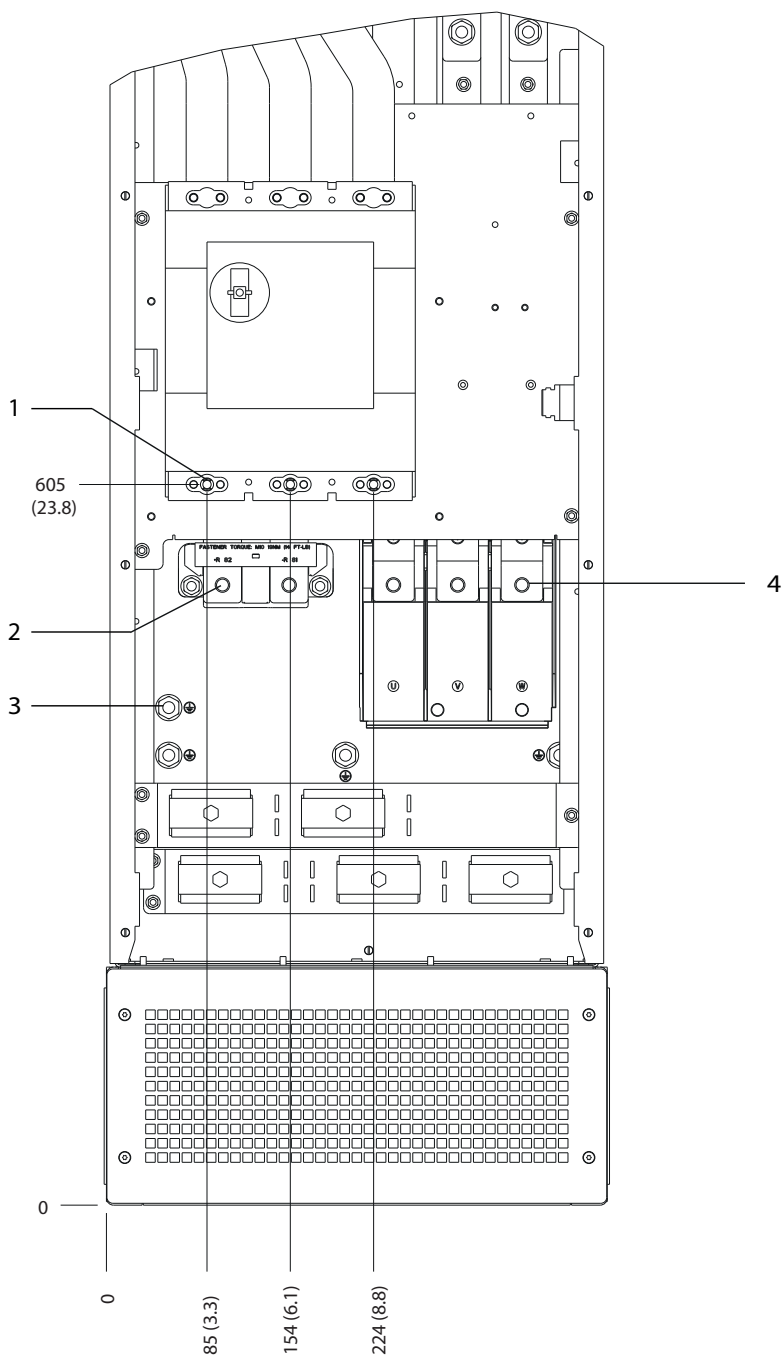
8



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

Ilustração 8.67 Dimensões do terminal do D8h com opcionais de contator e de desconexão (vista lateral)



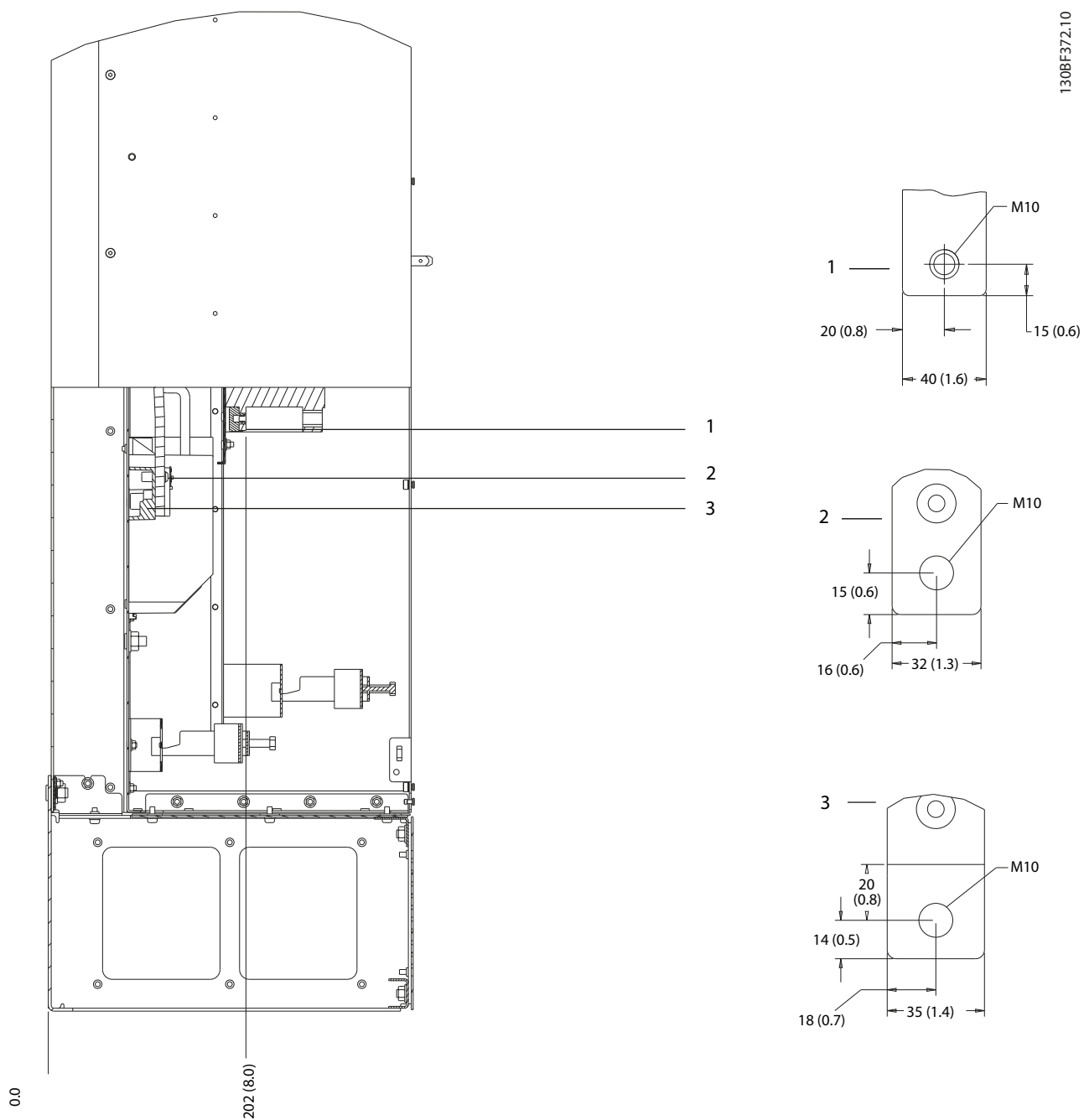


|   |                            |   |                                   |
|---|----------------------------|---|-----------------------------------|
| 1 | Terminais de rede elétrica | 3 | Terminais do ponto de aterramento |
| 2 | Terminais do freio         | 4 | Terminais do motor                |

Ilustração 8.68 Dimensões do terminal do D8h com opcional de disjuntor (vista frontal)

130BF372.10

8

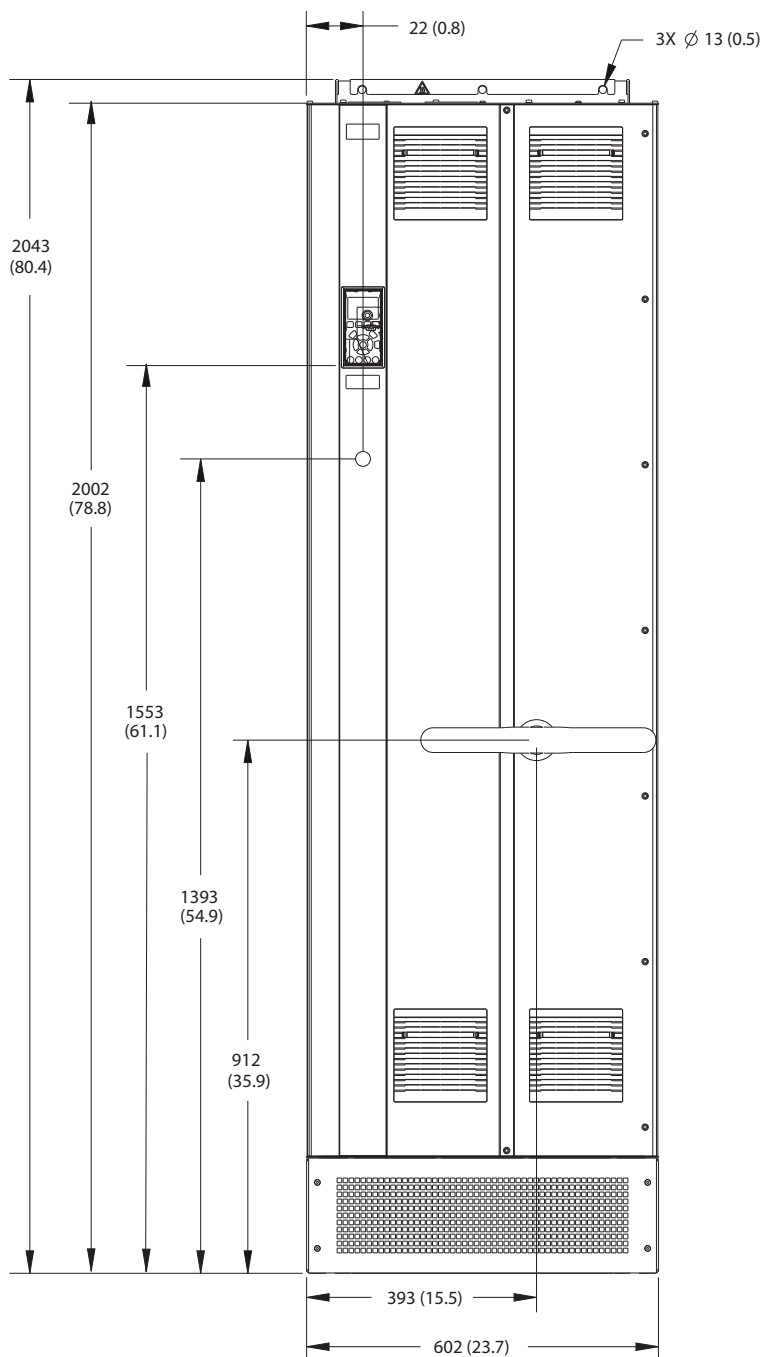


|   |                            |   |                    |
|---|----------------------------|---|--------------------|
| 1 | Terminais de rede elétrica | 3 | Terminais do motor |
| 2 | Terminais do freio         | - | -                  |

Ilustração 8.69 Dimensões do terminal do D8h com opcional de disjuntor (vista lateral)

## 8.9 E1h Dimensões externas e do terminal

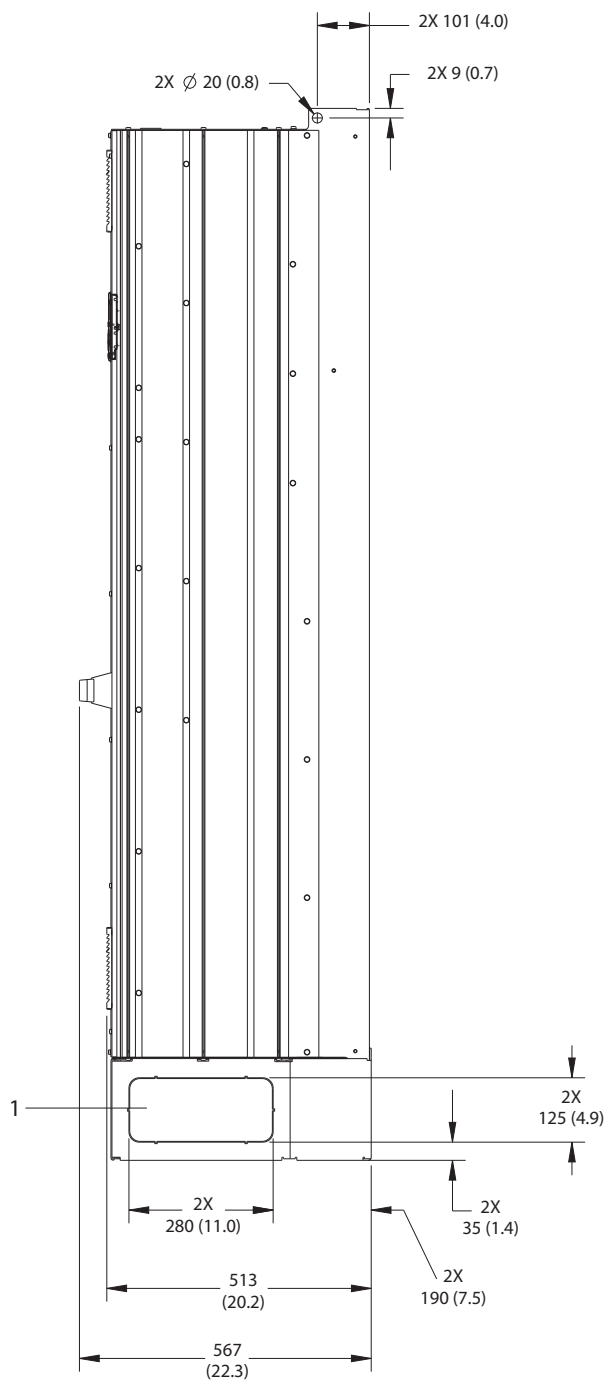
### 8.9.1 Dimensões Externas do E1h



130BF648.10

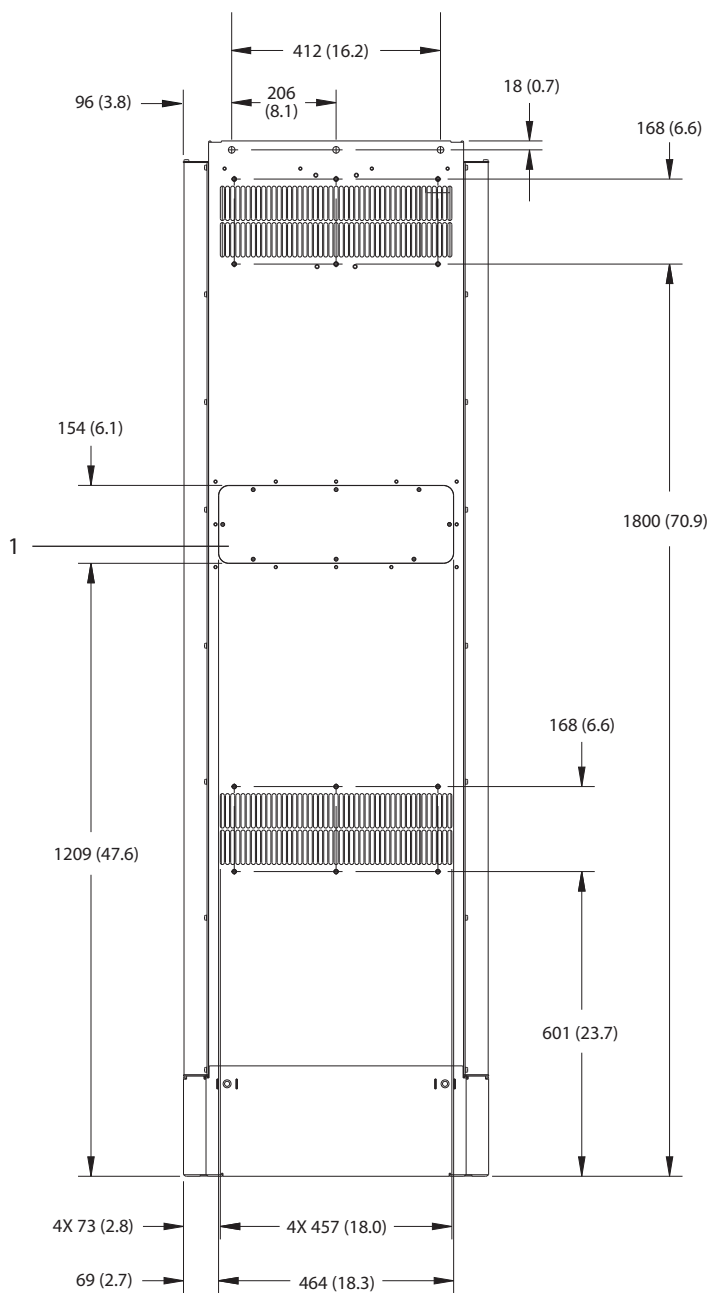
Ilustração 8.70 Vista frontal do E1h

8



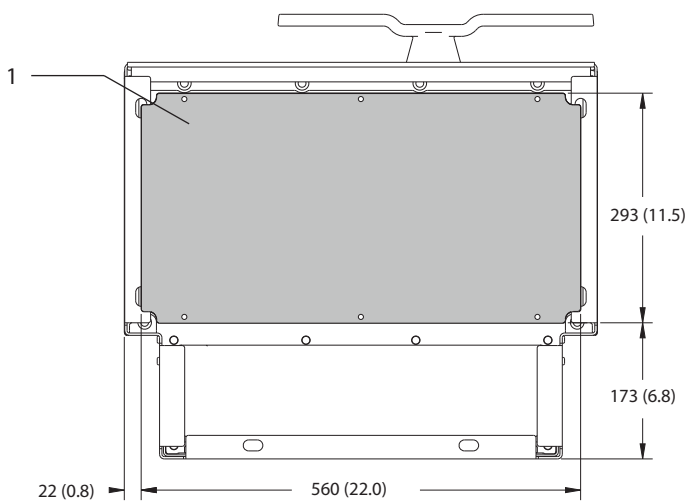
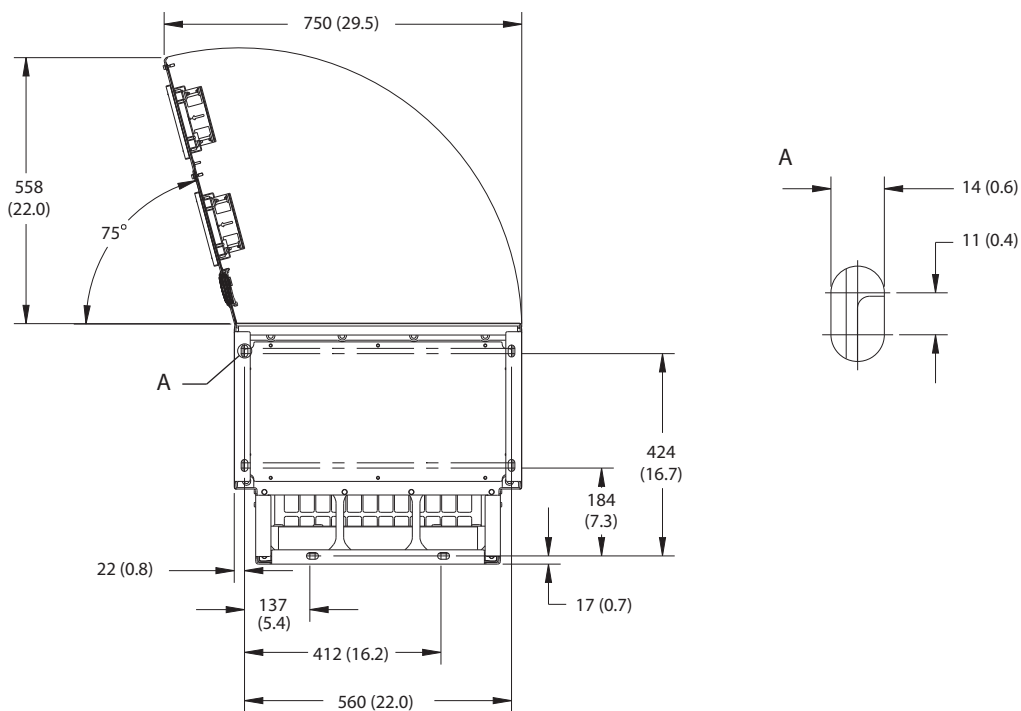
|   |                        |
|---|------------------------|
| 1 | Painel de distribuição |
|---|------------------------|

Ilustração 8.71 Vista lateral de E1h



|   |   |
|---|---|
| 1 | Panel de acesso ao dissipador de calor (opcional) |
|---|---|

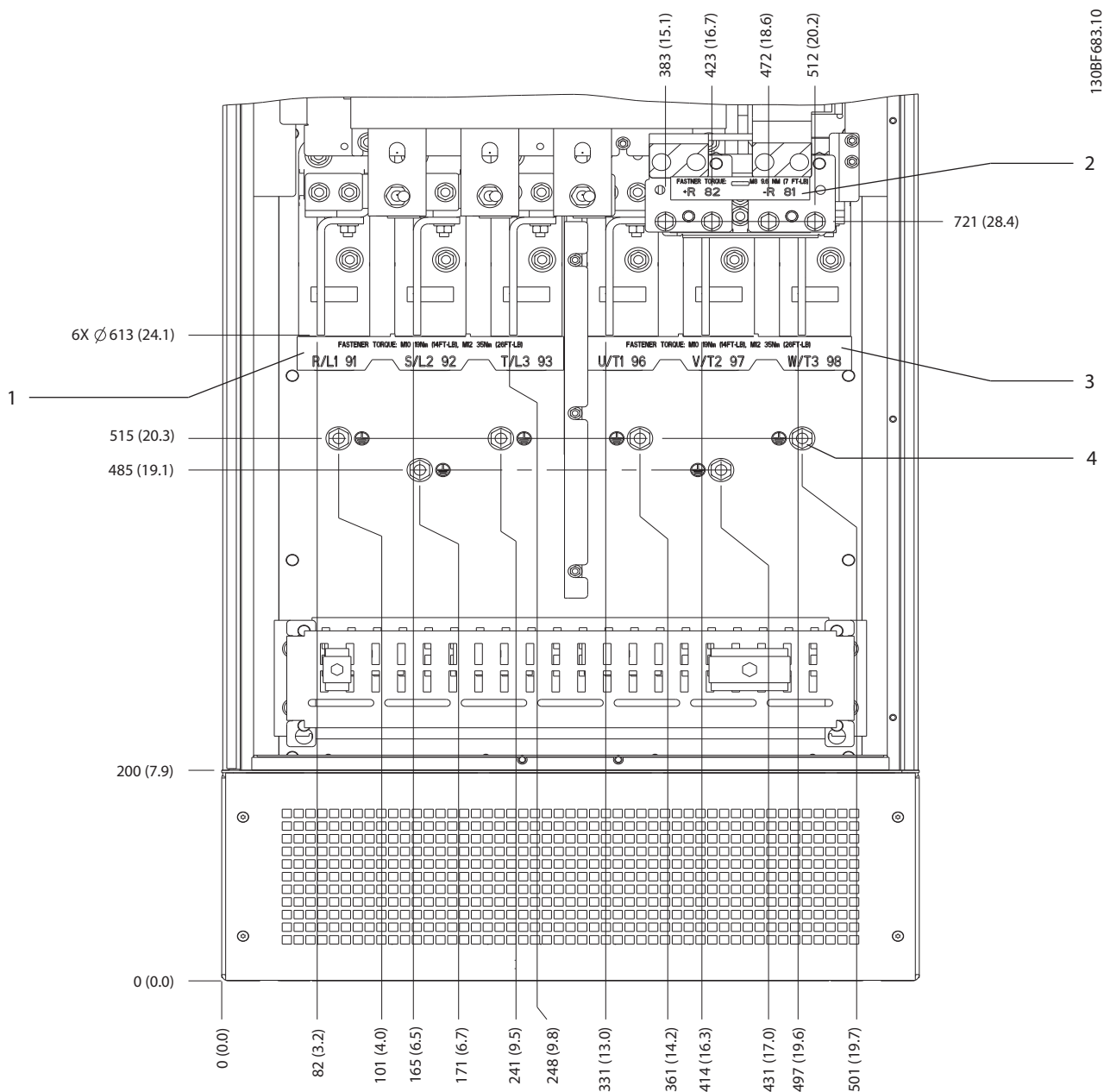
Ilustração 8.72 Vista traseira do E1h



|   |                             |
|---|-----------------------------|
| 1 | Chapa para entrada de cabos |
|---|-----------------------------|

Ilustração 8.73 Espaço livre da porta e dimensões da placa para passagem de cabos do E1h

8.9.2 Dimensões do Terminal E1h



|   |                                      |   |  |
|---|--------------------------------------|---|--|
| 1 | Terminais da rede elétrica           | 3 | Terminais do motor                           |
| 2 | Terminais do freio ou de regeneração | 4 | Terminais do ponto de aterramento, porca M10 |

Ilustração 8.74 Dimensões do Terminal E1h (vista frontal)

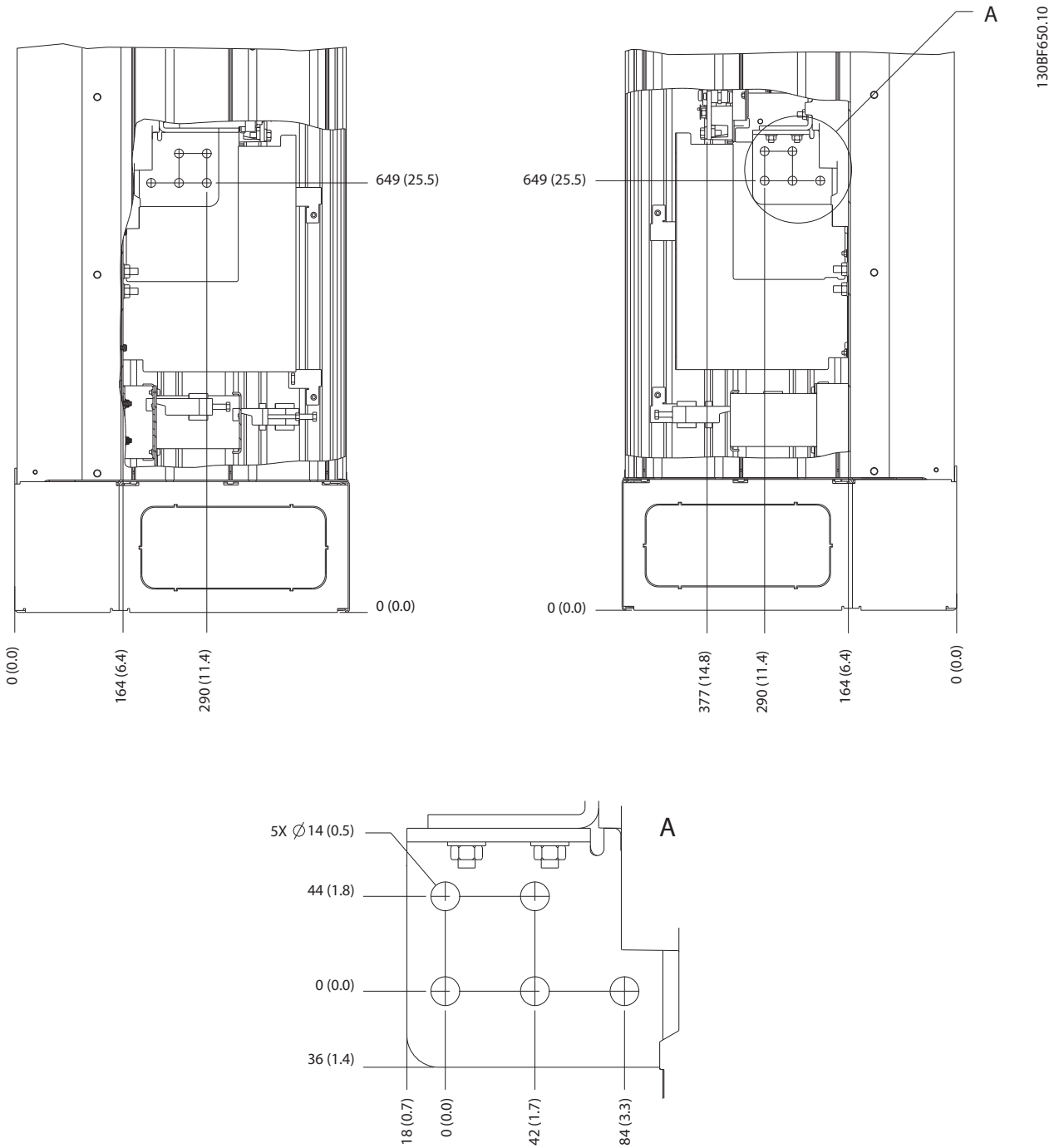
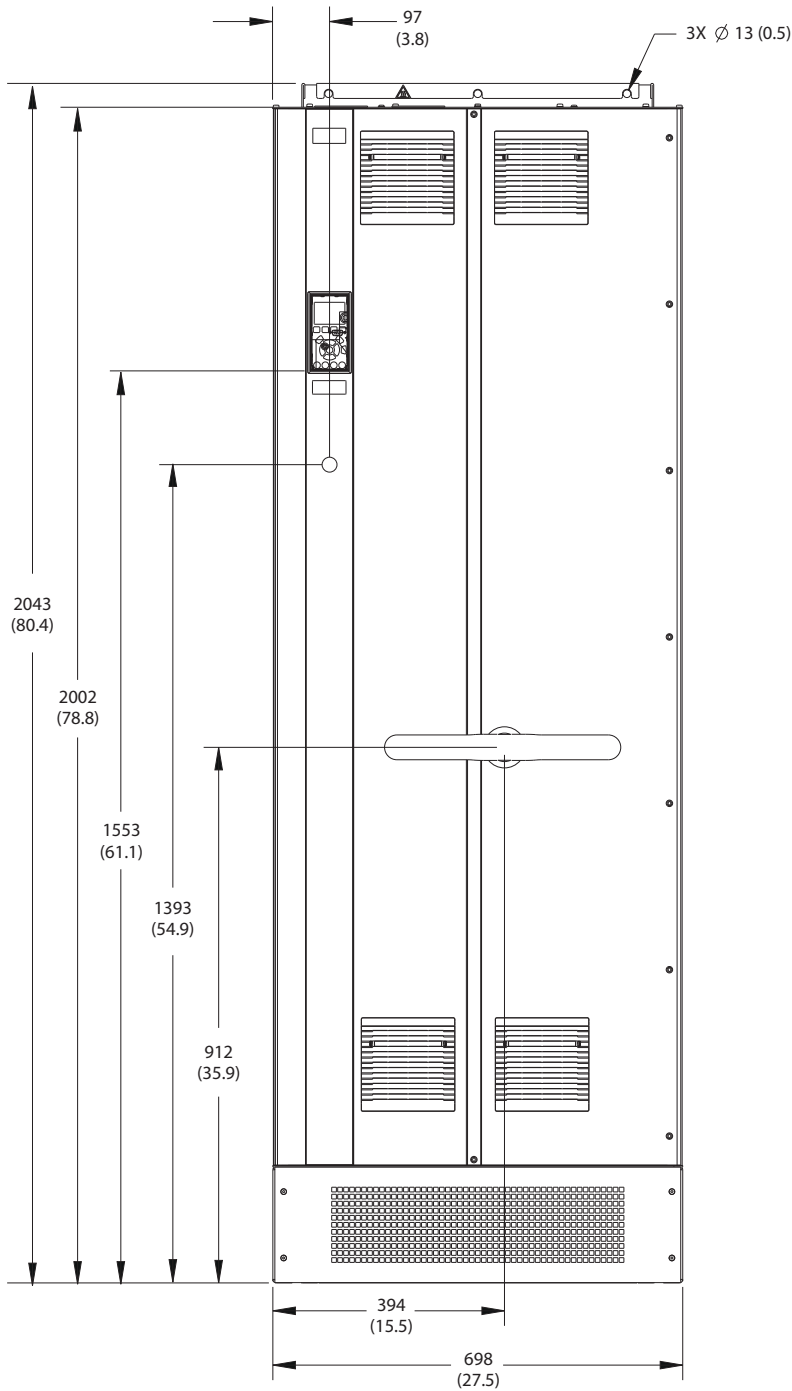


Ilustração 8.75 Dimensões do terminal E1h (visão lateral)



8.10 E2h Dimensões externas e do terminal

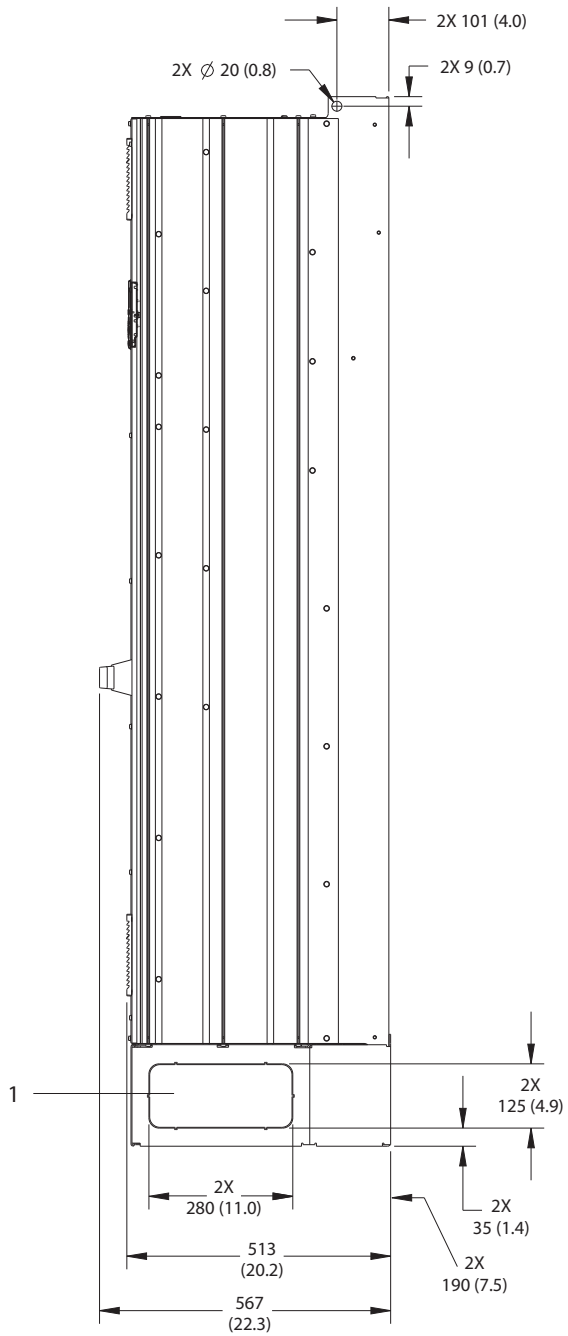
8.10.1 Dimensões Externas do E2h



130BF654.10

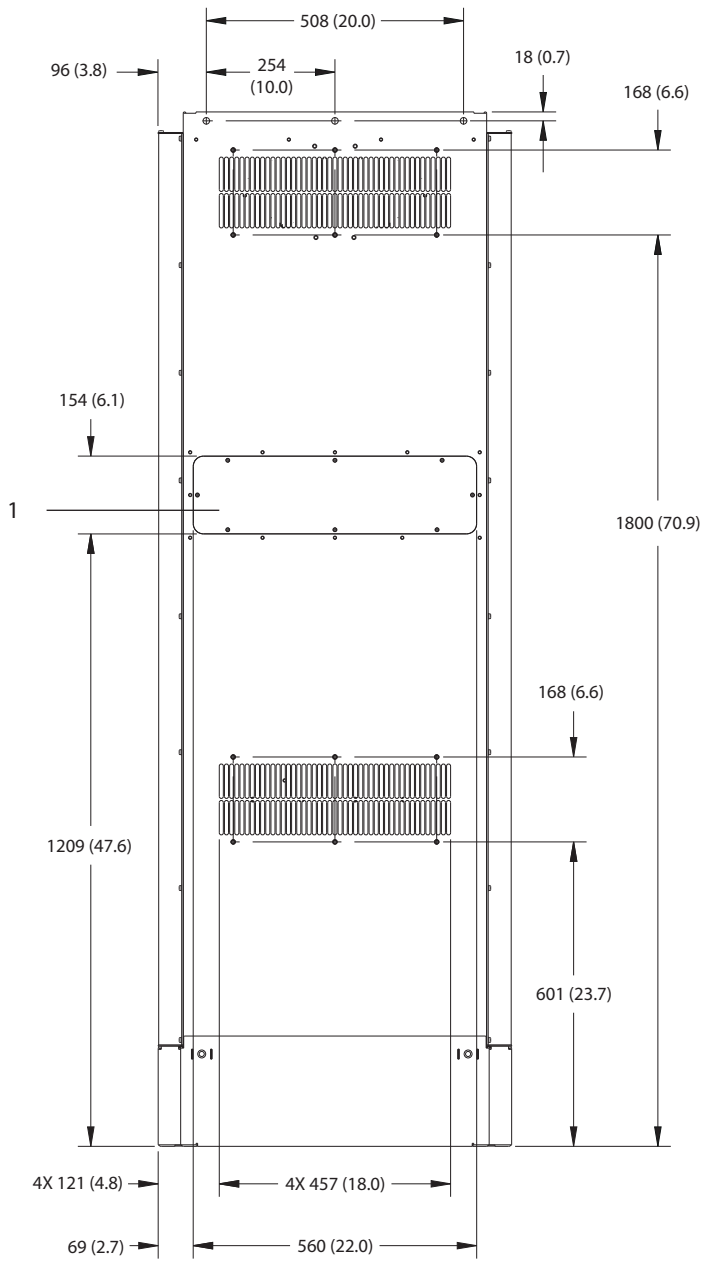
Ilustração 8.76 Vista frontal do E2h

8



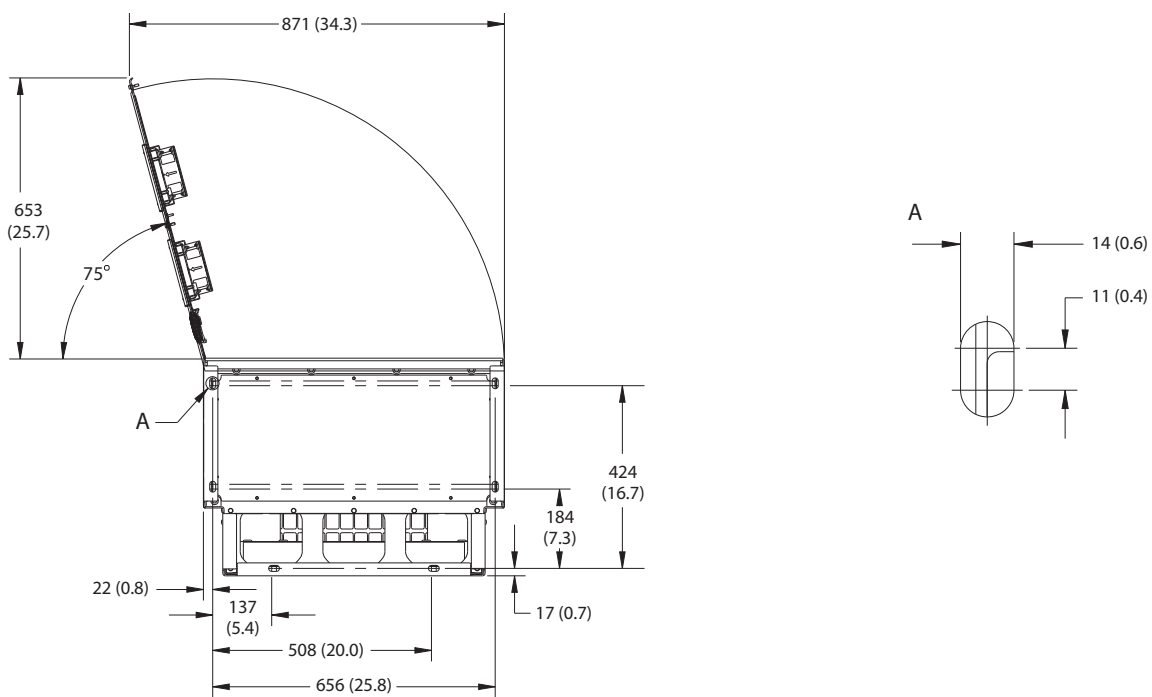
|   |                        |
|---|------------------------|
| 1 | Painel de distribuição |
|---|------------------------|

Ilustração 8.77 Vista lateral do E2h

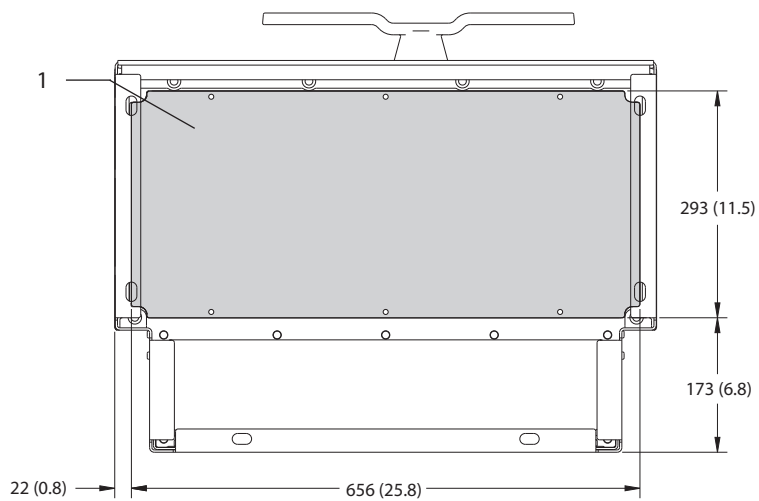


|   |  |
|---|--|
| 1 | Painel de acesso ao dissipador de calor (opcional) |
|---|--|

Ilustração 8.78 Vista traseira do E2h



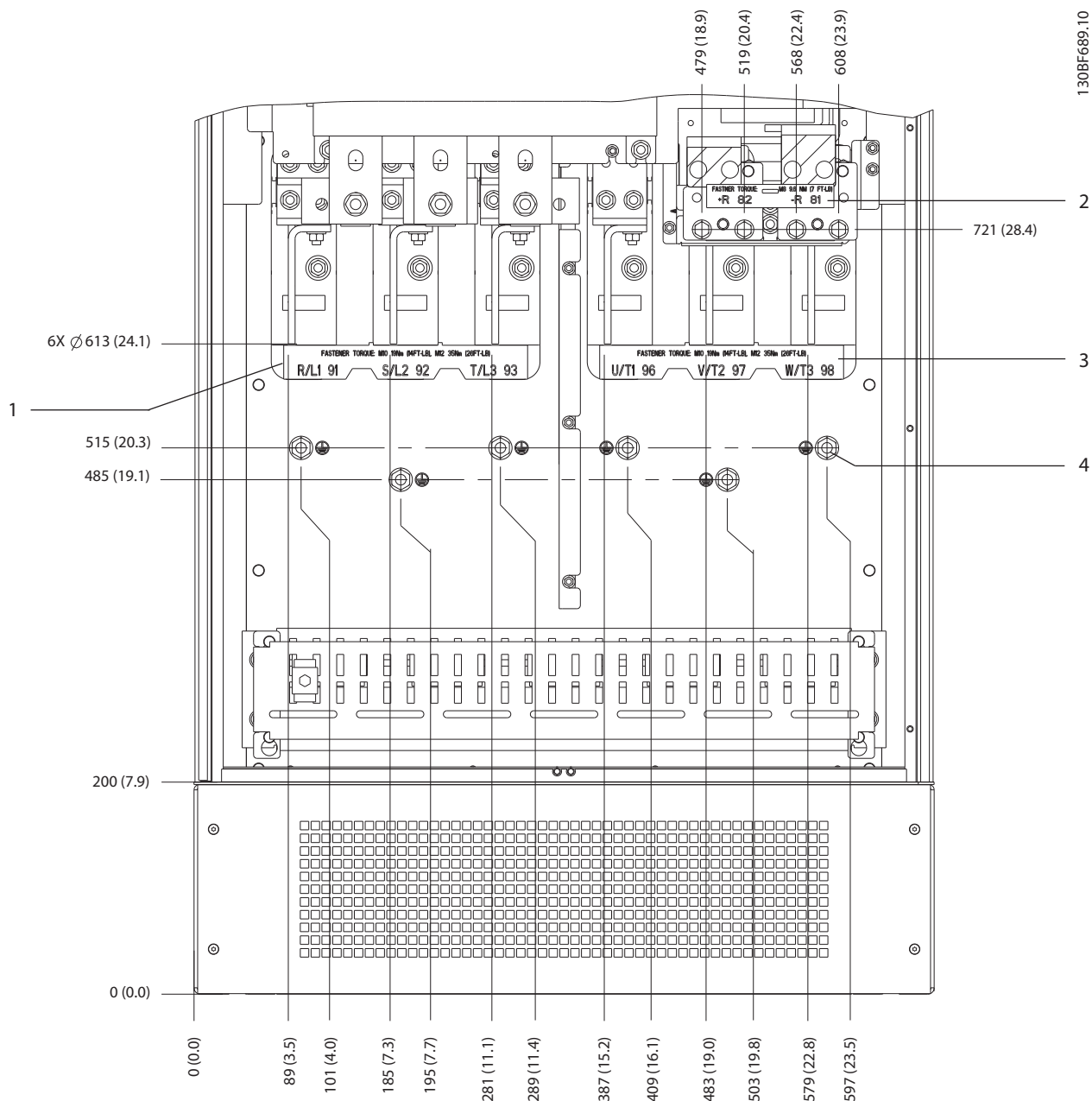
8



|   |                             |
|---|-----------------------------|
| 1 | Chapa para entrada de cabos |
|---|-----------------------------|

Ilustração 8.79 Espaço livre da porta e dimensões da placa para passagem de cabos do E2h

8.10.2 Dimensões do Terminal E2h



|   |                                      |   |  |
|---|--------------------------------------|---|--|
| 1 | Terminais da rede elétrica           | 3 | Terminais do motor                           |
| 2 | Terminais do freio ou de regeneração | 4 | Terminais do ponto de aterramento, porca M10 |

Ilustração 8.80 Dimensões do Terminal E2h (vista frontal)

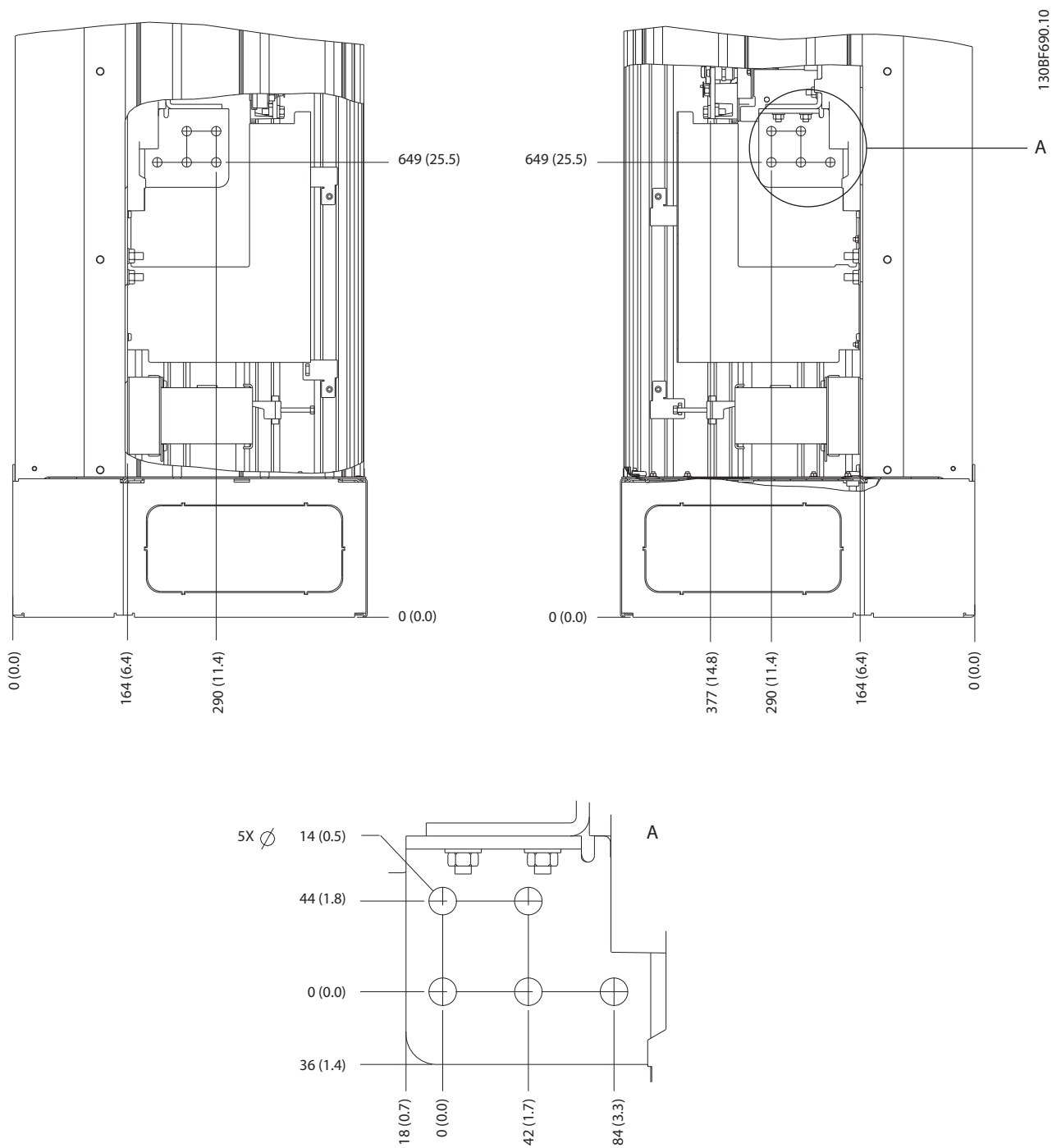
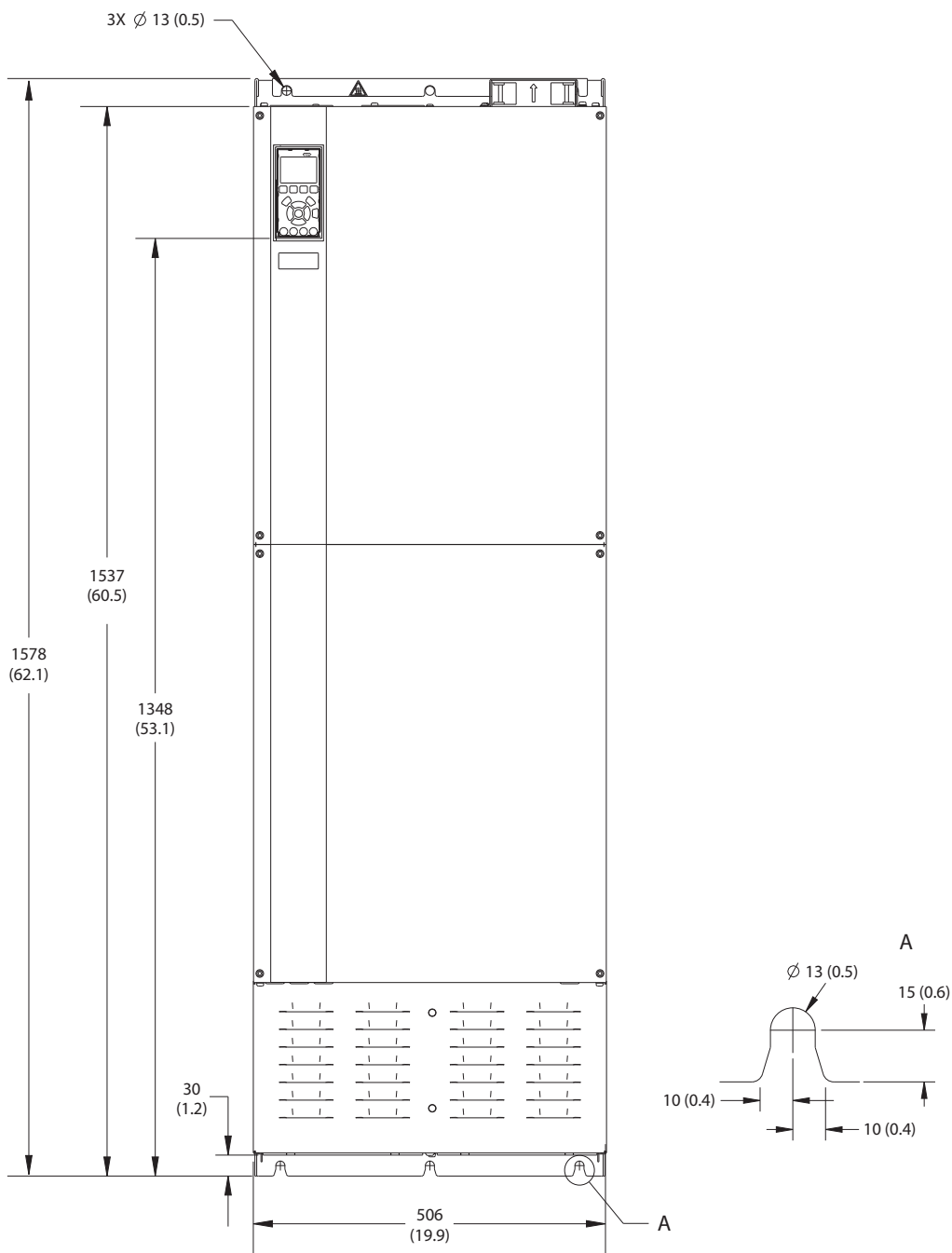


Ilustração 8.81 Dimensões do terminal E2h (vista lateral)

8.11 E3h Dimensões externas e do terminal

8.11.1 Dimensões Externas do E3h



130BF656.10

Ilustração 8.82 Vista frontal do E3h

8

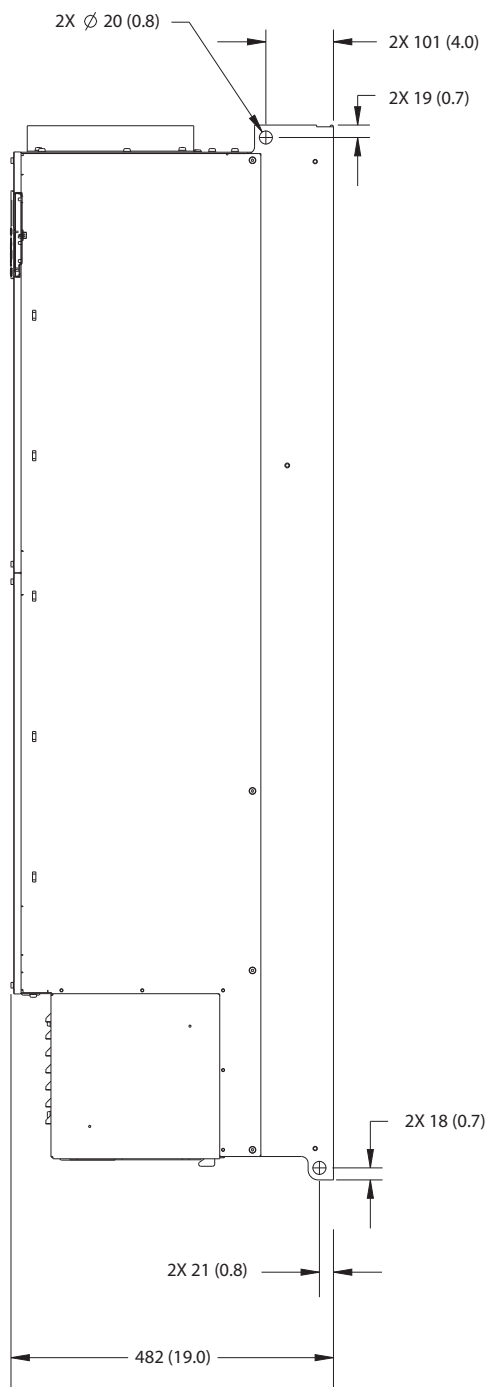
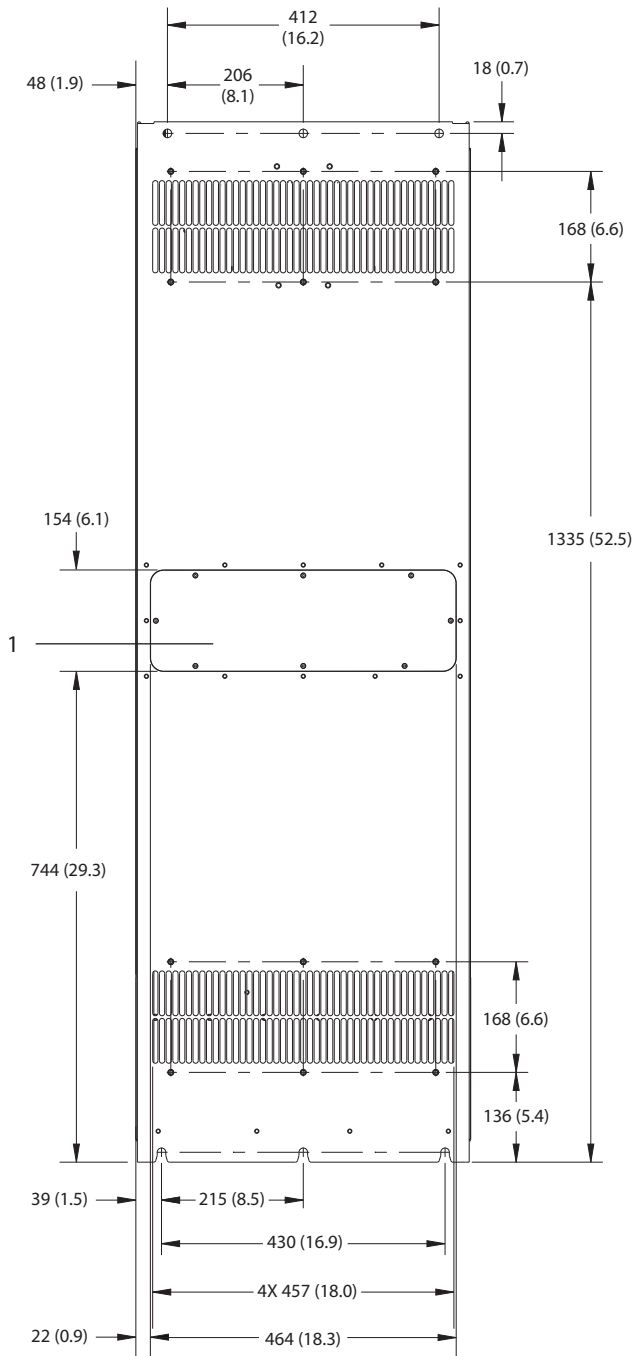


Ilustração 8.83 Vista lateral de E3h

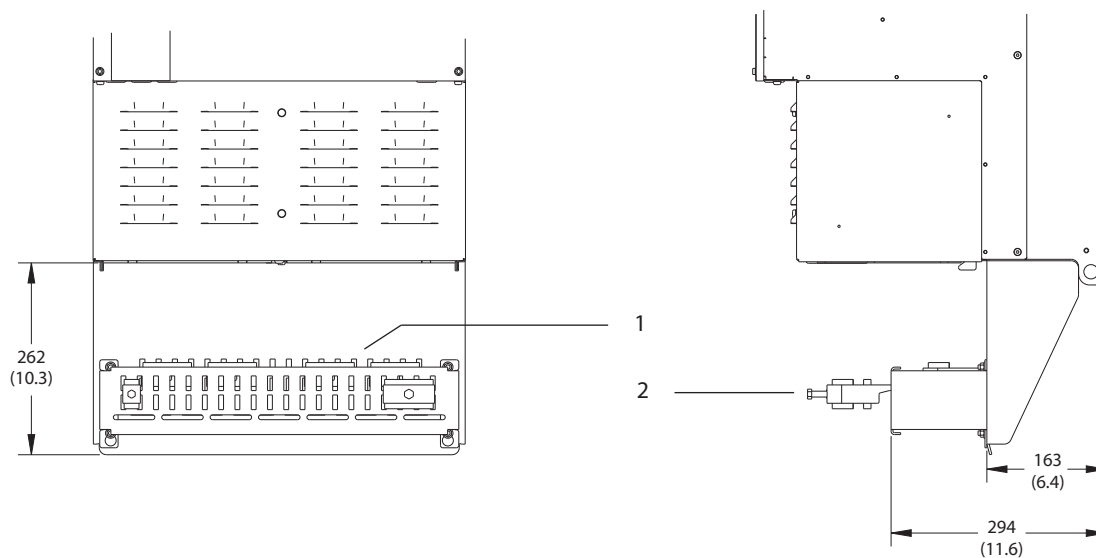




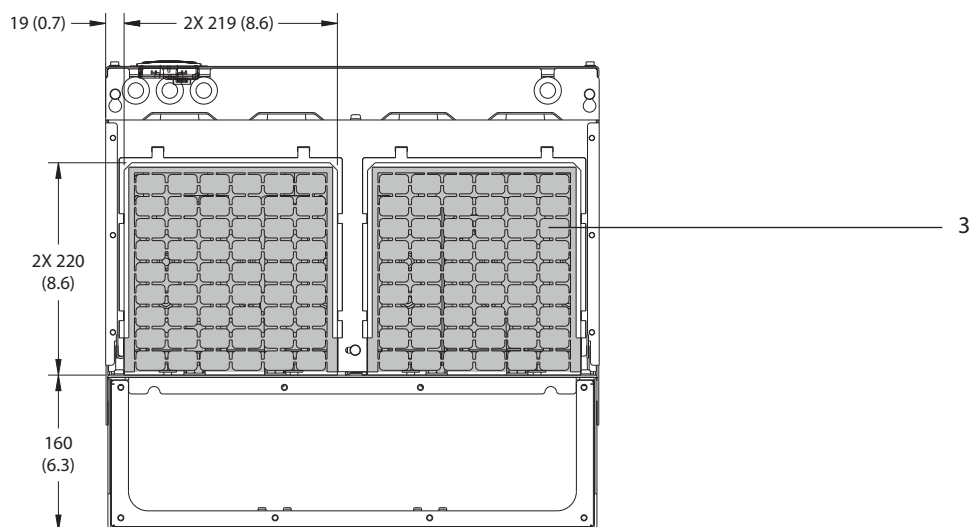
8

|   |  |
|---|--|
| 1 | Painel de acesso ao dissipador de calor (opcional) |
|---|--|

Ilustração 8.84 Vista traseira do E3h



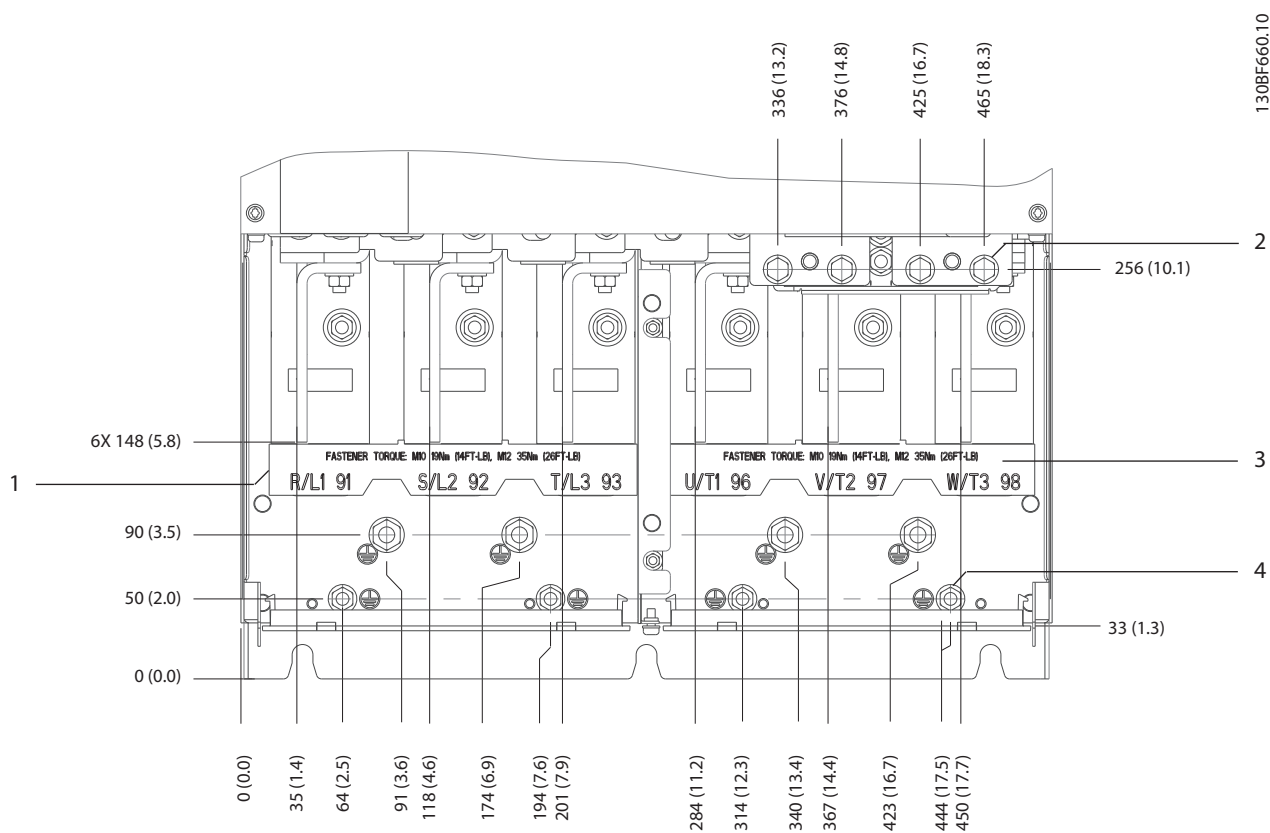
8



|   |   |
|---|---|
| 1 | Terminação de blindagem de RFI (padrão com opcional de RFI) |
| 2 | Cabo/braçadeira de EMC                                      |
| 3 | Chapa para entrada de cabos                                 |

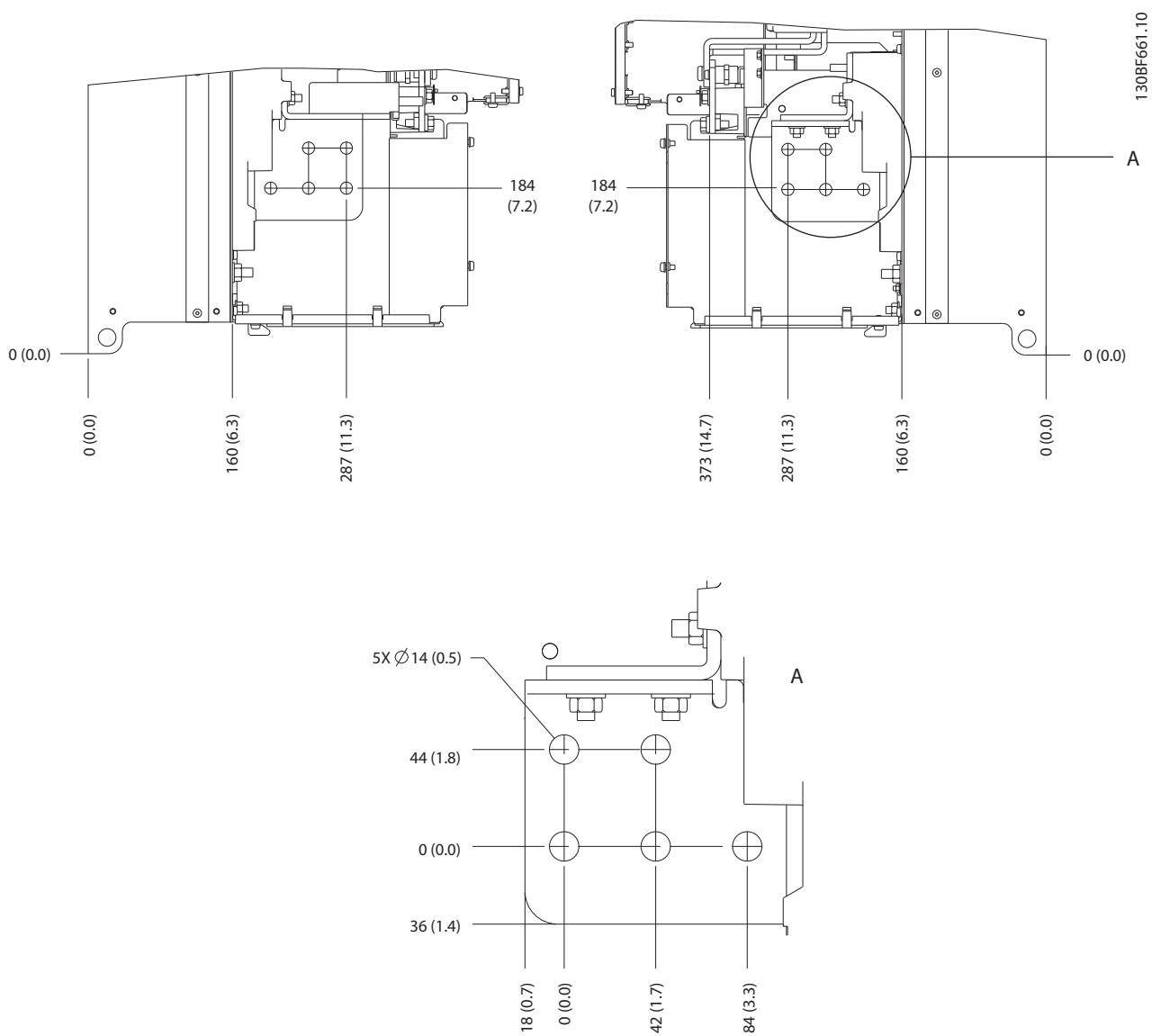
Ilustração 8.85 Terminação de blindagem de RFI e dimensões da chapa para entrada de cabos do E3h

8.11.2 Dimensões do Terminal E3h



|   |                                      |   |  |
|---|--------------------------------------|---|--|
| 1 | Terminais da rede elétrica           | 3 | Terminais do motor                                 |
| 2 | Terminais do freio ou de regeneração | 4 | Terminais de ponto de aterramento, porcas M8 e M10 |

Ilustração 8.86 Dimensões do Terminal E3h (vista frontal)



8

Ilustração 8.87 Dimensões de rede elétrica motor e ponto de aterramento do E3h (vista lateral)

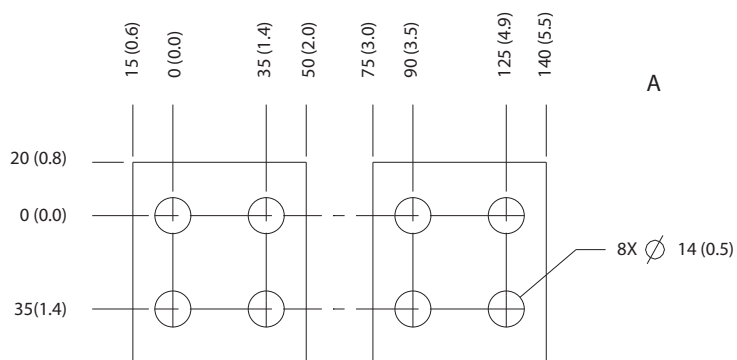
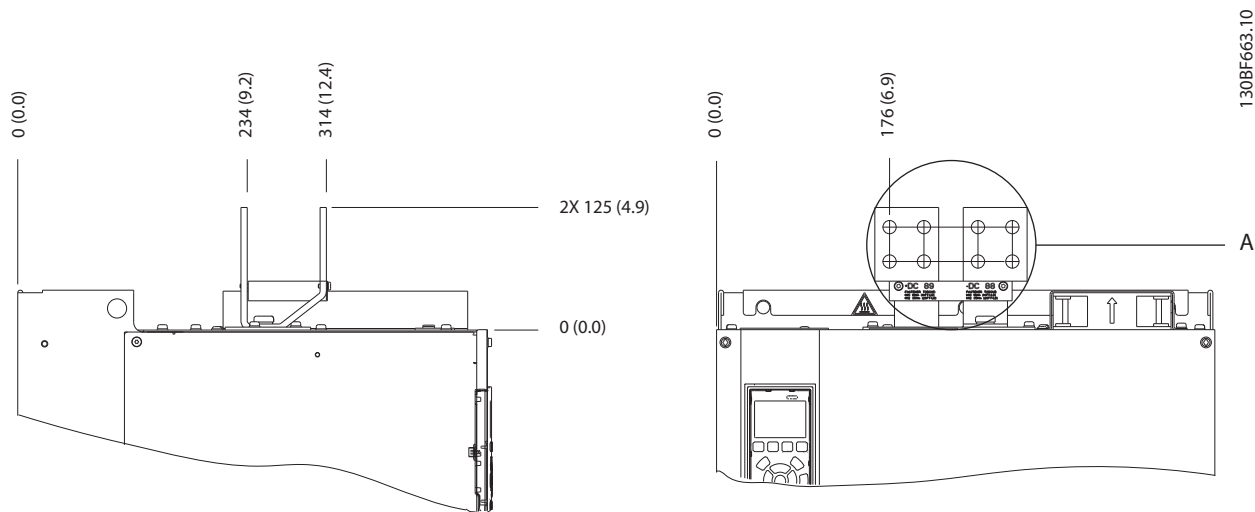
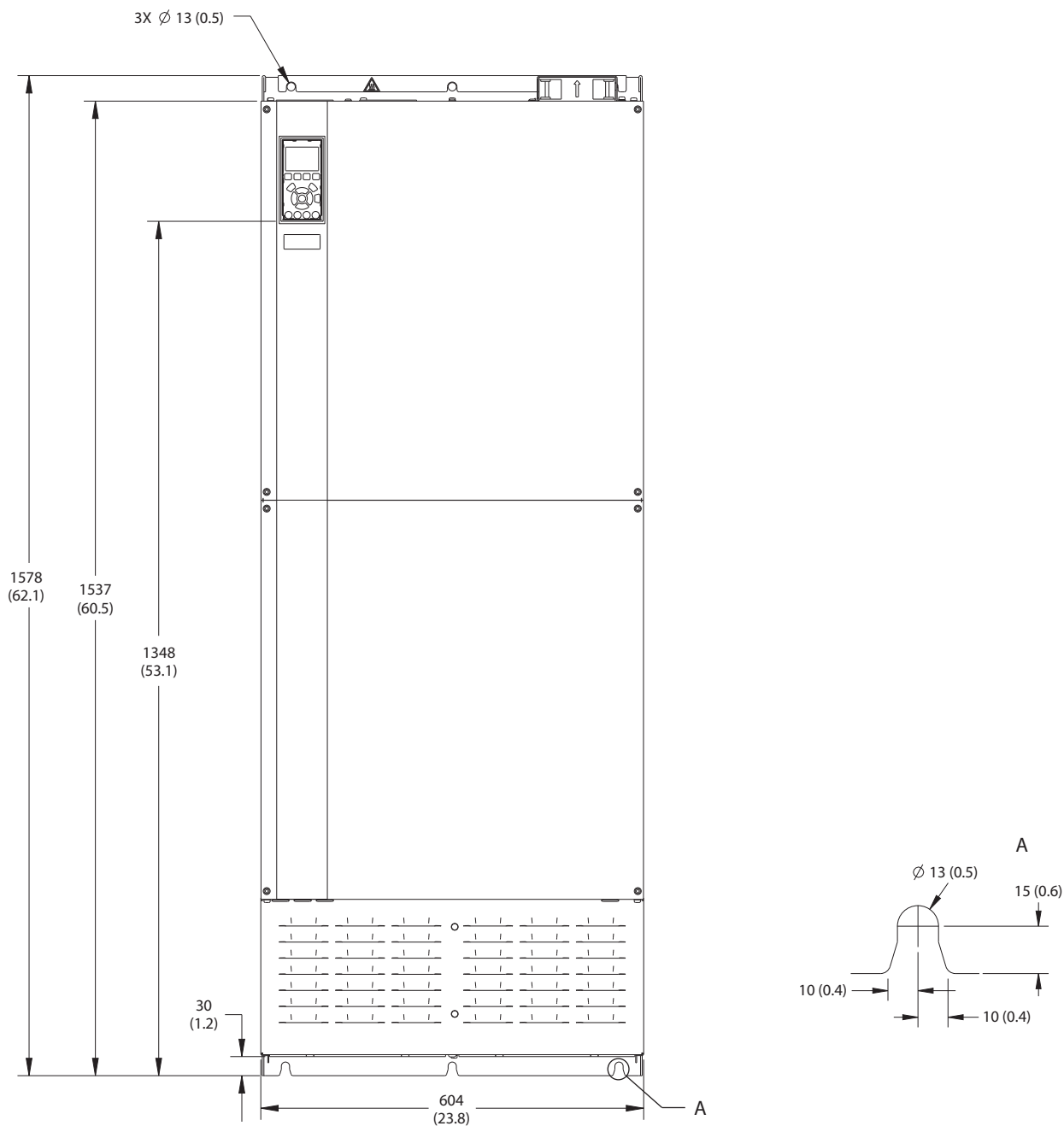


Ilustração 8.88 Dimensões de terminal de regeneração/divisão da carga do E3h

8.12 E4h Dimensões externas e do terminal

8.12.1 Dimensões Externas do E4h



130BF664.10

8

Ilustração 8.89 Vista frontal do E4h

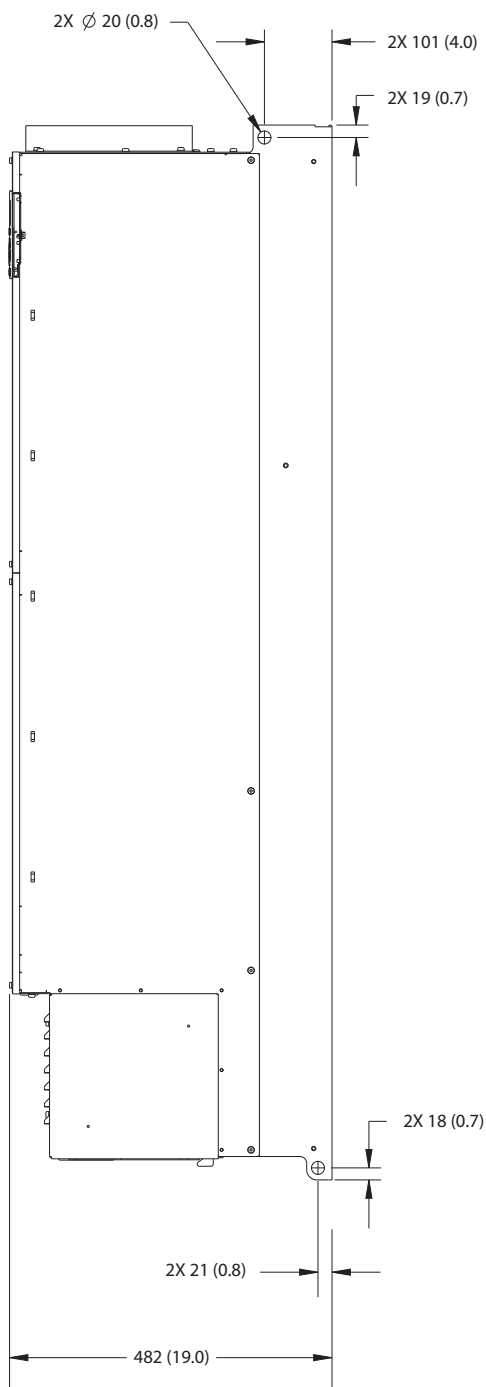
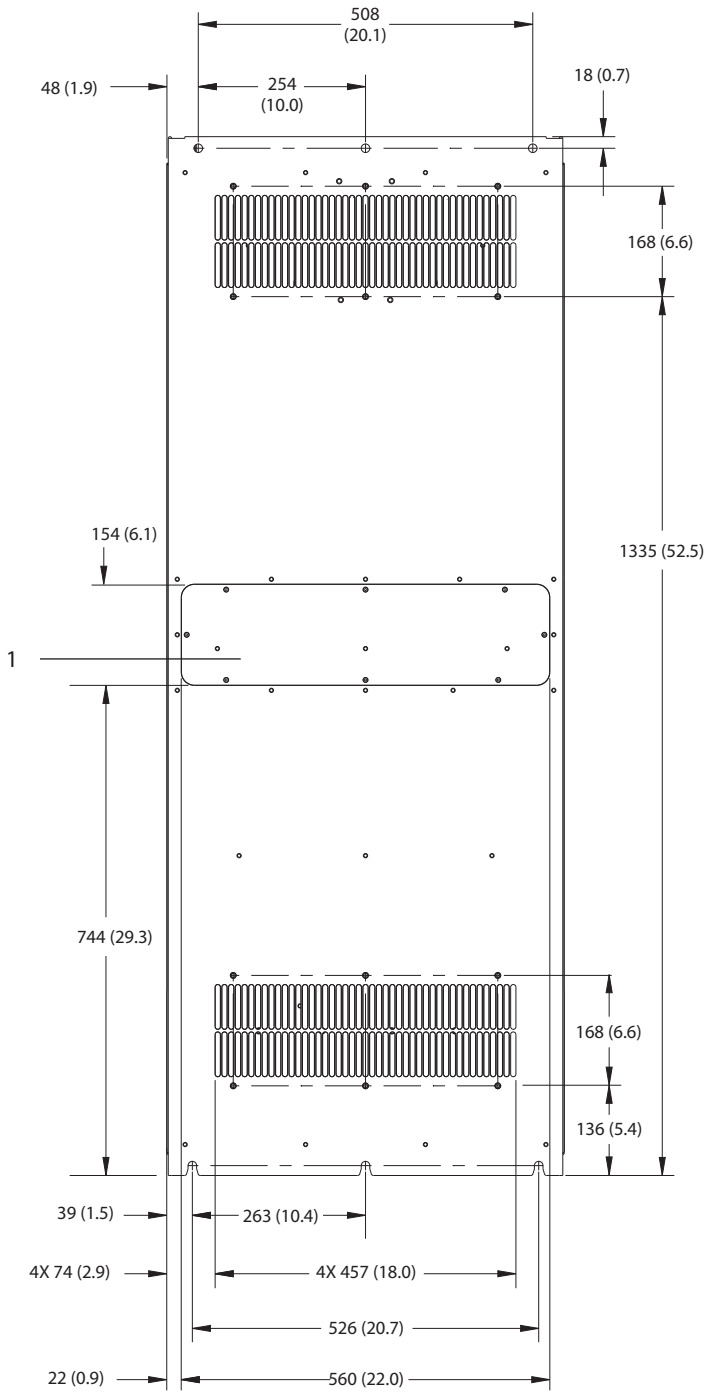


Ilustração 8.90 Vista lateral do E4h

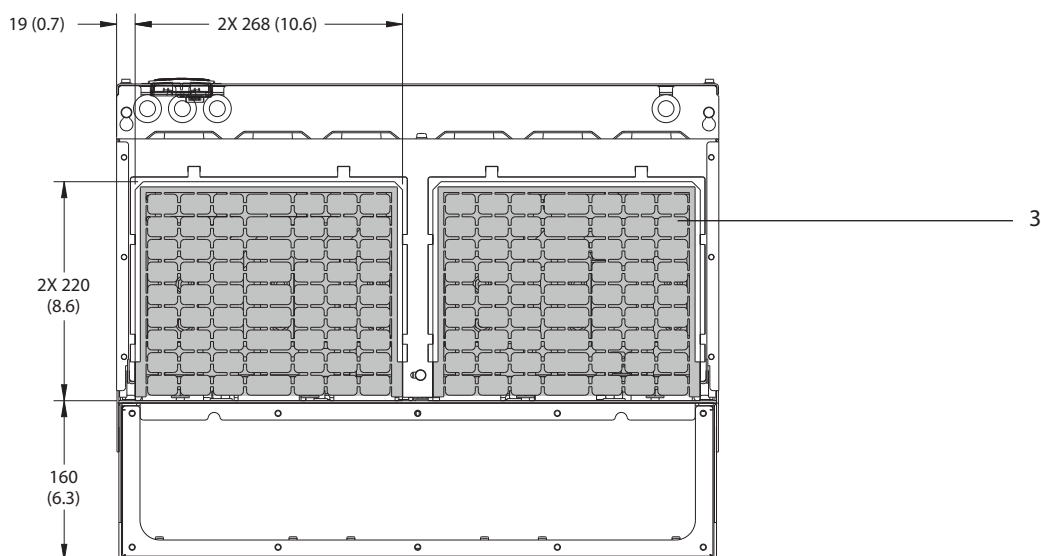
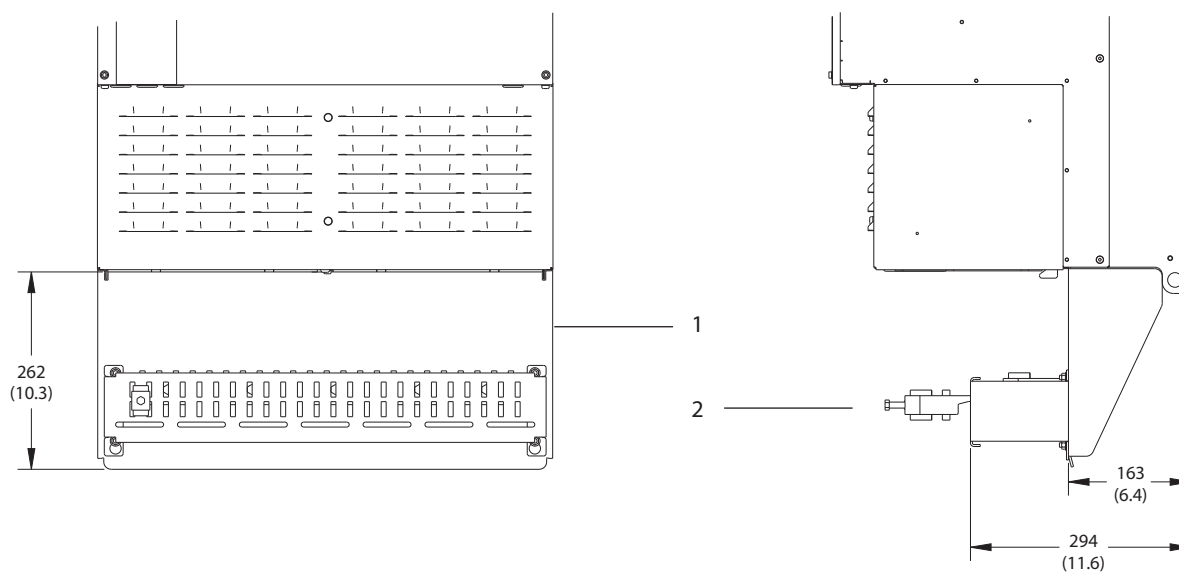
8



|   |  |
|---|--|
| 1 | Painel de acesso ao dissipador de calor (opcional) |
|---|--|

Ilustração 8.91 Vista traseira do E4h

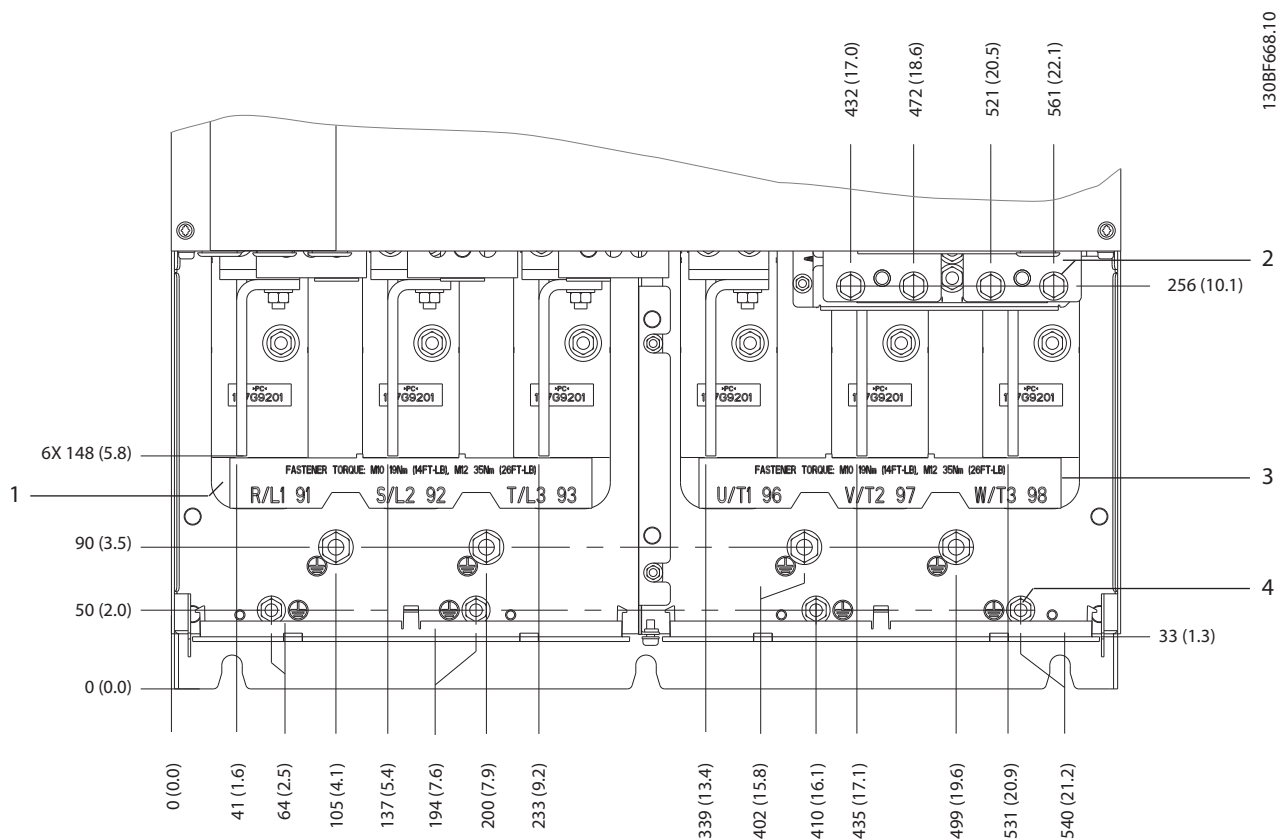




|   |   |
|---|---|
| 1 | Terminação de blindagem de RFI (padrão com opcional de RFI) |
| 2 | Cabo/braçadeira de EMC                                      |
| 3 | Chapa para entrada de cabos                                 |

Ilustração 8.92 Terminação de blindagem de RFI e dimensões da chapa para entrada de cabos do E4h

8.12.2 Dimensões do Terminal E4h



|   |                                      |   |  |
|---|--------------------------------------|---|--|
| 1 | Terminais da rede elétrica           | 3 | Terminais do motor                                 |
| 2 | Terminais do freio ou de regeneração | 4 | Terminais de ponto de aterramento, porcas M8 e M10 |

Ilustração 8.93 Dimensões do Terminal E4h (vista frontal)

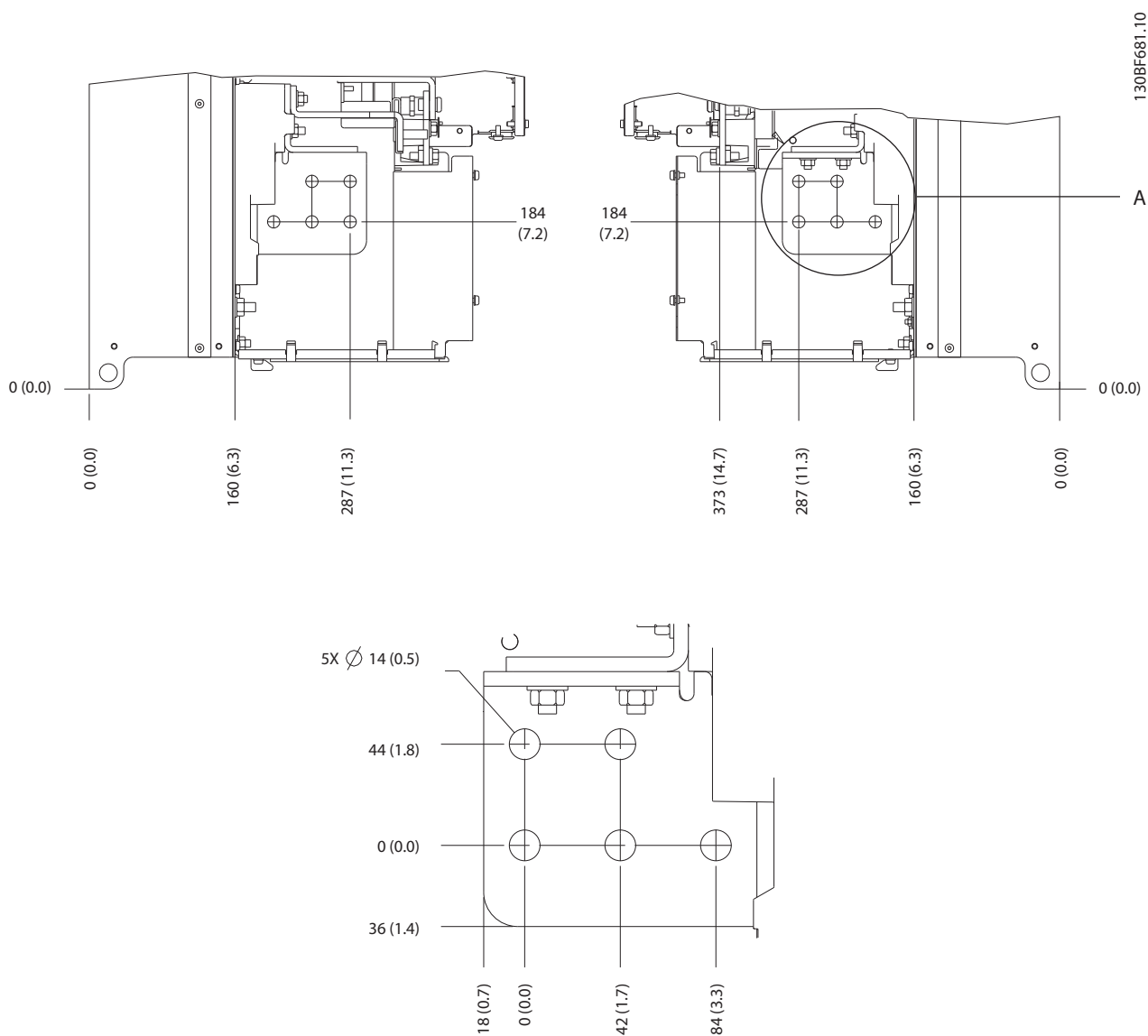
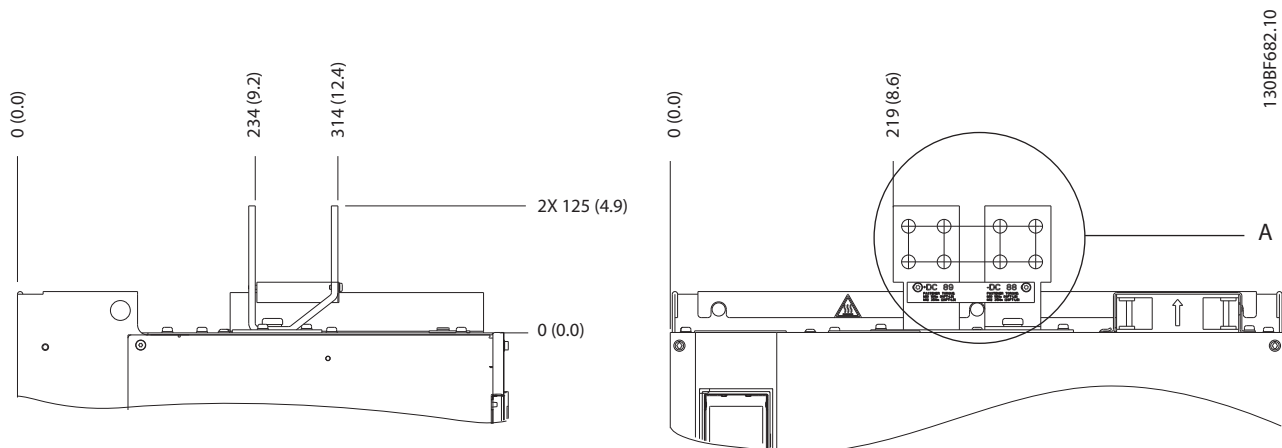


Ilustração 8.94 Dimensões de rede elétrica, motor e terminal do ponto de aterramento E4h (visão lateral)



8

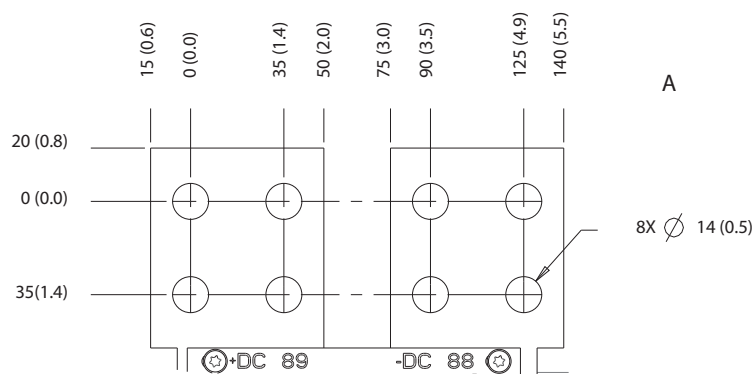


Ilustração 8.95 Dimensões de terminal de regeneração/divisão da carga do E4h

## 9 Considerações de instalação mecânica

### 9.1 Armazenagem

Armazene o conversor em local seco. Mantenha o equipamento selado em sua embalagem até a instalação. Consulte *capítulo 7.5 Condições ambiente* para obter a temperatura ambiente recomendada.

Formação periódica (carregamento do capacitor) não é necessário durante a armazenagem a menos que a armazenagem exceder 12 meses.

### 9.2 Elevando a unidade

Sempre levante o conversor usando os olhais de elevação dedicados. Use uma barra para evitar curvar os orifícios para içamento.

#### **ADVERTÊNCIA**

##### **RISCO FERIMENTOS OU MORTE**

Obedeça as normas de segurança locais para elevação de grandes pesos. Se as regulamentações e as normas de segurança locais não forem seguidas, o resultado poderá ser morte ou ferimentos graves.

- Assegure que o equipamento de elevação esteja em condição de trabalho apropriada.
- Consulte *capítulo 4 Visão Geral do Produto* para obter o peso dos diferentes tamanhos de gabinete metálico.
- Diâmetro máximo da barra: 20 mm (0,8 pol).
- O ângulo do topo do conversor até o cabo de elevação: 60° ou maior.

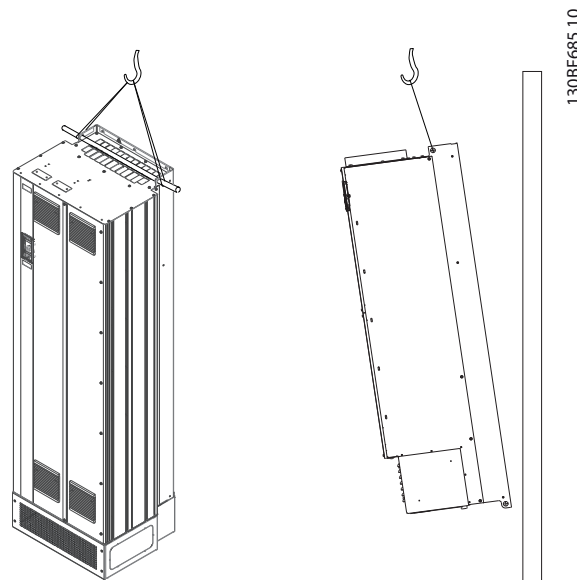


Ilustração 9.1 Método de Elevação Recomendado

### 9.3 Ambiente Operacional

Em ambientes com gotículas, partículas ou gases corrosivos em suspensão no ar, garanta que as características nominais de IP/tipo do equipamento é compatível com a instalação ambiente. Para obter especificações relacionadas às condições ambiente, consulte *capítulo 7.5 Condições ambiente*.

#### **AVISO!**

##### **CONDENSAÇÃO**

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

**AVISO!****CONDIÇÕES AMBIENTE EXTREMAS**

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

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

**9.3.1 Gases**

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

**9.3.2 Poeira**

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

**Manutenção periódica**

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

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

**Ventiladores de resfriamento**

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

**9.3.3 Atmosferas Potencialmente Explosivas****▲ADVERTÊNCIA****ATMOSFERA EXPLOSIVA**

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

Sistemas operados em atmosferas potencialmente explosivas devem atender condições especiais. A diretiva UE 94/9/EC (ATEX 95) classifica a operação de dispositivos eletrônicos em atmosferas potencialmente explosivas.

- A classe D especifica que se ocorrer uma faísca, ela é contida em uma área protegida.
- A Classe E proíbe qualquer ocorrência de faísca.

**Motores com classe de proteção**

Não exige aprovação. Fiação e restrição especiais são necessários.

**Motores com proteção classe E**

Quando combinado com um dispositivo de monitoramento PTC aprovado por ATEX, como o VLT® PTC Thermistor Card MCB 112, a instalação não precisa da aprovação individual de uma organização aprovada.

**Motores com proteção classes D/E**

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

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

- Motores com classe de proteção de ignição D ou E.
- Sensor de temperatura do PTC para monitorar a temperatura do motor.
- Cabos de motor curtos.
- Filtros de saída de onda senoidal quando cabos de motor blindados não são utilizados.

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

Conversores com o opcional VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 são certificados pelo 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 de instalação específicas de montagem em parede ou 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 parede/painel elétrico | Montagem em pedestal (independente) |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|
| D1h      | X                                  | X                                   |
| D2h      | X                                  | X                                   |
| D3h      | X <sup>1)</sup>                    | –                                   |
| D4h      | X <sup>1)</sup>                    | –                                   |
| D5h      | –                                  | X                                   |
| D6h      | –                                  | X                                   |
| D7h      | –                                  | X                                   |
| D8h      | –                                  | X                                   |
| E1h      | –                                  | X                                   |
| E2h      | –                                  | X                                   |
| E3h      | X <sup>2)</sup>                    | –                                   |
| E4h      | X <sup>2)</sup>                    | –                                   |

Tabela 9.1 Configurações de montagem

1) A montagem em parede é possível, mas a Danfoss recomenda que o conversor seja montado em painel dentro de um gabinete devido às suas características nominais de proteção.

2) O conversor pode ser montado nas seguintes configurações:

- Verticalmente na placa traseira do painel.
- Verticalmente de cabeça para baixo na placa traseira do painel. Entre em contato com o fabricante,
- Horizontalmente pela parte traseira, montado na placa traseira do painel. Entre em contato com o fabricante,
- Horizontalmente pela parte lateral, montado no chão do painel. Entre em contato com o fabricante,

### Considerações da montagem:

- Posicione a unidade o mais próximo possível do motor. Consulte para obter o comprimento de cabo de motor máximo.
- Garanta a estabilidade da unidade, montando-a em uma superfície sólida.
- Confirme que o local de montagem suporta o peso da unidade.
- Garanta que há espaço suficiente em volta da unidade para o resfriamento adequado. Consulte *capítulo 5.13 Visão geral do resfriamento do canal traseiro*.

- Garanta acesso suficiente para abrir a porta.
- Garanta a entrada de cabo pela parte inferior.

## 9.5 Refrigeração

### AVISO!

Montagem inadequada pode resultar em superaquecimento e desempenho reduzido. Para montagem adequada, consulte *capítulo 9.4 Configurações de montagem*.

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

O conversor utiliza um conceito de refrigeração do canal traseiro que remove o ar de resfriamento do dissipador de calor. O ar de refrigeração do dissipador de calor transporta aproximadamente 90% do calor para fora 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!

Para gabinetes E3h e E4h (IP20/Chassi), pelo menos 1 ventilador de porta é exigido no gabinete para remover o calor não contido no canal traseiro do conversor. Ele também remove qualquer perda adicional gerada por outros componentes dentro do conversor. Para selecionar o tamanho de ventilador adequado, calcule o fluxo de ar total exigido.

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

| Chassi | Ventilador de porta/<br>ventilador de topo<br>[m³/h (cfm)] | Ventilador do dissipador<br>de calor<br>[m³/h (cfm)] |
|--------|--|--|
| D1h    | 102 (60)   | 420 (250)  |
| D2h    | 204 (120)  | 840 (500)  |
| D3h    | 102 (60)   | 420 (250)  |
| D4h    | 204 (120)  | 840 (500)  |
| D5h    | 102 (60)   | 420 (250)  |
| D6h    | 102 (60)   | 420 (250)  |
| D7h    | 204 (120)  | 840 (500)  |
| D8h    | 204 (120)  | 840 (500)  |

Tabela 9.2 Vazão de ar para D1h-D8h

| Chassi | Ventilador de porta/<br>ventilador de topo<br>[m³/h (cfm)] | Ventilador do dissipador<br>de calor<br>[m³/h (cfm)] |
|--------|--|--|
| E1h    | 510 (300)  | 994 (585)  |
| E2h    | 552 (325)  | 1053-1206 (620-710)                                  |
| E3h    | 595 (350)  | 994 (585)  |
| E4h    | 629 (370)  | 1053-1206 (620-710)                                  |

Tabela 9.3 Vazão de ar para E1h-E4h

9

## 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.

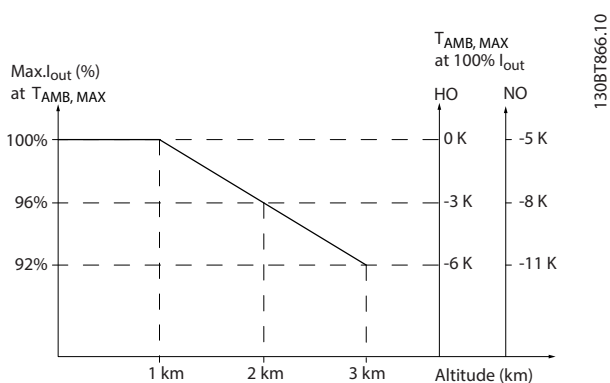
#### Aplicações de torque variável (quadrático)

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 9.2*.



**Ilustração 9.2 Derating da corrente de saída baseada na altitude a  $T_{AMB, MAX}$**

A *Ilustração 9.2* 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 e frequência de chaveamento

**AVISO!**

**DERATING DE FÁBRICA**

Os conversores Danfoss já possuem derate para a temperatura operacional (55 °C (131 °F)  $T_{AMB,MAX}$  e 50 °C (122 °F)  $T_{AMB,AVG}$ ).

Use os gráficos em *Tabela 9.4* para *Tabela 9.5* para determinar se a corrente de saída deve sofrer o derate com base na frequência de chaveamento e na temperatura ambiente. Ao consultar os gráficos,  $I_{saída}$  indica a porcentagem da corrente de saída nominal, e  $f_{sw}$  indica a frequência de chaveamento.

| Gabinete                            | Padrão de chaveamento | Sobrecarga alta HO, 150% | Sobrecarga normal NO, 110% |
|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------|
| D1h-D8h<br>N90 a N250<br>380-480 V  | 60 AVM                |                          |                            |
|                                     | SFAVM                 |                          |                            |
| E1h-E4h<br>N315 a N500<br>380-480 V | 60 AVM                |                          |                            |
|                                     | SFAVM                 |                          |                            |

Tabela 9.4 Tabelas de derating para conversores com valores nominais de 380-480 V



| Gabinete                            | Padrão de chaveamento | Sobrecarga alta HO, 150%  | Sobrecarga normal NO, 110%   |
|-------------------------------------|-----------------------|---|--|
| D1h-D8h<br>N55K a N315<br>525-690 V | 60 AVM                | <p>Graph showing derating curves for 60 AVM under 150% HO. The y-axis is I<sub>out</sub> [%] (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 60 °C (142 °F). The 60 °C curve is labeled 130BX481.11.</p>     | <p>Graph showing derating curves for 60 AVM under 110% NO. The y-axis is I<sub>out</sub> [%] (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 55 °C curve is labeled 130BX482.11.</p>                    |
|                                     | SFAVM                 | <p>Graph showing derating curves for SFAVM under 150% HO. The y-axis is I<sub>out</sub> [%] (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 55 °C curve is labeled 130BX483.11.</p>      | <p>Graph showing derating curves for SFAVM under 110% NO. The y-axis is I<sub>out</sub> [%] (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 55 °C curve is labeled 130BX484.11.</p>     |
| E1h-E4h<br>N355 a N710<br>525-690 V | 60 AVM                | <p>Graph showing derating curves for 60 AVM under 150% HO. The y-axis is I<sub>out</sub> [%] (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 60 °C (142 °F). The 60 °C curve is labeled 130BX489.11.</p> | <p>Graph showing derating curves for 60 AVM under 110% NO. The y-axis is I<sub>out</sub> [%] (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 55 °C curve is labeled 130BX490.11.</p>                |
|                                     | SFAVM                 | <p>Graph showing derating curves for SFAVM under 150% HO. The y-axis is I<sub>out</sub> [%] (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 55 °C curve is labeled 130BX491.11.</p>  | <p>Graph showing derating curves for SFAVM under 110% NO. The y-axis is I<sub>out</sub> [%] (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 55 °C curve is labeled 130BX492.11.</p> |

Tabela 9.5 Tabelas de derating para conversores com valores nominais de 525-690 V

## 10 Considerações de instalação elétrica

### 10.1 Instruções de Segurança

Ver *capítulo 2 Segurança* para obter 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

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

térmica do motor entre o conversor e o motor é necessário para aplicações com vários motores.

- É necessário um fusível de entrada para fornecer proteção contra curto-circuito e proteção de sobrecorrente. Se os fusíveis não forem fornecidos de fábrica, devem ser fornecidos pelo instalador. Consulte as características nominais dos fusíveis em *capítulo 10.5 Fusíveis e Disjuntores*.

##### Tipos e características nominais dos fios

- Toda a fiação deverá estar em conformidade com as regulamentações locais e nacionais com relação à seção transversal e aos requisitos de temperatura ambiente.
- Recomendação de fio de conexão de energia: Fio de cobre com classificação mínima de 75 °C (167 °F).

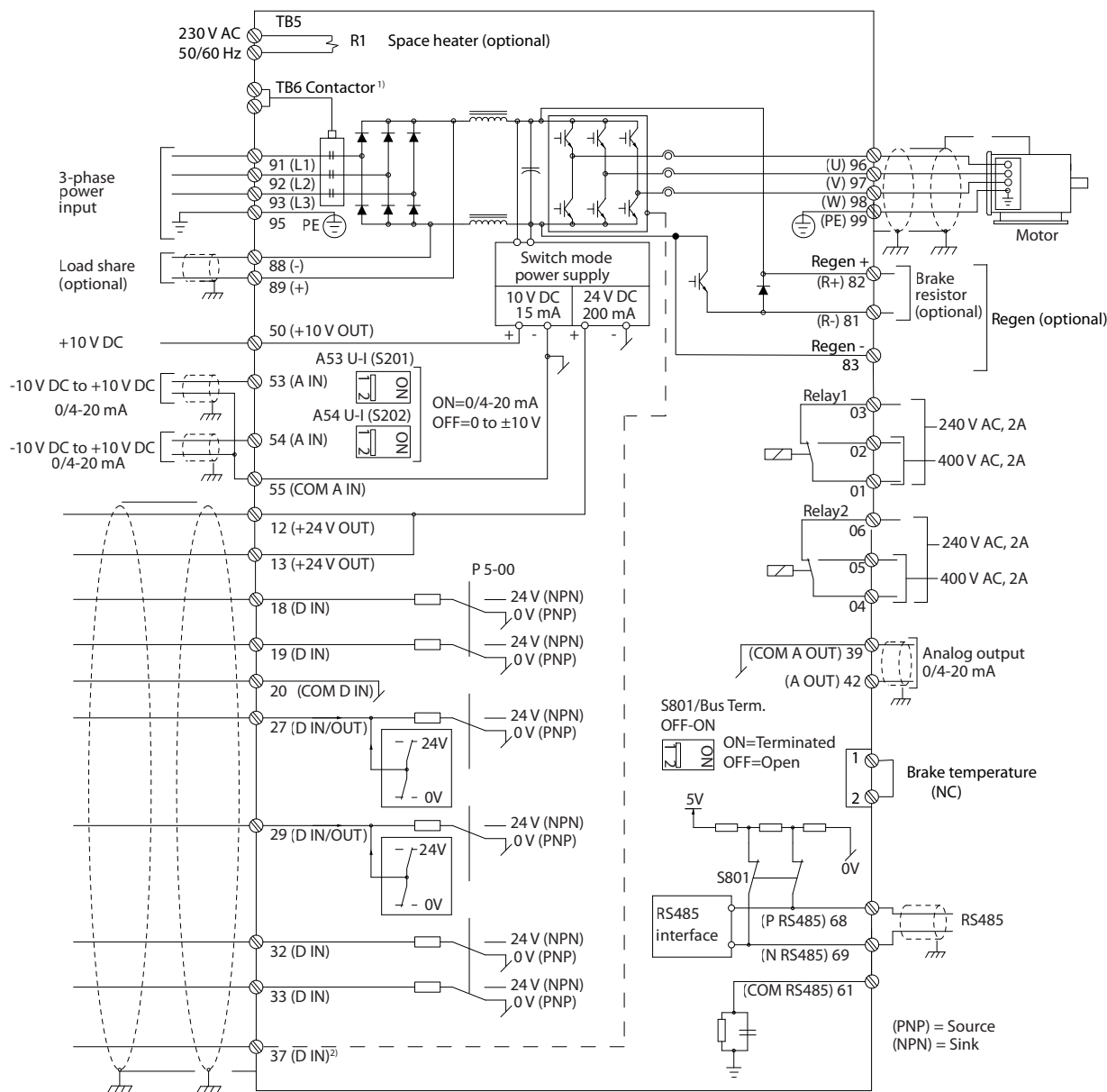
Para obter tamanhos e tipos de fio recomendados, consulte *capítulo 7.6 Especificações de Cabo*.

#### **⚠️ 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



e30bf11.12

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 VLT® FC Series - 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*. Para o dimensionamento correto de comprimento e seção transversal dos cabos de motor, consulte *capítulo 7.1 Dados elétricos, 380–480 V* e *capítulo 7.2 Dados elétricos, 525–690 V*.

Para a proteção do conversor, use os fusíveis recomendados a menos que a unidade possua fusíveis integrados. Os fusíveis recomendados estão listados em *capítulo 10.15 Instalação compatível com EMC*. 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.

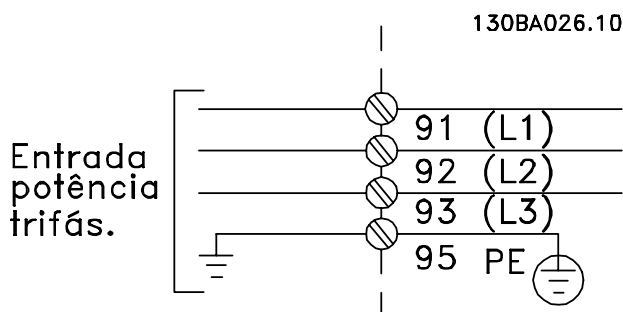
**10**


Ilustração 10.2 Conexões do cabo de energia

#### **AVISO!**

O cabo de motor deve ser blindado/reforçado. Se um cabo não blindado/não reforçado for usado, alguns requisitos de EMC não serão cumpridos. Use um cabo de motor blindado/reforçado para estar em conformidade com as especificações de emissão EMC. Para obter mais informações, consulte *capítulo 10.15 Instalação compatível com EMC*.

#### Blindagem de cabos

Evite a instalação com extremidades de blindagem torcidas (rabichos). Elas diminuem o efeito de blindagem em frequências mais altas. Se for necessário romper a blindagem para instalar um isolador ou contator do motor, 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) utilizando os dispositivos de instalação dentro do conversor.

#### Comprimento de cabo e seção transversal

O conversor foi testado para EMC com um determinado comprimento de cabo. Mantenha o cabo de 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 juntos com filtros de onda senoidal para reduzir o ruído acústico de um motor, a frequência de chaveamento deve ser definida de acordo com as instruções em *parâmetro 14-01 Switching Frequency*.

| Terminal | 96 | 97 | 98 | 99               |  |
|----------|----|----|----|------------------|--|
| -        | U  | V  | W  | PE <sup>1)</sup> | Tensão do motor 0–100% da tensão de rede. 3 fios fora do motor.                        |
| -        | U1 | V1 | W1 | PE <sup>1)</sup> | Conectado em delta.<br>6 fios saem do motor.   |
| -        | W2 | U2 | V2 |                  |  |
| -        | U1 | V1 | W1 | PE <sup>1)</sup> | U2, V2, W2 ligados em Estrela<br>U2, V2, e W2 devem ser interconectados separadamente. |

Tabela 10.1

1) Conexão do terra protegida

#### **AVISO!**

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

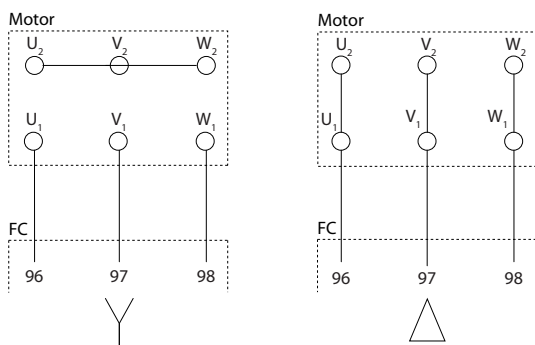


Ilustração 10.3 Conexão do cabo de motor

### 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 10.2 Terminais do barramento CC

### 10.3.3 Load Sharing

O Load Sharing compartilha os circuitos intermediários CC de vários conversores. Para uma visão geral, consulte capítulo 5.11 *Visão geral da divisão da carga*.

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

| Terminal | Função       |
|----------|--------------|
| 88, 89   | Load Sharing |

Tabela 10.3 Terminais de Load Sharing

O cabo de conexão deve ser blindado e o comprimento máximo do conversor até o barramento CC está 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 10.4 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 computador pessoal

Para controlar o conversor a partir 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 meio da interface RS485. Para obter mais informações sobre RS485, consulte a seção de instalação e setup do RS485 no *VLT® AQUA Drive FC 202, Guia de Design 355–1400 kW*.

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

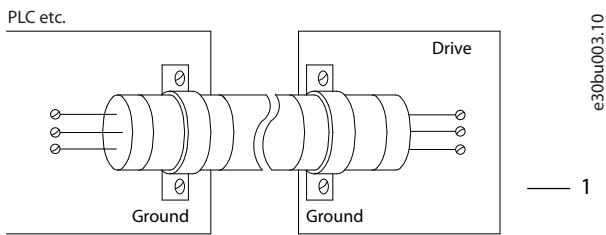
Para evitar danos ao controlador do host USB através da blindagem do cabo USB, siga as recomendações de terra descritas no *Guia de Operação*.

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 terra. Também não é recomendável usar um cabo de energia do PC com um plugue de aterramento quando o PC estiver conectado ao conversor através de um cabo USB. Essas recomendações reduzem a diferença de potencial terra, mas não eliminam todas as diferenças de potencial devido ao ponto de aterramento e à blindagem conectados na porta USB do PC.

### 10.4 Terminais e fiação de controle

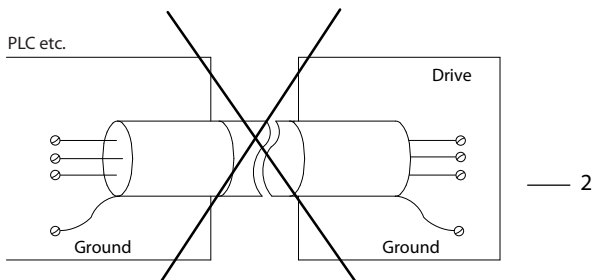
Os cabos de controle devem ser blindados, e a blindagem deve ser conectada com uma braçadeira de cabo em ambas as extremidades do gabinete metálico da unidade.

Para obter informações sobre o correto aterramento dos cabos de controle, consulte *Ilustração 10.4*.

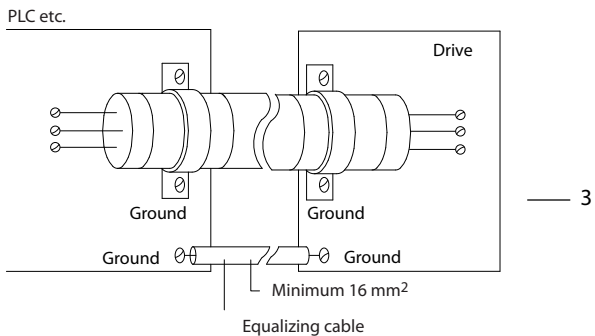


e30bu003.10

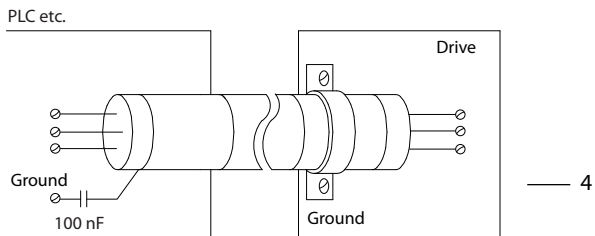
— 1



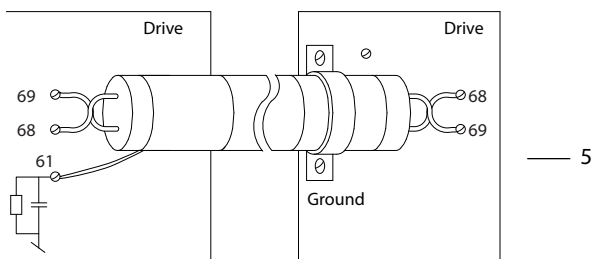
— 2



— 3



— 4



— 5

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

Ilustração 10.4 Exemplos de aterramento

### 10.4.1 Roteamento do Cabo de Controle

Fixe e direcione todos os fios de controle conforme mostrado em *Ilustração 10.5*. Lembre-se de conectar as blindagens apropriadamente para garantir imunidade elétrica ótima.

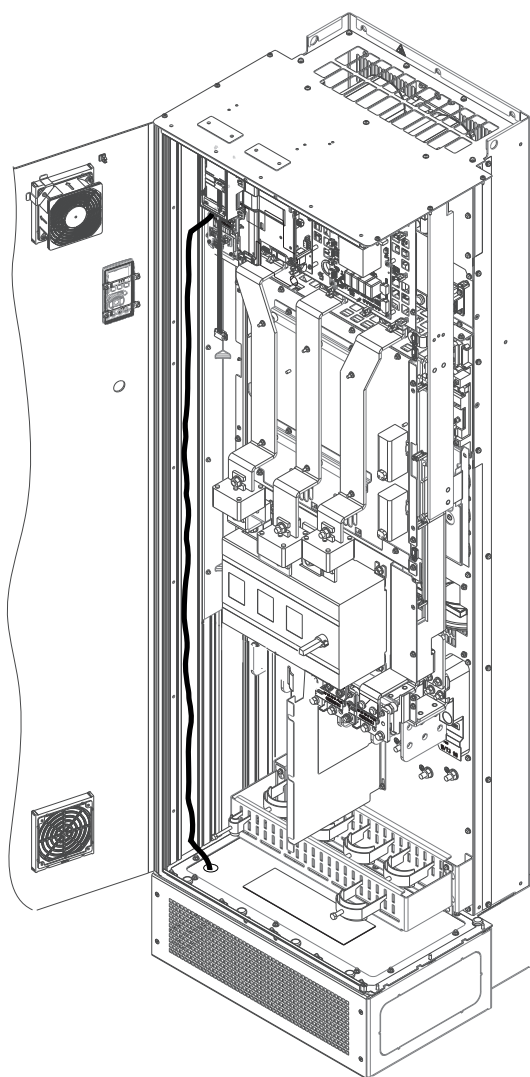
- Isole a fiação de controle dos cabos de alta potência.
- Quando o conversor estiver conectado a um termistor, garanta que a fiação de controle do termistor seja blindada e com isolamento reforçado/duplo. Recomenda-se uma tensão de alimentação de 24 V CC.

#### 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 o *Ilustração 10.5*.

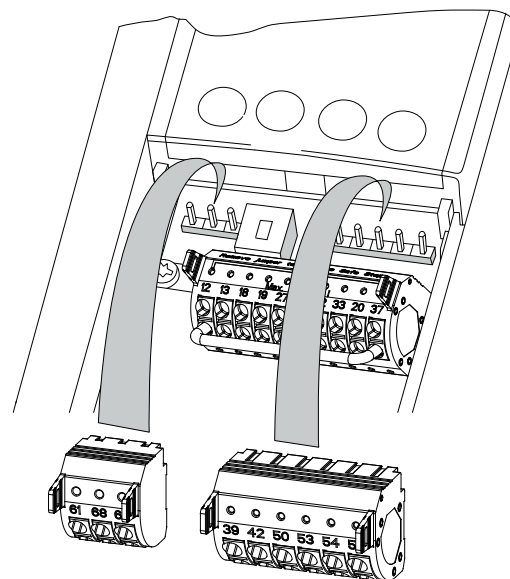
|   |   |
|---|---|
| 1 | Os cabos de controle e os cabos de comunicação serial devem ser fixados com braçadeiras de cabo nas duas extremidades a fim de garantir o melhor contato elétrico possível. |
| 2 | Não use cabos com extremidades torcidas (rabichos). Elas aumentam a impedância da blindagem em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





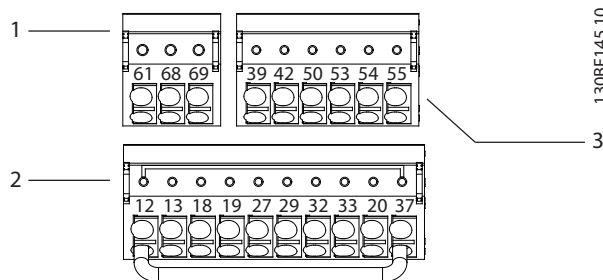
E30BF888.10

Ilustração 10.5 Percurso da fiação do cartão de controle para o E1h. Mesmo percurso de roteamento para gabinetes E2h e D1h–D8h.



130BF144.10

Ilustração 10.6 Localizações dos terminais de controle



130BF145.10

10

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

Ilustração 10.7 Números dos terminais localizados nas buchas

### 10.4.2 Terminais de Controle

A Ilustração 10.6 mostra as buchas removíveis do conversor. As funções do terminal e configurações padrão são resumidas em Tabela 10.5 – Tabela 10.7.

| 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*<br>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*<br>Config Port de Com | –                   |  |

Tabela 10.5 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.  |
| 18       | Parâmetro 5-10<br>Terminal 18<br>Digital Input | [8] Partida                    | Entradas digitais.   |
| 19       | Parâmetro 5-11<br>Terminal 19<br>Digital Input | [10] Reversão                  |  |
| 32       | Parâmetro 5-14<br>Terminal 32<br>Digital Input | [0] Sem operação               |  |
| 33       | Parâmetro 5-15<br>Terminal 33<br>Digital Input | [0] Sem operação               |  |
| 27       | Parâmetro 5-12<br>Terminal 27<br>Digital Input | [2] Parada por inércia inversa | Para entrada digital ou saída digital. Configuração padrão é entrada.  |
| 29       | Parâmetro 5-13<br>Terminal 29<br>Digital Input | [14] JOG                       |  |
| 20       | –  | –                              | Comum para entradas digitais e potencial de 0 V para alimentação de 24 V.  |
| 37       | –  | STO                            | Quando não estiver usando o recurso STO opcional, um fio de jumper deve ser colocado entre o terminal 12 (ou 13) e o terminal 37. Este setup permite que o conversor opere com valores de programação padrão de fábrica. |

Tabela 10.6 Descrição dos terminais de entrada/saída digital

| Terminal | Parâmetro do                                   | Configuração padrão | Descrição  |
|----------|--|---------------------|--|
| 39       | –  | –                   | Comum para saída analógica.  |
| 42       | Parâmetro 6-50<br>Terminal 42<br>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. |
| 53       | Grupo do parâmetro 6-1*<br>Entrada analógica 1 | Referência          | Entrada analógica. Para tensão ou corrente. Interruptores A53 e A54 selecione mA ou V.       |
| 54       | Grupo do parâmetro 6-2*<br>Entrada analógica 2 | Feedback            |  |
| 55       | –  | –                   | Comum para entrada analógica.  |

Tabela 10.7 Descrição dos terminais de entrada/saída analógica

## Terminais do relé

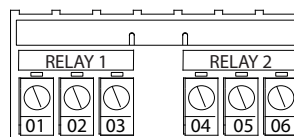


Ilustração 10.8 Terminais dos relés 1 e 2

- Relés 1 e 2. A localização depende da configuração do conversor. Consulte o *guia de operação*.
- Terminais no equipamento integrado opcional. Consulte as instruções fornecidas com o opcional do equipamento.

| Terminal   | Parâmetro do                            | Configuração padrão | Descrição   |
|------------|---|---------------------|---|
| 01, 02, 03 | Parâmetro 5-40<br>Function Relay<br>[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<br>Function Relay<br>[1] | [0] Sem operação    |   |

Tabela 10.8 Descrições do terminal de relé

## 10.5 Fusíveis e Disjuntores

Os fusíveis garantem que possíveis danos ao conversor sejam limitados aos danos dentro do conversor. Para garantir a conformidade com EN 50178, use os fusíveis recomendados como substituições. O uso dos fusíveis no lado da alimentação é obrigatório para instalações em conformidade com IEC 60364 (CE) e NEC 2009 (UL).

### Fusíveis D1h–D8h recomendados

Fusíveis tipo aR são recomendados para gabinetes D1h–D8h. Consulte o *Tabela 10.9*.

| Modelo | 380–480 V | 525–690 V |
|--------|-----------|-----------|
| N75K   | –         | ar-160    |
| N90K   | –         | ar-315    |
| N110K  | ar-315    | ar-315    |
| N132   | ar-350    | ar-315    |
| N160   | ar-400    | ar-315    |
| N200   | ar-500    | ar-550    |
| N250   | ar-630    | ar-550    |
| N315   | ar-800    | ar-550    |
| N400   | –         | ar-550    |

Tabela 10.9 Tamanho dos fusíveis de potência/com semicondutor D1h–D8h

| Modelo | Opcionais de fusível |             |            |          |               |                |                         |                                   |
|--------|----------------------|-------------|------------|----------|---------------|----------------|-------------------------|-----------------------------------|
|        | Bussman              | Littelfuse  | Littelfuse | Bussmann | Siba          | Ferraz-Shawmut | Ferraz-Shawmut (Europa) | Ferraz-Shawmut (América do norte) |
| N110   | 170M2619             | LA50QS300-4 | L50S-300   | FWH-300A | 20 189 20.315 | A50QS300-4     | 6,9URD31D08A0315        | A070URD31KI0315                   |
| N132   | 170M2620             | LA50QS350-4 | L50S-350   | FWH-350A | 20 189 20.350 | A50QS350-4     | 6,9URD31D08A0350        | A070URD31KI0350                   |
| N160   | 170M2621             | LA50QS400-4 | L50S-400   | FWH-400A | 20 189 20.400 | A50QS400-4     | 6,9URD31D08A0400        | A070URD31KI0400                   |
| N200   | 170M4015             | LA50QS500-4 | L50S-500   | FWH-500A | 20 610 31.550 | A50QS500-4     | 6,9URD31D08A0550        | A070URD31KI0550                   |
| N250   | 170M4016             | LA50QS600-4 | L50S-600   | FWH-600A | 20 610 31.630 | A50QS600-4     | 6,9URD31D08A0630        | A070URD31KI0630                   |
| N315   | 170M4017             | LA50QS800-4 | L50S-800   | FWH-800A | 20 610 31.800 | A50QS800-4     | 6,9URD32D08A0800        | A070URD31KI0800                   |

Tabela 10.10 Opcionais de fusíveis de potência/com semicondutor D1h–D8h, 380–480 V

| Modelo | Bussmann | Siba          | Ferraz-Shawmut Europeu | Ferraz-Shawmut da América do Norte |
|--------|----------|---------------|------------------------|------------------------------------|
| N75K   | 170M2616 | 20 610 31.160 | 6,9URD30D08A0160       | A070URD30KI0160                    |
| N90K   | 170M2619 | 20 610 31.315 | 6,9URD31D08A0315       | A070URD31KI0315                    |
| N110K  | 170M2619 | 20 610 31.315 | 6,9URD31D08A0315       | A070URD31KI0315                    |
| N132   | 170M2619 | 20 610 31.315 | 6,9URD31D08A0315       | A070URD31KI0315                    |
| N160   | 170M2619 | 20 610 31.315 | 6,9URD31D08A0315       | A070URD31KI0315                    |
| N200   | 170M4015 | 20 620 31.550 | 6,9URD32D08A0550       | A070URD32KI0550                    |
| N250   | 170M4015 | 20 620 31.550 | 6,9URD32D08A0550       | A070URD32KI0550                    |
| N315   | 170M4015 | 20 620 31.550 | 6,9URD32D08A0550       | A070URD32KI0550                    |
| N400   | 170M4015 | 20 620 31.550 | 6,9URD32D08A0550       | A070URD32KI0550                    |

Tabela 10.11 Opcionais de fusíveis de potência/com semicondutor D1h–D8h, 525–690 V

| Bussmann   | Características nominais |
|------------|--------------------------|
| LPJ-21/25P | 2,5 A, 600 V             |

Tabela 10.12 Recomendação de fusível do aquecedor elétrico para D1h–D8h

Se o conversor não for fornecido com uma desconexão, contator ou disjuntor de rede elétrica, as características nominais de corrente de curto-circuito (SCCR) dos conversores serão de 100.000 A em todas as tensões (380–690 V).

Se o conversor for fornecido com uma desconexão de rede elétrica, a SCCR do conversor será de 100.000 A em todas as tensões (380–690 V).

Se o conversor for fornecido com um disjuntor, a SCCR depende da tensão. Consulte o *Tabela 10.13*.

| Gabinete | 415 V     | 480 V     | 600 V    | 690 V    |
|----------|-----------|-----------|----------|----------|
| D6h      | 120.000 A | 100.000 A | 65.000 A | 70.000 A |
| D8h      | 100.000 A | 100.000 A | 42.000 A | 30.000 A |

**Tabela 10.13 D6h e D8h fornecidos com um disjuntor**

Se o conversor for fornecido com um opcional somente contator e possuir um fusível externo de acordo com o *Tabela 10.14*, a SCCR do conversor será a seguinte:

| Gabinete                             | 415 V<br>IEC <sup>1)</sup> | 480 V<br>UL <sup>2)</sup> | 600 V<br>UL <sup>2)</sup> | 690 V<br>IEC <sup>1)</sup> |
|--------------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| D6h                                  | 100.000 A                  | 100.000 A                 | 100.000 A                 | 100.000 A                  |
| D8h (não incluindo o modelo N315 T4) | 100.000 A                  | 100.000 A                 | 100.000 A                 | 100.000 A                  |
| D8h (Somente o modelo N315 T4)       | 100.000 A                  | Consulte o fabricante     | Não aplicável             | Não aplicável              |

**Tabela 10.14 D6h e D8h fornecidos com um contator**

<sup>1)</sup> Com um fusível Bussmann tipo LPJ-SP ou Gould Shawmut tipo AJT. Tamanho máximo de fusível de 450 A para D6h e de 900 A para D8h.

<sup>2)</sup> Deve-se usar fusíveis de derivação classe J ou L para aprovação UL. Tamanho máximo de fusível de 450 A para D6h e de 600 A para D8h.

### Fusíveis recomendados para E1h–E4h

Os fusíveis listados em *Tabela 10.15* são adequados para uso em um circuito capaz de fornecer 100.000 A<sub>rms</sub> (simétrico), dependendo das características nominais de tensão do conversor. Com o fusível adequado, as características nominais da corrente de curto-circuito (SCCR) do conversor são de 100.000 A<sub>rms</sub>. Os conversores E1h e E2h são fornecidos com fusíveis internos para atender ao SCCR de 100 kA e para cumprir os requisitos do conversor UL 61800-5-1. Os conversores E3h e E4h devem ser fornecidos com fusíveis tipo aR para estarem em conformidade com a SCCR de 100 kA.

| Tensão de entrada (V) | Número da solicitação de pedido Bussmann |
|-----------------------|--|
| 380–480               | 170M7309                                 |
| 525–690               | 170M7342                                 |

**Tabela 10.15 Opcionais de fusível para E1h–E4h**

| Bussmann   | Características nominais |
|------------|--------------------------|
| LPJ-21/2SP | 2,5 A, 600 V             |

**Tabela 10.16 Recomendação de fusível do aquecedor elétrico para E1h–E2h**

## AVISO!

### CHAVE DE DESCONEXÃO

Todas as unidades encomendadas e fornecidas com chave de desconexão instalada de fábrica exigem um circuito de derivação classe L com fusíveis para atender o SCCR de 100 kA do conversor. Se for usado um disjuntor, as características nominais de SCCR são de 42 kA. A tensão de entrada e o valor nominal da potência do conversor determinam o fusível Classe L específico. A tensão de entrada e o valor nominal da potência são encontrados na plaqueta de identificação do produto. Para obter mais informações sobre a plaqueta de identificação, consulte o *guia de operação*.

| Tensão de entrada (V) | Valor nominal da potência [kW (hp)] | Características nominais de curto-circuito (A) | Proteção necessária         |
|-----------------------|-------------------------------------|--|-----------------------------|
| 380–480               | 355–450 (500–600)                   | 42000  | Disjuntor                   |
|                       |                                     | 100000   | Fusível de classe L, 800 A  |
| 380–480               | 500–560 (650–750)                   | 42000  | Disjuntor                   |
|                       |                                     | 100000   | Fusível de classe A, 1200 A |
| 525–690               | 450–630 (450–650)                   | 40000  | Disjuntor                   |
|                       |                                     | 100000   | Fusível de classe L, 800 A  |
| 525–690               | 710–800 (750–950)                   | 42000  | Disjuntor                   |
|                       |                                     | 100000   | Fusível de classe A, 1200 A |

## 10.6 Motor

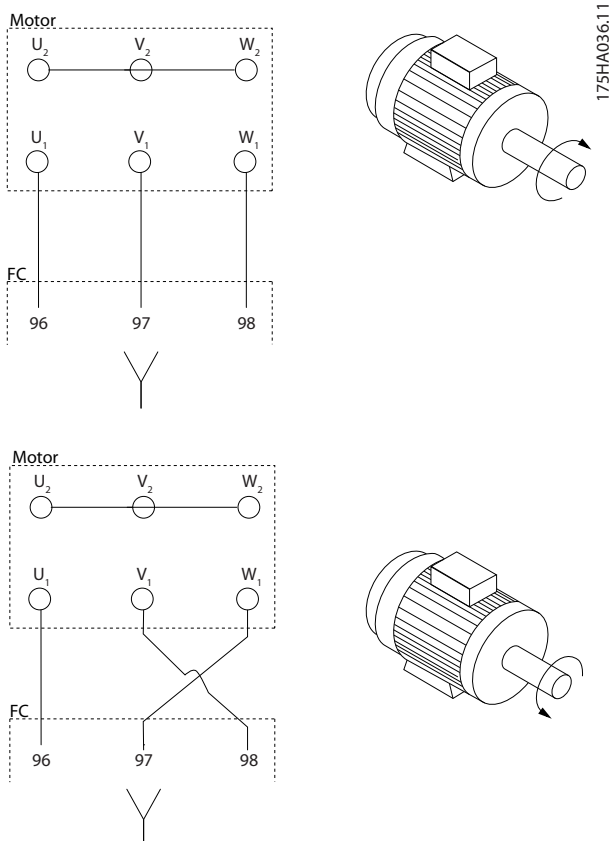
Qualquer motor padrão assíncrono trifásico pode ser usado com um conversor.

| Terminal | Função               |
|----------|----------------------|
| 96       | U/T1                 |
| 97       | V/T2                 |
| 98       | W/T3                 |
| 99       | Ponto de aterramento |

**Tabela 10.17** 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 de motor ou alterando a configuração de *parâmetro 4-10 Motor Speed Direction*.

A verificação da rotação do motor pode ser realizada utilizando o *parâmetro 1-28 Motor Rotation Check* e seguindo a configuração mostrada em *Ilustração 10.9*.



**Ilustração 10.9** Alterar a rotação do motor

### 10.6.1 Proteção térmica do motor

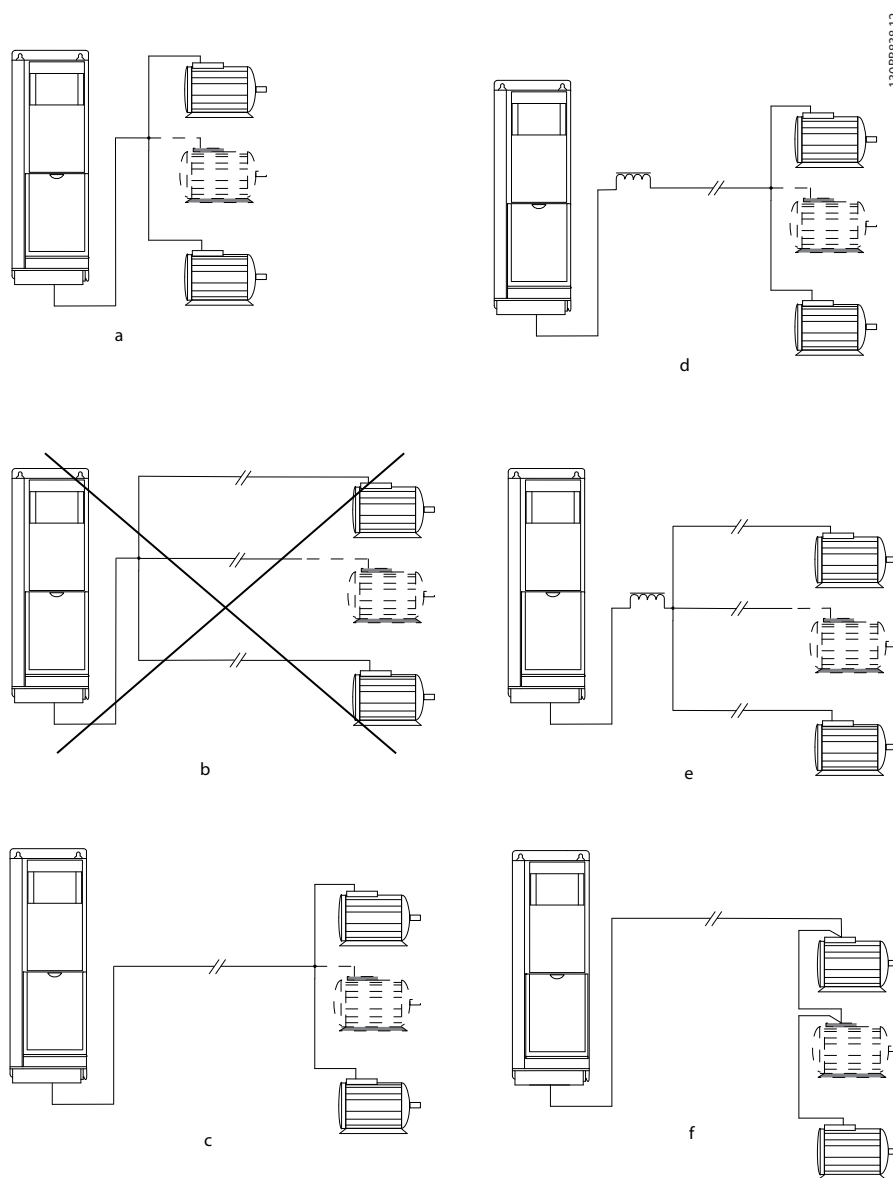
O relé térmico eletrônico no conversor recebeu aprovação UL para proteção de sobrecarga de motor único, quando *parâmetro 1-90 Motor Thermal Protection* estiver programado para *Desarme por ETR* e *parâmetro 1-24 Motor Current* estiver programado para a corrente nominal do motor (veja a plaqueta de identificação 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.

### 10.6.2 Conexão de Motores em Paralelo

O conversor pode controlar vários motores conectados em paralelo. Para saber as diferentes configurações de motores conectados em paralelo, consulte *Ilustração 10.10*.

Ao utilizar uma conexão do motor paralela, observe os seguintes pontos:

- Executar aplicações com motores paralelos em modo U/F (volts por hertz).
- O modo VVC<sup>+</sup> pode ser utilizado em algumas aplicações.
- O consumo total de corrente dos motores não pode exceder a corrente de saída nominal  $I_{INV}$  do conversor.
- Podem surgir problemas na partida e em baixos valores de rpm se os tamanhos dos motores forem muito diferentes, pois a resistência ôhmica relativamente alta do estator de um motor pequeno requer tensão mais alta na partida e em baixos valores de rpm.
- O relé térmico eletrônico (ETR) do conversor não pode ser usado como proteção de sobrecarga do motor. Providencie mais proteção de sobrecarga do motor incluindo termistores em cada enrolamento do motor ou relés térmicos individuais.
- Quando motores forem ligados em paralelo, o par. *parâmetro 1-02 Flux Motor Feedback Source* não pode ser usado e o par. *parâmetro 1-01 Motor Control Principle* deve ser programado para [0] U/f.



10

|   |  |
|---|--|
| A | As instalações com cabos conectados em um ponto comum, como mostrado em A e B, são recomendadas apenas para comprimentos de cabo curtos.   |
| B | Observe o comprimento de cabo de motor máximo especificado em <i>capítulo 7.6 Especificações de Cabo</i> .   |
| C | O comprimento de cabo de 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) cada. |
| D | Considere queda de tensão nos cabos de motor.  |
| E | Considere queda de tensão nos cabos de motor.  |
| F | O comprimento de cabo de motor total especificado em <i>capítulo 7.6 Especificações de Cabo</i> é válido desde que os cabos paralelos sejam mantidos com menos de 10 m (32 pés) cada.        |

Ilustração 10.10 Diferentes conexões paralelas de motores

### 10.6.3 Isolação do Motor

Para comprimentos de cabo de motor menores ou iguais ao comprimento de cabo máximo indicado em *capítulo 7.6 Especificações de Cabo*, utilize as características nominais de isolamento de motor mostradas em *Tabela 10.18*. Se um motor tiver características nominais de isolamento inferiores, a Danfoss recomenda usar filtro dU/dt ou filtro de onda senoidal.

| Tensão de rede nominal     | Isolamento do motor        |
|----------------------------|----------------------------|
| $U_N \leq 420$ V           | $U_{LL}$ padrão=1300 V     |
| $420$ V < $U_N \leq 500$ V | $U_{LL}$ reforçado=1600 V  |
| $500$ V < $U_N \leq 600$ V | Reforçado $U_{LL}$ =1800 V |
| $600$ V < $U_N \leq 690$ V | Reforçado $U_{LL}$ =2000 V |

Tabela 10.18 Características nominais do isolamento do motor

### 10.6.4 Correntes de Mancal do Motor

Para eliminar correntes de mancal circulares em todos os motores instalados com o conversor, instale mancais NDE isolados (na extremidade oposta ao conversor). Para minimizar as correntes do mancal e eixo DE (extremidade do conversor), garanta o aterramento adequado do conversor, do motor, da máquina acionada e do motor da máquina acionada.

#### Estratégias de atenuação padrão:

- Utilize um mancal isolado.
- Siga os procedimentos de instalação corretos.
  - Certifique-se de que o motor e a carga do motor estão alinhados.
  - Siga a orientação de instalação de EMC.
  - Reforce o PE de modo que a impedância de alta frequência seja inferior no PE do que nos cabos condutores de energia de entrada
  - Garanta uma boa conexão de alta frequência entre o motor e o conversor. Utilize um cabo blindado com conexão de 360° no motor e no conversor.
  - Certifique-se de que a impedância do conversor para o ponto de aterramento do prédio é menor que a impedância de aterramento da máquina. Esse procedimento pode ser difícil para bombas.
  - Faça uma conexão do terra direta entre o motor e a carga do motor.
- Diminua a frequência de chaveamento do IGBT.
- Modifique a forma de onda do inversor, 60° AVM vs. SFAVM.

- Instale um sistema de aterramento do eixo ou utilize um acoplamento isolante
- Aplique graxa lubrificante que seja condutiva.
- Se possível, utilize as configurações de velocidade mínima.
- Tente garantir que a tensão de rede fique balanceada em relação ao terra. Esse procedimento pode ser difícil para IT, TT, TN-CS ou sistemas de fase aterrada.
- Use um filtro de onda senoidal ou dU/dt.

## 10.7 Frenagem

### 10.7.1 Seleção do resistor de frenagem

Em certas aplicações, como o sistema de ventilação de um túnel ou de estações ferroviárias subterrâneas, é desejável fazer o motor parar mais rapidamente do que se é feito pelo controle de desaceleração ou rotação livre. Nessas aplicações, normalmente uma frenagem dinâmica com resistor de frenagem é usada. Utilizar um resistor de frenagem garante que a energia seja absorvida no resistor e não no 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 10.11* 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 de frenagem em s (do tempo de ciclo)

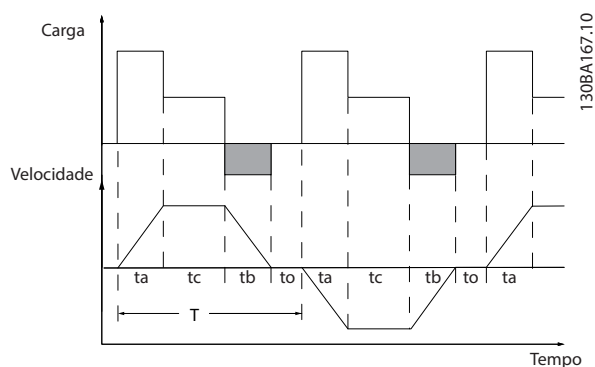


Ilustração 10.11 Ciclo de frenagem típico

|   | Modelo   |          |          |          |          |          |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|   | N110K    | N132     | N160     | N200     | N250     | N315     |
| Tempo de ciclo (s)                            | 600      | 600      | 600      | 600      | 600      | 600      |
| Ciclo útil da frenagem com torque 100%        | Contínua | Contínua | Contínua | Contínua | Contínua | Contínua |
| Ciclo útil da frenagem com torque de 150/160% | 10%      | 10%      | 10%      | 10%      | 10%      | 10%      |

Tabela 10.19 Capacidade de frenagem do D1h–D8h, 380–480 V

|  |                       | Modelo |      |      |      |      |
|--|-----------------------|--------|------|------|------|------|
|  |                       | N355   | N400 | N450 | N500 | N560 |
| Frenagem nominal<br>[45 °C (113 °F)]       | Tempo de ciclo (s)    | 600    | 600  | 600  | 600  | 600  |
|  | Corrente (%)          | 100    | 70   | 62   | 56   | 80   |
|  | Tempo de frenagem (s) | 240    | 240  | 240  | 240  | 240  |
| Frenagem de sobrecarga<br>[45 °C (113 °F)] | Tempo de ciclo (s)    | 300    | 300  | 300  | 300  | 300  |
|  | Corrente (%)          | 136    | 92   | 81   | 72   | 107  |
|  | Tempo de frenagem (s) | 30     | 30   | 30   | 30   | 30   |
| Frenagem nominal<br>[25 °C (77 °F)]        | Tempo de ciclo (s)    | 600    | 600  | 600  | 600  | 600  |
|  | Corrente (%)          | 100    | 92   | 81   | 89   | 80   |
|  | Tempo de frenagem (s) | 240    | 240  | 240  | 240  | 240  |
| Frenagem de sobrecarga<br>[25 °C (77 °F)]  | Tempo de ciclo (s)    | 300    | 300  | 300  | 300  | 300  |
|  | Corrente (%)          | 136    | 113  | 100  | 72   | 107  |
|  | Tempo de frenagem (s) | 30     | 10   | 10   | 30   | 30   |

Tabela 10.20 Capacidade de frenagem do E1h–E4h, 380–480 V

|   | Modelo |      |       |      |      |      |      |      |      |
|---|--------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
|   | N75K   | N90K | N110K | N132 | N160 | N200 | N250 | N315 | N400 |
| Tempo de ciclo (s)                            | 600    | 600  | 600   | 600  | 600  | 600  | 600  | 600  | 600  |
| Ciclo útil da frenagem com torque 100%        | 40     | 40   | 40    | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   |
| Ciclo útil da frenagem com torque de 150/160% | 10     | 10   | 10    | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   |

Tabela 10.21 Capacidade de frenagem do D1h–D8h, 525–690 V



|  |                       | Modelo |      |      |      |      |      |
|--|-----------------------|--------|------|------|------|------|------|
|  |                       | N450   | N500 | N560 | N630 | N710 | N800 |
| Frenagem nominal<br>[45 °C (113 °F)]       | Tempo de ciclo (s)    | 600    | 600  | 600  | 600  | 600  | 600  |
|  | Corrente (%)          | 89     | 79   | 63   | 63   | 71   | 63   |
|  | Tempo de frenagem (s) | 240    | 240  | 240  | 240  | 240  | 240  |
| Frenagem de sobrecarga<br>[45 °C (113 °F)] | Tempo de ciclo (s)    | 300    | 300  | 300  | 300  | 300  | 300  |
|  | Corrente (%)          | 113    | 100  | 80   | 80   | 94   | 84   |
|  | Tempo de frenagem (s) | 30     | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   |
| Frenagem nominal<br>[25 °C (77 °F)]        | Tempo de ciclo (s)    | 600    | 600  | 600  | 600  | 600  | 60   |
|  | Corrente (%)          | 89     | 79   | 63   | 63   | 71   | 63   |
|  | Tempo de frenagem (s) | 240    | 240  | 240  | 240  | 240  | 240  |
| Frenagem de sobrecarga<br>[25 °C (77 °F)]  | Tempo de ciclo (s)    | 300    | 300  | 300  | 300  | 300  | 300  |
|  | Corrente (%)          | 113    | 100  | 80   | 80   | 94   | 84   |
|  | Tempo de frenagem (s) | 30     | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   |

Tabela 10.22 Capacidade de frenagem do E1h-E4h, 525-690 V

Danfoss oferece resistores do freio 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

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

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

| Tensão                  | Freio ativo | Advertência antes de desativar | Desativar (desarme) |
|-------------------------|-------------|--------------------------------|---------------------|
| 380-480 V <sup>1)</sup> | 810 V       | 828 V                          | 855 V               |
| 525-690 V               | 1084 V      | 1109 V                         | 1130 V              |

Tabela 10.23 FC 102 Limites do freio

1) Dependente do tamanho da potência

**AVISO!**

Verifique se o resistor do frenagem pode processar uma tensão de 410 V, 820 V, 850 V, 975 V ou 1130 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 o torque de frenagem mais alto ( $M_{br(\%)}$ ) de 150%. A fórmula pode ser escrita como:

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

O  $\eta_{motor}$  está tipicamente em 0,90  
 $\eta_{VLT}$  é tipicamente 0,98.

Para conversores de 200 V, 480 V, 500 V e 600 V,  $R_{rec}$  em 160% do torque 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 de frenagem do resistor selecionada não deve ser mais alta do que a Danfoss recomenda. Os tamanhos de gabinete E1h-E4h contêm 1 circuito de frenagem.

10

**AVISO!**

Se houver um curto-circuito no transistor do freio, ou ocorrer uma falha de aterramento no módulo de frenagem ou na fiação, a dissipação de energia no resistor de frenagem só é evitada com o uso de um interruptor de rede elétrica ou um contator para desconectar a rede elétrica do conversor, ou um contato no circuito do freio. 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/depois da frenagem. Não colocar o resistor de frenagem adequadamente em um local seguro pode resultar em ferimentos graves ou danos à propriedade.

- Coloque o resistor de frenagem em um ambiente seguro, longe de objetos inflamáveis e contato acidental.

**10.7.2 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.

**10.8 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 em conformidade com as normas de segurança locais. Em caso de falha de aterramento, uma corrente CC pode ser desenvolvida na corrente com falha. Se forem usados relés RCD, devem ser obedecidas as normas locais. Os relés devem ser apropriados para a proteção de equipamento trifásico com uma ponte retificadora e uma pequena descarga na energização. Consulte *capítulo 10.9 Corrente de Fuga* para mais detalhes.

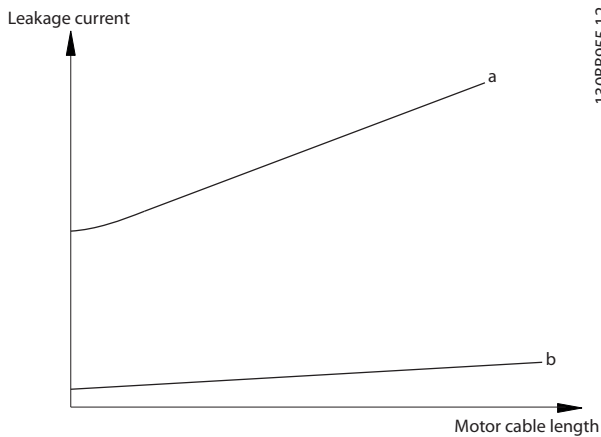
**10.9 Corrente de Fuga**

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:

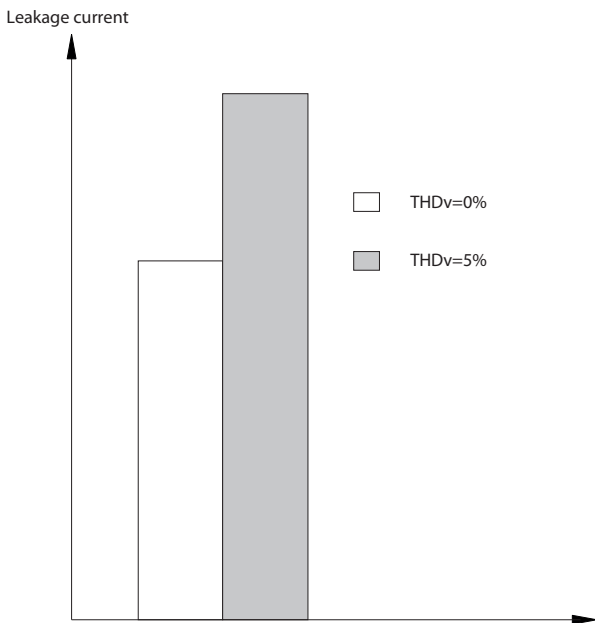
- Filtragem de RFI.
- Comprimento de cabo do motor.
- Blindagem do cabo do motor.
- Potência do conversor.



130BB955.12

**Ilustração 10.12** 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.



130BB956.12

**Ilustração 10.13** A distorção da linha influencia a corrente de fuga

Se a corrente de fuga exceder 3,5 mA, a conformidade com a norma EN/IEC61800-5-1 (padrão de produto do sistema de conversor de potência) exige cuidados especiais.

Reforce o aterramento com os seguintes requisitos de proteção para a conexão do terra:

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

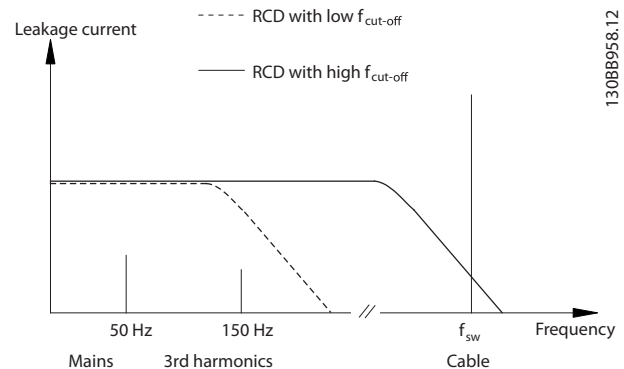
Consulte as normas EN/IEC61800-5-1 e EN 50178 para obter mais informações.

**Usando RCDs**

Quando os dispositivos de corrente residual (RCDs), também conhecidos como disjuntores para a corrente de fuga à terra, forem utilizados, atente-se para o seguinte:

- Use somente RCDs do tipo B, pois eles conseguem detectar correntes CA e CC.
- Use RCDs com retardo para impedir falhas decorrentes de correntes transientes do terra.
- Dimensione RCDs de acordo com a configuração do sistema e as considerações ambientais.

A corrente de fuga inclui várias frequências provenientes da frequência da rede elétrica e da frequência de chaveamento. A frequência de chaveamento é detectada, dependendo do tipo de RCD usado.



130BB958.12

**Ilustração 10.14** Principais contribuições para a corrente de fuga

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

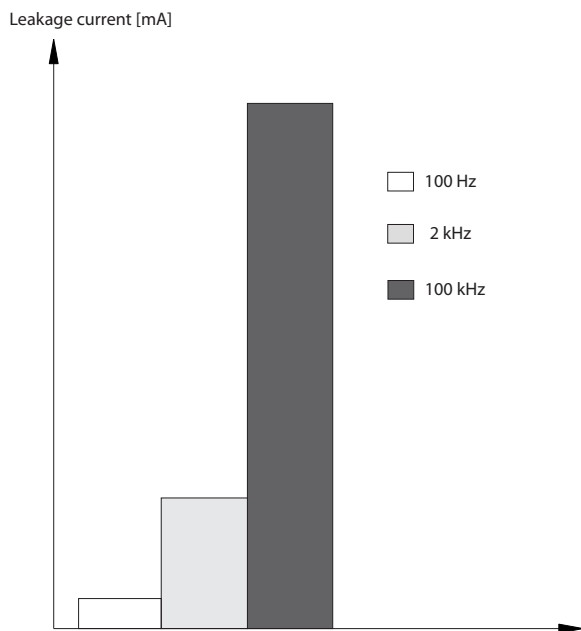


Ilustração 10.15 Influência da frequência de desativação do RCD na corrente de fuga

## 10.10 IT Rede elétrica

### 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 ponto de aterramento, recomenda-se desligar o interruptor de RFI pelo *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, ou se os motores paralelos estiverem conectados, ou se o comprimento de cabo de motor for acima de 25 m (82 pés), a Danfoss recomenda programar *parâmetro 14-50 RFI Filter* para [ON] (Ligado). Consulte também as *Notas de aplicação, VLT® em rede 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.

## 10.11 Eficiência

### Eficiência do conversor ( $\eta_{VLT}$ )

A carga no conversor tem pouco efeito sobre sua eficiência. Em geral, a eficiência é a mesma na frequência nominal do motor  $f_{M,N}$  se o motor fornecer 100% do torque nominal do eixo ou apenas 75%, em caso de cargas parciais.

A eficiência do conversor não muda mesmo se outras características U/f forem selecionadas. Entretanto, as características U/f influem na eficiência do motor.

A eficiência diminui ligeiramente quando a frequência de chaveamento é definida para um valor acima de 5 kHz. A eficiência é reduzida ligeiramente quando a tensão de rede for 480 V, ou se o cabo de motor for mais longo do que 30 m (98 pés).

### Cálculo de eficiência do conversor

Calcule a eficiência do conversor em diferentes velocidades e cargas com base em *Ilustração 10.16*. O fator neste gráfico deve ser multiplicado pelo fator de eficiência específico indicado nas tabelas de especificação no *capítulo 7.1 Dados elétricos, 380-480 V* e no *capítulo 7.2 Dados elétricos, 525-690 V*.

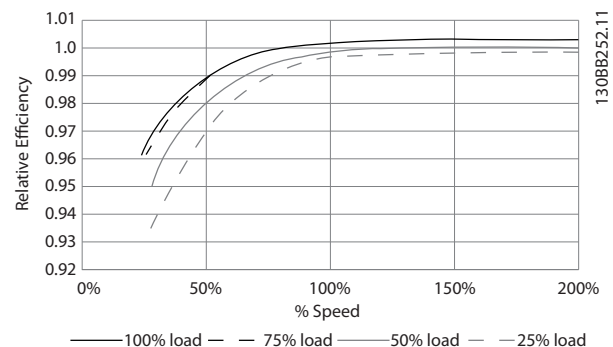


Ilustração 10.16 Curvas de eficiência típicas

Exemplo: Suponha que um conversor de frequência 160 kW, 380-480 V com 25% de carga a uma velocidade de 50%. *Ilustração 10.16* mostra 0,97 - a eficiência nominal para um conversor de 160 kW é 0,98. A eficiência real é:  $0,97 \times 0,98 = 0,95$ .

### Eficiência do motor ( $\eta_{MOTOR}$ )

A eficiência de um motor conectado ao conversor depende do nível de magnetização. Em geral, a eficiência é tão boa quanto com a operação na rede elétrica. A eficiência do motor depende do tipo do motor.

Na faixa de 75-100% do torque nominal, a eficiência do motor é praticamente constante, tanto quando o conversor o controla, quanto quando ele é executado diretamente da rede elétrica.

Nos motores pequenos, a influência da característica U/f sobre a eficiência é marginal. Entretanto, em motores a partir de 11 kW (14,75 hp), as vantagens são significativas.

Normalmente, a frequência de chaveamento não afeta a eficiência de pequenos motores. Os motores a partir de 11 kW (14,75 hp) têm sua eficiência melhorada (1–2%) pois a forma da onda senoidal da corrente do motor é quase perfeita em altas frequências de chaveamento.

#### Eficiência do sistema ( $\eta_{\text{SISTEMA}}$ )

Para calcular a eficiência do sistema, a eficiência do conversor ( $\eta_{\text{VLT}}$ ) é multiplicada pela eficiência do motor ( $\eta_{\text{MOTOR}}$ ):

$$\eta_{\text{SISTEMA}} = \eta_{\text{VLT}} \times \eta_{\text{MOTOR}}$$

## 10.12 Ruído Acústico

O ruído acústico do conversor tem 3 origens:

- Bobinas do circuito intermediário CC.
- Ventiladores internos.
- Bobina do filtro de RFI.

A *Tabela 10.24* 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 |
|---------------------|--|
| D1h/D3h/D5h/D6h     | 73                                     |
| D2h/D4h/D7h/D8h     | 75                                     |
| E1h–E4h             | 80                                     |

**Tabela 10.24** Ruído Acústico

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

Um novo algoritmo de controle do ventilador para tamanhos de gabinete E1h–E4h ajuda a melhorar o desempenho de ruído audível ao permitir que o operador selecione diferentes modos de operação do ventilador em condições específicas. Para obter mais informações, consulte *parâmetro 30-50 Heat Sink Fan Mode*.

## 10.13 Condições de dU/dt

### **AVISO!**

Para evitar o envelhecimento precoce 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 do cabo de motor (tipo, seção transversal, comprimento blindado ou não blindado) e da indutância.

A indução natural provoca um  $U_{\text{PICO}}$  de overshoot na tensão do motor, antes do motor estabilizar em um nível, dependendo da tensão no circuito intermediário. Tempo de subida e a tensão de pico  $U_{\text{PICO}}$  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. 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 mais altos.

A tensão de pico nos terminais do motor é causada pelo chaveamento dos IGBTs. O conversor está em conformidade com as demandas do IEC 60034-25:2007 edição 2.0 com relação aos motores projetados para serem controlados por conversores. O conversor está em conformidade com as demandas do IEC 60034-17:2006 edição 4 com relação aos motores normais controlados por conversores.

#### Faixa de alta potência

As capacidades de potência na *Tabela 10.25* até a *Tabela 10.36* nas tensões de rede apropriadas cumprem com os requisitos da IEC 60034-17:2006 edição 4 em relação a motores normais controlados por conversores, da IEC 60034-25:2007 edição 2.0 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 10.25* até a *Tabela 10.36* não estão em conformidade com NEMA MG 1-1998 Parte 30.2.2.8 para motores de uso geral.

### 10.13.1 Resultados dos testes de $dU/dt$ para gabinetes D1h–D8h

#### Resultados de testes para 380–480 V

| Tamanho da potência [kW (hp)] | Cabo [m (pés)] | Tensão de rede [V] | Tempo de subida [ $\mu$ s] | Tensão de pico [V] | $dU/dt$ [V/ $\mu$ s] |
|-------------------------------|----------------|--------------------|----------------------------|--------------------|----------------------|
| 110–160 (150–250)             | 30 (98)        | 500                | 0,26                       | 1180               | 2109                 |
|                               | 150 (492)      | 500                | 0,21                       | 1423               | 3087                 |
|                               | 300 (984)      | 500                | 0,56                       | 1557               | 1032                 |
| 200–315 (300–450)             | 30 (98)        | 500                | 0,63                       | 1116               | 843                  |
|                               | 150 (492)      | 500                | 0,80                       | 1028               | 653                  |
|                               | 300 (984)      | 500                | 0,71                       | 835                | 651                  |

Tabela 10.25 Resultados de testes de  $dU/dt$  NEMA para D1h–D8h com cabos não blindados e sem filtro de saída, 380–480 V

| Tamanho da potência [kW (hp)] | Cabo [m (pés)] | Tensão de rede [V] | Tempo de subida [ $\mu$ s] | Tensão de pico [V] | $dU/dt$ [V/ $\mu$ s] |
|-------------------------------|----------------|--------------------|----------------------------|--------------------|----------------------|
| 110–160 (150–250)             | 30 (98)        | 500                | 0,71                       | 1180               | 1339                 |
|                               | 150 (492)      | 500                | 0,76                       | 1423               | 1497                 |
|                               | 300 (984)      | 500                | 0,91                       | 1557               | 1370                 |
| 200–315 (300–450)             | 30 (98)        | 500                | 1,10                       | 1116               | 815                  |
|                               | 150 (492)      | 500                | 2,53                       | 1028               | 321                  |
|                               | 300 (984)      | 500                | 1,29                       | 835                | 517                  |

Tabela 10.26 Resultados de testes de  $dU/dt$  IEC para D1h–D8h com cabos não blindados e sem filtro de saída, 380–480 V

| Tamanho da potência [kW (hp)] | Cabo [m (pés)] | Tensão de rede [V] | Tempo de subida [ $\mu$ s] | Tensão de pico [V] | $dU/dt$ [V/ $\mu$ s] |
|-------------------------------|----------------|--------------------|----------------------------|--------------------|----------------------|
| 110–160 (150–250)             | 30 (98)        | 500                | –                          | –                  | –                    |
|                               | 150 (492)      | 500                | 0,28                       | 1418               | 2105                 |
|                               | 300 (984)      | 500                | 0,21                       | 1530               | 2450                 |
| 200–315 (300–450)             | 30 (98)        | 500                | –                          | –                  | –                    |
|                               | 150 (492)      | 500                | 0,23                       | 1261               | 2465                 |
|                               | 300 (984)      | 500                | 0,96                       | 1278               | 597                  |

Tabela 10.27 Resultados de testes de  $dU/dt$  NEMA para D1h–D8h com cabos blindados e sem filtro de saída, 380–480 V

| Tamanho da potência [kW (hp)] | Cabo [m (pés)] | Tensão de rede [V] | Tempo de subida [ $\mu$ s] | Tensão de pico [V] | $dU/dt$ [V/ $\mu$ s] |
|-------------------------------|----------------|--------------------|----------------------------|--------------------|----------------------|
| 110–160 (150–250)             | 30 (98)        | 500                | –                          | –                  | –                    |
|                               | 150 (492)      | 500                | 0,66                       | 1418               | 1725                 |
|                               | 300 (984)      | 500                | 0,96                       | 1530               | 1277                 |
| 200–315 (300–450)             | 30 (98)        | 500                | –                          | –                  | –                    |
|                               | 150 (492)      | 500                | 0,56                       | 1261               | 1820                 |
|                               | 300 (984)      | 500                | 0,78                       | 1278               | 1295                 |

Tabela 10.28 Resultados de testes de  $dU/dt$  IEC para D1h–D8h com cabos blindados e sem filtro de saída, 380–480 V

**Resultados de testes para 525–690 V**

A NEMA não fornece resultados de dU/dt para 690 V.

| Tamanho da potência [kW (hp)] | Cabo [m (pés)] | Tensão de rede [V] | Tempo de subida [μs] | Tensão de pico [V] | dU/dt [V/μs] |
|-------------------------------|----------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------|
| 75–160 (75–200)               | 30 (98)        | 690                | –                    | –                  | –            |
|                               | 150 (492)      | 690                | 1,11                 | 2135               | 1535         |
|                               | 300 (984)      | 690                | 1,28                 | 2304               | 1433         |
| 200–400 (250–400)             | 30 (98)        | 690                | –                    | –                  | –            |
|                               | 150 (492)      | 690                | 0,42                 | 996                | 1885         |
|                               | 300 (984)      | 690                | 1,38                 | 2163               | 1253         |

**Tabela 10.29 Resultados de testes de dU/dt IEC para D1h–D8h com cabos não blindados e sem filtro de saída, 525–690 V**

| Tamanho da potência [kW (hp)] | Cabo [m (pés)] | Tensão de rede [V] | Tempo de subida [μs] | Tensão de pico [V] | dU/dt [V/μs] |
|-------------------------------|----------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------|
| 75–160 (75–200)               | 30 (98)        | 690                | –                    | –                  | –            |
|                               | 150 (492)      | 690                | 1,03                 | 2045               | 1590         |
|                               | 300 (984)      | 690                | 1,41                 | 2132               | 1217         |
| 200–400 (250–400)             | 30 (98)        | 690                | –                    | –                  | –            |
|                               | 150 (492)      | 690                | 1,00                 | 2022               | 1617         |
|                               | 300 (984)      | 690                | 1,15                 | 2097               | 1459         |

**Tabela 10.30 Resultados de testes de dU/dt IEC para D1h–D8h com cabos blindados e sem filtro de saída, 525–690 V**
**10.13.2 Resultados de testes de dU/dt para gabinetes E1h–E4h**
**Resultados de testes para 380–480 V**

| Tamanho da potência [kW (hp)] | Cabo [m (pés)] | Tensão de rede [V] | Tempo de subida [μs] | Tensão de pico [V] | dU/dt [V/μs] |
|-------------------------------|----------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------|
| 355–450 (500–600)             | 5 (16)         | 460                | 0,23                 | 1038               | 2372         |
|                               | 30 (98)        | 460                | 0,72                 | 1061               | 644          |
|                               | 150 (492)      | 460                | 0,46                 | 1142               | 1160         |
|                               | 300 (984)      | 460                | 1,84                 | 1244               | 283          |
| 500–560 (650–750)             | 5 (16)         | 460                | 0,42                 | 1042               | 1295         |
|                               | 30 (98)        | 460                | 0,57                 | 1200               | 820          |
|                               | 150 (492)      | 460                | 0,63                 | 1110               | 844          |
|                               | 300 (984)      | 460                | 2,21                 | 1175               | 239          |

**Tabela 10.31 Resultados de testes de dU/dt NEMA para E1h–E4h com cabos não blindados e sem filtro de saída, 380–480 V**

| Tamanho da potência [kW (hp)] | Cabo [m (pés)] | Tensão de rede [V] | Tempo de subida [μs] | Tensão de pico [V] | dU/dt [V/μs] |
|-------------------------------|----------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------|
| 355–450 (500–600)             | 5 (16)         | 460                | 0,33                 | 1038               | 2556         |
|                               | 30 (98)        | 460                | 1,27                 | 1061               | 668          |
|                               | 150 (492)      | 460                | 0,84                 | 1142               | 1094         |
|                               | 300 (984)      | 460                | 2,25                 | 1244               | 443          |
| 500–560 (650–750)             | 5 (16)         | 460                | 0,53                 | 1042               | 1569         |
|                               | 30 (98)        | 460                | 1,22                 | 1200               | 1436         |
|                               | 150 (492)      | 460                | 0,90                 | 1110               | 993          |
|                               | 300 (984)      | 460                | 2,29                 | 1175               | 411          |

**Tabela 10.32 Resultados de testes de dU/dt IEC para E1h–E4h com cabos não blindados e sem filtro de saída, 380–480 V**

| Tamanho da potência [kW (hp)] | Cabo [m (pés)] | Tensão de rede [V] | Tempo de subida [μs] | Tensão de pico [V] | dU/dt [V/μs] |
|-------------------------------|----------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------|
| 355–450 (500–600)             | 5 (16)         | 460                | 0,17                 | 1017               | 3176         |
|                               | 30 (98)        | 460                | –                    | –                  | –            |
|                               | 150 (492)      | 460                | 0,41                 | 1268               | 1311         |
| 500–560 (650–750)             | 5 (16)         | 460                | 0,17                 | 1042               | 3126         |
|                               | 30 (98)        | 460                | –                    | –                  | –            |
|                               | 150 (492)      | 460                | 0,22                 | 1233               | 2356         |

Tabela 10.33 Resultados de testes de dU/dt NEMA para E1h–E4h com cabos blindados e sem filtro de saída, 380–480 V

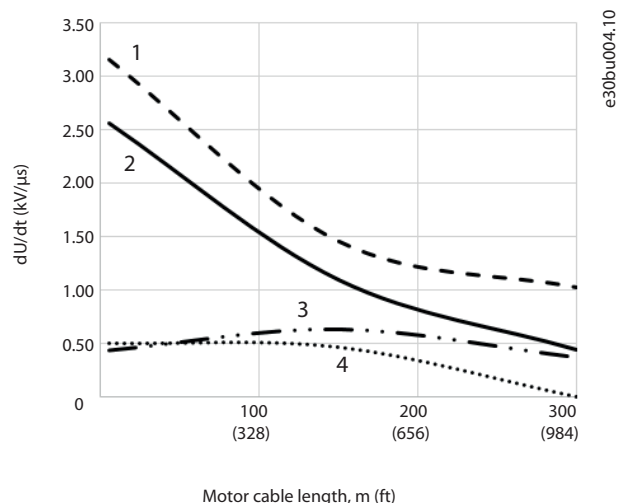
| Tamanho da potência [kW (hp)] | Cabo [m (pés)] | Tensão de rede [V] | Tempo de subida [μs] | Tensão de pico [V] | dU/dt [V/μs] |
|-------------------------------|----------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------|
| 355–450 (500–600)             | 5 (16)         | 460                | 0,26                 | 1017               | 3128         |
|                               | 30 (98)        | 460                | –                    | –                  | –            |
|                               | 150 (492)      | 460                | 0,70                 | 1268               | 1448         |
| 500–560 (650–750)             | 5 (16)         | 460                | 0,27                 | 1042               | 3132         |
|                               | 30 (98)        | 460                | –                    | –                  | –            |
|                               | 150 (492)      | 460                | 0,52                 | 1233               | 1897         |

Tabela 10.34 Resultados de testes de dU/dt IEC para E1h–E4h com cabos blindados e sem filtro de saída, 380–480 V

Ilustração 10.17–Ilustração 10.20 mostra a taxa típica da tensão de subida e tensões de pico nos terminais do motor para cabos blindados e não blindados em várias configurações.

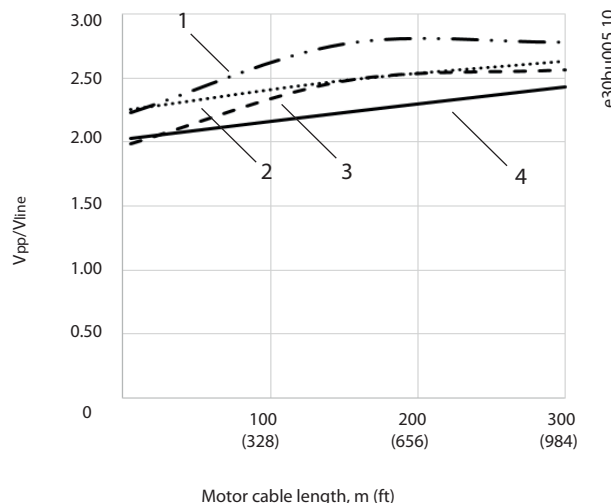
Esses valores são verdadeiros para operação em estado estável e em faixa de tensão de entrada RMS do conversor  $V_{in}$ . Quando o conversor opera em modo de frenagem, a tensão CC intermediária aumenta em 20%. Este efeito é similar à aumentar a tensão de rede em 20%. Considere este aumento de tensão ao realizar análises de isolamento do motor para aplicações de frenagem.

10



|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1 | Cabo não blindado sem filtro       |
| 2 | Cabo blindado sem filtro           |
| 3 | Cabo não blindado com filtro dU/dt |
| 4 | Cabo blindado com filtro dU/dt     |

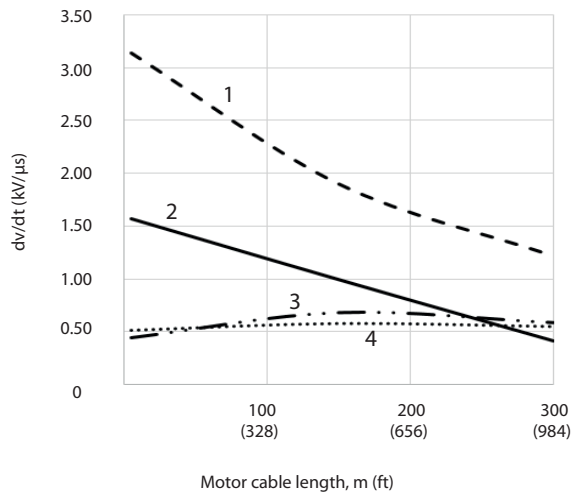
Ilustração 10.17 dU/dt nos terminais do motor para gabinetes E1h/E3h, 380–480 V



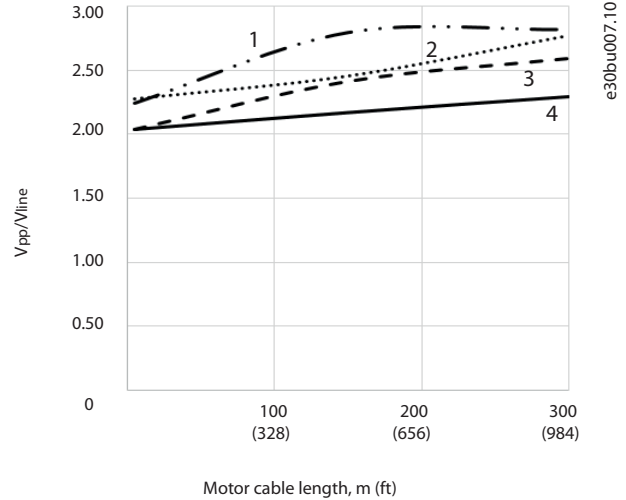
|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1 | Cabo não blindado com filtro dU/dt |
| 2 | Cabo blindado com filtro dU/dt     |
| 3 | Cabo blindado sem filtro           |
| 4 | Cabo não blindado sem filtro       |

Ilustração 10.18 Tensões de pico nos terminais do motor para gabinetes E1h/E3h, 380–480 V





e30bu006.10



e30bu007.10

|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1 | Cabo blindado sem filtro           |
| 2 | Cabo não blindado sem filtro       |
| 3 | Cabo não blindado com filtro dU/dt |
| 4 | Cabo blindado com filtro dU/dt     |

|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1 | Cabo não blindado com filtro dU/dt |
| 2 | Cabo blindado com filtro dU/dt     |
| 3 | Cabo blindado sem filtro           |
| 4 | Cabo não blindado sem filtro       |

Ilustração 10.19 Tensões de pico nos terminais do motor para gabinetes E2h/E4h, 380–480 V

Ilustração 10.20 Tensões de pico nos terminais do motor para gabinetes E2h/E4h, 380–480 V

**Resultados de testes para 525–690 V**

A NEMA não fornece resultados de dU/dt para 690 V.

| Tamanho da potência [kW (hp)] | Cabo [m (pés)] | Tensão de rede [V] | Tempo de subida [μs] | Tensão de pico [V] | dU/dt [V/μs] |
|-------------------------------|----------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------|
| 450–630 (450–650)             | 30 (98)        | 690                | 0,37                 | 1625               | 3494         |
|                               | 50 (164)       | 690                | 0,86                 | 2030               | 1895         |
| 710–800 (750–950)             | 5 (16)         | 690                | 0,25                 | 1212               | 3850         |
|                               | 20 (65)        | 690                | 0,33                 | 1525               | 3712         |
|                               | 50 (164)       | 690                | 0,82                 | 2040               | 1996         |

Tabela 10.35 Resultados de testes de dU/dt IEC para E1h–E4h com cabos não blindados e sem filtro de saída, 525–690 V

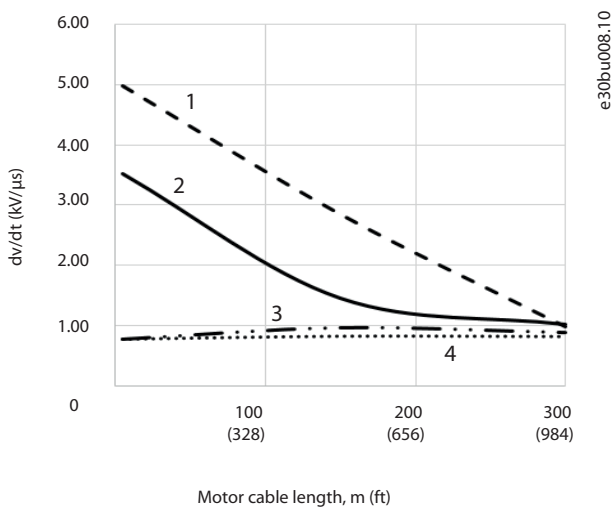
| Tamanho da potência [kW (hp)] | Cabo [m (pés)] | Tensão de rede [V] | Tempo de subida [μs] | Tensão de pico [V] | dU/dt [V/μs] |
|-------------------------------|----------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------|
| 450–630 (450–650)             | 5 (16)         | 690                | 0,23                 | 1450               | 5217         |
|                               | 48 (157)       | 690                | 0,38                 | 1637               | 3400         |
|                               | 150 (492)      | 690                | 0,94                 | 1762               | 1502         |
| 710–800 (750–950)             | 5 (16)         | 690                | 0,26                 | 1262               | 3894         |
|                               | 48 (157)       | 690                | 0,46                 | 1625               | 2826         |
|                               | 150 (492)      | 690                | 0,94                 | 1710               | 1455         |

Tabela 10.36 Resultados de testes de dU/dt IEC para E1h–E4h com cabos blindados e sem filtro de saída, 525–690 V

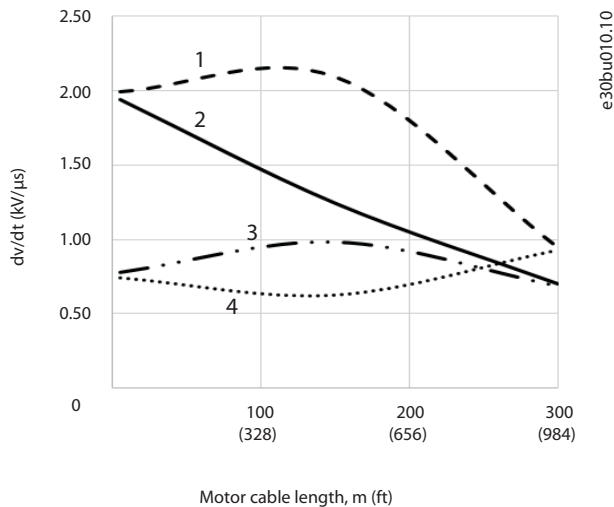
Ilustração 10.21–Ilustração 10.24 mostra a taxa típica da tensão de subida e tensões de pico nos terminais do motor para cabos blindados e não blindados em várias configurações.

Esses valores são verdadeiros para operação em estado estável e em faixa de tensão de entrada RMS do conversor  $V_{linha}$ . Quando o conversor opera em modo de frenagem, a tensão CC intermediária aumenta em 20%. Este efeito é similar à

aumentar a tensão de rede em 20%. Considere este aumento de tensão ao realizar análises de isolamento do motor para aplicações de frenagem.



|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1 | Cabo não blindado sem filtro       |
| 2 | Cabo blindado sem filtro           |
| 3 | Cabo não blindado com filtro dU/dt |
| 4 | Cabo blindado com filtro dU/dt     |

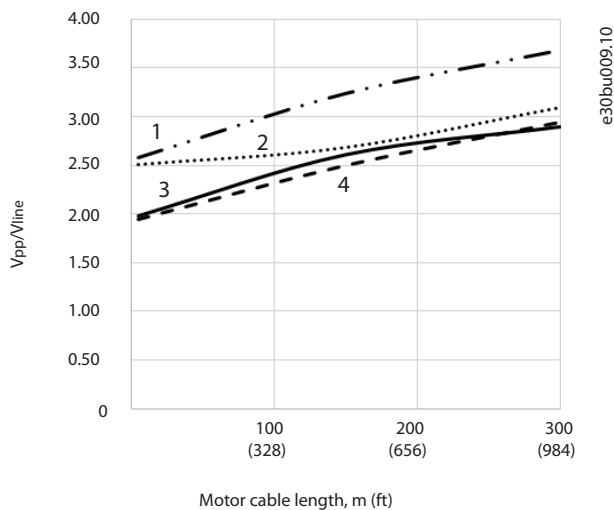


|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1 | Cabo blindado sem filtro           |
| 2 | Cabo não blindado sem filtro       |
| 3 | Cabo não blindado com filtro dU/dt |
| 4 | Cabo blindado com filtro dU/dt     |

Ilustração 10.21 dU/dt nos terminais do motor para gabinetes E2h/E4h, 525–690 V

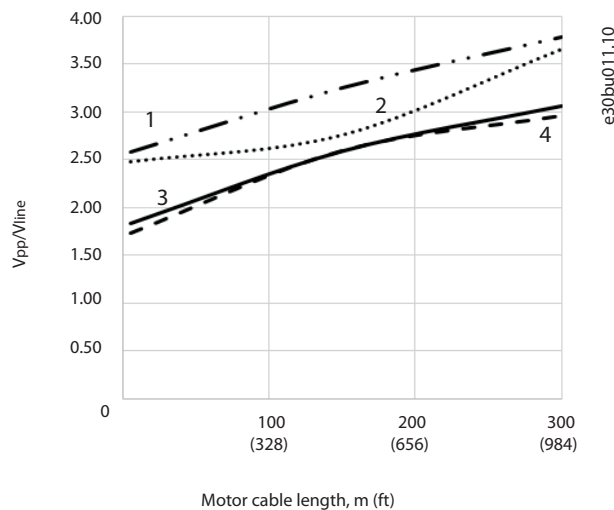
Ilustração 10.23 Tensões de pico nos terminais do motor para gabinetes E2h/E4h, 525–690 V

10



|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1 | Cabo não blindado com filtro dU/dt |
| 2 | Cabo blindado com filtro dU/dt     |
| 3 | Cabo blindado sem filtro           |
| 4 | Cabo não blindado sem filtro       |

Ilustração 10.22 Tensões de pico nos terminais do motor para gabinetes E2h/E4h, 525–690 V



|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1 | Cabo não blindado com filtro dU/dt |
| 2 | Cabo blindado com filtro dU/dt     |
| 3 | Cabo blindado sem filtro           |
| 4 | Cabo não blindado sem filtro       |

Ilustração 10.24 Tensões de pico nos terminais do motor para gabinetes E2h/E4h, 525–690 V

### 10.14 Visão geral da Compatibilidade eletromagnética (EMC)

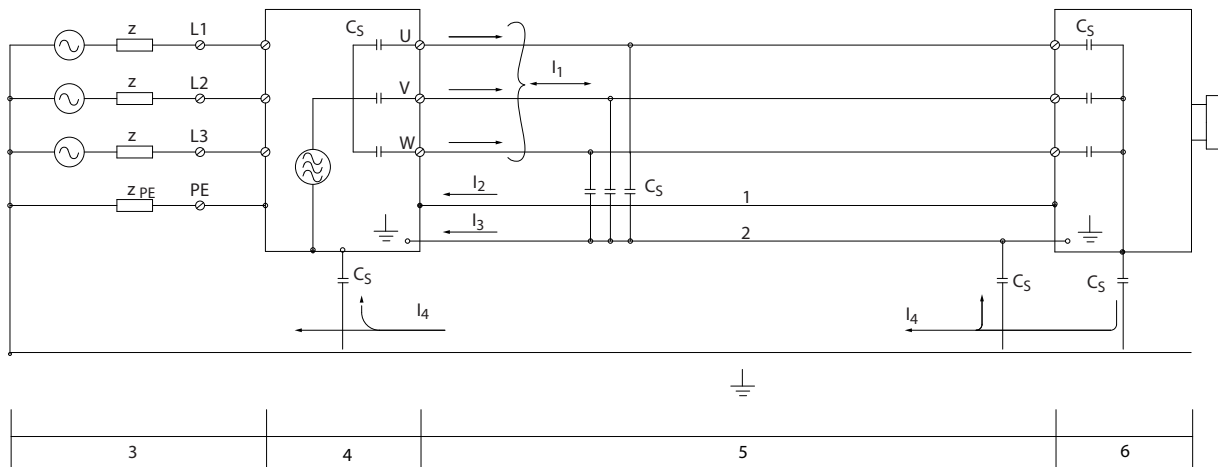
Os dispositivos elétricos geram interferência e são afetados pela interferência de outras fontes geradas. A compatibilidade eletromagnética (EMC) desses efeitos depende da potência e das características harmônicas dos dispositivos.

A interação não controlada entre dispositivos elétricos em um sistema pode degradar a compatibilidade e prejudicar a operação confiável. A interferência assume a forma do seguinte:

- Descargas eletrostáticas
- Flutuações rápidas de tensão
- Interferência de alta frequência

O transiente por faísca elétrica é encontrado mais comumente em frequências na faixa de 150 kHz a 30 MHz. A interferência aérea proveniente do sistema do conversor, na faixa de 30 MHz a 1 GHz, é gerada pelo inversor, cabo do motor e motor.

Correntes capacitivas no cabo de motor, acopladas com alta  $dU/dt$  da tensão do motor, geram correntes de fuga. Consulte o *Ilustração 10.25*. 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 10.25 Modelo elétrico mostrando possíveis correntes de fuga

### 10.14.1 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/requisitos       | Emissão conduzida   |   |   | Emissão irradiada   |   |   |
|-----------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|
|                       |                         | Classe B<br>Residências, comércio e indústrias leves      | Grupo 1 Classe A<br>Ambiente industrial                   | Grupo 2 Classe A<br>Ambiente industrial     | Classe B<br>Residências, comércio e indústrias leves      | Grupo 1 Classe A<br>Ambiente industrial                   | Grupo 2 Classe A<br>Ambiente industrial                   |
|                       | EN 55011                |   |   |   |   |   |   |
|                       | EN/IEC 61800-3          | Categoria C1<br>Ambiente inicial Residencial e Escritório | Categoria C2<br>Ambiente inicial Residencial e Escritório | Categoria C3<br>Segundo ambiente Industrial | Categoria C1<br>Ambiente inicial Residencial e Escritório | Categoria C2<br>Ambiente inicial Residencial e Escritório | Categoria C3<br>Ambiente inicial Residencial e Escritório |
| <b>H2</b>             |                         |   |   |   |   |   |   |
| FC 202                | 110–560 kW<br>380–480 V | Não   | Não   | 150 m<br>(492 pés)                          | Não   | Não   | Sim   |
|                       | 90–800 kW<br>525–690 V  | Não   | Não   | 150 m<br>(492 pés)                          | Não   | Não   | Sim   |
| <b>H4</b>             |                         |   |   |   |   |   |   |
| FC 202                | 110–560 kW<br>380–480 V | Não   | 150 m<br>(492 pés)  | 150 m<br>(492 pés)                          | Não   | Sim   | Sim   |
|                       | 90–800 kW<br>525–690 V  | –   | –   | –   | –   | –   | –   |

Tabela 10.37 Resultados de teste de EMC (emissão e imunidade)

### 10.14.2 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 10.38.

Os conversores cumprem os requisitos de EMC descritos na categoria C3 da IEC/EN 61800-3 (2004)+AM1 (2011) para equipamentos com um consumo de corrente por fase de mais de 100 A, instalados no segundo ambiente. O teste de conformidade é realizado com um cabo de motor blindado de 150 m (492 pés).

| Categoria (EN 61800-3) | Definição   | Emissão conduzida (EN 55011)                        |
|------------------------|---|---|
| C1                     | Ambiente inicial (residencial e comercial) com uma tensão de alimentação menor do que 1.000 V.  | Classe B  |
| C2                     | Ambiente inicial (residencial e comercial) com uma tensão de alimentação menor do que 1.000 V, que não possui plug-in ou não é portátil e onde um profissional deve instalar ou comissionar o sistema.  | Classe A Grupo 1                                    |
| C3                     | Segundo ambiente (industrial) com uma tensão de alimentação menor do que 1.000 V.   | Classe B Grupo 2                                    |
| C4                     | Segundo ambiente com o seguinte: <ul style="list-style-type: none"> <li>Tensão de alimentação igual ou superior a 1.000 V.</li> <li>Corrente nominal igual ou superior a 400 A.</li> <li>Destinado para uso em sistemas complexos.</li> </ul> | Sem linha limite.<br>Deve-se fazer um plano de EMC. |

Tabela 10.38 Requisitos de Emissão

Quando as normas de emissão genéricas são usadas, os conversores devem estar em conformidade com a *Tabela 10.39*.

| 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 10.39** Limites da norma de emissão genérica

### 10.14.3 Requisitos de Imunidade

Os requisitos de imunidade para conversores dependem do ambiente da instalação. Os requisitos para ambiente industrial são mais rigorosos que os requisitos para ambientes residencial e de escritório. Todos os conversores Danfoss estão em conformidade com os requisitos para ambientes industriais e residencial/comercial.

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 10.40*

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** Descargas eletrostáticas (ESD): Simulação de descargas eletrostáticas causadas por seres humanos.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** Radiação de campo eletromagnético de incidência, simulação modulada em amplitude dos efeitos de radar, equipamentos de comunicação por rádio e equipamentos de comunicação móvel.
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Transiente por fásca elétrica: Simulação de interferência provocada pelo chaveamento de um contator, um relé ou dispositivos similares.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Transientes de sobretensão: Simulação de transientes provocados por relâmpagos que atingem instalações próximas.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** Modo comum de RF: Simulação do efeito de equipamento de radiotransmissão, ligado aos cabos de conexão.

| Padrão básico                        | Ruptura<br>IEC 61000-4-4 | Surto<br>IEC 61000-4-5        | ESD<br>IEC<br>61000-4-2 | Campo<br>eletromagnético irradiado<br>IEC 61000-4-3 | Tensão do modo<br>comum de RF<br>IEC 61000-4-6 |
|--------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------|---|--|
| <b>Critério de aceitação</b>         | <b>B</b>                 | <b>B</b>                      | <b>B</b>                | <b>A</b>  | <b>A</b>                                       |
| Linha                                | 4 kV CM                  | 2 kV/2 Ω DM<br>4 kV/12 Ω CM   | –                       | –   | 10 V <sub>RMS</sub>                            |
| Motor                                | 4 kV CM                  | 4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>        | –                       | –   | 10 V <sub>RMS</sub>                            |
| Freio                                | 4 kV CM                  | 4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>        | –                       | –   | 10 V <sub>RMS</sub>                            |
| Load Sharing                         | 4 kV CM                  | 4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>        | –                       | –   | 10 V <sub>RMS</sub>                            |
| Cabos de controle                    | 2 kV CM                  | 2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>        | –                       | –   | 10 V <sub>RMS</sub>                            |
| Barramento padrão                    | 2 kV CM                  | 2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>        | –                       | –   | 10 V <sub>RMS</sub>                            |
| Cabos de relé                        | 2 kV CM                  | 2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>        | –                       | –   | 10 V <sub>RMS</sub>                            |
| Aplicação e opcionais de<br>Fieldbus | 2 kV CM                  | 2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>        | –                       | –   | 10 V <sub>RMS</sub>                            |
| Cabo do LCP                          | 2 kV CM                  | 2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>        | –                       | –   | 10 V <sub>RMS</sub>                            |
| 24 V CC externa                      | 2 V CM                   | 0.5 kV/2 Ω DM<br>1 kV/12 Ω CM | –                       | –   | 10 V <sub>RMS</sub>                            |
| Gabinete                             | –                        | –                             | 8 kV AD<br>6 kV CD      | 10 V/m  | –  |

Tabela 10.40 Formulário de imunidade EMC, faixa de tensão: 380–480 V, 525–600 V e 525–690 V

<sup>1)</sup> Injeção na blindagem do cabo

AD: descarga aérea; CD: descarga de contato; CM: modo comum; DM: módulo diferencial

#### 10.14.4 Compatibilidade de EMC

10

### 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

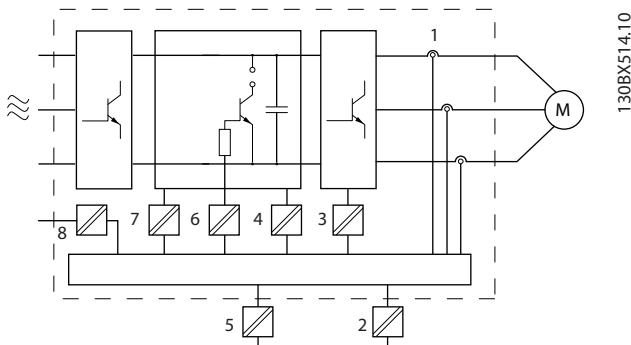
Em um ambiente residencial, este produto pode causar interferência nas frequências de rádio, caso em que medidas de atenuação suplementares podem ser necessárias.

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



|   |   |
|---|---|
| 1 | Transdutores de corrente  |
| 2 | Isolação galvânica para a interface do barramento padrão RS485                                      |
| 3 | Conversor do gate para os IGBTs   |
| 4 | Alimentação (SMPS), incluindo o isolamento do sinal de V CC, indicando a tensão atual intermediária |
| 5 | Isolação galvânica para o opcional de backup de 24 V  |
| 6 | Acoplador óptico, módulo de freio (opcional)  |
| 7 | Inrush interna, RFI e circuitos de medição de temperatura   |
| 8 | Relés do cliente  |

Ilustração 10.26 Isolação galvânica

### 10.15 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 10.27*.

#### **AVISO!**

#### **EXTREMIDADES DA BLINDAGEM TORCIDAS (RABICHOS)**

As extremidades de blindagem torcidas aumentam a impedância da blindagem em frequências mais altas, o que reduz o efeito da blindagem e aumenta a corrente de fuga. Evite blindagens torcidas quando usar braçadeiras de blindagem integradas.

- Para uso com relés, cabos de controle, uma interface de sinal, fieldbus ou freio, conecte a blindagem ao gabinete nas duas extremidades. Se o percurso de terra tiver uma alta impedância, for ruidoso ou estiver transportando corrente, quebre a conexão de blindagem em uma extremidade para evitar malhas de corrente de terra.
- Coloque as correntes de volta na unidade usando uma placa de montagem metálica. Garanta um

bom contato elétrico da placa de montagem com os parafusos de montagem até o chassi do conversor.

- Use cabos blindados para os cabos de saída do motor. Uma alternativa são os cabos de motor não blindados com conduítes metálicos.

#### **AVISO!**

#### **CABOS BLINDADOS**

Se não forem utilizados cabos blindados ou conduítes metálicos, a unidade e a instalação não atendem aos limites regulatórios para os níveis de emissão de radiofrequência (RF).

- Certifique-se de que os cabos de motor e do freio sejam o mais curto possível para reduzir o nível de interferência de todo o sistema.
- Evite colocar cabos com nível de sinal sensível junto com os cabos do motor e do freio.
- Para linhas de comunicação e comando/controle, siga os padrões de protocolo de comunicação específicos. Por exemplo, o USB deve usar cabos blindados, mas RS485/Ethernet pode usar cabos UTP blindados ou UTP não blindados.
- Garanta que todas as conexões dos terminais de controle sejam PELV.

#### **AVISO!**

#### **INTERFERÊNCIA DE EMC**

Use cabos blindados para a fiação do motor e de controle. Separe os cabos de entrada da rede elétrica, do motor e de controle, uns dos outros. A falta de isolamento nesses cabos pode resultar em comportamento não desejado ou desempenho reduzido. É necessária uma distância mínima de 200 mm (7,9 pol.) entre os cabos de entrada da rede elétrica, do motor e de controle.

#### **AVISO!**

#### **INSTALAÇÃO EM ALTITUDES ELEVADAS**

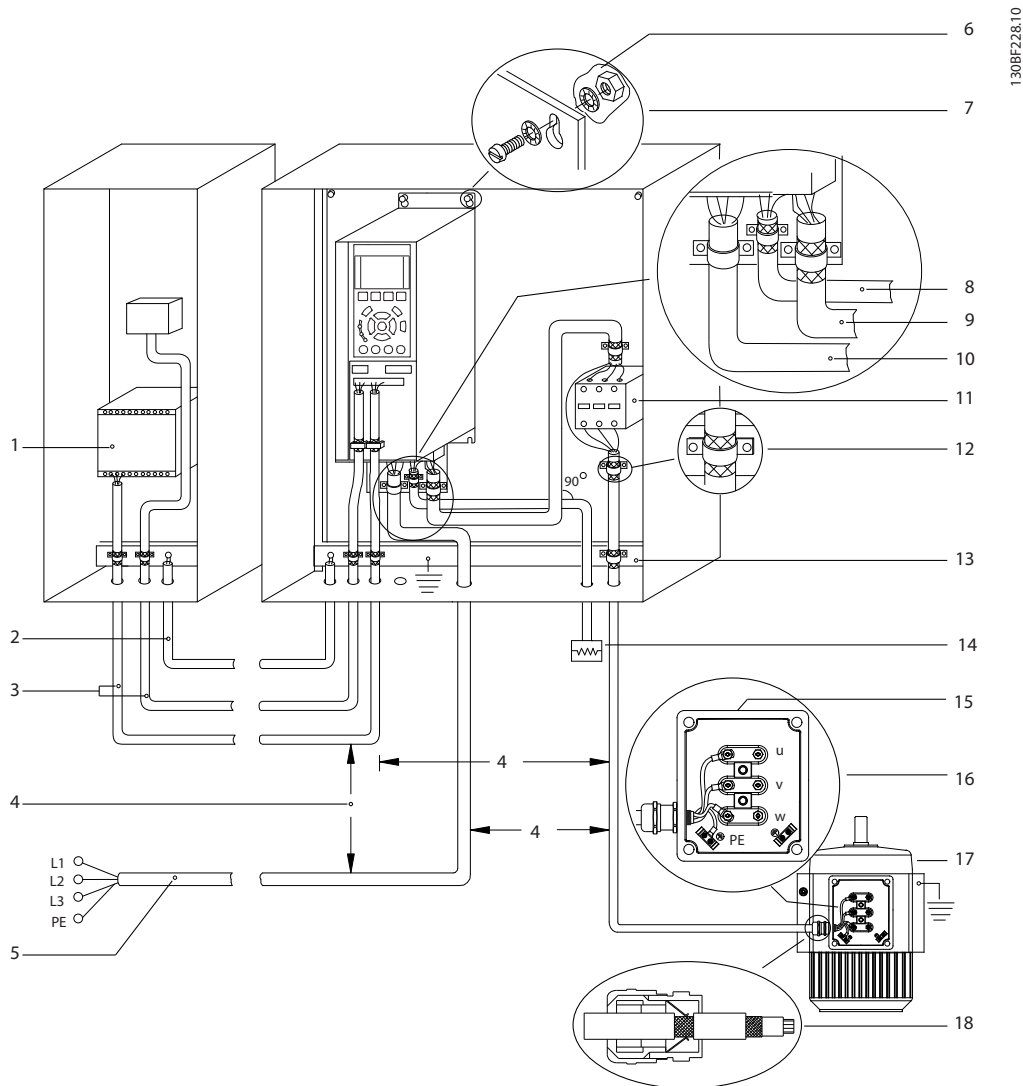
Há risco de sobretensão. O isolamento entre componentes e peças críticas pode ser insuficiente e não estar em conformidade com os requisitos PELV. Reduza o risco de sobretensão usando dispositivos de proteção externos ou isolação galvânica.

Para instalações em altitudes acima de 2.000 m (6.500 pés), entre em contato com a Danfoss quanto à conformidade com PELV.

**AVISO!**

**CONFORMIDADE COM PELV**

Evite choques elétricos usando a alimentação de energia elétrica de Tensão Extra Baixa Protetiva (PELV) e cumprindo as normas de PELV locais e nacionais.



10

|   |   |    |  |
|---|---|----|--|
| 1 | PLC   | 10 | Cabo de rede elétrica (não blindado)   |
| 2 | Cabo de equalização com diâmetro mínimo de 16 mm <sup>2</sup> (6 AWG).                                    | 11 | Contator de saída  |
| 3 | Cabos de controle   | 12 | Isolamento do cabo descascado  |
| 4 | Espaçamento mínimo de 200 mm (7,9 pol.) entre cabos de controle, cabos de motor e cabos de rede elétrica. | 13 | Barramento do ponto de aterramento comum Siga as exigências locais e nacionais para o aterramento do gabinete. |
| 5 | Alimentação de rede elétrica  | 14 | Resistor de frenagem   |
| 6 | Superfície exposta (não pintada)  | 15 | Caixa metálica   |
| 7 | Arruelas tipo estrela   | 16 | Conexão para o motor   |
| 8 | Cabo do freio (blindado)  | 17 | Motor  |
| 9 | Cabo de motor (blindado)  | 18 | Bucha de cabo de EMC   |

Ilustração 10.27 Exemplo de instalação de EMC correta



## 10.16 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.

### 10.16.1 Análise de harmônicas

Como as harmônicas aumentam as perdas por calor, é importante projetar os sistemas com as harmônicas em mente para evitar sobrecarga do transformador, indutores e fiação. Quando necessário, realize uma análise das harmônicas do sistema para determinar efeitos no equipamento.

Uma corrente não senoidal é transformada com uma análise da série Fourier em correntes de ondas senoidais com diversas frequências, ou seja, diversas correntes harmônicas  $I_n$  com 50 Hz ou 60 Hz como a frequência básica.

| 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 10.41 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 10.42 Correntes básicas e correntes harmônicas

| Corrente            | Correntes harmônicas |       |       |       |             |
|---------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------------|
|                     | $I_{RMS}$            | $I_1$ | $I_5$ | $I_7$ | $I_{11-49}$ |
| Corrente de entrada | 1,0                  | 0,9   | 0,5   | 0,2   | <0,1        |

Tabela 10.43 Correntes Harmônicas Comparadas com a Entrada RMS Corrente

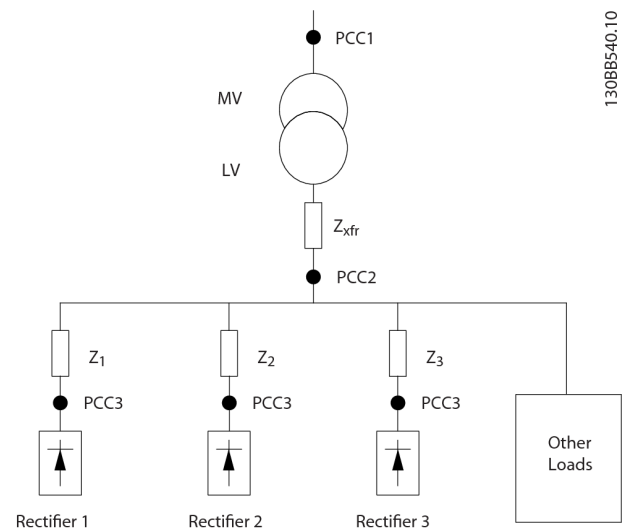
A distorção de tensão de alimentação de rede elétrica depende da amplitude das correntes harmônicas, multiplicada pela impedância de rede elétrica, para a frequência em questão. A distorção de tensão total (THDi)

é calculada com base nas harmônicas de tensão individuais usando a seguinte fórmula:

$$THDi = \frac{\sqrt{U_{25}^2 + U_{27}^2 + \dots + U_{2n}^2}}{U}$$

### 10.16.2 O efeito de harmônicas em um sistema de distribuição de energia

No *Ilustração 10.28* um transformador está conectado no lado primário a um ponto de acoplamento comum PCC1, na alimentação de tensão média. O transformador tem uma 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 impedância  $Z_1, Z_2, Z_3$ .



1308B540.10

10

|           |   |
|-----------|---|
| PCC       | Ponto de acoplamento comum                      |
| MV        | Média Tensão                                    |
| LV        | Baixa tensão                                    |
| $Z_{xfr}$ | Impedância do transformador                     |
| $Z\#$     | Resistência e indutância de modelação na fiação |

Ilustração 10.28 Sistema de Distribuição Pequeno

Correntes harmônicas produzidas por cargas não lineares causam distorção da tensão devido à queda de Tensão nas impedâncias do sistema de distribuição. Impedâncias mais altas resultam em níveis mais altos de distorção de tensão.

A distorção de corrente está relacionada ao desempenho do dispositivo e 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  $R_{scc}$ , em que  $R_{scc}$  é definida como a relação entre a potência aparente de curto-circuito da alimentação no PCC ( $S_{sc}$ ) e a potência

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

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

#### Efeitos negativos das harmônicas

- As correntes harmônicas contribuem para as perdas do sistema (no cabeamento e no transformador).
- A distorção de tensão harmônica causa distúrbios em outras cargas e aumenta as perdas em outras cargas.

### 10.16.3 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 10.44 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 <sub>h</sub> %) | Classe 2 (V <sub>h</sub> %) | Classe 3 (V <sub>h</sub> %) |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 5                       | 3                           | 6                           | 8                           |
| 7                       | 3                           | 5                           | 7                           |
| 11                      | 3                           | 3,5                         | 5                           |
| 13                      | 3                           | 3                           | 4,5                         |
| 17                      | 2                           | 2                           | 4                           |
| 17 < h ≤ 49             | 2,27 x (17/h) – 0,27        | 2,27 x (17/h) – 0,27        | 4,5 x (17/h) – 0,5          |

**Tabela 10.45 Níveis de compatibilidade das harmônicas**

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

Tabela 10.46 Níveis de compatibilidade para distorção de tensão harmônica total THDv

### 10.16.4 Conformidade de harmônicas

Os conversores Danfoss estão em conformidade com as seguintes normas:

- IEC61000-2-4
- IEC61000-3-4
- G5/4

### 10.16.5 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).

### 10.16.6 Cálculo de harmônicas

Utilize o software de cálculo Danfoss MCT 31 gratuito para determinar o grau de poluição de tensão na grade e a precaução necessária. O *VLT® Harmonic Calculation MCT 31* está disponível em [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com).

# 11 Princípios básicos 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)

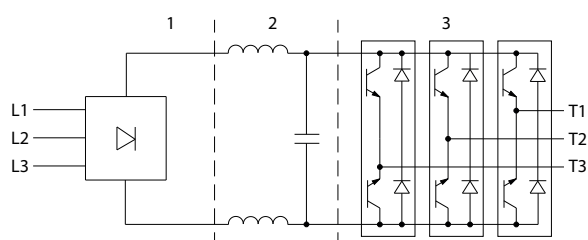
O barramento CC consiste em indutores e bancos de capacitores que estabilizam a tensão CC pulsante.

### 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 drive

Os seguintes processos são utilizados para controlar e regular o motor:

- Entrada/referência do usuário
- Tratamento de feedback.
- Estrutura de controle definida pelo usuário.
  - Modo de malha aberta/malha fechada.
  - Controle do motor (velocidade, torque ou processo).
- Algoritmos de controle (VVC<sup>+</sup>, fluxo sem sensor, fluxo com feedback do motor e controle de corrente interna VVC<sup>+</sup>).

### 11.2.1 Entradas/referências do usuário

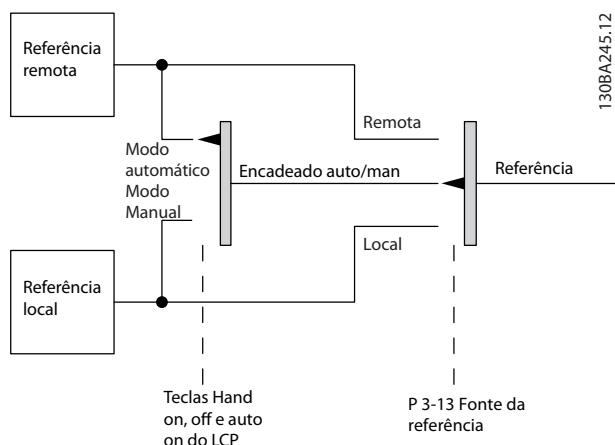
O conversor usa uma fonte de entrada (também chamada de referência) para controlar e regular o motor. O conversor recebe essa entrada:

- Manualmente por meio do LCP. Esse método é referido como local (Hand On).
- Remotamente por meio de entradas analógicas/digitais e várias interfaces seriais (RS485, USB ou um fieldbus opcional). Este método é referido como remoto (Auto On) e é a configuração de entrada padrão.

### Referência ativa

O termo referência ativa está relacionado à fonte de entrada ativa. A referência ativa é configurada em *parâmetro 3-13 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:

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

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.

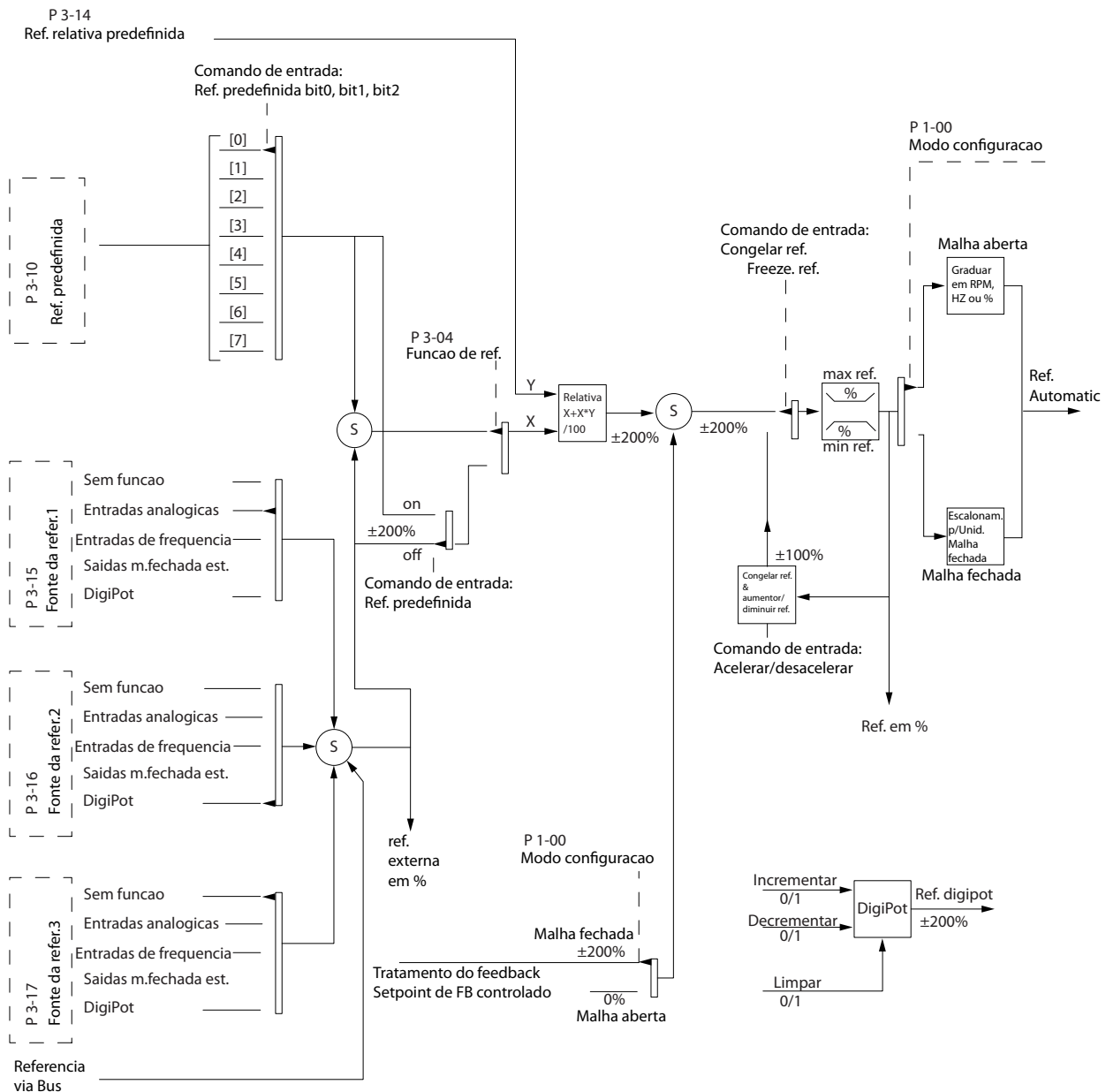


Ilustração 11.3 Tratamento remoto da referência

### 11.2.3 Tratamento do Feedback

O tratamento de feedback pode ser configurado para trabalhar com aplicações que requerem controle avançado, como setpoints múltiplos e múltiplos tipos de feedbacks. Consulte *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.

#### Multizonas (setpoint único)

Este tipo de controle usa 2 ou 3 sensores de feedback, mas somente um setpoint. O feedback pode ser adicionado, subtraído ou ter o valor médio calculado. Além disso, é possível utilizar o valor máximo ou mínimo. O setpoint 1 é utilizado exclusivamente nesta configuração.

### Multizonas (setpoint/feedback)

O par de setpoint/feedback com a maior diferença controla a velocidade do conversor. Os valor máximo tenta manter todas as zonas nos ou abaixo de seus respectivos setpoints, enquanto que o valor mínimo tenta manter todas as zonas em ou acima de seus respectivos setpoints.

#### Exemplo

Uma aplicação de 2 zonas e 2 setpoints. O setpoint da zona 1 é 15 bar e o feedback é 5,5 bar. O setpoint da Zona 2 está em 4,4 bar e o feedback em 4,6 bar. Se o máximo estiver selecionado, o setpoint e o feedback da zona 2 são enviados para o controlador PID, pois tem a menor diferença (o feedback é maior que o setpoint, resultando em uma diferença negativa). Se mínimo estiver selecionado, o setpoint e o feedback da zona 1 são enviados para o controlador PID, pois tem a maior diferença (o feedback é menor que o setpoint, resultando em uma diferença positiva).

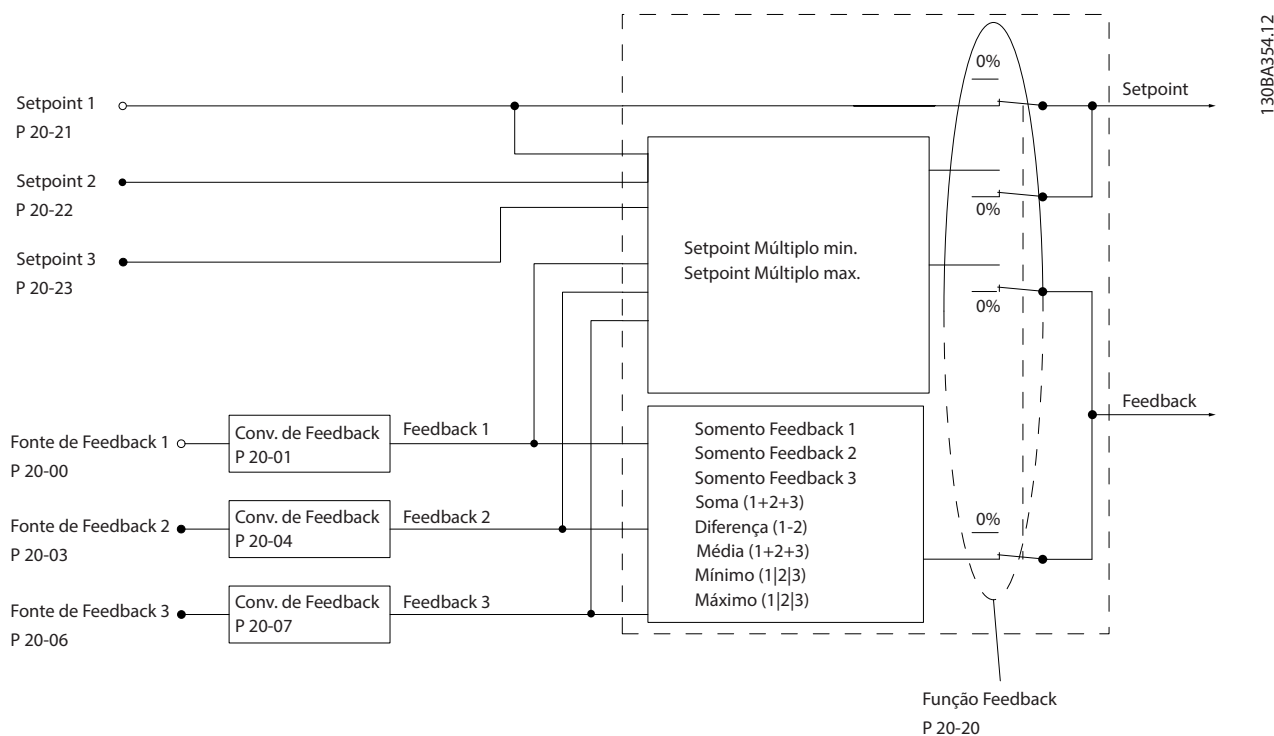
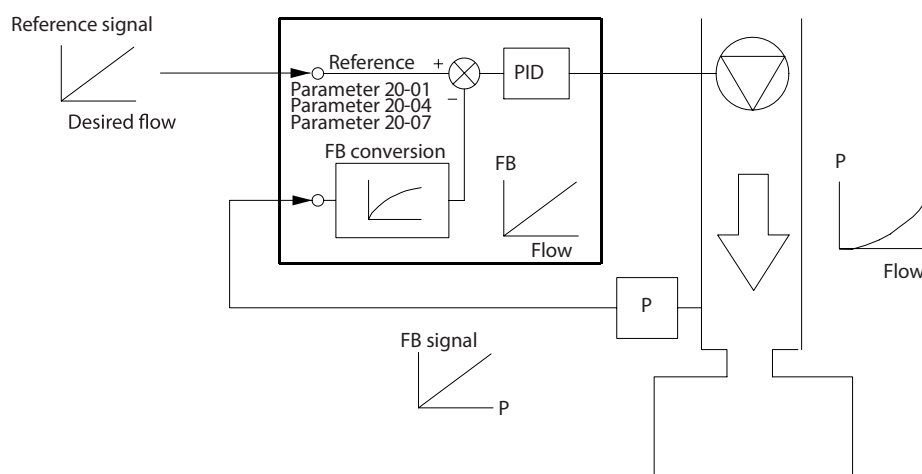


Ilustração 11.4 Diagrama de Blocos de Processamento de Sinal de Feedback

### 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 à vazão, essa raiz quadrada produz um valor que é proporcional à vazão, consulte *Ilustração 11.5*.



130BF834.10

Ilustração 11.5 Conversão de Feedback

## 11.2.4 Visão geral da estrutura de controle

A estrutura de controle é um processo de software que controla o motor com base em referências definidas pelo usuário (por exemplo, RPM) e se o feedback é usado ou não (malha fechada/malha aberta). O operador define o controle em *parâmetro 1-00 Configuration Mode*.

As estruturas de controle são as seguintes:

### Estrutura de controle de malha aberta

- Velocidade (RPM)
- Torque (Nm)

### Estrutura de controle de malha fechada

- Velocidade (RPM)
- Torque (Nm)
- Processo (unidades definidas pelo usuário, por exemplo, pés, lpm, psi, %, bar)

## 11.2.5 Estrutura de controle de malha aberta

No modo de malha aberta, o conversor usa uma ou mais referências (locais ou remotas) para controlar a velocidade ou o torque do motor. Existem dois tipos de controle de malha aberta:

- Controle da velocidade. Sem feedback do motor.
- Controle de torque. Utilizado em modo VVC+. A função é usada em aplicações mecanicamente robustas, mas sua precisão é limitada. A função do torque de malha aberta funciona somente em um sentido da rotação. O torque é calculado com base na medição de corrente dentro do conversor. Veja *capítulo 12 Exemplos de Aplicações*.

Na configuração mostrada em *Ilustração 11.6*, o conversor funciona no modo malha aberta. Ele recebe entrada do LCP (modo manual ligado) ou por meio de um sinal remoto (modo automático ligado). O sinal (referência de velocidade) é recebido e condicionado com o seguinte:

- Limites de velocidade do motor mínimos e máximos programados (em RPM e Hz).
- Tempo de desaceleração e aceleração.



- Sentido de rotação do motor.

A referência é passada para controlar o motor.

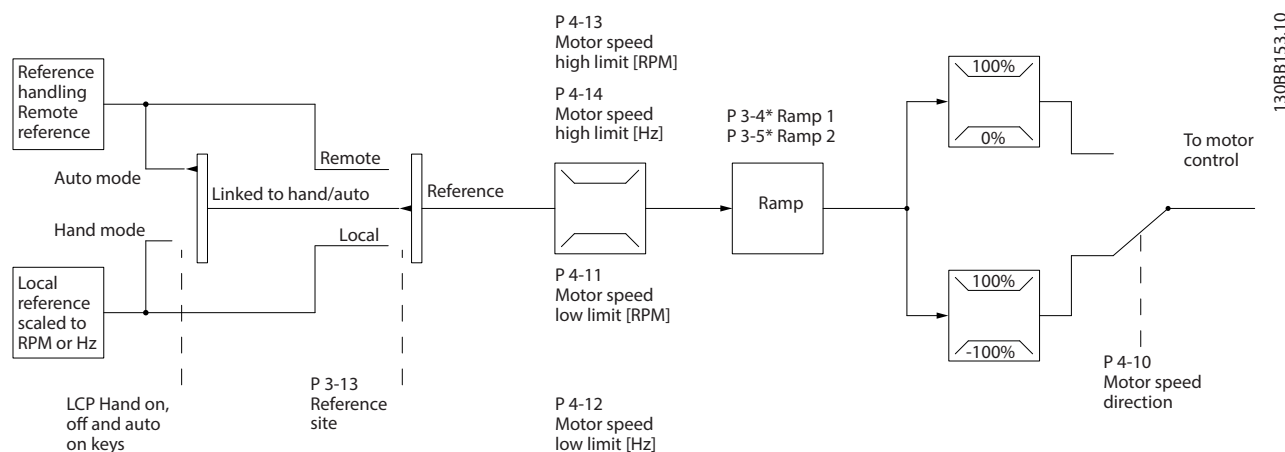


Ilustração 11.6 Diagrama de bloco de uma estrutura de controle de malha aberta

## 11.2.6 Estrutura de controle de malha fechada

No modo de malha fechada, o conversor usa uma ou mais referências (locais ou remotas) e sensores de feedback para controlar o motor. O conversor recebe um sinal de feedback de um sensor do sistema. Ele, então, compara este sinal de feedback com um valor de referência de setpoint e determina se há qualquer discrepância entre esses dois sinais. O conversor então ajusta a velocidade do motor para corrigir esta diferença.

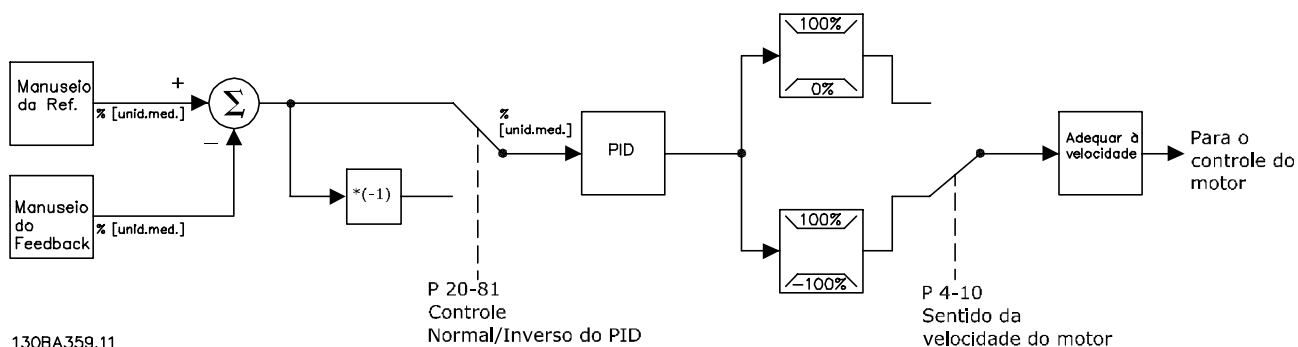
Por exemplo, considere uma aplicação de bomba em que a velocidade da bomba é controlada de modo que a pressão estática em um tubo seja constante (consulte *Ilustração 11.7*). O conversor recebe um sinal de feedback de um sensor do sistema. Ele compara esse feedback com um valor de referência de setpoint e determina a diferença, se houver, entre esses dois sinais. Ele então ajusta a velocidade do motor para compensar a diferença.

O setpoint de pressão estática é o sinal de referência para o conversor. Um sensor de pressão estática mede a pressão real estática no tubo e envia essa informação ao conversor como sinal de feedback. Se o sinal de feedback exceder a referência de setpoint, o conversor reduz a velocidade para reduzir a pressão. De maneira semelhante, se a pressão no tubo for menor do que a referência de setpoint, o conversor acelera para aumentar a pressão da bomba.

Existem três tipos de controle de malha fechada:

- Controle da velocidade. Esse tipo de controle exige um feedback do PID de velocidade para uma entrada. Um controle da velocidade de malha fechada adequadamente otimizado tem maior precisão que um controle da velocidade de malha aberta. O Controle da velocidade seleciona qual entrada usar como feedback do PID de velocidade em *parâmetro 7-00 Speed PID Feedback Source*.
- Controle de torque. Usado em modo de fluxo com feedback do encoder, esse controle oferece desempenho superior em todos os quatro quadrantes e em todas as velocidades do motor. A função de controle de torque é utilizada em aplicações em que o torque no eixo de saída do motor está controlando a aplicação como controle de tensão. O controle de torque é selecionado em *parâmetro 1-00 Configuration Mode*, em [4] *VVC<sup>+</sup> malha aberta* ou [2] *malha fechada de controle de fluxo com feedback de velocidade do motor*. A configuração do torque é feita configurando uma referência analógica, digital ou por controle do bus. O fator de limite de velocidade máxima é programado em *parâmetro 4-21 Speed Limit Factor Source*. Ao utilizar o controle de torque é recomendável executar um procedimento de AMA completo, pois os dados corretos do motor são essenciais para o desempenho ideal.

- Controle de processo. Usado para controlar parâmetros da aplicação que podem ser medidos por diferentes sensores (pressão, temperatura e fluxo) e ser afetado pelo motor conectado através de uma bomba ou ventilador.



130BA359.11

Ilustração 11.7 Diagrama do bloco do controlador de malha fechada

### Recursos programáveis

Enquanto os valores padrão do conversor em malha fechada frequentemente fornecem desempenho satisfatório, geralmente o controle do sistema pode ser otimizado ajustando os parâmetros do PID. *Sintonização automática* é fornecida para essa otimização.

- Regulagem de inversão - a velocidade do motor aumenta quando um sinal de feedback estiver alto.
- Frequência de partida - permite ao sistema alcançar rapidamente um status operacional antes do controlador PID assumir.
- Filtro passa-baixa integrado - reduz o ruído do sinal de feedback.

### 11.2.7 Processamento de controle

Consulte *Ativar/desativar parâmetros em modos de controle do drive diferentes no guia de programação* para obter uma visão geral de qual configuração de controle está disponível para a sua aplicação, dependendo da seleção de um motor CA ou um motor PM não saliente.

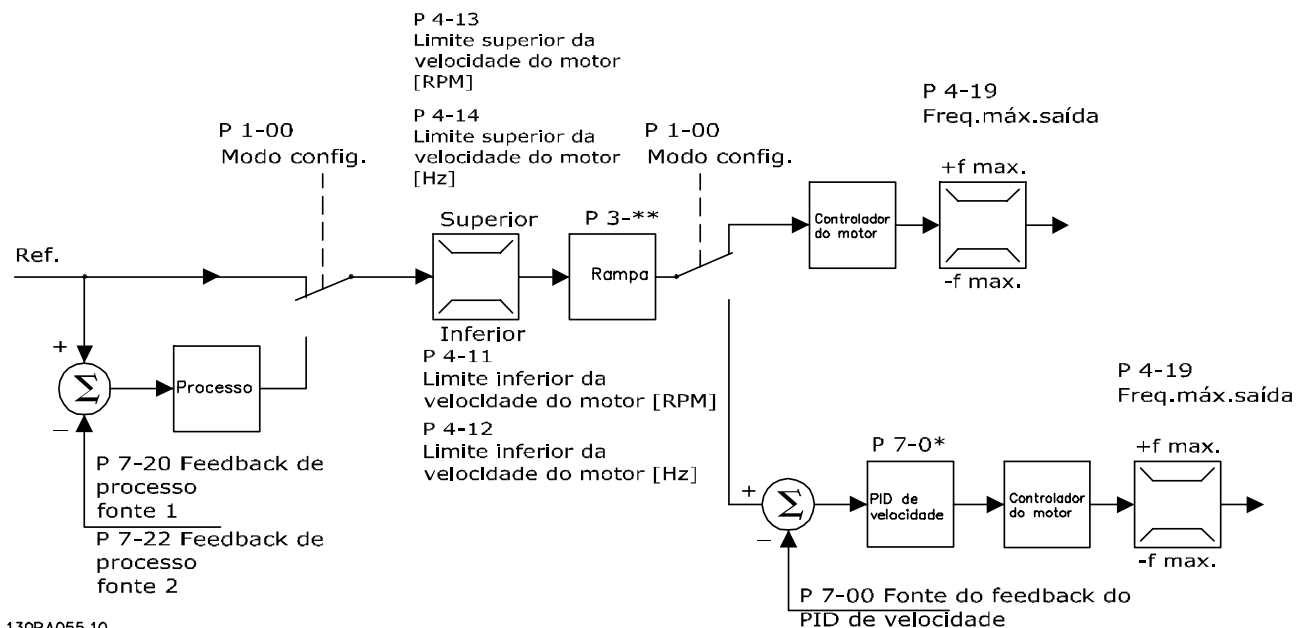
11.2.7.1 Estrutura de Controle no VVC<sup>+</sup>

Ilustração 11.8 Estrutura de controle nas configurações de malha aberta e malha fechada do VVC<sup>+</sup>

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<sup>+</sup> e *parâmetro 1-00 Configuration Mode* é programado para [0] Velocidade em malha aberta. Se *parâmetro 1-00 Configuration Mode* for programado para [1] Velocidade em malha fechada, a referência resultante é passada do limite da rampa e limite de velocidade para um controle do PID de velocidade. Os parâmetros de controle do PID de velocidade estão localizados no grupo do *parâmetro 7-0\* Contrl. PID de Veloc.* A referência resultante do controle do PID de velocidade é enviada ao controle do motor limitado pelo limite de frequência.

Selecione [3] Processo em *parâmetro 1-00 Configuration Mode* para usar o controle do PID do processo para controle em malha fechada de, por exemplo, velocidade ou pressão na aplicação controlada. Os parâmetros do PID do processo estão nos grupos de parâmetros 7-2\* *Feedb Ctrl. Process* e 7-3\* *Ctrl. PID Processos*.

11.2.7.2 Estrutura de controle em fluxo sem sensores

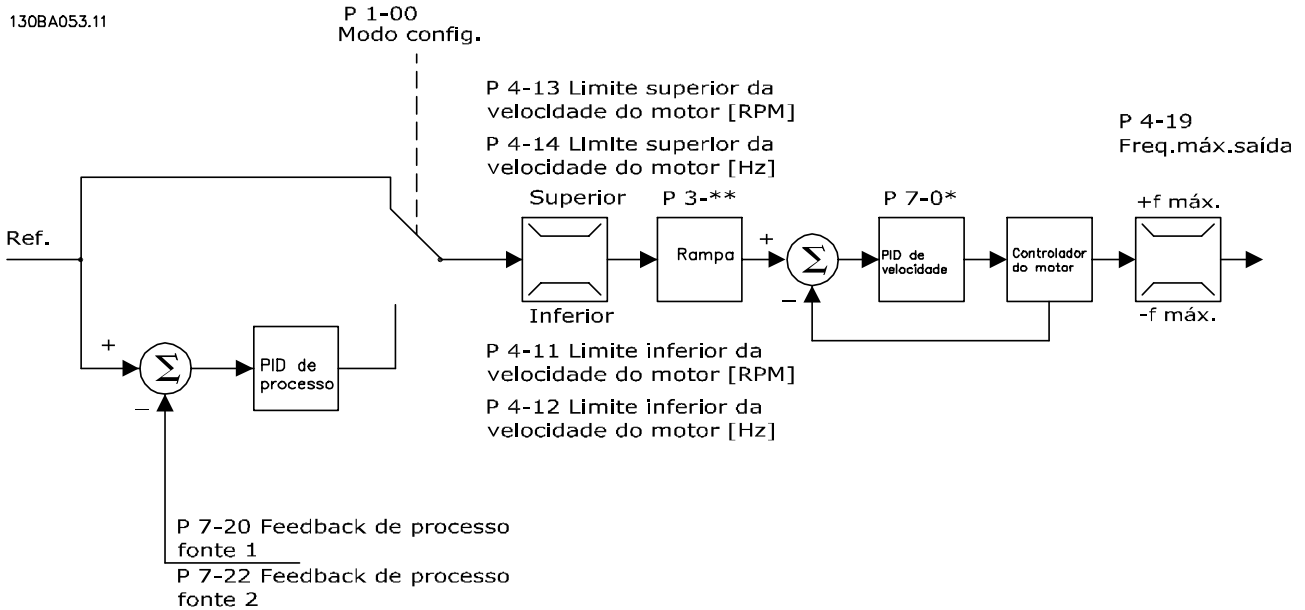


Ilustração 11.9 Estrutura de controle em configurações de malha aberta e fechada para fluxo sem sensores

Na Ilustração 11.9, a referência resultante do sistema de tratamento da referência é alimentada pelo limite de rampa e limite de velocidade, conforme determinado pelas programações de parâmetro indicadas.

Parâmetro 1-01 Motor Control Principle é programado para [2] Flux Sensorless e parâmetro 1-00 Configuration Mode é programado para [0] Malha aberta veloc. Um retorno de velocidade estimado é gerado para o PID de velocidade para controlar a frequência de saída. O PID de velocidade deve ser definido com seus parâmetros P, I e D (grupo do parâmetro 7-0 \* Contrl. PID de Veloc).

Selecione [3] Processo em parâmetro 1-00 Configuration Mode para usar o controle do PID de processo para o controle em malha fechada da aplicação controlada. Os parâmetros do PID de processo estão nos grupos de parâmetros 7-2\* Feedb Ctrl. Process e 7-3\* Ctrl. PID Processos.

11.2.7.3 Estrutura de controle em fluxo com feedback de motor

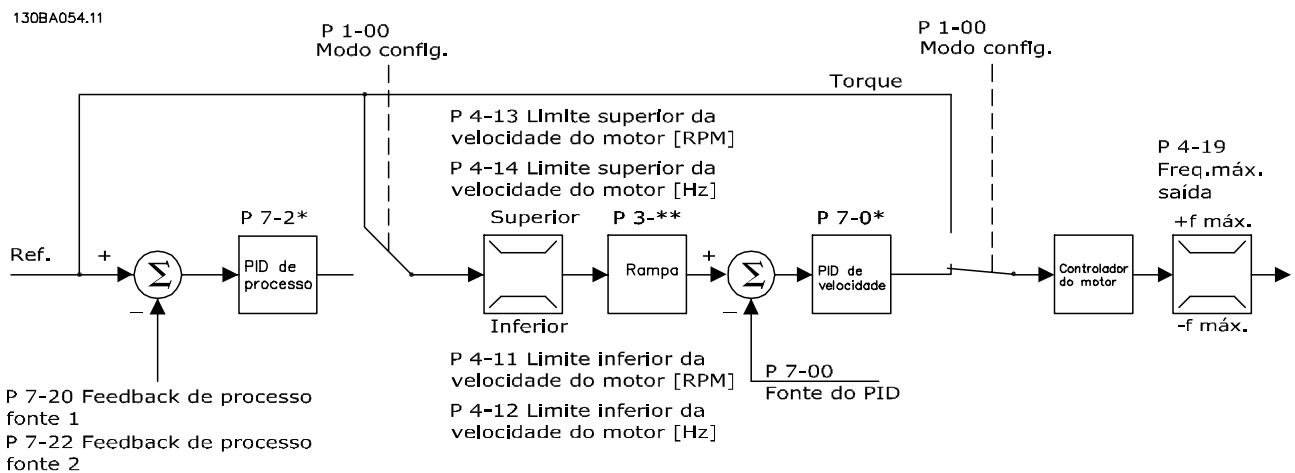


Ilustração 11.10 Estrutura de controle em fluxo com configuração de feedback de motor

Na *Ilustração 11.10*, o controle do motor nesta configuração depende de um sinal de feedback de um encoder ou resolver montado diretamente no motor (definido no *parâmetro 1-02 Flux Motor Feedback Source*). A referência resultante pode ser usada como entrada para o controle do PID de velocidade, ou diretamente como referência de torque.

*Parâmetro 1-01 Motor Control Principle* é programado para [3] *Fluxo com feedback do motor* e *parâmetro 1-00 Configuration Mode* é programado para [1] *Velocidade em malha fechada*. Os parâmetros de controle do PID de velocidade estão no grupo do *parâmetro 7-0\* Contrl. PID de Veloc.*

O controle de torque só pode ser selecionado na configuração do *Fluxo c/ feedback do motor* (*parâmetro 1-01 Motor Control Principle*). Quando este modo for selecionado, a referência usa a unidade de medida Nm. Não exige nenhum feedback de torque, pois o torque real é calculado com base na medida atual do conversor.

O controle do PID de processo pode ser usado para controle de velocidade ou pressão em malha fechada na aplicação controlada. Os parâmetros do PID do processo estão nos grupos de parâmetros *7-2\* Feedb Ctrl. Process* e *7-3\* Ctrl. PID Processos*.

#### 11.2.7.4 Controle de corrente interna no modo VVC<sup>+</sup>

Quando o torque do motor exceder os limites de torque programados em *parâmetro 4-16 Torque Limit Motor Mode*, *parâmetro 4-17 Torque Limit Generator Mode* e *parâmetro 4-18 Current Limit*, o controle de limite de corrente integral é ativado.

Quando o conversor estiver no limite de corrente durante o funcionamento do motor ou operação regenerativa, ele tentará ficar abaixo dos limites de torque predefinidos o mais rápido possível, sem perder o controle do motor.

## 12 Exemplos de Aplicações

Os exemplos desta seção se destinam a uma referência rápida para aplicações comuns.

- As configurações dos parâmetros são os valores padrão regionais, a menos que seja indicado de outra forma (selecionado em *parâmetro 0-03 Regional Settings*).
- Os parâmetros associados aos terminais e suas configurações estão mostrados ao lado dos desenhos.
- As configurações dos interruptores para os terminais analógicos A53 ou A54 são mostradas onde necessário.
- Para STO, um fio jumper pode ser necessário entre o terminal 12 e o terminal 37 quando usar valores de programação padrão de fábrica.

### 12.1 Configurações de fiação para Adaptação Automática do Motor (AMA)

|       |    | Parâmetros  |                |
|-------|----|---|----------------|
| FC    |    | Função  | Configuração   |
| +24 V | 12 | Parâmetro 1-29  | [1] Ativar AMA |
| +24 V | 13 | Automatic Motor   | completa       |
| D IN  | 18 | Adaptation  |                |
| D IN  | 19 | (AMA)   |                |
| COM   | 20 | Parâmetro 5-12  | [2]* Parada    |
| D IN  | 27 | Terminal 27   | por inércia    |
| D IN  | 29 | Digital Input   | inversa        |
| D IN  | 32 | *=Valor padrão  |                |
| D IN  | 33 | <b>Notas/comentários:</b> Defina o grupo do parâmetro 1-2* Dados do Motor de acordo com a plaqueta de identificação do motor. |                |
| D IN  | 37 |   |                |
| +10 V | 50 |   |                |
| A IN  | 53 |   |                |
| A IN  | 54 |   |                |
| COM   | 55 |   |                |
| A OUT | 42 |   |                |
| COM   | 39 |   |                |

Tabela 12.1 Configuração de fiação para AMA com T27 conectado

|       |    | Parâmetros  |                |
|-------|----|---|----------------|
| FC    |    | Função  | Configuração   |
| +24 V | 12 | Parâmetro 1-29  | [1] Ativar AMA |
| +24 V | 13 | Automatic Motor   | completa       |
| D IN  | 18 | Adaptation  |                |
| D IN  | 19 | (AMA)   |                |
| COM   | 20 | Parâmetro 5-12  | [0] Sem        |
| D IN  | 27 | Terminal 27   | operação       |
| D IN  | 29 | Digital Input   |                |
| D IN  | 32 | *=Valor padrão  |                |
| D IN  | 33 | <b>Notas/comentários:</b> Defina o grupo do parâmetro 1-2* Dados do Motor de acordo com a plaqueta de identificação do motor. |                |
| D IN  | 37 |   |                |
| +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                     | 0,07 V*      |
| A IN  | 53 | Terminal 53 Low Voltage            |              |
| A IN  | 54 | Terminal 53 High Voltage           | 10 V*        |
| COM   | 55 | Parâmetro 6-14                     | 0 RPM        |
| A OUT | 42 | Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value  |              |
| COM   | 39 | Terminal 53 High Ref./Feedb. Value | 1.500 RPM    |
|       |    | *=Valor padrão                     |              |
|       |    | <b>Notas/comentários:</b>          |              |

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

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

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<br>Terminal 18 Digital Input | [8] Partida*                  |
|  |  | Parâmetro 5-12<br>Terminal 27 Digital Input | [0] Sem operação              |
|  |  | Parâmetro 5-19<br>Terminal 37 Digital Input | [1] Alarme de Safe Torque Off |
|  |  | * = Valor padrão                            |                               |
|  | <b>Notas/comentários:</b><br>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

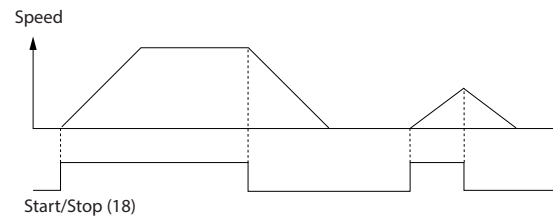


Ilustração 12.1 Partida/parada com Safe Torque Off

|  |  | Parâmetros                                  |                                |  |
|--|--|---|--------------------------------|--|
|  |  | Função                                      | Configuração                   |  |
|  |  | Parâmetro 5-10<br>Terminal 18 Digital Input | [9] Partida por pulso          |  |
|  |  | Parâmetro 5-12<br>Terminal 27 Digital Input | [6] Parada por inércia inversa |  |
|  |  | * = Valor padrão                            |                                |  |
|  | <b>Notas/comentários:</b><br>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

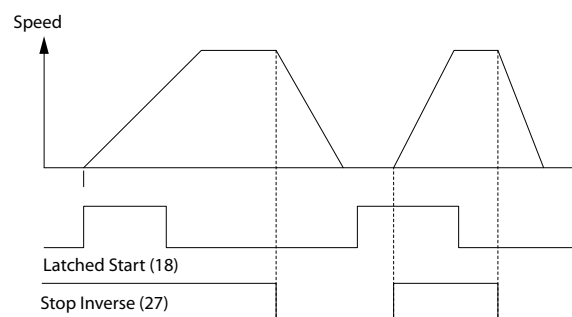


Ilustração 12.2 Partida por pulso/Parada por inércia inversa

|       |    | 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              |                                 |
| A IN  | 54 | Digital Input            | 0                               |
| COM   | 55 | Parâmetro 5-15           | [17] Referência predefinida bit |
| A OUT | 42 | Terminal 33              |                                 |
| COM   | 39 | Digital Input            | 1                               |
|       |    | Parâmetro 3-10           |                                 |
|       |    | Preset Reference         |                                 |
|       |    | Referência predefinida 0 | 25%                             |
|       |    | Referência predefinida 1 | 100%                            |
|       |    | *=Valor padrão           |                                 |
|       |    | Notas/comentários:       |                                 |

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

### 12.4 Configuração da fiação para Reset do alarme externo

|       |    | Parâmetros         |                   |
|-------|----|--------------------|-------------------|
| FC    |    | Função             | Configuração      |
| +24 V | 12 | Parâmetro 5-11     | [1] Reinicializar |
| +24 V | 13 | Terminal 19        |                   |
| D IN  | 18 | Digital Input      |                   |
| D IN  | 19 |                    |                   |
| COM   | 20 |                    |                   |
| D IN  | 27 |                    |                   |
| D IN  | 29 |                    |                   |
| D IN  | 32 |                    |                   |
| D IN  | 33 |                    |                   |
| D IN  | 37 |                    |                   |
| +10 V | 50 |                    |                   |
| A IN  | 53 |                    |                   |
| A IN  | 54 |                    |                   |
| COM   | 55 |                    |                   |
| A OUT | 42 |                    |                   |
| COM   | 39 |                    |                   |
|       |    | *=Valor padrão     |                   |
|       |    | Notas/comentários: |                   |

Tabela 12.8 Configuração de fiação para um reset de alarme externo



### 12.5 Configuração da fiação para Referência de velocidade usando Potenciômetro manual

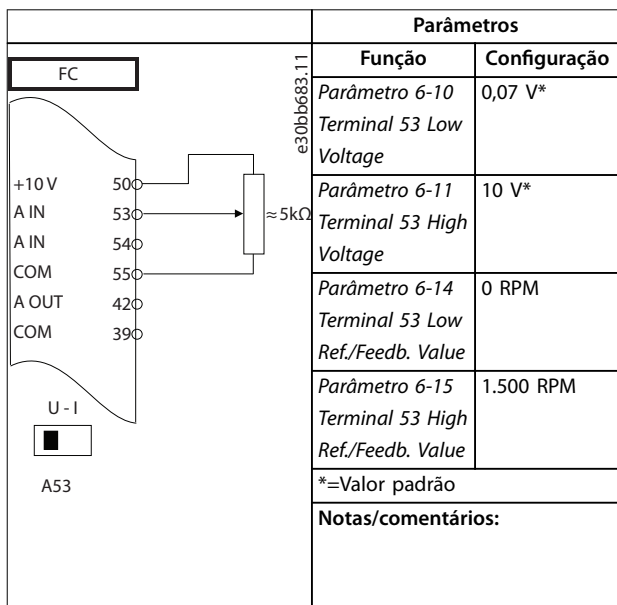


Tabela 12.9 Configuração de fiação para referência de velocidade (usando um potenciômetro manual)

### 12.6 Configuração da fiação para aceleração/desaceleração

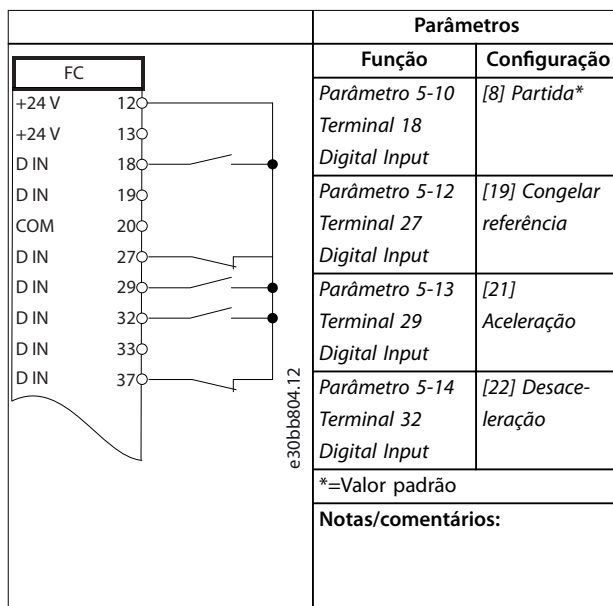


Tabela 12.10 Configuração de fiação para aceleração/desaceleração

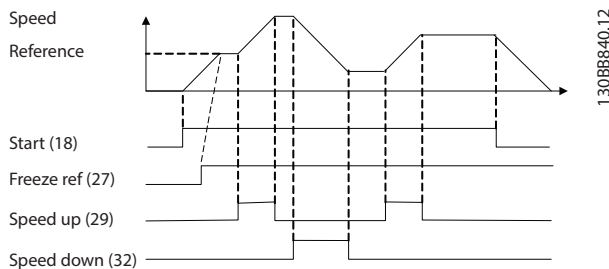


Ilustração 12.3 Aceleração/desaceleração

### 12.7 Configuração da fiação para conexão de rede RS485

| FC    |    | Parâmetros   |              |
|-------|----|--|--------------|
|       |    | Função   | Configuração |
| +24 V | 12 | Parâmetro 8-30<br><i>Protocol</i>  | FC*          |
| +24 V | 13 | Parâmetro 8-31<br><i>Address</i>   | 1*           |
| D IN  | 18 | Parâmetro 8-32<br><i>Baud Rate</i>   | 9600*        |
| D IN  | 19 | *=Valor padrão   |              |
| COM   | 20 | <b>Notas/comentários:</b><br>Selecione o protocolo, o endereço e a baud rate nos parâmetros.   |              |
| D IN  | 27 |  |              |
| D IN  | 29 |  |              |
| D IN  | 32 |  |              |
| D IN  | 33 |  |              |
| D IN  | 37 |  |              |
| +10 V | 50 |  |              |
| A IN  | 53 |  |              |
| A IN  | 54 |  |              |
| COM   | 55 |  |              |
| A OUT | 42 | <b>Notas/comentários:</b><br>Se somente uma advertência for desejada, programe parâmetro 1-90 Motor Thermal Protection para [1] Advrtnc d Termistor. |              |
| COM   | 39 |  |              |
| R1    | 01 |  |              |
|       | 02 |  |              |
|       | 03 |  |              |
| R2    | 04 |  |              |
|       | 05 |  |              |
|       | 06 |  |              |
|       | 61 |  |              |
|       | 68 |  |              |
|       | 69 |  |              |

Tabela 12.11 Configuração de fiação para conexão de rede RS485

### 12.8 Configuração da fiação para termistor do motor

**AVISO!**

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

| VLT   |    | Parâmetros   |                           |
|-------|----|--|---------------------------|
|       |    | Função   | Configuração              |
| +24 V | 12 | Parâmetro 1-90<br><i>Motor Thermal Protection</i>  | [2] Desarme por termistor |
| +24 V | 13 | Parâmetro 1-93<br><i>Thermistor Source</i>   | [1] entrada analógica 53  |
| D IN  | 18 | *=Valor padrão   |                           |
| D IN  | 19 | <b>Notas/comentários:</b><br>Se somente uma advertência for desejada, programe parâmetro 1-90 Motor Thermal Protection para [1] Advrtnc d Termistor. |                           |
| COM   | 20 |  |                           |
| D IN  | 27 |  |                           |
| D IN  | 29 |  |                           |
| D IN  | 32 |  |                           |
| D IN  | 33 |  |                           |
| D IN  | 37 |  |                           |
| +10 V | 50 |  |                           |
| A IN  | 53 |  |                           |
| A IN  | 54 |  |                           |
| COM   | 55 |  |                           |
| A OUT | 42 | <b>Notas/comentários:</b><br>Se somente uma advertência for desejada, programe parâmetro 1-90 Motor Thermal Protection para [1] Advrtnc d Termistor. |                           |
| COM   | 39 |  |                           |
|       | 61 |  |                           |
|       | 68 |  |                           |
|       | 69 |  |                           |
|       | 01 |  |                           |
|       | 02 |  |                           |
|       | 03 |  |                           |
|       | 04 |  |                           |
|       | 05 |  |                           |
|       | 06 |  |                           |

Tabela 12.12 Configuração de fiação para um termistor do motor

### 12.9 Configuração da fiação para setup do relé com Smart Logic Control

|  |    | Parâmetros       |                  |
|--|----|------------------|------------------|
|  |    | Função           | Configuração     |
| FC   |    |                  |                  |
| +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             |                  |
|  |    | Parâmetro 13-01  | [19]             |
|  |    | Start Event      | Advertência      |
|  |    | Parâmetro 13-02  | [44] Tecla reset |
|  |    | Stop Event       |                  |
|  |    | Parâmetro 13-10  | [21]             |
|  |    | 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   |                  |
| <b>Notas/comentários:</b>  |    |                  |                  |
| 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

### 12.10 Configuração da fiação para bomba submersível

O sistema consiste em uma bomba submersível controlada por um Danfoss VLT® AQUA Drive e um transmissor de pressão. O transmissor fornece um sinal de feedback de 4-20 mA ao conversor, que mantém uma pressão constante controlando a velocidade da bomba. Para projetar um conversor para uma aplicação de bomba submersível, há algumas questões importantes a serem consideradas. Selecione o conversor de acordo com a corrente do motor.

- O motor CAN é um motor com uma chapa de aço inoxidável entre o rotor e o estator que contém um espaçador maior e mais resistente a magnetismo do que um motor normal. Este campo mais fraco resulta em motores projetados com uma corrente nominal maior do que um motor normal com potência nominal similar.
- A bomba contém rolamentos de encosto que são danificados quando funcionam abaixo da velocidade mínima, que normalmente é de 30 Hz.
- A reatância do motor é não-linear em motores de bombas submersíveis e, portanto, a adaptação automática do motor (AMA) pode não ser possível. Normalmente, bombas submersíveis são operadas com cabos de motor longos que podem eliminar a reatância de motor não-linear e permitir que o conversor execute a AMA. Se a AMA falha, os dados do motor podem ser configurados a partir do grupo do parâmetro 1-3\* Dados Avanç d Motr (consulte a folha de dados do motor). Se a AMA for bem-sucedida, o conversor compensa a queda de tensão nos cabos de motor longos. Se os dados avançados do motor forem configurados manualmente, o comprimento do cabo de motor deve ser considerado para otimizar o desempenho do sistema.
- É importante que o sistema seja operado com mínimo desgaste na bomba e no motor. Um filtro de onda senoidal Danfoss pode reduzir o estresse de isolamento do motor e aumentar a vida útil (verifique o isolamento real do motor e a especificação dU/dt do conversor). A maioria dos fabricantes de bombas submersíveis exige o uso de filtros de saída.
- O desempenho de EMC pode ser difícil de conseguir porque o cabo especial da bomba, que é capaz de suportar as condições úmidas no poço, normalmente não é blindado. Uma solução poderia ser usar um cabo blindado acima do poço e fixar a blindagem ao tubo do poço, se feito de aço. Um filtro de onda senoidal também reduz a EMI de cabos de motor não blindados.

O motor CAN especial é usado devido às condições de instalação úmidas. Projete o sistema de acordo com a corrente de saída para poder funcionar o motor na potência nominal.

Para evitar danos aos rolamentos de encosto da bomba, e para garantir resfriamento suficiente do motor o mais rápido possível, é importante que a bomba seja desacelerada até a velocidade mínima o mais rápido possível. A maioria dos fabricantes de bombas submersíveis recomenda que a bomba fique na velocidade mínima (30 Hz) no máximo de 2 a 3 s. O VLT® AQUA Drive FC 202 é projetado com rampas inicial e final para essas aplicações. As rampas inicial e final são 2 rampas individuais, onde a rampa inicial, se ativada, acelera o motor que está parado até uma velocidade mínima; assim que velocidade mínima é alcançada, muda-se automaticamente para a rampa normal. A rampa final faz o oposto, da velocidade mínima até parar em uma situação de parada. Considere também ativar o monitoramento avançado de velocidade mínima, conforme descrito no capítulo 5.9 *Visão geral do Monitoramento de velocidade mínima avançado*.

Para obter proteção adicional para a bomba, use a função de detecção de funcionamento a seco. Para obter mais informações, consulte o *guia de programação*.

O Pipe Fill Mode pode ser ativado para evitar golpes de ariete. O conversor Danfoss pode encher os tubos verticais usando o controlador PID para aumentar lentamente a pressão a uma taxa especificada pelo usuário (unidades/segundo). Se ativado, o conversor entra em Pipe Fill Mode ao atingir a velocidade mínima após a partida. A pressão é lentamente aumentada até atingir um setpoint de enchimento especificado pelo usuário, onde o conversor desativa automaticamente o Pipe Fill Mode e continua na operação de malha fechada normal.

**Fiação Elétrica**

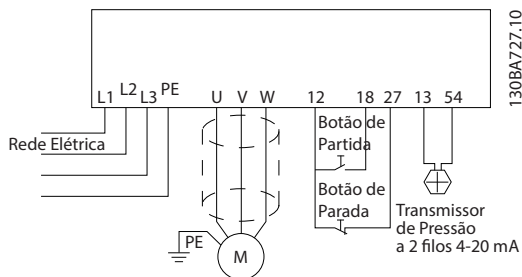


Ilustração 12.4 Fiação para aplicação de bomba submersível

**AVISO!**

Programa o formato da entrada analógica 2 (terminal 54) para mA. (interruptor 202).

**Programações de parâmetros**

| Parâmetro  |
|--|
| Parâmetro 1-20 Motor Power [kW]/parâmetro 1-21 Motor Power [HP]  |
| Parâmetro 1-22 Motor Voltage   |
| Parâmetro 1-24 Motor Current   |
| Parâmetro 1-28 Motor Rotation Check  |
| Certifique-se de que o parâmetro 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA) seja programado para [2] Ativar AMA reduzida. |

Tabela 12.14 Parâmetros relevantes para bomba submersível Aplicação

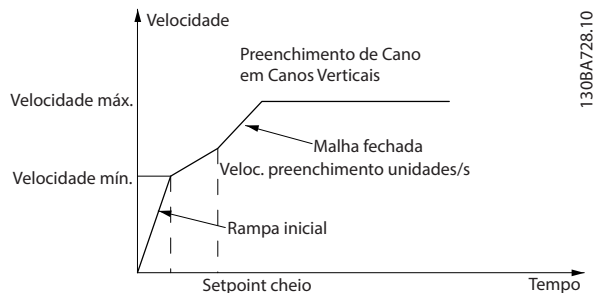
| Parâmetro   | Configuração  |
|---|---|
| Parâmetro 3-02 Minimum Reference  | A unidade da referência mínima corresponde à unidade em parâmetro 20-12 Reference/Feedback Unit |
| Parâmetro 3-03 Maximum Reference  | A unidade da referência máxima corresponde à unidade em parâmetro 20-12 Reference/Feedback Unit |
| Parâmetro 3-84 Initial Ramp Time  | (2 s)   |
| Parâmetro 3-88 Final Ramp Time  | (2 s)   |
| Parâmetro 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time  | (8 s dependendo do tamanho)   |
| Parâmetro 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time  | (8 s dependendo do tamanho)   |
| Parâmetro 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]  | (30 Hz)   |
| Parâmetro 4-13 Motor Speed High Limit [RPM]   | (50/60 Hz)  |
| Use o assistente de malha fechada no Quick Menu → Setup de função para programar as configurações de feedback no controlador PID. |   |

Tabela 12.15 Exemplo de configurações de bomba submersível Aplicação

| Parâmetro                        | Configuração           |
|----------------------------------|------------------------|
| Parâmetro 29-00 Pipe Fill Enable | Desativado             |
| Parâmetro 29-04 Pipe Fill Rate   | (Unidades de feedback) |
| Parâmetro 29-05 Filled Setpoint  | (Unidades de feedback) |

Tabela 12.16 Exemplo de configurações do Pipe Fill Mode

Desempenho

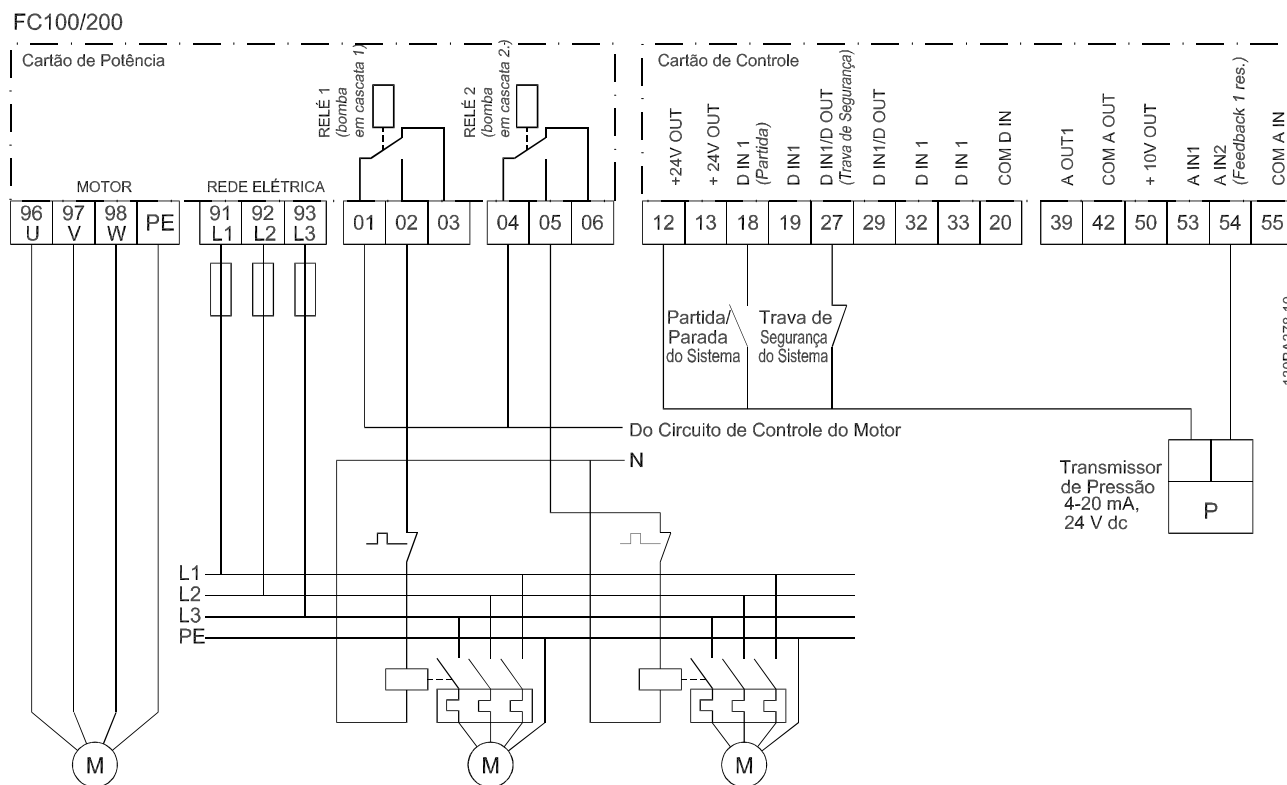


130BA728.10

Ilustração 12.5 Curva de desempenho para o Pipe Fill Mode

12.11 Configuração da fiação para um Controlador em Cascata

A Ilustração 12.6 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.



130BA376.10

Ilustração 12.6 Diagrama da fiação do controlador em cascata

### 12.12 Configuração da fiação para bomba de velocidade variável fixada

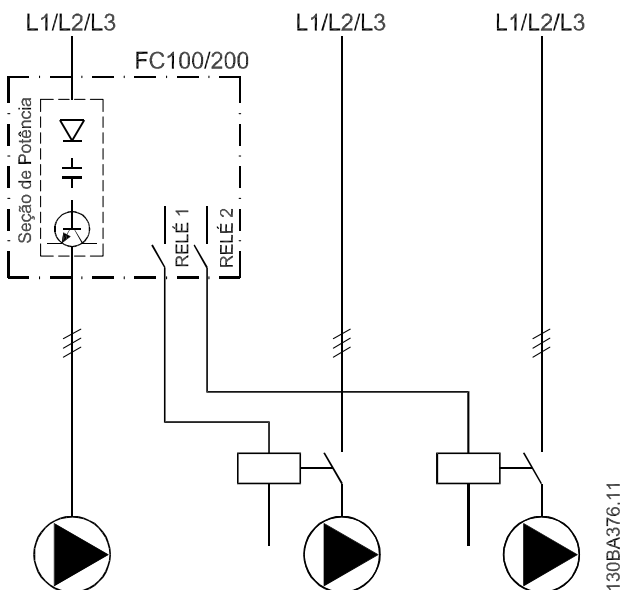


Ilustração 12.7 Diagrama da fiação da bomba de velocidade fixa/variável

devem ser aplicados de acordo com a regulamentação local e/ou as demandas individuais.

- O relé 1 (R1) e o relé 2 (R2) são os relés internos do 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.

Para obter uma descrição detalhada da colocação em funcionamento para aplicações de bomba mista e mestre/escravo, consulte as *Instruções de Utilização do VLT® Cascade Controller Options MCO 101/102*

### 12.13 Configuração da Fiação para Alternância da Bomba de Comando

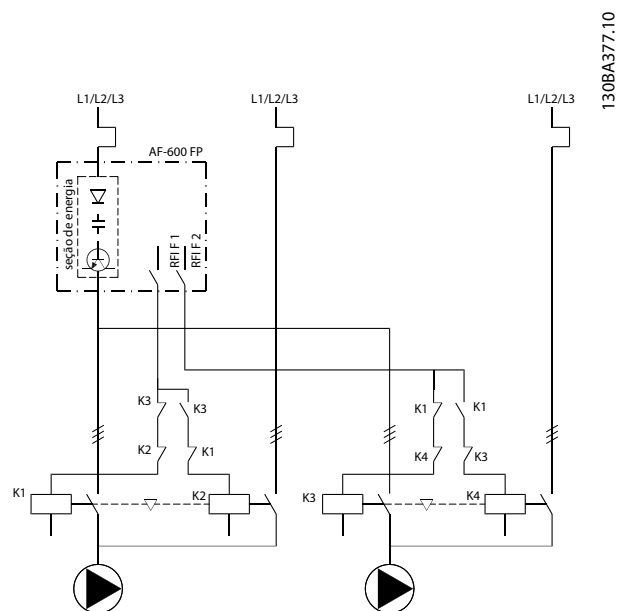


Ilustração 12.8 Diagrama da fiação da alternância da bomba de comando

Toda bomba deve ser conectada a 2 contadores (K1/K2 e K3/K4) com um bloqueio mecânico. Relés térmicos ou outros dispositivos de proteção de sobrecarga do motor

# 13 Como fazer pedido de um conversor

## 13.1 Configurador do drive

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
| F | C | - |   |   |   |   |   |   |    | T  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | X  | X  | S  | X  | X  | X  | X  | A  |    | B  |    | C  |    |    |    |    |    | D  |

130BC530.10

Tabela 13.1 String do código do tipo

|                           |       |                      |
|---------------------------|-------|----------------------|
| Grupo de produto          | 1-6   | <input type="text"/> |
| Modelo                    | 7-10  | <input type="text"/> |
| Tensão de rede            | 11-12 | <input type="text"/> |
| Gabinete                  | 13-15 | <input type="text"/> |
| Configuração do hardware  | 16-23 | <input type="text"/> |
| Filtro de RFI             | 16-17 | <input type="text"/> |
| Freio                     | 18    | <input type="text"/> |
| Display (LCP)             | 19    | <input type="text"/> |
| Revestimento do PCB       | 20    | <input type="text"/> |
| Opcional de rede elétrica | 21    | <input type="text"/> |
| Adaptação A               | 22    | <input type="text"/> |
| Adaptação B               | 23    | <input type="text"/> |
| Lançamento do software    | 24-27 | <input type="text"/> |
| Idioma do software        | 28    | <input type="text"/> |
| Opcionais A               | 29-30 | <input type="text"/> |
| Opcionais B               | 31-32 | <input type="text"/> |
| Opcionais C0, MCO         | 33-34 | <input type="text"/> |
| Opcionais C1              | 35    | <input type="text"/> |
| Software do opcional C    | 36-37 | <input type="text"/> |
| Opcionais D               | 38-39 | <input type="text"/> |

Tabela 13.2 Exemplo de código do tipo para a 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](http://www.danfoss.com/drives). O configurador cria uma string do código do tipo e um número de vendas de 8 dígitos, que podem ser entregues ao escritório de vendas local. Também é possível criar uma lista de projeto com vários produtos e enviá-la a um representante de vendas Danfoss.

Um exemplo de uma string do código do tipo é:

FC-202N355T5E20H4BGCXXXSXXXXA0BXCXXXX0

O significado dos caracteres na string é definido em Tabela 13.4. No exemplo acima, um PROFIBUS DP-V1 e um opcional de backup de 24 V estão integrados.

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, alemão, espanhol, sueco, italiano e finlandês.

**Pacote de idiomas 2**

Inglês, alemão, chinês, coreano, japonês, tailandês, chinês tradicional e indonésio de Bahasa.

**Pacote de idiomas 3**

Inglês, alemão, esloveno, búlgaro, sérvio, romeno, húngaro, tcheco e russo.

**Pacote de idiomas 4**

Inglês, alemão, espanhol, inglês dos Estados Unidos, grego, português do Brasil, turco e polonês.

## 13.1.1 Solicitação de pedido de código de tipo para gabinetes D1h–D8h

| Descrição                 | Posição | Escolha possível  |
|---------------------------|---------|---|
| Grupo de produto          | 1-6     | FC-202  |
| Modelo                    | 7-10    | N55: 55 kW (75 hp)<br>N75: 75 kW (100 hp)<br>N90: 90 kW (125 hp)<br>N110: 110 kW (150 hp)<br>N132: 132 kW (200 hp)<br>N160: 160 kW (250 hp)<br>N200: 200 kW (300 hp)<br>N250: 250 kW (350 hp)<br>N315: 315 kW (400–450 hp)  |
| Tensão de rede            | 11-12   | T4: 380–480 V CA<br>T7: 525–690 V CA  |
| Gabinete                  | 13-15   | E20: IP20 (chassi - para instalação em um gabinete externo)<br>E2S: IP20/chassi - chassi D3h<br>E21: IP21 (NEMA 1)<br>E2D: IP21/chassi D1h tipo 1<br>E54: IP54 (NEMA 12)<br>E5D: IP54/chassi D1h tipo 12<br>E2M: IP21 (NEMA 1) com blindagem de rede elétrica<br>E5M: IP54 (NEMA 12) com blindagem de rede elétrica<br>C20: IP20 (chassi) + canal traseiro de aço inoxidável<br>C2S: IP20/chassi com canal traseiro de aço inoxidável - chassi D3h<br>H21: IP21 (NEMA 1) + aquecedor<br>H54: IP54 (NEMA 12) + aquecedor |
| Filtro de RFI             | 16-17   | H2: Filtro de RFI, classe A2 (padrão)<br>H4: Filtro de RFI classe A1 <sup>1)</sup>  |
| Freio                     | 18      | X: Sem IGBT do freio<br>B: IGBT do freio montado<br>R: Terminais de regeneração<br>S: Freio + regeneração (somente IP20)  |
| Display                   | 19      | G: Painel de controle local (LCP) gráfico<br>N: Painel de controle local (LCP) numérico<br>X: Sem Painel de controle local  |
| Revestimento do PCB       | 20      | C: Revestido de PCB<br>R: PCB revestido + reforçado   |
| Opcional de rede elétrica | 21      | X: Sem opcional de rede elétrica<br>3: Desconexão da rede elétrica e fusível<br>4: Contator de rede elétrica + fusíveis<br>7: Fusível<br>A: Fusível e Load Sharing (somente IP20)<br>D: Terminais de divisão da carga (somente IP20)<br>E: Desconexão da rede elétrica + contator + fusíveis<br>J: Disjuntor + fusíveis   |
| Adaptação                 | 22      | X: Entradas de cabo padrão  |
| Adaptação                 | 23      | X: Sem adaptação<br>Q: Painel de acesso ao dissipador de calor  |
| Lançamento do software    | 24-27   | Software real   |
| Idioma do software        | 28      | X: Pacote de idioma padrão  |

Tabela 13.3 Solicitação de pedido de código de tipo para gabinetes D1h–D8h

<sup>1)</sup> Disponível para todos os chassis D.



## 13.1.2 Solicitação de pedido de código de tipo para gabinetes E1h–E4h

| Descrição                 | Posição | Opcional possível  |
|---------------------------|---------|--|
| Grupo de produto          | 1–6     | FC-202   |
| Modelo                    | 7–10    | N355: 355 kW (500 hp)<br>N400: 400 kW (550–600 hp)<br>N450: 450 kW (450–600 hp)<br>N500: 500 kW (500–650 hp)<br>N560: 560 kW (600–750hp)<br>N630: 630 kW (650 hp)<br>N710: 710 kW (750 hp)<br>N800: 800 kW (950 hp)  |
| Tensão de rede            | 11–12   | T4: 380–480 V CA<br>T7: 525–690 V CA   |
| Gabinete                  | 13–15   | E00: IP00/chassi (somente gabinetes E3h/E4h com regeneração superior/divisão de carga)<br>E20: IP 20/Chassi<br>E21: IP21/Tipo 1<br>E54: IP54/Tipo 12<br>E2M: IP21/tipo 1 + blindagem de rede elétrica<br>E5M: IP54/tipo 12 + blindagem de rede elétrica<br>H21: IP21/tipo 1 + aquecedor de espaço<br>H54: IP54/tipo 12 + aquecedor de espaço<br>C20: IP20/tipo 1 + canal traseiro de aço inoxidável<br>C21: IP21/tipo 1 + canal traseiro de aço inoxidável<br>C54: IP54/tipo 12 + canal traseiro de aço inoxidável<br>C2M: IP21/tipo 1 + blindagem da rede elétrica + canal traseiro de aço inoxidável<br>C5M: IP54/tipo 12 + blindagem da rede elétrica + canal traseiro de aço inoxidável<br>C2H: IP21/tipo 1 + aquecedor de espaço + canal traseiro de aço inoxidável<br>C5H: IP54/tipo 12 + aquecedor de espaço + canal traseiro de aço inoxidável |
| Filtro de RFI             | 16–17   | H2: Filtro de RFI, classe A2 (C3)<br>H4: Filtro de RFI, classe A1 (C2)   |
| Freio                     | 18      | X: Sem circuito de frenagem<br>B: Circuito de frenagem montado<br>T: Safe Torque Off (STO)<br>U: Circuito de frenagem + safe torque off<br>R: Terminais de regeneração<br>S: Circuito de frenagem + terminais de regeneração (somente gabinetes E3h/E4h)   |
| Display                   | 19      | X: Sem LCP<br>G: LCP gráfico (LCP-102)<br>J: Sem LCP + USB através da porta<br>L: LCP gráfico + USB através da porta   |
| Revestimento de PCB       | 20      | C: Revestido de PCB<br>R: PCB 3C3 revestido + reforçado  |
| Opcional de rede elétrica | 21      | X: Sem opcional de rede elétrica<br>3: Desconexão de rede elétrica + fusíveis<br>7: Fusíveis<br>A: Fusíveis + terminais de divisão da carga (somente gabinetes E3h/E4h)<br>D: Terminais de divisão da carga (somente gabinetes E3h/E4h)  |
| Hardware, adaptação A     | 22      | X: Sem opcionais   |
| Hardware, adaptação B     | 23      | X: Sem opcionais<br>Q: Acesso ao dissipador de calor   |
| Lançamento do software    | 24–28   | SXXX: Lançamento mais recente - software padrão<br>S067: Software de controle de movimento integrado   |
| Idioma do software        | 28      | X: Pacote de idioma padrão   |

Tabela 13.4 Solicitação de pedido de código de tipo para gabinetes E1h–E4h

### 13.1.3 Solicitação de pedido de opcionais para todos os gabinetes VLT® AQUA Drive FC 202

| Descrição                                    | Posição | Opcional possível   |
|--|---------|---|
| Opcionais A                                  | 29–30   | AX: Sem opcional A<br>A0: VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101<br>A4: VLT® DeviceNet MCA 104<br>AL: VLT® PROFINET MCA 120<br>AN: VLT® EtherNet/IP MCA 121<br>AQ: VLT® POWERLINK MCA 122  |
| Opcionais B                                  | 31–32   | BX: Sem opcionais<br>B0: VLT® Analog I/O Option MCB 109<br>B2: VLT® PTC Thermistor Card MCB 112<br>B4: VLT® Sensor Input Option MCB 114<br>BK: VLT® General Purpose I/O Module MCB 101<br>BP: VLT® Relay Card MCB 105<br>BR: VLT® Encoder Input MCB 102<br>BY: VLT® Extended Cascade Controller MCO 101 |
| Opcionais C0/ E0                             | 33–34   | CX: Sem opcionais   |
| Opcionais C1/ A/B no adaptador do opcional C | 35      | X: Sem opcionais<br>R: VLT® Extended Relay Card MCB 113   |
| Software do opcional C/Opcionais E1          | 36–37   | XX: Sem opção de software   |
| Opcionais D                                  | 38–39   | DX: Sem opcionais<br>D0: VLT® 24 V DC Supply MCB 107  |

Tabela 13.5 Solicitação de pedido de código de tipo para opcionais FC 202

## 13.2 Código de compra para opcionais e acessórios

### 13.2.1 Números da solicitação de pedido para opcionais A: Fieldbuses

| Descrição                | Solicitação de pedido |           |
|--------------------------|-----------------------|-----------|
|                          | Sem camada de verniz  | Revestido |
| VLT® PROFIBUS DP MCA 101 | 130B1100              | 130B1200  |
| VLT® DeviceNet MCA 104   | 130B1102              | 130B1202  |
| VLT® PROFINET MCA 120    | 130B1135              | 130B1235  |
| VLT® EtherNet/IP MCA 121 | 130B1119              | 130B1219  |
| VLT® Modbus TCP MCA 122  | 130B1196              | 130B1296  |

Tabela 13.6 Números da solicitação de pedido para opcionais A

Para obter informações sobre compatibilidade do opcional de fieldbus e da aplicação com versões antigas do software, entre em contato com o fornecedor Danfoss.

## 13.2.2 Números da solicitação de pedido para opcionais B: Extensões funcionais

| Descrição                                | Solicitação de pedido |           |
|--|-----------------------|-----------|
|  | Sem camada de verniz  | Revestido |
| VLT® General Purpose I/O MCB 101         | 130B1125              | 130B1212  |
| VLT® Relay Card MCB 105                  | 130B1110              | 130B1210  |
| VLT® Analog I/O MCB 109                  | 130B1120              | 130B1220  |
| VLT® PTC Thermistor Card MCB 112         | -                     | 130B1137  |
| VLT® Sensor Input MCB 114                | 130B1172              | 130B1272  |
| VLT® Extended Cascade Controller MCO 101 | 130B1108              | 130B1208  |

Tabela 13.7 Números da solicitação de pedido para opcionais B

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

| Descrição                                | Solicitação de pedido |           |
|--|-----------------------|-----------|
|  | Sem camada de verniz  | Revestido |
| VLT® Extended Relay Card MCB 113         | 130B1164              | 130B1264  |
| VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102 | 130B1154              | 130B1254  |

Tabela 13.8 Números da solicitação de pedido para opcionais C

## 13.2.4 Números de solicitação de pedido para opcional D: Fonte de alimentação de backup de 24 V

| Descrição                   | Solicitação de pedido |           |
|-----------------------------|-----------------------|-----------|
|                             | Sem camada de verniz  | Revestido |
| VLT® 24 V DC Supply MCB 107 | 130B1108              | 130B1208  |

Tabela 13.9 Números de solicitação de pedido para opcional D

## 13.2.5 Números de solicitação de pedido para opcionais de software

| Descrição   | Solicitação de pedido |
|---|-----------------------|
| VLT® Software de Setup MCT 10 - 1 usuário.              | 130B1000              |
| VLT® Software de Setup MCT 10 - 5 usuários.             | 130B1001              |
| VLT® Software de Setup MCT 10 - 10 usuários.            | 130B1002              |
| VLT® Software de Setup MCT 10 - 25 usuários.            | 130B1003              |
| VLT® Software de Setup MCT 10 - 50 usuários.            | 130B1004              |
| VLT® Software de Setup MCT 10 - 100 usuários.           | 130B1005              |
| VLT® Software de Setup MCT 10 - sem limite de usuários. | 130B1006              |

Tabela 13.10 Números de solicitação de pedido para opcionais de software

## 13.2.6 Números de solicitação de pedido para kits D1h–D8h

| Tipo   | Descrição  | Solicitação de pedido |
|--|--|-----------------------|
| <b>Hardwares diversos</b>  |  |                       |
| Blindagem para clima em ambientes externos NEMA 3R, D1h                                      | Blindagem projetada para proteger as aberturas do conversor de luz solar direta, neve e queda de detritos. Os conversores devem ser solicitados de fábrica já com essa blindagem como NEMA 3R prontos, que é encontrado no código do tipo como o opcional de gabinete E5S. | 176F6302              |
| Blindagem para clima em ambientes externos NEMA 3R, D2h                                      | Blindagem projetada para proteger as aberturas do conversor de luz solar direta, neve e queda de detritos. Os conversores devem ser solicitados de fábrica já com essa blindagem como NEMA 3R prontos, que é encontrado no código do tipo como o opcional de gabinete E5S. | 176F6303              |
| Kit NEMA 3R de resfriamento para entrada traseira/saída traseira em um gabinete soldado, D3h | Fornece características nominais de proteção de entrada NEMA 3R ou NEMA 4. Esses gabinetes são destinados para uso em ambientes externos para oferecer proteção contra tempo inclemente.   | 176F3521              |
| Kit NEMA 3R de resfriamento para entrada traseira/saída traseira em um gabinete Rittal, D3h  | Fornece características nominais de proteção de entrada NEMA 3R ou NEMA 4. Esses gabinetes são destinados para uso em ambientes externos para oferecer proteção contra tempo inclemente.   | 176F3633              |
| Kit NEMA 3R de resfriamento para entrada traseira/saída traseira em um gabinete soldado, D4h | Fornece características nominais de proteção de entrada NEMA 3R ou NEMA 4. Esses gabinetes são destinados para uso em ambientes externos para oferecer proteção contra tempo inclemente.   | 176F3526              |
| Kit NEMA 3R de resfriamento para entrada traseira/saída traseira em um gabinete Rittal, D3h  | Fornece características nominais de proteção de entrada NEMA 3R ou NEMA 4. Esses gabinetes são destinados para uso em ambientes externos para oferecer proteção contra tempo inclemente.   | 176F3634              |
| Chapa do adaptador, D1h/D3h  | Placa usada para substituir um gabinete D1/D3 pelo D1h/D3h usando a mesma configuração de montagem.  | 176F3409              |
| Chapa do adaptador, D2h/D4h  | Placa usada para substituir um gabinete D2/D4 pelo D2h/D4h usando a mesma configuração de montagem.  | 176F3410              |
| Kit do duto do canal traseiro, D3h   | Kit do duto que converte o gabinete em ventilação de entrada inferior/saída superior ou somente ventilação superior. Tamanho do gabinete: 1.800 mm (70,9 pol.).  | 176F3627              |
| Kit do duto do canal traseiro, D3h   | Kit do duto que converte o gabinete em ventilação de entrada inferior/saída superior ou somente ventilação superior. Tamanho do gabinete: 2.000 mm (78,7 pol.).  | 176F3629              |
| Kit do duto do canal traseiro, D4h   | Kit do duto que converte o gabinete em ventilação de entrada inferior/saída superior ou somente ventilação superior. Tamanho do gabinete: 1.800 mm (70,9 pol.).  | 176F3628              |
| Kit do duto do canal traseiro, D4h   | Kit do duto que converte o gabinete em ventilação de entrada inferior/saída superior ou somente ventilação superior. Tamanho do gabinete: 2.000 mm (78,7 pol.).  | 176F3630              |
| Pedestal, D1h  | É um pedestal com 400 mm (15,7 pol.) de altura, que permite que o conversor seja montado no chão. A frente do pedestal possui aberturas para a entrada de ar para resfriamento dos componentes de energia.   | 176F3631              |
| Pedestal, D2h  | É um pedestal com 400 mm (15,7 pol.) de altura, que permite que o conversor seja montado no chão. A frente do pedestal possui aberturas para a entrada de ar para resfriamento dos componentes de energia.   | 176F3632              |

| Tipo  | Descrição  | Solicitação de pedido             |                       |
|---|--|-----------------------------------|-----------------------|
| Pedestal, D5h/D6h   | É um pedestal com 200 mm (9,7 pol.) de altura, que permite que o conversor seja montado no chão. A frente do pedestal possui aberturas para a entrada de ar para resfriamento dos componentes de energia.                      | 176F3452                          |                       |
| Pedestal, D7h/D8h   | É um pedestal com 200 mm (9,7 pol.) de altura, que permite que o conversor seja montado no chão. A frente do pedestal possui aberturas para a entrada de ar para resfriamento dos componentes de energia.                      | 176F3539                          |                       |
| Entrada superior dos cabos de fieldbus, D1h–D8h             | Permite a instalação de cabos do fieldbus pela parte superior do conversor. O kit é IP20/chassi quando instalado, mas uma bucha de acoplamento diferente pode ser usada para aumentar as características nominais de proteção. | 176F3594                          |                       |
| USB na porta, D1h–D8h (IP20/chassi)                         | Kit de cabo de extensão USB para permitir o acesso aos controles do conversor pelo laptop sem abrir o conversor.   | Entre em contato com o fabricante |                       |
| USB na porta, D1h–D8h (IP21/Tipo 1 e IP54/Tipo 12)          | Kit de cabo de extensão USB para permitir o acesso aos controles do conversor pelo laptop sem abrir o conversor.   | Entre em contato com o fabricante |                       |
| Opcional da placa de entrada, D1h–D8h                       | Permite a adição de opcionais de fusíveis, desconexões/fusíveis, RFI, RFI/fusíveis e RFI/desconexões/fusíveis.   | Entre em contato com o fabricante |                       |
| Blocos dos terminais  | Blocos de terminais com parafusos para substituir os terminais carregados por mola.<br>(conectores: 1 pç de 10 pinos 1 pç de 6 pinos e 1 pç de 3 pinos)  | 130B1116                          |                       |
| <b>Kits de resfriamento do canal traseiro</b>               |  | <b>Padrão</b>                     | <b>Aço inoxidável</b> |
| Entrada traseira/saída traseira (gabinetes não Rittal), D3h | Permite que o ar de resfriamento entre e saia pela parte traseira do conversor. Não inclui placas para montagem no gabinete. Este kit é utilizado somente para o gabinete D3h.   | 176F3519                          | 176F3520              |
| Entrada traseira/saída traseira (gabinetes não Rittal), D4h | Permite que o ar de resfriamento entre e saia pela parte traseira do conversor. Não inclui placas para montagem no gabinete. Este kit é utilizado somente para o gabinete D4h.   | 176F3524                          | 176F3525              |
| Entrada inferior/saída traseira, D1h/D3h                    | Permite que o ar de resfriamento seja direcionado para dentro pela parte inferior e para fora pela parte traseira do conversor. Este kit é utilizado somente para os gabinetes D1h/D3h.  | 176F3522                          | 176F3523              |
| Entrada inferior/saída traseira, D2h/D4                     | Permite que o ar de resfriamento seja direcionado para dentro pela parte inferior e para fora pela parte traseira do conversor. Este kit é utilizado somente para os gabinetes D2h/D4h.  | 176F3527                          | 176F3528              |
| Entrada traseira/saída traseira, D1h                        | Permite que o ar de resfriamento entre e saia pela parte traseira do conversor. Este kit é utilizado somente para o gabinete D1h.  | 176F3648                          | 176F3656              |
| Entrada traseira/saída traseira, D2h                        | Permite que o ar de resfriamento entre e saia pela parte traseira do conversor. Este kit é utilizado somente para o gabinete D2h.  | 176F3649                          | 176F3657              |
| Entrada traseira/saída traseira, D3h                        | Permite que o ar de resfriamento entre e saia pela parte traseira do conversor. Este kit é utilizado somente para o gabinete D3h.  | 176F3625                          | 176F3654              |
| Entrada traseira/saída traseira, D4h                        | Permite que o ar de resfriamento entre e saia pela parte traseira do conversor. Este kit é utilizado somente para o gabinete D4h.  | 176F3626                          | 176F3655              |
| Entrada traseira/saída traseira, D5h/D6h                    | Permite que o ar de resfriamento entre e saia pela parte traseira do conversor. Este kit é utilizado somente para os gabinetes D5h/D6h.  | 176F3530                          | –                     |
| Entrada traseira/saída traseira, D7h/D8h                    | Permite que o ar de resfriamento entre e saia pela parte traseira do conversor. Este kit é utilizado somente para os gabinetes D7h/D8h.  | 176F3531                          | –                     |
| <b>LCP</b>  |  |                                   |                       |
| LCP 101   | Painel de controle local numérico (NLCP).  | 130B1124                          |                       |
| LCP 102   | Painel de controle local gráfico (GLCP).   | 130B1107                          |                       |
| Cabo do LCP   | Cabo separado do LCP, 3 m (9 pés).   | 175Z0929                          |                       |
| Kit do LCP, IP21  | Kit de 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                          |                       |

| Tipo                      | Descrição  | Solicitação de pedido |
|---------------------------|--|-----------------------|
| Kit do LCP, IP21          | Kit de montagem do painel para todos os LCPs, incluindo fixadores, cabo de 3 m (9 pés) e gaxeta. | 130B1117              |
| <b>Opcionais externos</b> |  |                       |
| EtherNet/IP               | Ethernet mestre.   | 175N2584              |

Tabela 13.11 Kits disponíveis para gabinetes D1h–D8h

### 13.2.7 Números de solicitação de pedido para kits E1h–E4h

| Tipo  | Descrição  | Solicitação de pedido |                       |
|---|--|-----------------------|-----------------------|
| <b>Hardwares diversos</b>                     |  |                       |                       |
| Entrada superior do PROFIBUS, E1h–E4h         | Entrada superior para características nominais de proteção de gabinete IP54.   | 176F1742              |                       |
| USB na porta, E1h–E4h                         | Kit de cabo de extensão USB para permitir o acesso aos controles do conversor pelo laptop sem abrir o conversor.   | 130B1156              |                       |
| Barra do ponto de aterramento                 | Mais pontos de aterramento para conversores E1h e E2h.   | 176F6609              |                       |
| Blindagem de rede elétrica, E1h               | Blindagem (tampa) montada na parte frontal dos terminais de energia para proteger de contato acidental.  | 176F6619              |                       |
| Blindagem de rede elétrica, E2h               | Blindagem (tampa) montada na parte frontal dos terminais de energia para proteger de contato acidental.  | 176F6620              |                       |
| Blocos dos terminais                          | Blocos de terminais com parafusos para substituir os terminais carregados por mola.<br>(conectores: 1 pç de 10 pinos 1 pç de 6 pinos e 1 pç de 3 pinos)  | 130B1116              |                       |
| <b>Kits de resfriamento do canal traseiro</b> |  | <b>Padrão</b>         | <b>Aço inoxidável</b> |
| Entrada inferior/saída superior, E3h          | Permite que o ar de resfriamento seja direcionado para dentro pela parte inferior e para fora pela parte superior do conversor. Este kit é usado somente para o gabinete E3h com a placa base de 600 mm (21,6 pol.). | 176F6606              | –                     |
| Entrada inferior/saída superior, E3h          | Permite que o ar de resfriamento seja direcionado para dentro pela parte inferior e para fora pela parte superior do conversor. Este kit é usado somente para o gabinete E3h com a placa base de 800 mm (31,5 pol.). | 176F6607              | –                     |
| Entrada inferior/saída superior, E4h          | Permite que o ar de resfriamento seja direcionado para dentro pela parte inferior e para fora pela parte superior do conversor. Este kit é usado somente para o gabinete E4h com a placa base de 800 mm (31,5 pol.). | 176F6608              | –                     |
| Entrada traseira/saída traseira, E1h          | Permite que o ar de resfriamento entre e saia pela parte traseira do conversor. Este kit é usado somente para o gabinete E1h.  | 176F6617              | –                     |
| Entrada traseira/saída traseira, E2h          | Permite que o ar de resfriamento entre e saia pela parte traseira do conversor. Este kit é usado somente para o gabinete E2h.  | 176F6618              | –                     |
| Entrada traseira/saída traseira, E3h          | Permite que o ar de resfriamento entre e saia pela parte traseira do conversor. Este kit é usado somente para o gabinete E3h.  | 176F6610              | –                     |
| Entrada traseira/saída traseira, E4h          | Permite que o ar de resfriamento entre e saia pela parte traseira do conversor. Este kit é usado somente para o gabinete E4h.  | 176F6611              | –                     |
| Entrada inferior/saída traseira, E3h          | Permite que o ar de resfriamento seja direcionado para dentro pela parte inferior e para fora pela parte traseira do conversor. Este kit é usado somente para o gabinete E3h com a placa base de 600 mm (21,6 pol.). | 176F6612              | –                     |
| Entrada inferior/saída traseira, E3h          | Permite que o ar de resfriamento seja direcionado para dentro pela parte inferior e para fora pela parte traseira do conversor. Este kit é usado somente para o gabinete E3h com a placa base de 800 mm (31,5 pol.). | 176F6613              | –                     |

| Tipo                                 | Descrição  | Solicitação de pedido |   |
|--------------------------------------|--|-----------------------|---|
| Entrada inferior/saída traseira, E4h | Permite que o ar de resfriamento seja direcionado para dentro pela parte inferior e para fora pela parte traseira do conversor. Este kit é usado somente para o gabinete E4h com a placa base de 800 mm (31,5 pol.). | 176F6614              | - |
| Entrada traseira/saída superior, E3h | Permite que o ar de resfriamento seja direcionado para dentro pela parte traseira e para fora pela parte superior do conversor. Este kit é usado somente para o gabinete E3h.  | 176F6615              | - |
| Entrada traseira/saída superior, E4h | Permite que o ar de resfriamento seja direcionado para dentro pela parte traseira e para fora pela parte superior do conversor. Este kit é usado somente para o gabinete E4h.  | 176F6616              | - |
| <b>LCP</b>                           |  |                       |   |
| LCP 101                              | Painel de controle local numérico (NLCP).  | 130B1124              |   |
| LCP 102                              | Painel de controle local gráfico (GLCP).   | 130B1107              |   |
| Cabo do LCP                          | Cabo separado do LCP, 3 m (9 pés).   | 175Z0929              |   |
| Kit do LCP, IP21                     | Kit de 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 de montagem do painel para todos os LCPs, incluindo fixadores, cabo de 3 m (9 pés) e gaxeta.   | 130B1117              |   |
| <b>Opcionais externos</b>            |  |                       |   |
| EtherNet/IP                          | Ethernet mestre.   | 175N2584              |   |

Tabela 13.12 Kits disponíveis para gabinete E1h–E4h

### 13.3 Códigos de compra para filtros e resistores do freio

Consulte os seguintes Guias de Design para obter as especificações de dimensionamento e os números da solicitação de pedido para filtros e resistores de frenagem:

- *Guia de Design do VLT® Brake Resistor MCE 101*
- *Guia de Design do VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010*
- *Guia de Design de filtros de saída.*

### 13.4 Peças de Reposição

Consulte a loja do VLT® ou o configurador do conversor ([www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives)) para obter as peças sobressalentes que estão disponíveis para a sua aplicação.

# 14 Apêndice

## 14.1 Abreviações e símbolos

|                         |   |
|-------------------------|---|
| 60° AVM                 | Modulação vetorial assíncrona a 60°   |
| A                       | Ampère/AMP  |
| CA                      | Corrente alternada  |
| AD                      | Descarga aérea  |
| AEO                     | Otimização automática de energia  |
| AI                      | Entrada analógica   |
| AIC                     | Corrente de interrupção de Ampere   |
| AMA                     | Adaptação automática do motor   |
| AWG                     | American Wire Gauge   |
| °C                      | Graus Celsius   |
| CB                      | Disjuntor   |
| CD                      | Descarga constante  |
| CDM                     | Módulo do conversor completo: O conversor, a seção de alimentação e os auxiliares |
| CE                      | Conformidade europeia (normas de segurança europeias)                             |
| MC                      | Modo comum  |
| TC                      | Torque constante  |
| CC                      | Corrente contínua   |
| DI                      | Entrada digital   |
| MD                      | Modo diferencial  |
| D-TYPE                  | Depende do conversor  |
| EMC                     | Compatibilidade eletromagnética   |
| EMF                     | FEM Força Eletro Motriz   |
| ETR                     | Relé térmico eletrônico   |
| °F                      | Graus Fahrenheit  |
| f <sub>JOG</sub>        | Frequência do motor quando a função jog está ativada                              |
| f <sub>M</sub>          | Frequência do motor.  |
| f <sub>MAX</sub>        | Frequência de saída máxima que o conversor aplica em sua saída                    |
| f <sub>MIN</sub>        | Frequência mínima do motor a partir do conversor                                  |
| f <sub>M,N</sub>        | Frequência nominal do motor   |
| Conversor de frequência | Conversor de frequência (drive)   |
| FSP                     | Bomba de velocidade fixa  |
| HIPERFACE®              | HIPERFACE® é uma marca registrada da Stegmann                                     |
| SA                      | Sobrecarga alta   |
| Hp                      | Cavalo-vapor  |
| HTL                     | Pulsos do encoder HTL (10-30 V) - lógica do transistor de alta tensão             |
| Hz                      | Hertz   |
| I <sub>INV</sub>        | Corrente Nominal de Saída do Inversor   |
| I <sub>LIM</sub>        | Limite de corrente  |
| I <sub>M,N</sub>        | Corrente nominal do motor   |
| I <sub>VLT,MAX</sub>    | Corrente de saída máxima  |
| I <sub>VLT,N</sub>      | Corrente nominal de saída fornecida pelo conversor                                |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| kHz                       | kiloHertz   |
| LCP                       | Painel de controle local  |
| Lsb                       | Bit menos significativo   |
| m                         | Metro   |
| mA                        | Miliampère  |
| MCM                       | Mille mil circular  |
| MCT                       | Motion Control Tool   |
| mH                        | Indutância em milihenry   |
| mm                        | Milímetro   |
| ms                        | Milissegundo  |
| Msb                       | Bit mais significativo  |
| η <sub>VLT</sub>          | Eficiência do conversor definida como relação entre saída e entrada de potência                             |
| nF                        | Capacitância em nano Farad  |
| NLCP                      | Painel de controle local numérico   |
| Nm                        | Newton metro  |
| SN                        | Sobrecarga normal   |
| n <sub>s</sub>            | Velocidade de sincronização do motor  |
| Parâmetros online/offline | As alterações nos parâmetros on-line são ativadas imediatamente após o valor dos dados ser alterado         |
| P <sub>br,cont.</sub>     | Potência nominal do resistor de frenagem (potência média durante frenagem contínua)                         |
| PCB                       | Placa de circuito impresso  |
| PCD                       | Dados de processo   |
| PDS                       | Sistema de potência do conversor: CDM e um motor  |
| PELV                      | Tensão extra baixa protetiva  |
| P <sub>m</sub>            | Potência nominal de saída do conversor como sobrecarga alta   |
| P <sub>M,N</sub>          | Potência nominal do motor   |
| Motor PM                  | Motor com ímã permanente  |
| PID de processo           | Regulador diferencial integrado proporcional que mantém a velocidade, pressão, temperatura, etc.            |
| R <sub>br,nom</sub>       | Valor nominal do resistor que garante um potência de frenagem no eixo do motor de 150/160% durante 1 minuto |
| RCD                       | Dispositivo de corrente residual  |
| Regen                     | Terminais regenerativos   |
| R <sub>min</sub>          | Valor mínimo do resistor de frenagem permitido pelo conversor   |
| RMS                       | Raiz quadrada média   |
| RPM                       | Rotações por minuto   |
| R <sub>rec</sub>          | Resistência recomendada para resistores de frenagem Danfoss   |
| s                         | Segundo   |
| SCCR                      | Características nominais da corrente de curto-circuito  |
| SFAVM                     | Modulação vetorial assíncrona orientada pelo fluxo do estator   |
| STW                       | Status word   |



|                  |  |
|------------------|--|
| SMPS             | Fonte de alimentação com modo de comutação                                       |
| THD              | Distorção harmônica total  |
| T <sub>LIM</sub> | Limite de torque   |
| TTL              | Pulsos do encoder TTL (5 V) - lógica do transistor                               |
| U <sub>M,N</sub> | Tensão nominal do motor  |
| UL               | Underwriters Laboratories (organização dos EUA para a certificação de segurança) |
| V                | Volts  |
| VSP              | Bomba de velocidade variável   |
| VT               | Torque variável  |
| VVC <sup>+</sup> | Controle vetorial de tensão plus   |

Tabela 14.1 Abreviações e símbolos

## 14.2 Definições

### Resistor de frenagem

O resistor de frenagem 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

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

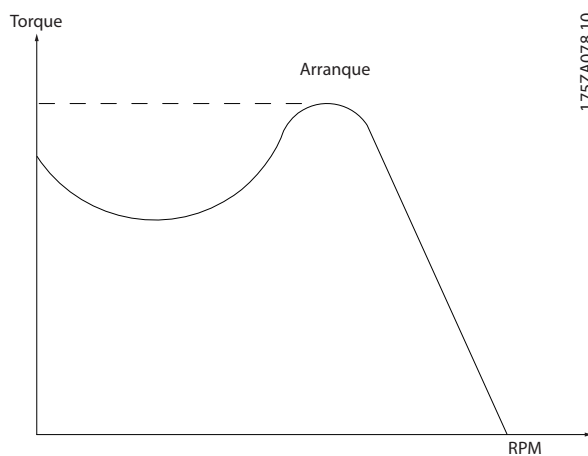


Ilustração 14.1 Gráfico de torque de segurança

### Parada por 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 retorna para a configuração padrão.

### Ciclo útil intermitente

As características nominais úteis intermitentes referem-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 todas as harmônicas e é sempre menor do que o fator de potência (cosphi) que só considera a 1ª harmônica de corrente e tensão.

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

O cosphi também é conhecido como fator de potência de deslocamento.

O lambda e o cosphi são definidos para conversores Danfoss VLT® em *capítulo 7.3 Alimentação de Rede Elétrica*.

O fator de potência indica em que intensidade o conversor oferece uma carga na rede elétrica. Quanto menor o fator de potência, maior será a I<sub>RMS</sub> para o mesmo desempenho em kW. Além disso, um fator de potência alto indica que as correntes harmônicas são baixas.

Todos os conversores Danfoss possuem bobinas CC embutidas no barramento CC para ter um fator de potência alto e reduzir o THD na alimentação principal.

### Entrada de pulso/Encoder incremental

É um sensor digital externo, utilizado para informações de feedback sobre a velocidade do motor e o seu sentido. Os encoders são usados para feedback preciso de alta velocidade e em aplicações dinâmicas altas.

### Compensação de escorregamento

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 executada quando o evento associado definido pelo usuário for avaliado como verdadeiro pelo SLC. (*Grupo do parâmetro 13-\*\* Smart Logic*).

### Barramento padrão do FC

Inclui o barramento RS485 com o protocolo Danfoss 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.

## Índice

## A

|  |              |
|--|--------------|
| Abreviações.....   | 213          |
| Adaptação automática do motor (AMA)                                  |              |
| Bomba submersível.....   | 199          |
| Configuração de fiação.....  | 194          |
| Visão Geral.....   | 20           |
| Advertência de alta tensão.....                                      | 6            |
| Advertências.....  | 6, 152       |
| Alimentação de 24 V CC.....  | 158          |
| Altitude.....  | 149          |
| Ambiente.....  | 51, 145      |
| Ambiente comercial.....  | 176          |
| Ambiente residencial.....  | 176          |
| Amortecimento de ressonância.....                                    | 19           |
| Análise da série Fourier.....  | 181          |
| Analógica  |              |
| Configuração de fiação para referência de velocidade...              | 194          |
| Descrição dos terminais de entrada/saída e configurações padrão..... | 158          |
| Especificações da entrada.....                                       | 52           |
| Especificações da saída.....   | 53           |
| Aprovação CSA/cUL.....   | 9            |
| Aquecedor  |              |
| Esquemática de fiação.....   | 153          |
| Uso.....   | 145          |
| Armazenagem.....   | 145          |
| Armazenamento do capacitor.....                                      | 145          |
| Aterramento.....   | 19, 155, 167 |
| Atmosfera explosiva.....   | 146          |
| Auto on (Automático ligado).....                                     | 184          |

## B

|  |          |
|--|----------|
| Backup cinético.....                                       | 22       |
| Baixa tensão   |          |
| Diretiva.....  | 8        |
| Barramento CC  |          |
| Descrição da operação.....                                 | 184      |
| Terminais.....   | 155      |
| Blindagem  |          |
| Cabos.....   | 154, 155 |
| Extremidades torcidas.....                                 | 179      |
| Rede elétrica.....   | 7        |
| Terminação de RFI.....                                     | 134      |
| Bomba  |          |
| Escalonamento.....   | 27       |
| Bomba submersível  |          |
| Configurações.....   | 200      |
| Diagrama da fiação.....                                    | 199      |
| Usado com monitoramento avançado da velocidade mínima..... | 31       |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| Braçadeira de cabo.....   | 155 |
| Bypass de frequência..... | 22  |

## C

|  |                              |
|--|------------------------------|
| Cabos  |                              |
| Abertura.....  | 56, 62, 78, 87, 98, 108, 119 |
| Blindagem.....   | 154, 179                     |
| de motor.....  | 161                          |
| Conexões de energia.....                                 | 154                          |
| Controle.....  | 155                          |
| Equalização.....   | 156                          |
| Especificações.....                                      | 40, 44, 51                   |
| Freio.....   | 155                          |
| Número e tamanho máximos por fase.....                   | 40, 42                       |
| Roteamento.....  | 156                          |
| Tipos e características nominais dos cabos.....          | 152                          |
| Cabos de controle.....                                   | 155                          |
| Cálculos   |                              |
| Ciclo útil do resistor.....                              | 163                          |
| Referência escalonada.....                               | 185                          |
| Relação de curto-circuito.....                           | 182                          |
| Resistência do freio.....                                | 165                          |
| Software de harmônicas.....                              | 183                          |
| THDi.....  | 181                          |
| Torque de frenagem.....                                  | 165                          |
| Características nominais de proteção NEMA.....           | 10                           |
| Cartão de controle                                       |                              |
| Especificações.....                                      | 54                           |
| Especificações RS485.....                                | 53                           |
| Ponto de desarme por superaquecimento.....               | 40, 42                       |
| Cartão de relé estendido.....                            | 38                           |
| Cartão do Termistor do PTC.....                          | 37                           |
| Certificação marítima.....                               | 9                            |
| Certificado TÜV.....                                     | 9                            |
| Certificado UKrSEPRO.....                                | 9                            |
| Chapa para entrada de cabos.....                         | 119                          |
| Ciclo útil   |                              |
| Cálculo.....   | 163                          |
| Definição.....   | 213                          |
| Código de tipo.....                                      | 203                          |
| Compensação de escorregamento.....                       | 213                          |
| Computador pessoal.....                                  | 155                          |
| Comunicação Serial.....                                  | 157                          |
| Condensação.....   | 145                          |
| Condições ambientais                                     |                              |
| Especificações.....                                      | 51                           |
| Condições ambiente                                       |                              |
| Visão geral.....   | 145                          |
| Conexão do PC.....                                       | 155                          |
| Configuração de fiação de partida/parada.....            | 195, 196                     |
| Configuração de fiação para reset de alarme externo..... | 196                          |
| Configurações de montagem.....                           | 147                          |
| Confirmação de fluxo.....                                | 30                           |

|  |          |  |          |
|--|----------|--|----------|
| Conformidade                                 |          | Digital  |          |
| Com ADN.....                                 | 7        | Descrição dos terminais de entrada/saída e configurações padrão..... | 158      |
| Diretivas.....                               | 8        | Especificações da entrada.....                                       | 52       |
| Controlador em cascata                       |          | Especificações da saída.....   | 53       |
| Diagrama da fiação.....                      | 201      | Dimensões  |          |
| Uso com um contator.....                     | 26       | Exterior do D1h.....   | 56       |
| Visão Geral.....                             | 25       | Exterior do D2h.....   | 62       |
| Controle                                     |          | Exterior do D3h.....   | 68       |
| Características.....                         | 54       | Exterior do D4h.....   | 73       |
| Descrição da operação.....                   | 184      | Exterior do D7h.....   | 98       |
| Estruturas.....                              | 188      | Exterior do D8h.....   | 108      |
| Tipos de.....                                | 189, 190 | Exterior do E1h.....   | 119      |
| Controle de processo.....                    | 190      | Exterior do E2h.....   | 125      |
| Convenções.....                              | 5        | Exterior do E3h.....   | 131      |
| Conversor                                    |          | Exterior do E4h.....   | 138      |
| Configurador.....                            | 203      | Terminal do D1h.....   | 60       |
| Dimensões da série do produto.....           | 13       | Terminal do D2h.....   | 66       |
| Requisitos de espaço.....                    | 147      | Terminal do D3h.....   | 71       |
| Valores nominais da potência.....            | 13       | Terminal do D4h.....   | 76       |
| Corrente                                     |          | Terminal do D5h.....   | 83       |
| Atenuação do motor.....                      | 163      | Terminal do D6h.....   | 92       |
| Controle de corrente interna.....            | 193      | Terminal do D7h.....   | 104      |
| de fuga.....                                 | 166, 167 | Terminal E1h.....  | 123      |
| fundamental.....                             | 181      | Terminal E2h.....  | 129      |
| nominal de saída.....                        | 212      | Terminal E3h.....  | 135      |
| Correntes harmônicas.....                    | 181      | Terminal E4h.....  | 142      |
| Distorção.....                               | 182      | Visão geral da série do produto.....                                 | 13       |
| Fórmula para o limite de corrente.....       | 212      | Dimensões do terminal  |          |
| Ponto de aterramento de transiente.....      | 167      | D1h.....   | 60       |
| Corrente de fuga.....                        | 6, 166   | D2h.....   | 66       |
| Curto-circuito                               |          | D3h.....   | 71       |
| Cálculo da relação.....                      | 182      | D4h.....   | 76       |
| Características nominais de SCCR.....        | 160      | D5h.....   | 83       |
| Definição.....                               | 214      | D6h.....   | 92       |
| Frenagem.....                                | 31, 166  | D7h.....   | 104      |
| Proteção.....                                | 17       | E1h.....   | 123      |
| <b>D</b>                                     |          | E2h.....   | 129      |
| Derating                                     |          | E3h.....   | 135      |
| Alta frequência de chaveamento.....          | 19       | E4h.....   | 142      |
| Altitude.....                                | 149      | Dimensões externas   |          |
| Considerações de temperatura.....            | 51, 147  | D1h.....   | 56       |
| Operação de baixa velocidade.....            | 148      | D2h.....   | 62       |
| Recurso automático.....                      | 18       | D3h.....   | 68       |
| Temperatura e frequência de chaveamento..... | 150      | D4h.....   | 73       |
| Visão geral e causas.....                    | 148      | D7h.....   | 98       |
| Desarme                                      |          | D8h.....   | 108      |
| Pontos para conversores de 380–480 V.....    | 40       | Dimensões Externas   |          |
| Pontos para conversores de 525–690 V.....    | 44       | E1h.....   | 119      |
| Desbalanceamento de tensão.....              | 18       | E2h.....   | 125      |
| Desconexão.....                              | 160      | E3h.....   | 131      |
| DeviceNet.....                               | 36, 206  | E4h.....   | 138      |
| Diagrama da fiação                           |          | Diretiva de maquinaria.....  | 8        |
| Alternação da bomba de comando.....          | 202      | Diretiva ErP.....  | 8        |
| Bomba de velocidade fixa/variável.....       | 202      | Disjuntor.....   | 160, 167 |
| Controlador em cascata.....                  | 201      | Dispositivo de corrente residual.....                                | 166, 167 |

|   |                         |  |
|---|-------------------------|--|
| Dissipador de calor                                       |                         |  |
| Fluxo de ar necessário.....                               | 148                     |  |
| Limpeza.....  | 146                     |  |
| Painel de acesso.....                                     | 121                     |  |
| Ponto de desarme por superaquecimento.....                | 40, 42                  |  |
| Divisão da carga  |                         |  |
| Advertência.....  | 6                       |  |
| Esquemática de fiação.....                                | 153                     |  |
| Proteção contra curto-circuito.....                       | 17                      |  |
| Terminais.....  | 33, 155                 |  |
| Visão Geral.....  | 32                      |  |
| Do D5h  |                         |  |
| Dimensões externas.....                                   | 78                      |  |
| Do D6h  |                         |  |
| Dimensões externas.....                                   | 87                      |  |
| Do D8h  |                         |  |
| Dimensões do terminal.....                                | 113                     |  |
| Do terminal do D8h  |                         |  |
| Dimensões.....  | 113                     |  |
| DU/dt   |                         |  |
| Resultados de testes para D1h–D8h.....                    | 170                     |  |
| Resultados de testes para E1h–E4h.....                    | 171                     |  |
| Visão Geral.....  | 169                     |  |
| <b>E</b>  |                         |  |
| Eficiência  |                         |  |
| Cálculo.....  | 168                     |  |
| Especificações.....                                       | 40, 44                  |  |
| Fórmula da eficiência do conversor.....                   | 212                     |  |
| Uso da AMA.....   | 20                      |  |
| Elevação.....   | 145                     |  |
| EMC   |                         |  |
| Aspectos gerais.....                                      | 175                     |  |
| Compatibilidade.....                                      | 178                     |  |
| Diretiva.....   | 8                       |  |
| Instalação.....   | 180                     |  |
| Interferência.....  | 179                     |  |
| Resultados de teste.....                                  | 176                     |  |
| Emissão conduzida.....                                    | 176                     |  |
| Emissão irradiada.....                                    | 176                     |  |
| Energia   |                         |  |
| Classe de eficiência.....                                 | 51                      |  |
| Entrada do usuário.....                                   | 184                     |  |
| Espaço livre da porta.....                                | 119                     |  |
| Especificações da entrada.....                            | 52                      |  |
| Especificações de USB.....                                | 54                      |  |
| Especificações elétricas.....                             | 40, 44                  |  |
| Especificações elétricas de 380–480 V.....                | 41                      |  |
| Especificações elétricas de 525–690 V.....                | 44                      |  |
| Esquemática de fiação                                     |                         |  |
| Conversor.....  | 153                     |  |
| Exemplos de aplicações típicas.....                       | 194                     |  |
| EtherNet/IP.....  | 36                      |  |
| <b>F</b>  |                         |  |
| Feedback  |                         |  |
| Conversão.....  | 187                     |  |
| Sinal.....  | 189                     |  |
| Tratamento.....   | 186                     |  |
| Fieldbus.....   | 36, 156                 |  |
| Filtro de modo comum.....                                 | 38                      |  |
| Filtro de onda senoidal.....                              | 38, 154                 |  |
| Filtros   |                         |  |
| Filtro de harmônicas.....                                 | 39                      |  |
| Filtro de modo comum.....                                 | 38                      |  |
| Filtro de onda senoidal.....                              | 38, 154                 |  |
| Filtro de RFI.....  | 178                     |  |
| Filtro dU/dt.....   | 38                      |  |
| Solicitação de pedido.....                                | 211                     |  |
| Fios.....   | 152                     |  |
| consulte também <i>Cabos</i>                              |                         |  |
| Fluxo   |                         |  |
| Estrutura de controle em fluxo com feedback de motor..... | 192                     |  |
| Estrutura de controle em fluxo sem sensores.....          | 192                     |  |
| Fluxo de ar   |                         |  |
| Configurações.....  | 34, 35                  |  |
| Taxas.....  | 148                     |  |
| Flying start.....   | 22                      |  |
| Folga da porta.....                                       | 56, 62, 78, 87, 98, 108 |  |
| Formação periódica.....                                   | 145                     |  |
| Fórmula   |                         |  |
| Corrente de saída.....                                    | 212                     |  |
| Eficiência do conversor.....                              | 212                     |  |
| Limite de corrente.....                                   | 212                     |  |
| Potência nominal do resistor de frenagem.....             | 212                     |  |
| Freio CA.....   | 31                      |  |
| Freio CC.....   | 31                      |  |
| Frenagem  |                         |  |
| Controle com a função de frenagem.....                    | 166                     |  |
| dinâmica.....   | 31                      |  |
| Gráfico de capacidade.....                                | 164, 165                |  |
| Limites.....  | 165                     |  |
| Use como uma função de frenagem alternativa.....          | 166                     |  |
| Frequência de chaveamento                                 |                         |  |
| Conexões de energia.....                                  | 154                     |  |
| Derating.....   | 18, 150                 |  |
| Filtro de onda senoidal.....                              | 38, 154                 |  |
| Uso com RCDs.....   | 167                     |  |
| Fusíveis  |                         |  |
| Especificações.....                                       | 159                     |  |
| Para usar com conexões de energia.....                    | 154                     |  |
| Proteção de sobrecorrente.....                            | 152                     |  |
| <b>G</b>  |                         |  |
| Gases.....  | 146                     |  |
| Gerenciamento da largura de banda.....                    | 27                      |  |
| Guia de operação.....                                     | 5                       |  |

|   |             |  |               |
|---|-------------|--|---------------|
| Guia de programação.....                                  | 5           | Modo malha aberta                                      |               |
| <b>H</b>  |             | Diagrama de blocos.....                                | 188           |
| Hand On (Manual ligado).....                              | 184         | Visão geral.....                                       | 188           |
| Harmônicas  |             | Modo malha fechada                                     |               |
| Atenuação.....  | 183         | Diagrama de blocos.....                                | 189           |
| Definição do fator de potência.....                       | 213         | Visão geral.....                                       | 188           |
| Filtro.....   | 39          | Modulação.....   | 19, 212       |
| Normas EN.....  | 182         | Modulação automática da frequência de chaveamento..... | 19            |
| Normas IEC.....   | 182         | Módulo E/S de uso geral.....                           | 37            |
| Visão geral.....  | 181         | Monitoramento ATEX.....                                | 21, 146       |
| <b>I</b>  |             | Monitoramento avançado da velocidade mínima.....       | 31            |
| Instalação  |             | Motor  |               |
| Elétrica.....   | 152         | Atenuação de correntes de mancal.....                  | 163           |
| Pessoal qualificado.....                                  | 6           | Cabos.....   | 161, 167      |
| Requisitos.....   | 147         | Classe de proteção.....                                | 146           |
| Instalação em altitudes elevadas.....                     | 179         | Conexão em paralelo.....                               | 161           |
| Interferência de radiofrequência.....                     | 19          | Configuração de fiação do termistor.....               | 198           |
| Interferência eletromagnética.....                        | 19          | Corrente de fuga.....                                  | 167           |
| Interruptor   |             | Definição de torque de segurança.....                  | 213           |
| A53 e A54.....  | 52, 158     | Detecção de fase ausente.....                          | 18            |
| Interruptores   |             | Especificações da saída.....                           | 51            |
| Desconexão.....   | 160         | Esquemática de fiação.....                             | 153           |
| Inversor.....   | 184         | Estresse de isolamento.....                            | 199           |
| Isolação.....   | 163         | Ex-d.....  | 37            |
| Isolação galvânica.....                                   | 19, 53, 178 | Ex-e.....  | 21            |
| <b>K</b>  |             | Feedback.....  | 192           |
| Kits  |             | Isolação.....  | 163           |
| Descrições.....   | 210, 211    | CAN.....   | 199           |
| Disponibilidade do gabinete.....                          | 16          | Plaqueta de identificação.....                         | 21            |
| Números de solicitação de pedido.....                     | 210, 211    | Proteção térmica.....                                  | 20, 161       |
| <b>L</b>  |             | Rotação.....   | 161           |
| Limpeza da bomba.....                                     | 28          | Torque total.....                                      | 22            |
| <b>M</b>  |             | Motor CAN.....   | 199           |
| Manutenção.....   | 146         | <b>N</b>   |               |
| Marcação CE.....  | 8           | Nova partida.....                                      | 22            |
| Marcação EAC.....   | 9           | <b>O</b>   |               |
| Marcação RCM.....   | 9           | O tempo de subida.....                                 | 169           |
| Máx.  |             | Opcionais  |               |
| Configuração de fiação para aceleração/desaceleração..... | 197         | Controlador em cascata.....                            | 25            |
| Configuração de fiação para referência de velocidade...   | 197         | Controle de movimento.....                             | 38            |
| Modbus  |             | Disponibilidade do gabinete.....                       | 13            |
| Opcional.....   | 36          | Extensões funcionais.....                              | 37            |
| Modo de malha aberta                                      |             | Fieldbus.....  | 36            |
| Opcional de controlador em cascata.....                   | 26          | Placas de relé.....                                    | 38            |
|   |             | Solicitação de pedido.....                             | 205, 206, 207 |
|   |             | Opcional de entrada de sensor.....                     | 37            |
|   |             | Operação de baixa velocidade.....                      | 148           |
|   |             | Otimização automática de energia (AEO).....            | 18            |
|   |             | <b>P</b>   |               |
|   |             | Pacote de idiomas.....                                 | 203           |
|   |             | Painel de distribuição.....                            | 120           |
|   |             | Parada por inércia.....                                | 29            |

|   |                         |  |         |
|---|-------------------------|--|---------|
| Peças sobressalentes.....                       | 211                     | Referência ativa.....                              | 184     |
| PELV.....                                       | 19, 53, 178             | Referência escalonada.....                         | 185     |
| Pessoal qualificado.....                        | 6                       | Referência remota.....                             | 185     |
| PID   |                         | Regen  |         |
| Controlador.....                                | 20, 187, 190            | Disponibilidade.....                               | 13      |
| Pipe fill mode.....                             | 200                     | Terminais.....                                     | 71      |
| Placa da bucha.....                             | 56, 62, 78, 87, 98, 108 | Visão Geral.....                                   | 33      |
| PLC.....  | 156                     | Regenerativo                                       |         |
| Ponto de acoplamento comum.....                 | 181                     | Terminais.....                                     | 123     |
| Potência  |                         | Regulamentos de controle de exportação.....        | 9       |
| Características nominais.....                   | 11, 40, 44              | Relé   |         |
| Conexões.....                                   | 154                     | Controlador em cascata.....                        | 25      |
| Especificações.....                             | 40, 42                  | Especificações.....                                | 53      |
| Perdas.....                                     | 40, 44                  | Instalação compatível com ADN.....                 | 7       |
| Potência.....                                   | 213                     | Opcional.....                                      | 37      |
| Potenciômetro.....                              | 158, 197                | Opcional de cartão de relé estendido.....          | 38      |
| Pré/pós-lubrificação.....                       | 29, 30                  | Placa.....   | 38      |
| Pré-aquecimento.....                            | 22                      | Terminais.....                                     | 158     |
| PROFIBUS.....                                   | 36, 206                 | Relé térmico eletrônico (ETR).....                 | 152     |
| PROFINET.....                                   | 36                      | Requisitos de emissão.....                         | 176     |
| Proteção  |                         | Requisitos de imunidade.....                       | 177     |
| Classificação do gabinete.....                  | 13                      | Resfriamento                                       |         |
| Curto-circuito.....                             | 17                      | Advertência de poeira.....                         | 146     |
| Desbalanceamento da tensão de alimentação.....  | 18                      | Requisitos.....                                    | 147     |
| Função de Frenagem.....                         | 17                      | Visão geral de resfriamento do canal traseiro..... | 34      |
| Sobrecarga.....                                 | 18                      | Resfriamento do canal traseiro.....                | 34, 147 |
| Sobrecorrente.....                              | 152                     | Resfriamento do duto.....                          | 147     |
| Sobretensão.....                                | 17                      | Resistor de freio.....                             | 31      |
| Térmico Calculado do Motor.....                 | 20                      | Resistor de frenagem                               |         |
| Valor nominal.....                              | 10                      | Definição.....                                     | 213     |
| Proteção de sobrecorrente.....                  | 152                     | Esquemática de fiação.....                         | 153     |
| Proteção do gabinete.....                       | 10                      | Fórmula de potência nominal.....                   | 212     |
| Pulso   |                         | Guia de design.....                                | 5       |
| Configuração de fiação para partida/parada..... | 195                     | Seleção.....                                       | 163     |
| Especificações da entrada.....                  | 52                      | Solicitação de pedido.....                         | 211     |
| Q   |                         | Terminais.....                                     | 155     |
| Quick menu.....                                 | 25                      | Visão Geral.....                                   | 38      |
| R   |                         | Retificador.....                                   | 184     |
| Rabichos.....                                   | 179                     | RFI  |         |
| Rede elétrica                                   |                         | Filtro.....  | 178     |
| Blindagem.....                                  | 7                       | Localização da terminação da blindagem do E3h..... | 134     |
| Especificações.....                             | 50                      | Localização da terminação da blindagem do E4h..... | 141     |
| Especificações da alimentação.....              | 50                      | Uso de um interruptor com rede de TI.....          | 168     |
| Flutuações.....                                 | 19                      | Rotor.....   | 18      |
| Queda.....                                      | 22                      | RS485  |         |
| Rede elétrica IT.....                           | 168                     | Barramento padrão do FC.....                       | 213     |
| Referência                                      |                         | Configuração da fiação.....                        | 198     |
| Entrada de velocidade.....                      | 194, 195                | Esquemática de fiação.....                         | 153     |
| ativa.....                                      | 184                     | Terminais.....                                     | 157     |
| remota.....                                     | 185                     | Ruído Acústico.....                                | 169     |
| Tratamento remoto de.....                       | 185                     |  |         |

|   |          |
|---|----------|
| <b>S</b>  |          |
| Safe Torque Off                                       |          |
| Configuração de fiação.....                           | 195      |
| Conformidade com a diretiva de maquinaria.....        | 8        |
| Esquemática de fiação.....                            | 153      |
| Guia de operação.....                                 | 5        |
| Localização do terminal.....                          | 158      |
| Visão Geral.....                                      | 24       |
| Saída   |          |
| Contator.....   | 168, 180 |
| Especificações.....                                   | 53       |
| Interruptor.....                                      | 18       |
| Secundária  |          |
| Eficiência.....                                       | 27       |
| Segurança   |          |
| Instruções.....                                       | 6, 152   |
| Smart logic control                                   |          |
| Configuração de fiação.....                           | 199      |
| Visão Geral.....                                      | 22       |
| SmartStart.....                                       | 25       |
| Sobrecarga  |          |
| Emissão com harmônica.....                            | 181      |
| Limites.....  | 18       |
| térmica eletrônica.....                               | 20       |
| Sobrecarga térmica eletrônica.....                    | 20       |
| Sobretensão   |          |
| Frenagem.....   | 38       |
| Função de frenagem alternativa.....                   | 166      |
| Proteção.....   | 17       |
| Solicitação de pedido.....                            | 203      |
| STO.....  | 5        |
| consulte também <i>Safe Torque Off</i>                |          |
| Superaquecimento.....                                 | 213      |
| <b>T</b>  |          |
| Temperatura.....                                      | 146      |
| Tempo de descarga.....                                | 6        |
| Terminais   |          |
| Comunicação Serial.....                               | 157      |
| Descrições de controle e configurações padrão.....    | 157      |
| Divisão da carga.....                                 | 155      |
| Entrada analógica/saída analógica.....                | 158      |
| Entrada digital/saída digital.....                    | 158      |
| Resistor de frenagem.....                             | 155      |
| RS485.....  | 157      |
| do relé.....  | 158      |
| Terminal 37.....                                      | 158      |
| Terminais de controle.....                            | 157      |
| Termistor   |          |
| Configuração de fiação.....                           | 198      |
| Definição.....  | 213      |
| Localização do terminal.....                          | 158      |
| Roteamento de cabo.....                               | 156      |
| <b>Torque</b>   |          |
| Característica.....                                   | 51       |
| Controle.....   | 189      |
| Torque de segurança.....                              | 213      |
| Transdutor.....                                       | 158      |
| Transformador.....                                    | 181      |
| <b>U</b>  |          |
| <b>UL</b>   |          |
| Características nominais de proteção do gabinete..... | 10       |
| Marcação da classificação.....                        | 9        |
| Umidade.....  | 145      |
| <b>V</b>  |          |
| Valor nominal IP.....                                 | 10       |
| Velocidade  |          |
| Controle.....   | 189      |
| Feedback do PID.....                                  | 189      |
| Ventiladores  |          |
| Fluxo de ar necessário.....                           | 148      |
| controlados por temperatura.....                      | 19       |
| Versões de software.....                              | 206      |
| VVC+.....   | 191, 193 |







.....  
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](http://vlt-drives.danfoss.com)

