



Guia de Design VLT[®] HVAC Drive FC 102

110–800 kW, Tamanhos de gabinete D e E



Índice

1 Introdução	4
1.1 Objetivo do Guia de Design	4
1.2 Recursos adicionais	4
1.3 Documento e versão de software	4
1.4 Convenções	4
2 Segurança	5
2.1 Símbolos de Segurança	5
2.2 Pessoal qualificado	5
2.3 Precauções de segurança	5
3 Aprovações e certificações	7
3.1 Aprovações de Conformidade/Regulatórias	7
3.2 Características nominais de proteção do gabinete	9
4 Visão Geral do Produto	11
4.1 Conversores VLT® de alta potência	11
4.2 Tamanho do gabinete pelo valor nominal da potência	11
4.3 Visão geral de gabinetes, 380-480 V	12
4.4 Visão geral de gabinetes, 525-690 V	14
4.5 Disponibilidade do kit	16
5 Recursos do produto	17
5.1 Recursos operacional automatizados	17
5.2 Recursos de aplicação personalizada	20
5.3 Recursos específicos do VLT® HVAC Drive FC 102	24
5.4 Controlador em Cascata Básico	38
5.5 Visão geral de frenagem dinâmica	40
5.6 Visão geral de divisão da carga	40
5.7 Visão geral de regeneração	41
5.8 Visão geral do resfriamento do canal traseiro	42
6 Visão geral de opcionais e acessórios	44
6.1 Dispositivos de fieldbus	44
6.2 Extensões funcionais	45
6.3 Controle de movimento e placas de relé	46
6.4 Resistores do Freio	46
6.5 Filtros de onda senoidal	47
6.6 Filtros dU/dt	47
6.7 Filtros de modo comum	47
6.8 Filtros de Harmônicas	47

6.9 Kits de alta potência	47
7 Especificações	48
7.1 Dados elétricos, 380–480 V	48
7.2 Dados Elétricos, 525-690 V	52
7.3 Alimentação de Rede Elétrica	56
7.4 Saída do motor e dados do motor	56
7.5 Condições ambiente	56
7.6 Especificações de Cabo	57
7.7 Entrada/Saída de controle e dados de controle	57
7.8 Pesos dos gabinetes	60
8 Dimensões externas e do terminal	61
8.1 Dimensões externas e do terminal do D1h	61
8.2 Dimensões externas e do terminal do D2h	67
8.3 Dimensões externas e do terminal do D3h	73
8.4 Dimensões externas e do terminal do D4h	78
8.5 Dimensões do terminal e exteriores do D5h	83
8.6 Dimensões externas e do terminal do D6h	92
8.7 Dimensões externas e do terminal do D7h	103
8.8 Dimensões externas e do terminal do D8h	113
8.9 Dimensões externas e do terminal do E1h	124
8.10 Dimensões externas do E2h e do terminal	130
8.11 Dimensões externas do E3h e do terminal	136
8.12 Dimensões externas do E4h e do terminal	143
9 Considerações da instalação mecânica	150
9.1 Armazenagem	150
9.2 Elevando a unidade	150
9.3 Ambiente Operacional	150
9.4 Configurações de montagem	152
9.5 Refrigeração	152
9.6 Derating	153
10 Considerações da instalação elétrica	157
10.1 Instruções de Segurança	157
10.2 Esquemática de Fiação	158
10.3 Conexões	159
10.4 Terminais e fiação de controle	161
10.5 Fusíveis e disjuntores	164
10.6 Motor	166
10.7 Frenagem	168

10.8 Dispositivos de corrente residual (RCD) e Monitor de resistência de isolamento (IRM)	171
10.9 Corrente de Fuga	171
10.10 IT Rede elétrica	173
10.11 Eficiência	173
10.12 Ruído Acústico	174
10.13 Condições de dU/dt	174
10.14 Visão geral da Compatibilidade Eletromagnética (EMC)	180
10.15 Instalação compatível com EMC	183
10.16 Visão geral das harmônicas	186
11 Princípios básicos de operação de um conversor	190
11.1 Descrição da Operação	190
11.2 Controles do conversor	190
12 Exemplos de Aplicações	200
12.1 Configurações de fiação para Adaptação Automática do Motor (AMA)	200
12.2 Configurações de fiação para referência de velocidade analógica	200
12.3 Configurações de fiação para partida/parada	201
12.4 Configuração de fiação para um reset de alarme externo	202
12.5 Configuração de fiação para referência de velocidade usando um potenciômetro manual	203
12.6 Configuração de fiação para aceleração/desaceleração	203
12.7 Configuração de fiação para conexão de rede RS485	203
12.8 Configuração de fiação para um termistor do motor	204
12.9 Configuração de fiação para um controlador em cascata	205
12.10 Configuração de fiação para um setup de relé com Smart Logic Control	206
12.11 Configuração de fiação para uma bomba de velocidade variável fixa	206
12.12 Configuração de fiação para alternância da bomba de comando	206
13 Como comprar um conversor	208
13.1 Configurador do drive	208
13.2 Números da solicitação de pedido para opcionais e acessórios	211
13.3 Códigos de compra para filtros e resistores do freio	216
13.4 Peças de Reposição	216
14 Apêndice	217
14.1 Abreviações e símbolos	217
14.2 Definições	218
Índice	220

1 Introdução

1.1 Objetivo do Guia de Design

Este Guia de Design destina-se a:

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

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

VLT® é uma marca registrada.

1.2 Recursos adicionais

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

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

Publicações e manuais complementares estão disponíveis em Danfoss. Consulte drives.danfoss.com/downloads/portal/#/ para obter as listas.

1.3 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 do software
MG16Z2xx	Conteúdo do D1h–D8h incluído	5.11

Tabela 1.1 Versão de Software e Documento

1.4 Convenções

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

2 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 150–450 hp	D1h–D8h	20
380–480	355–560 kW 500–750 hp	E1h–E4h	40
525–690	75–400 kW 75–400 hp	D1h–D8h	20
525–690	450–800 kW 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 electricista certificado.

AVISO!

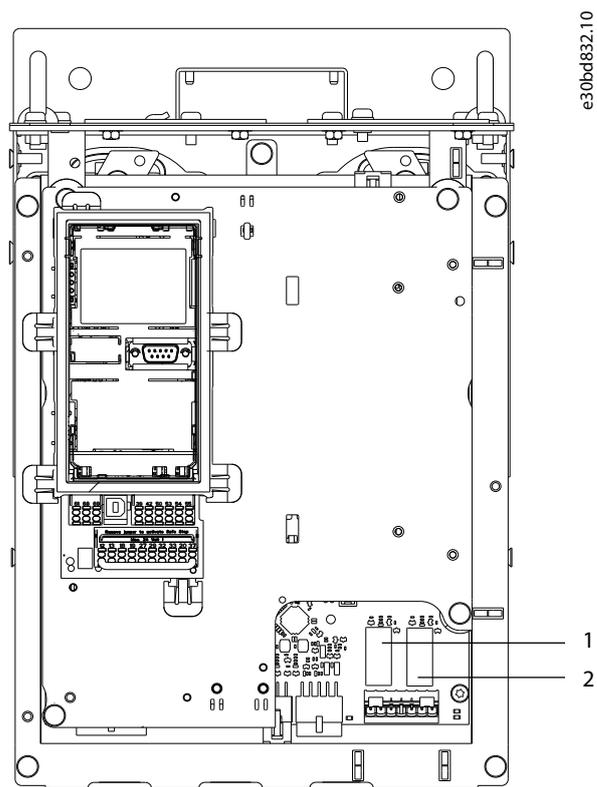
OPCIONAL DE SEGURANÇA DA BLINDAGEM DA REDE ELÉTRICA

Um opcional de blindagem da rede elétrica está disponível para gabinetes com uma classificação de proteção de IP21/IP54 (Tipo 1/Tipo 12). A blindagem da rede elétrica é uma tampa instalada dentro do gabinete para proteção 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.



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/Regulatórias

AVISO!

LIMITAÇÕES IMPOSTAS NA FREQUÊNCIA DE SAÍDA

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

3.1.1.1 Marcação CE

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

AVISO!

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

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

Tabela 3.1 Diretivas da UE aplicáveis a conversores

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

AVISO!

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

Declarações de conformidade estão disponíveis mediante solicitação.

Diretiva de baixa tensão

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

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

Diretiva EMC

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

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

Diretiva de maquinaria

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

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

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

3.1.1.2 Diretiva ErP

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

3.1.1.3 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 Marítimas

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 Drive HVAC VLT® 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/#/.

3.1.2 Regulamentos de controle de exportação

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

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

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

3.2 Características nominais de proteção do gabinete

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

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

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

Padrão do tipo UL

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

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

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

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

Padrão IP

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

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

Tabela 3.2 Referência cruzada de NEMA e Número de IP

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

Tabela 3.3 Detalhamento do Número de IP

4 Visão Geral do Produto

4.1 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 ¹⁾	hp ¹⁾	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 ¹⁾	hp ¹⁾	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 de gabinetes, 380-480 V

4

Tamanho do gabinete	D1h	D2h	D3h	D4h	D5h	D6h	D7h	D8h
Valor nominal da potência ¹⁾								
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
Características nominais de proteção								
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
Opções de hardware²⁾								
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 ³⁾	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
Dimensões								
Altura, mm (pol)	901 (35,5)	1107 (43,6)	909 (35,8) 1004 (39,5) ⁴⁾	1027 (40,4) 1027 (40,4) ⁴⁾	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) 108 (238) ⁴⁾	125 (276) 179 (395) ⁴⁾	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
Valor nominal da potência ¹⁾				
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
Características nominais de proteção				
IP	IP21/54	IP21/54	IP20 ²⁾	IP20 ²⁾
Tipo UL	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Chassi	Chassi
Opções de hardware³⁾				
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)	–	–	–	–
Dimensões				
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 de gabinetes, 525-690 V

4

Tamanho do gabinete	D1h	D2h	D3h	D4h	D5h	D6h	D7h	D8h
Valor nominal da potência ¹⁾								
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
Características nominais de proteção								
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
Opções de hardware²⁾								
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 ³⁾	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
Dimensões								
Altura, mm (pol)	901 (35,5)	1107 (43,6)	909 (35,8) 1004 (39,5) ⁴⁾	1027 (40,4) 1027 (40,4) ⁴⁾	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) 108 (238) ⁴⁾	125 (276) 179 (395) ⁴⁾	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
Valor nominal da potência ¹⁾				
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
Características nominais de proteção				
IP	IP21/54	IP21/54	IP20 ²⁾	IP20 ²⁾
Tipo UL	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Chassi	Chassi
Opções de hardware³⁾				
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)	–	–	–	–
Dimensões				
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 ¹⁾	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 ²⁾	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Cabo do LCP, 3 m (9 pés)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Kit de montagem do LCP numérico (LCP, fixadores, gaxeta e cabo)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Kit de montagem do LCP gráfico (LCP, fixadores, gaxeta e cabo)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Kit de montagem para todos os LCPs (fixadores, gaxeta e cabo)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
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⁺, Flux OL e Flux CL para motores PM.

5.1.3 Detecção de fase ausente de motor

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

5.1.4 Detecção de desbalanceamento da tensão de alimentação

A operação em desbalanceamento de tensão de alimentação grave reduz a vida útil do motor e do conversor. Se o motor for operado continuamente próximo à carga nominal, as condições são consideradas graves. A configuração padrão desarma o conversor se houver um desbalanceamento da tensão de alimentação (*parâmetro 14-12 Response to Mains Imbalance*).

5.1.5 Chaveamento na saída

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

5.1.6 Proteção de sobrecarga**Limite de torque**

O recurso de limite de torque protege o motor contra sobrecarga, independentemente da velocidade. O limite de torque é controlado em *parâmetro 4-16 Torque Limit Motor Mode* e *parâmetro 4-17 Torque Limit Generator Mode*. O tempo antes da advertência do limite de torque ser desarmada é controlado em *parâmetro 14-25 Trip Delay at Torque Limit*.

Limite de corrente

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

Limite de velocidade

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

Limite de velocidade máximo: *Parâmetro 4-13 Motor Speed High Limit [RPM]* ou *parâmetro 4-19 Max Output Frequency* limite a velocidade de saída máxima que o conversor pode fornecer.

Relé térmico eletrônico (ETR)

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

Limite de tensão

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

Superaquecimento

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

5.1.7 Proteção de Rotor Bloqueado

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

5.1.8 Derating automático

O conversor verifica constantemente os seguintes níveis críticos:

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

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

AVISO!

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

5.1.9 Otimização automática de energia

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

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

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

5.1.10 Modulação automática da frequência de chaveamento

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

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

5.1.11 Derating para frequência de chaveamento alta automático

O conversor foi projetado para operação com carga total contínua em frequências de chaveamento entre 1,5–2 kHz para 380–480 V, e 1–1,5 kHz para 525–690 V. A faixa de frequência depende da potência e das características nominais de tensão. Uma frequência de chaveamento excedendo uma faixa máxima permitida gera aumento de calor no conversor e exige que a corrente de saída seja reduzida.

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

5.1.12 Desempenho de flutuação da potência

O conversor resiste a flutuações da rede elétrica como:

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

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

5.1.13 Amortecimento de ressonância

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

5.1.14 Ventiladores controlados por temperatura

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

5.1.15 Conformidade com a EMC

A interferência eletromagnética (EMI) e a interferência de radiofrequência (RFI) são distúrbios que podem afetar um circuito elétrico devido à indução ou à radiação eletromagnética de uma fonte externa. O conversor é projetado para estar em conformidade com a norma de produto EMC para conversores IEC 61800-3 e a norma europeia EN 55011. Os cabos de motor devem ser blindados e terminados de maneira adequada para estarem em conformidade com os níveis de emissão em EN 55011. Para obter mais informações sobre o desempenho de EMC, consulte *capítulo 10.14.1 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.

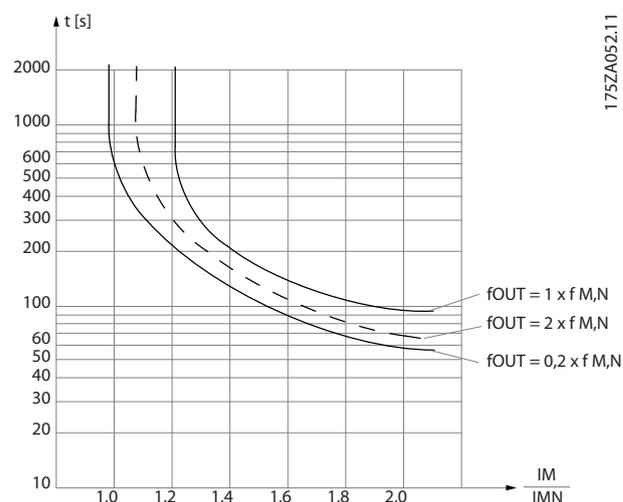


Ilustração 5.1 Características do ETR

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

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

Requisitos relacionados ao motor Ex-e

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

AVISO!

Instale o conversor fora da zona perigosa.

- Garanta que o motor Ex-e esteja equipado com um dispositivo de proteção de sobrecarga do motor aprovado pela ATEX. Este dispositivo monitora a temperatura nos enrolamentos do motor. Se houver um nível de temperatura crítico ou um mau funcionamento, o dispositivo desliga o motor.
 - O opcional VLT® PTC Thermistor MCB 112 fornece monitoramento aprovado pela ATEX da temperatura do motor. É um pré-requisito que o conversor seja equipado com 3–6 termistores PTC em série, de acordo com o DIN 44081 ou 44082.
 - Como alternativa, uma fonte externa de dispositivo de proteção de PTC aprovada pela ATEX pode ser usada.
- O filtro de onda senoidal é exigido quando o seguinte se aplicar:
 - Cabos longos (picos de tensão) ou aumento da tensão de rede produzem tensões que excedem a tensão máxima permitida nos terminais do motor.
 - A frequência de chaveamento mínima do conversor não atende ao requisito informado pelo fabricante do motor. A frequência de chaveamento mínima do conversor é mostrada como o valor padrão em *parâmetro 14-01 Switching Frequency*.

Compatibilidade entre motor e conversor

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

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

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

5

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

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

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

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

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

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

5.2.5 Queda da Rede Elétrica

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

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

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

Flying start

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

Backup cinético

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

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

5.2.6 Nova Partida Automática

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

5.2.7 Torque total em velocidade reduzida

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

5.2.8 Bypass de frequência

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

5.2.9 Pré-aquecimento do motor

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

5.2.10 Setups Programáveis

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

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

5.2.11 Smart Logic Control (SLC)

Smart Logic Control (SLC) é uma sequência de ações definidas pelo usuário (consulte *parâmetro 13-52 SL Controller Action [x]*) executada pelo SLC quando o evento associado definido pelo usuário (consulte *parâmetro 13-51 SL Controller Event [x]*) é avaliado como TRUE (Verdadeiro) pelo SLC.

A condição para um evento pode ser um status em particular ou que a saída de uma regra lógica ou um comparador operante se torne TRUE (Verdadeiro). A condição resulta a uma ação associada, conforme mostrado em *Ilustração 5.3*.

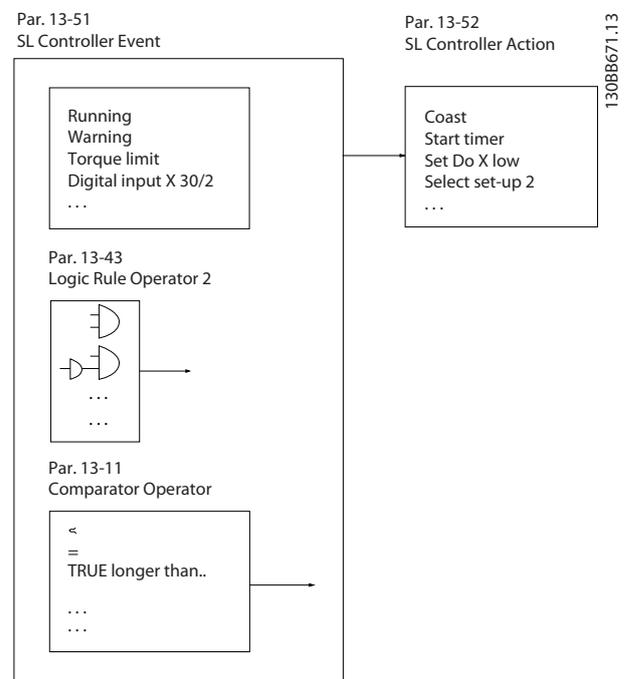
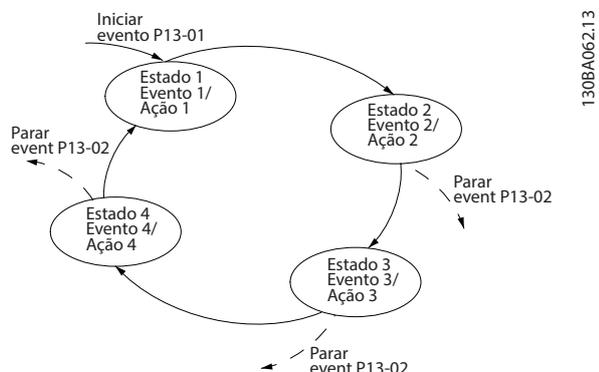


Ilustração 5.3 Evento e ação do SLC

Os eventos e as ações são numerados e vinculados em pares (estados), o que significa que quando o evento [0] é cumprido (atinge o valor TRUE), a ação [0] é executada. Após a 1ª ação ser executada, as condições do próximo evento são avaliadas. Se este evento for avaliado como verdadeiro, a ação correspondente é executada. Somente 1 evento é avaliado por vez. Se um evento for avaliado como falso, nada acontece no SLC durante o intervalo de varredura atual e nenhum outro evento é avaliado. Quando o SLC é iniciado, ele só avalia o evento [0] durante cada intervalo de varredura. Somente quando o evento [0] for avaliado como verdadeiro, o SLC executará a ação [0] e iniciará a avaliação do próximo evento. É possível programar de 1 a 20 eventos e ações.

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

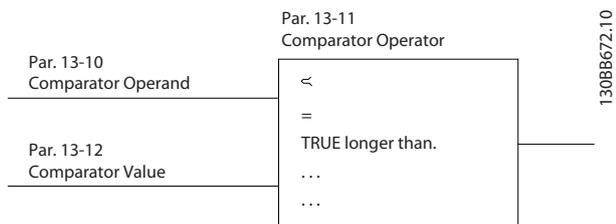


130BA062.13

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.

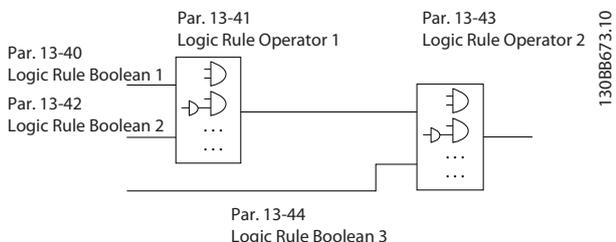


130BB672.10

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).



130BB673.10

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® HVAC Drive FC 102

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

5.3.1 Uso de um conversor para economia de energia

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

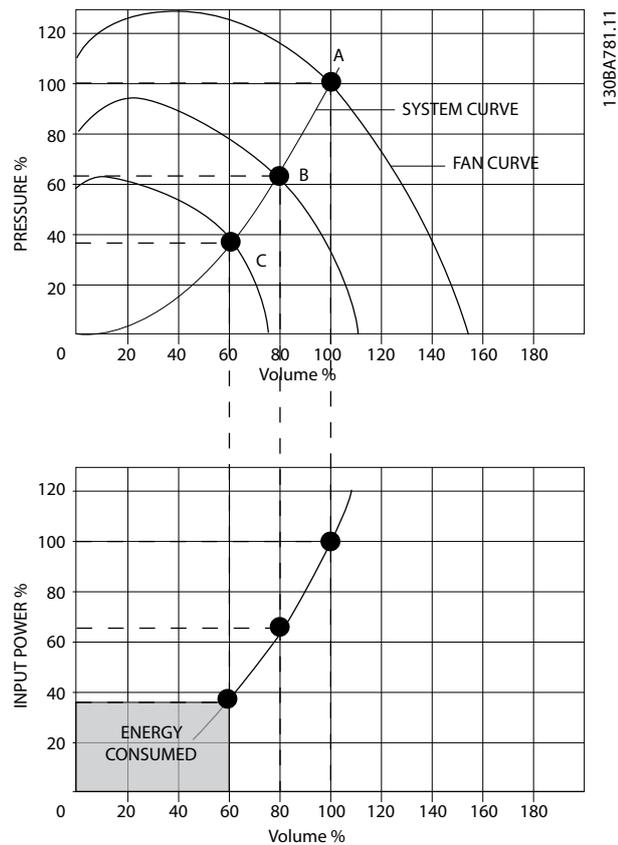


Ilustração 5.7 Energia economizada com capacidade do ventilador reduzida

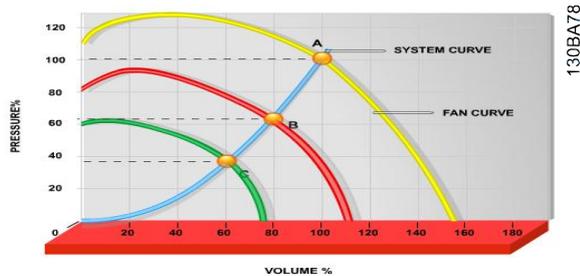


Ilustração 5.8 Curvas do ventilador para volumes do ventilador reduzidos

Exemplo de economia de energia

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

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

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

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

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

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

Tabela 5.1 Leis das definições da proporcionalidade

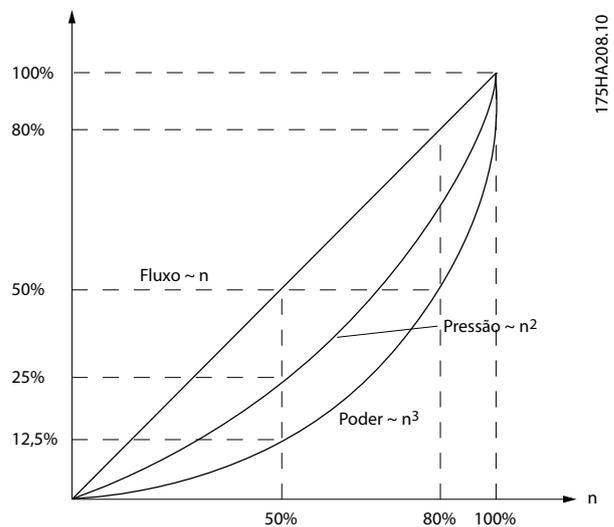


Ilustração 5.9 Leis da proporcionalidade

Comparação de economia de energia

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

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

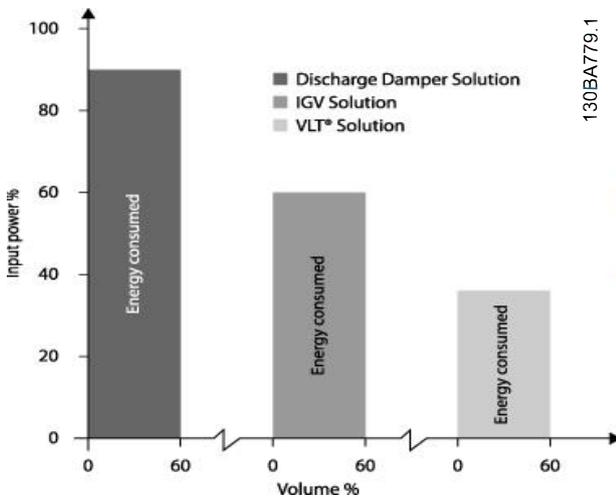


Ilustração 5.10 3 sistemas de economia de energia comuns

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

Exemplo com fluxo variante ao longo de 1 ano

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

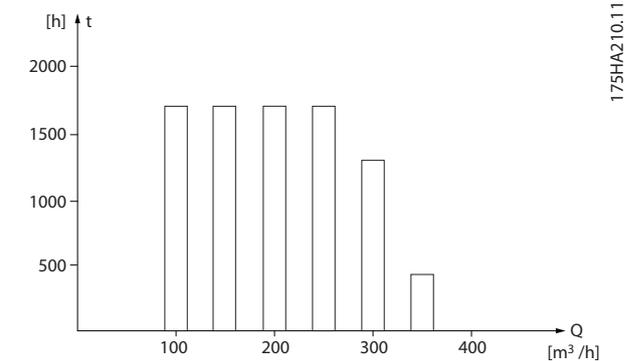


Ilustração 5.11 Distribuição do fluxo ao longo de 1 ano

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

Tabela 5.2 Cálculo da economia de energia

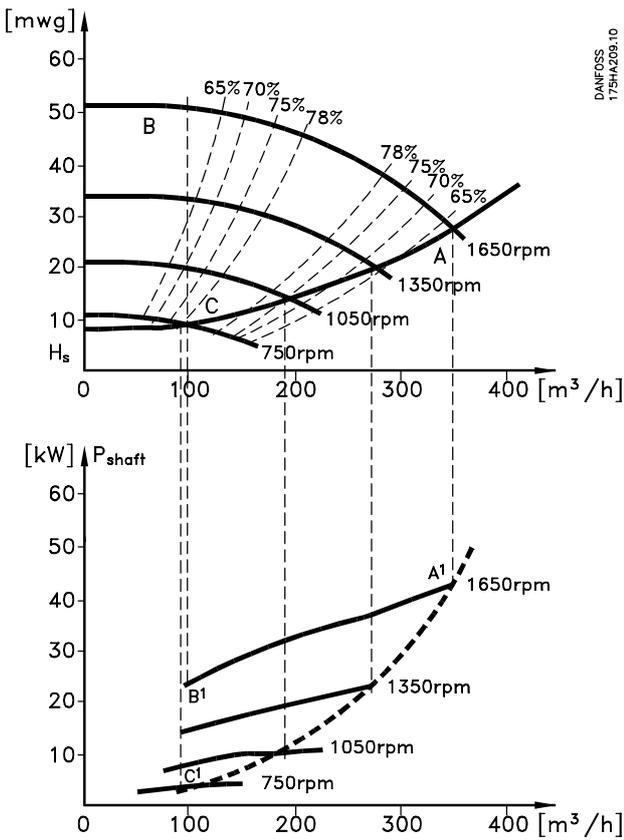


Ilustração 5.12 Economia de energia em uma aplicação de bomba

5.3.2 Usando um conversor para um melhor controle

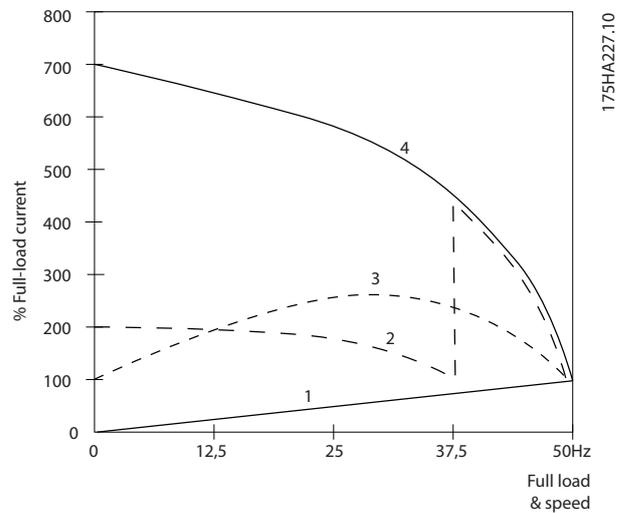
Se um conversor for usado para controlar o fluxo ou a pressão de um sistema, o controle é melhorado. Um conversor pode variar a velocidade do ventilador ou da bomba, obtendo um controle variável de fluxo e pressão com o controle PID integrado. Além disso, um conversor pode adaptar rapidamente a velocidade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

Compensação do cos φ

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

Starter estrela/delta ou soft starter não são necessários

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



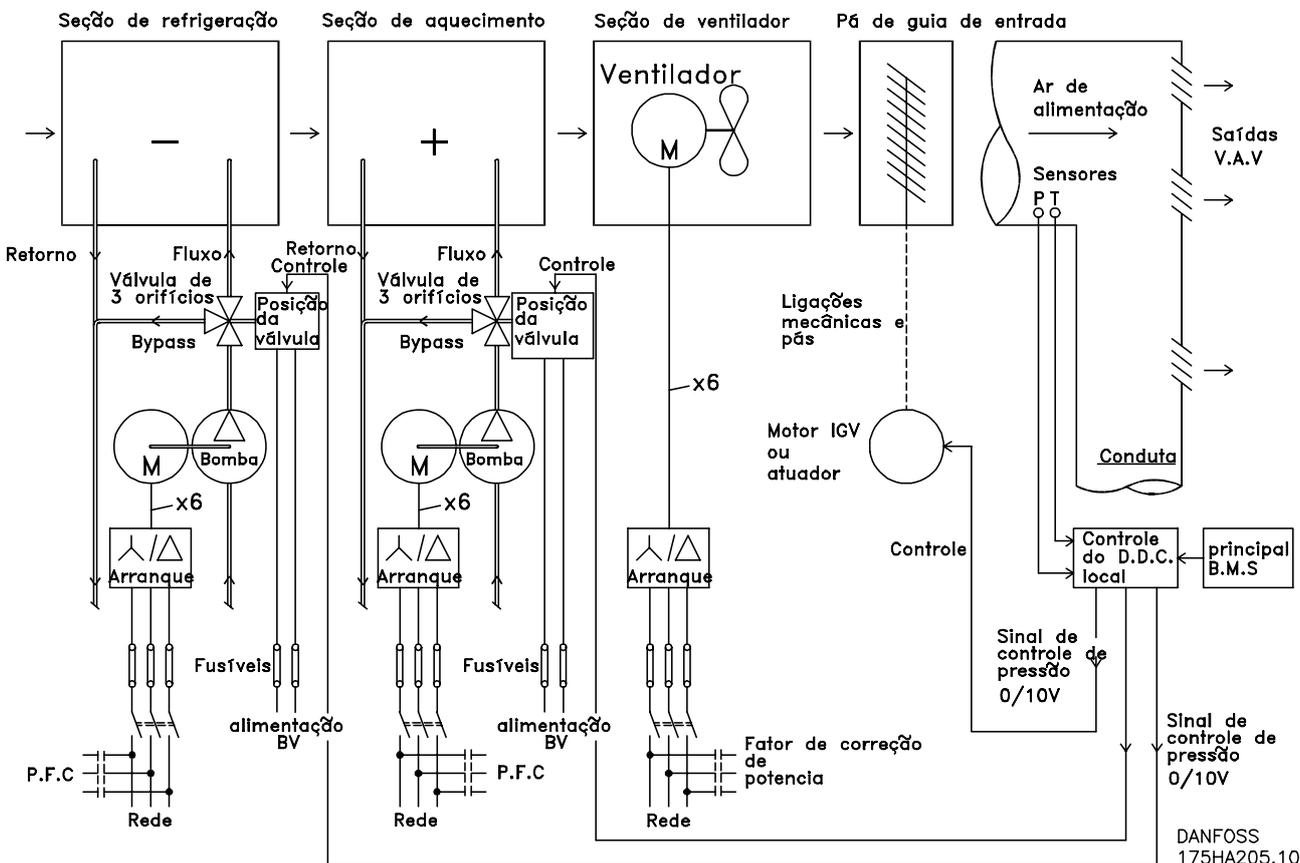
1	Drive HVAC VLT® FC 102
2	Starter estrela/delta
3	Soft starter
4	Partida diretamente pela rede elétrica

Ilustração 5.13 Consumo de corrente com um conversor

5.3.3 Uso de um conversor para economizar dinheiro

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

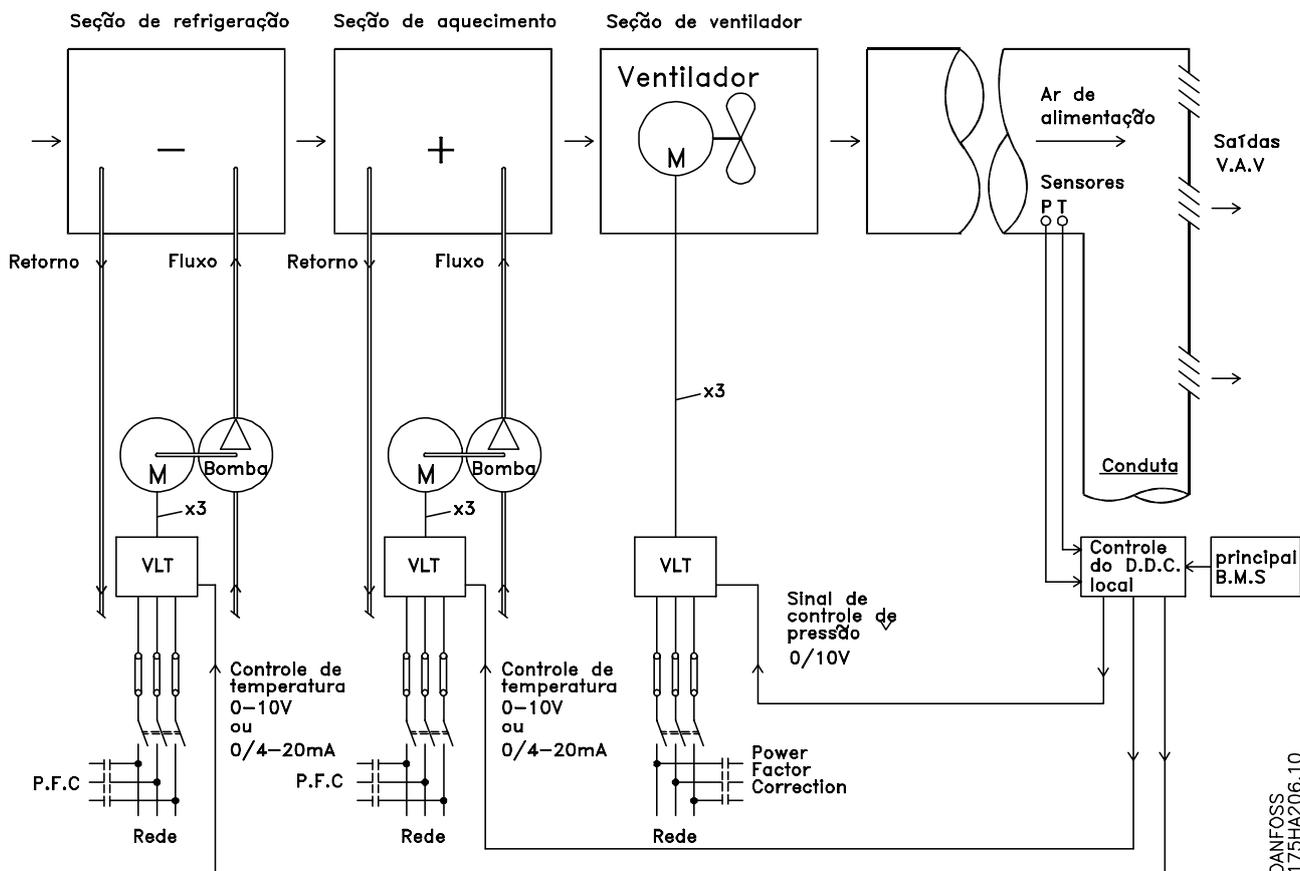
Custo sem um conversor



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

Ilustração 5.14 Sistema tradicional de ventilador

Custo com um conversor



DANFOSS
175HA206.10

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

Ilustração 5.15 Sistema de ventilador controlado por conversores

5.3.4 Soluções VLT® HVAC Drive FC 102

5.3.4.1 Volume de ar variável

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

Solução VLT®

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

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

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

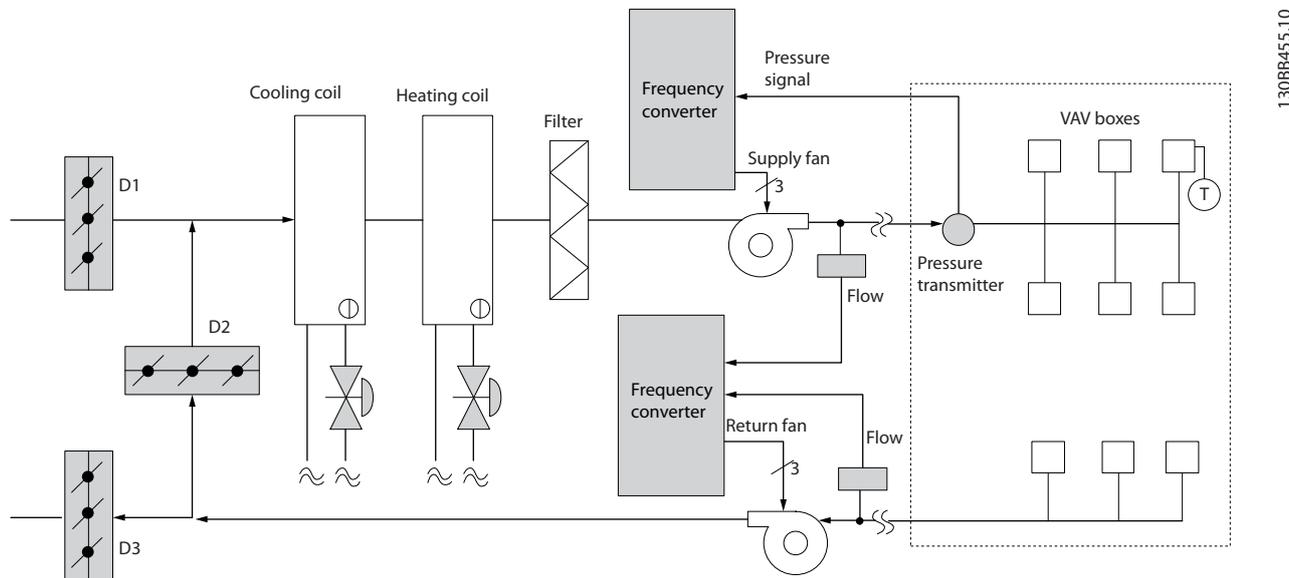


Ilustração 5.16 Conversores usados em um sistema de volume de ar variável

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

5.3.4.2 Volume de ar constante

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

Solução VLT®

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

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

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

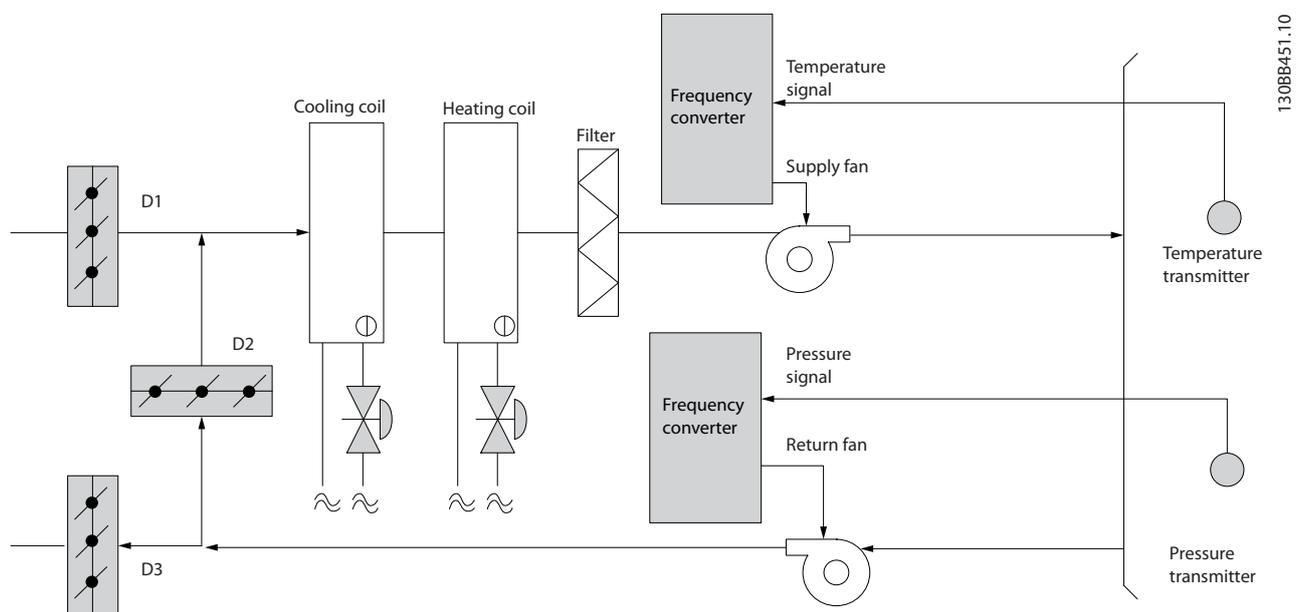


Ilustração 5.17 Conversor usado em um sistema de volume de ar constante

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

5.3.4.3 Ventilador de torre de resfriamento

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

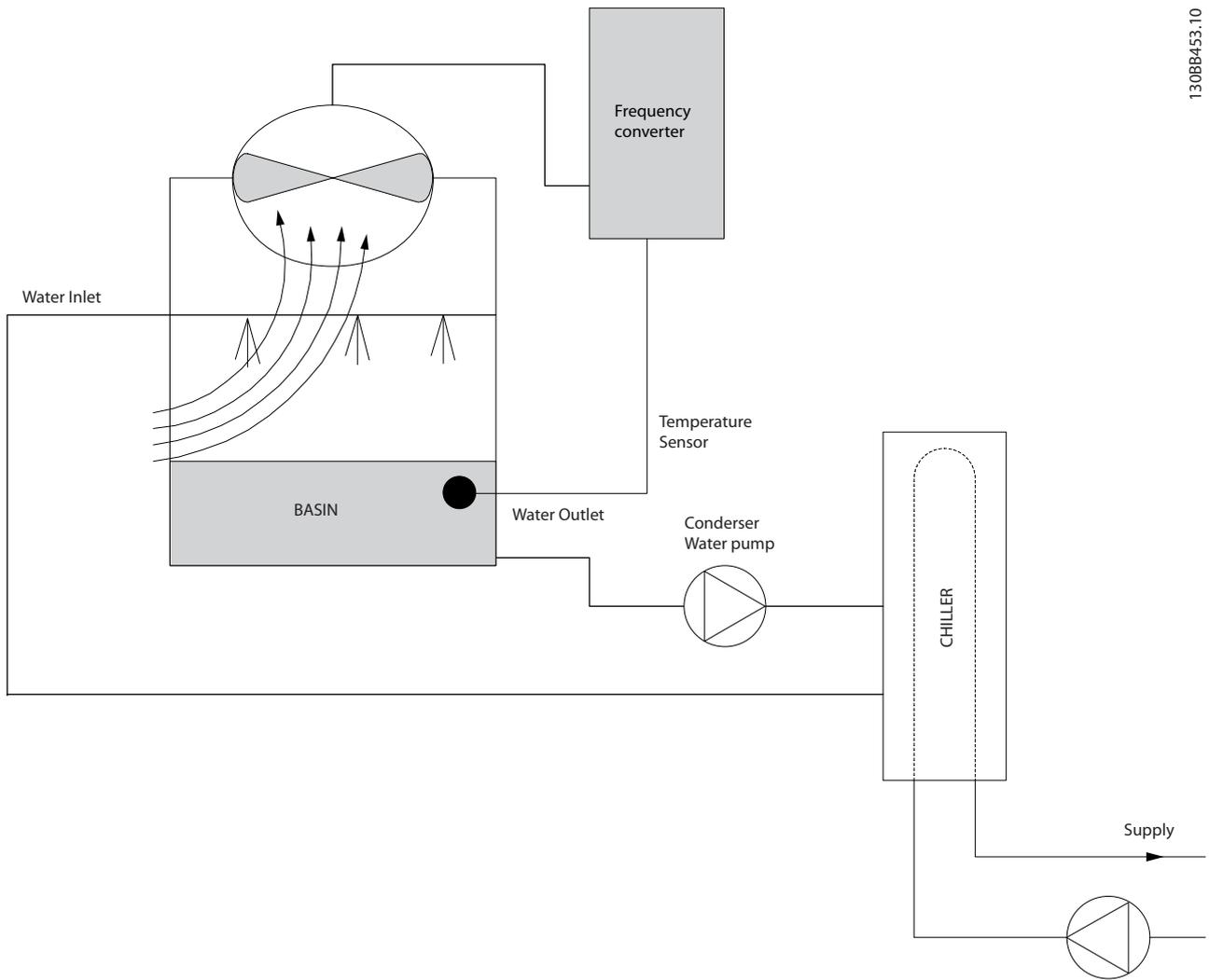
As torres de resfriamento resfriam a água do condensador por evaporação. A água do condensador é pulverizada na torre de resfriamento no enchimento para aumentar sua área de superfície. O ventilador da torre injeta água nebulizada e ar nas superfícies de evaporação para auxiliar no processo de evaporação.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

5

Solução VLT®

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

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



5

Ilustração 5.18 Conversores usados com um ventilador de torre de resfriamento

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

5.3.4.4 Bombas para condensador

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

Solução VLT®

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

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

5

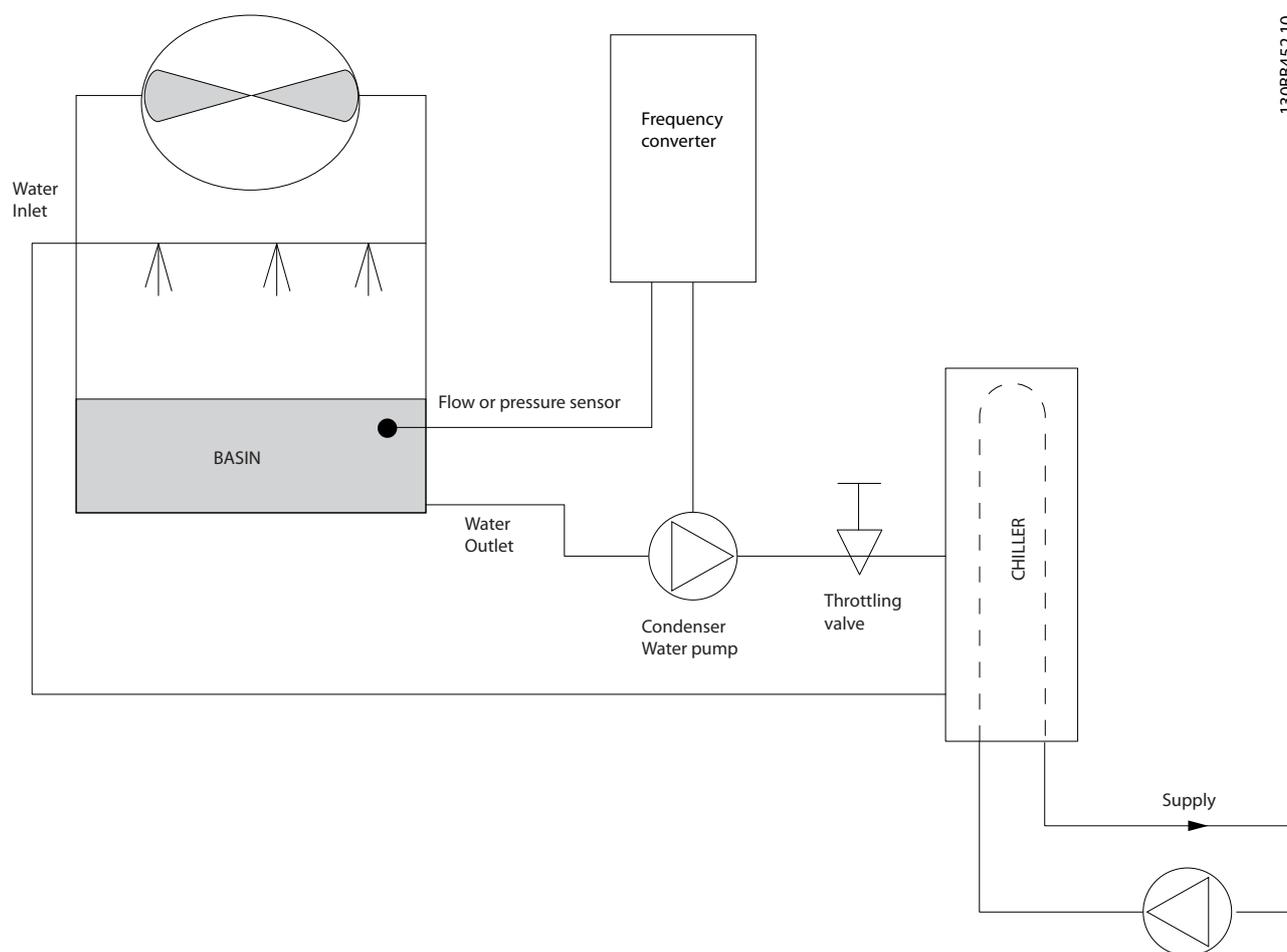


Ilustração 5.19 Conversor usado com uma bomba para condensador

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

5.3.4.5 Bombas primárias

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

Solução VLT®

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

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

5

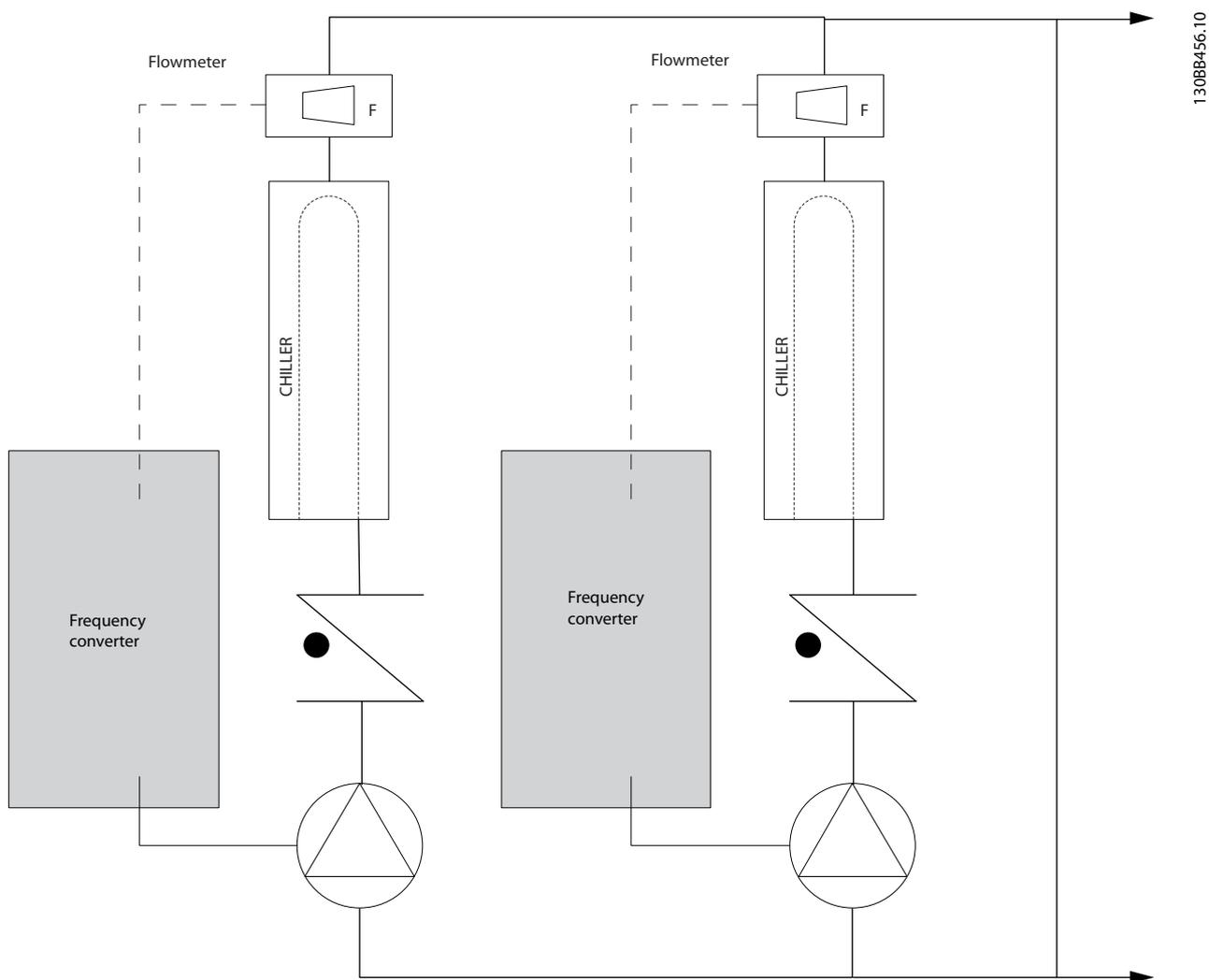


Ilustração 5.20 Conversores usados com bombas primárias em um sistema de bombas primário/secundário

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

5.3.4.6 Bombas Secundárias

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

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

Solução VLT®

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

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

AVISO!

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

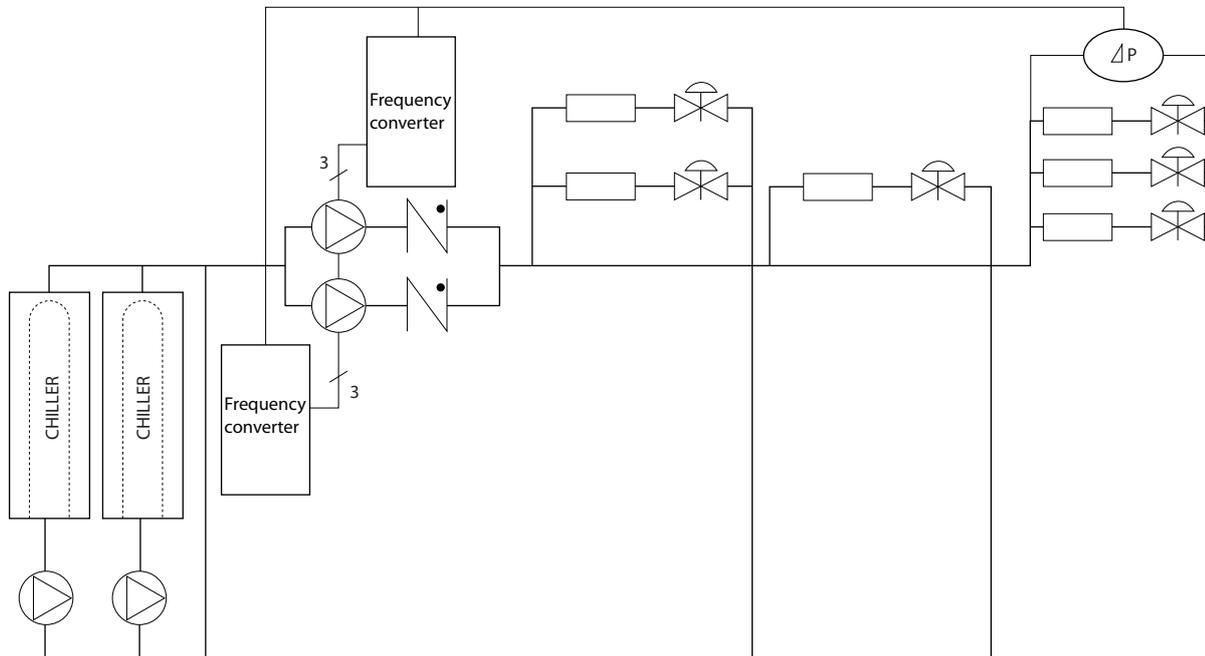


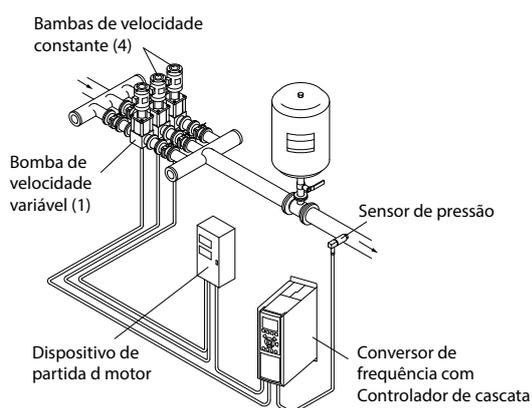
Ilustração 5.21 Os conversores usados com bombas secundárias em um sistema de bomba primário/secundário

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

5.4 Controlador em Cascata Básico

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

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



130BA362.10

Ilustração 5.22 Controlador em cascata básico

Bomba de comando fixo

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

Alternação da bomba de comando

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

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

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

A carga real do sistema determina o escalonamento.

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

Gerenciamento da largura de banda

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

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

5.4.1.1 Escalonamento de bomba com alternância da bomba de comando

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

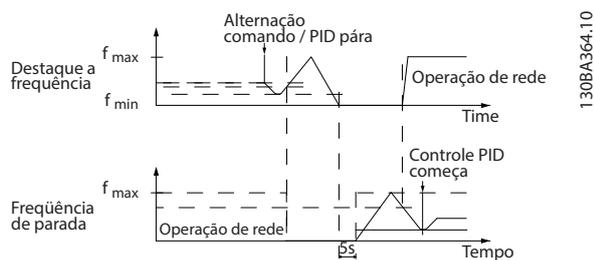


Ilustração 5.23 Alternância da bomba de comando

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

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

5.4.1.2 Status do Sistema e Operação

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

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

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

5.5 Visão geral de 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 supera o motor.
- Freio CC
Uma corrente CC sobremodulada adicionada à corrente CA funciona como um freio de corrente parasita (*parâmetro 2-02 DC Braking Time ≠ 0 s*).
- Resistor de freio
Um IGBT do freio mantém a sobretensão abaixo de um determinado limite direcionando a energia do freio do motor para o resistor de frenagem conectado (*parâmetro 2-10 Brake Function = [1]*). Para obter mais informações sobre como selecionar um resistor de frenagem, consulte o *Guia de Design VLT® Brake Resistor MCE 101*.

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

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

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

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

5.6 Visão geral de divisão da carga

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

Economia de energia

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

Menor necessidade de peças de reposição

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

Backup de energia

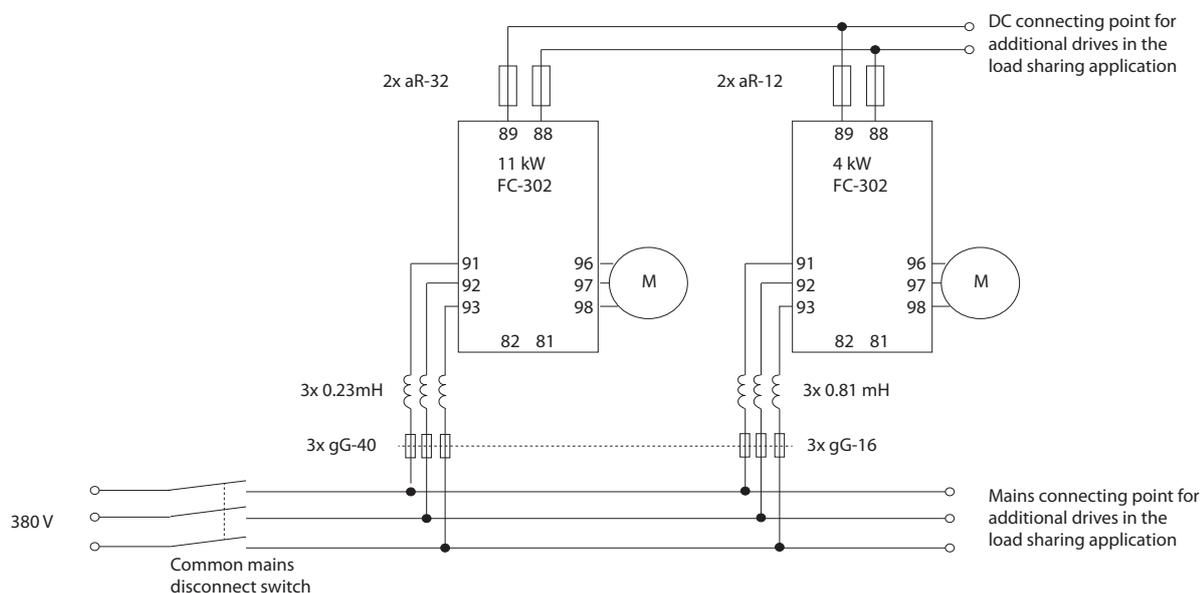
Se houver falha de rede elétrica, todos os conversores ligados podem ser alimentados pelo barramento CC de um backup. A aplicação pode continuar funcionando ou passar por um processo de desligamento controlado.

Pré-condições

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

- O conversor deve estar equipado com terminais para Load Sharing.
- A série do produto deve ser a mesma. Use somente conversores Drive HVAC VLT® FC 102 com outros conversores Drive HVAC VLT® FC 102.
- Os conversores devem ser posicionados fisicamente próximos um ao outro para permitir que a fiação entre eles não seja superior a 25 m (82 pés).
- Os conversores devem ter as mesmas características nominais de tensão.
- Ao incluir um resistor de frenagem em uma configuração de Load Sharing, todos os conversores devem estar equipados com um circuito de frenagem.
- Os fusíveis devem ser incluídos aos terminais de divisão da carga.

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



1308F758.10

5

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

Load Sharing

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

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

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

5.7 Visão geral de regeneração

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.

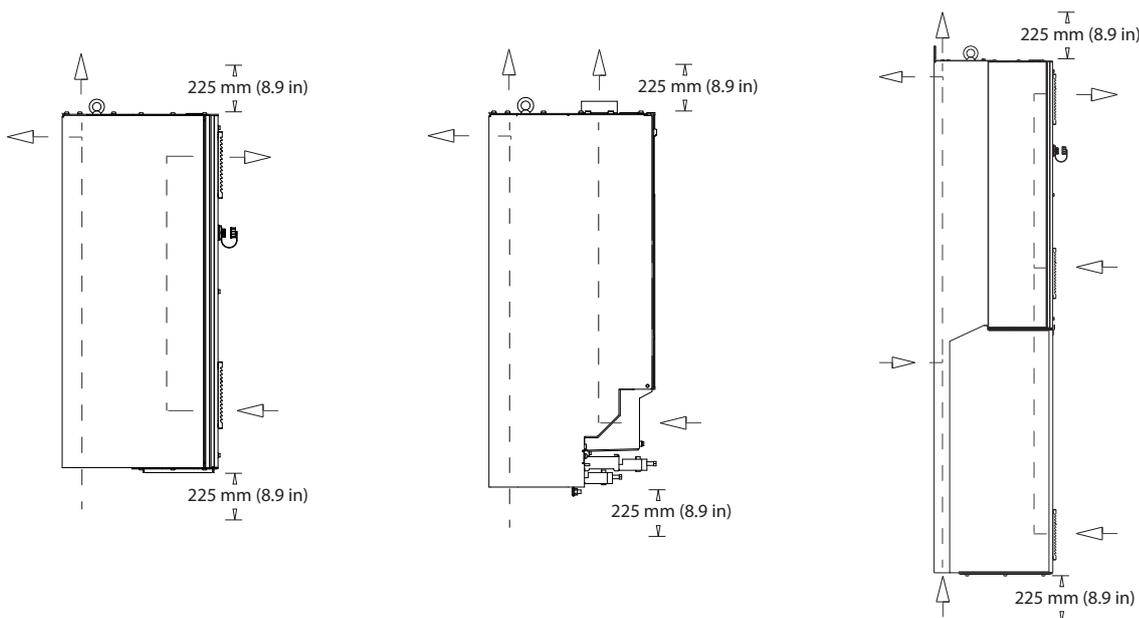
Retornar o excesso de energia de volta à rede elétrica é o uso mais eficiente de energia regenerada em aplicações que utilizam frenagem contínua.

5.8 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.

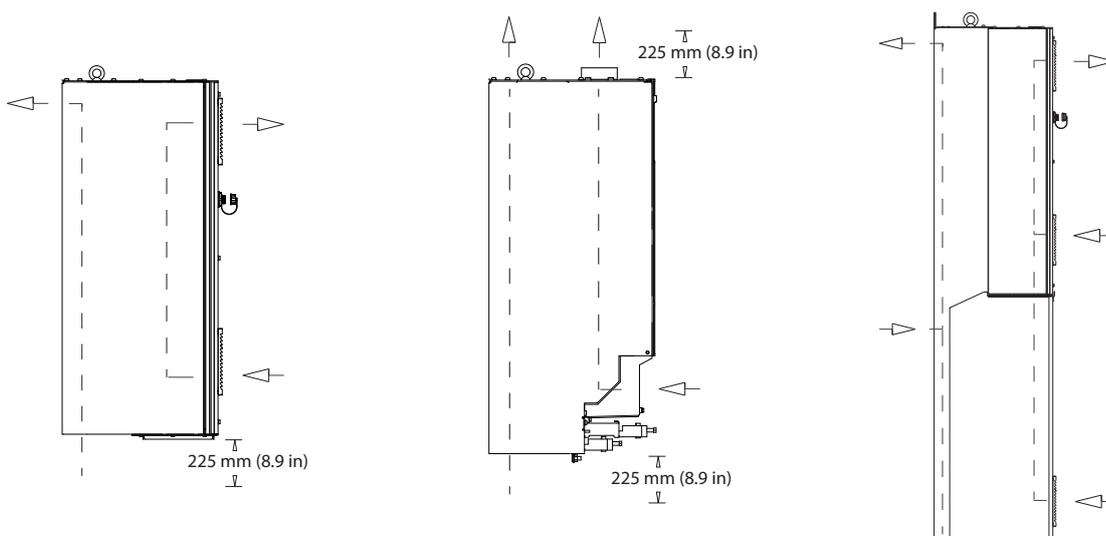
5.8.1 Fluxo de ar para gabinetes D1h–D8h

5



130BG068.10

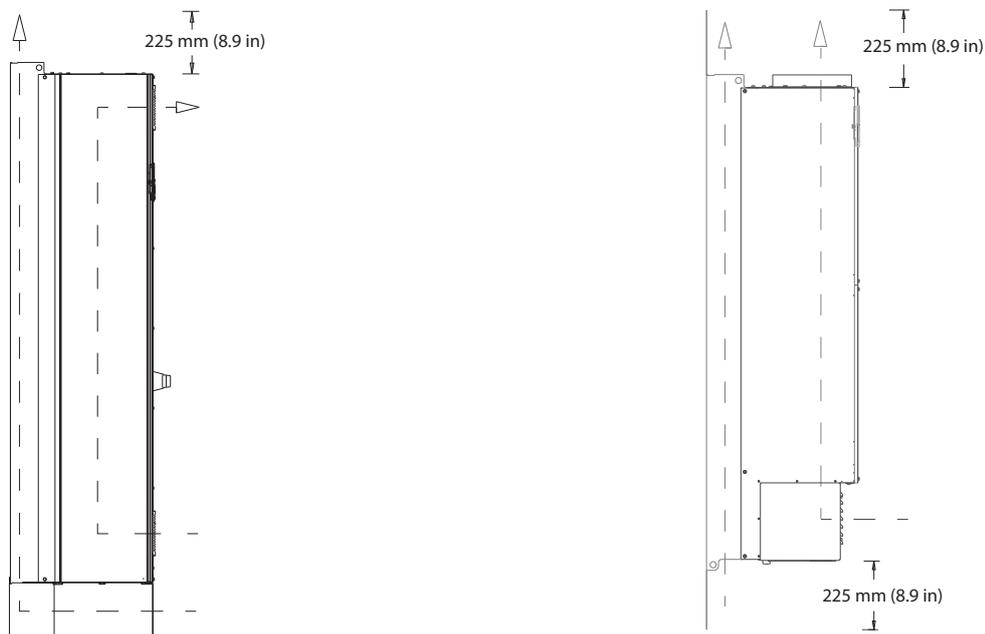
Ilustração 5.25 Configuração do fluxo de ar padrão para gabinetes D1h/D2h (esquerda), D3h/D4h (centro) e D5h–D8h (direita)



130BG069.10

Ilustração 5.26 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

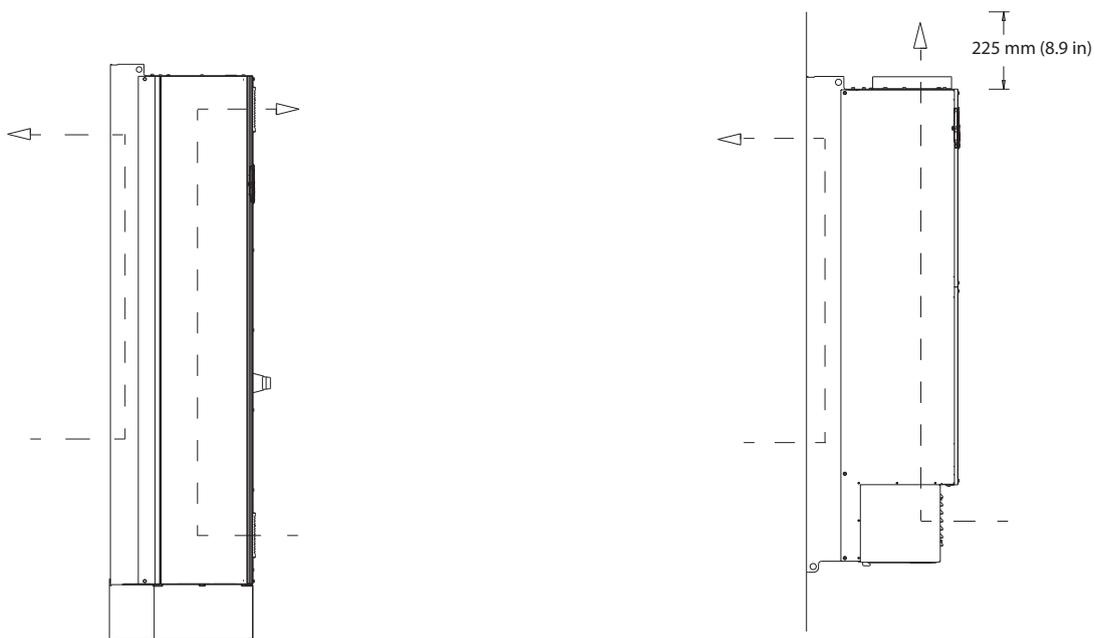
5.8.2 Fluxo de ar para gabinetes E1h–E4h



130BF699.10

5

Ilustração 5.27 Configuração padrão de fluxo de ar para E1h/E2h (Esquerda) e E3h/E4h (Direita)



130BF700.10

Ilustração 5.28 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 Drive HVAC VLT® FC 102. Utilizar um dispositivo de fieldbus reduz o custo do sistema, entrega uma comunicação mais rápida e eficiente e fornece uma interface do usuário mais fácil. Para obter os números da solicitação de pedido, consulte *capítulo 13.2 Números da solicitação de pedido para opcionais 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® LonWorks MCA 108

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

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

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

6.1.4 VLT® BACnet MCA 109

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

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

6.1.5 VLT® PROFINET MCA 120

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

- Mesmos tipos de PPO, como o VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101, para migração fácil para o PROFINET.
- Servidor web integrado para diagnóstico remoto e leitura de parâmetros básicos do conversor.
- Suporta MRP.

- Suporta DP-V1. O diagnóstico permite o manuseio fácil, rápido e padronizado de informações de aviso e falha no PLC, melhorando a largura de banda do sistema.
- Suporta PROFIsafe quando combinado com o VLT® Safety Option MCB 152.
- Implementação de acordo com a conformidade classe B.

6.1.6 VLT® EtherNet/IP MCA 121

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

Esse opcional oferece recursos avançados como:

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

6.1.7 VLT® Modbus TCP MCA 122

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

Outros recursos são:

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

6.1.8 VLT® BACnet/IP MCA 125

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

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

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

6.2 Extensões funcionais

Esta seção descreve os opcionais de extensão funcionais que estão disponíveis com a série Drive HVAC VLT® FC 102. Para obter os números da solicitação de pedido, consulte *capítulo 13.2 Números da solicitação de pedido 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⁻¹/20 s⁻¹.

Carga do terminal máxima

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

6.2.3 VLT® Analog I/O Option MCB 109

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

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

6.2.4 Cartão do Termistor MCB 112 do PTC VLT®

O VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 fornece monitoramento extra do motor em comparação com a função ETR integrada e o terminal do termistor.

- Protege o motor contra superaquecimento.
- Aprovado pela ATEX para uso com motores Ex-d.
- Usa a função Safe Torque Off, que é aprovada conforme a SIL 2 IEC 61508

6.2.5 VLT® Sensor Input Option MCB 114

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

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

6.3 Controle de movimento e placas de relé

Esta seção descreve os opcionais de controle de movimento e placa de relé disponíveis com a série Drive HVAC VLT® FC 102. Para obter os números da solicitação de pedido, consulte *capítulo 13.2 Números da solicitação de pedido 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 (ΔI) para o motor, o que significa que a corrente e a tensão se tornam quase senoidais. O ruído do motor é reduzido ao mínimo.

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

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

6.6 Filtros dU/dt

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

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

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

6.7 Filtros de modo comum

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

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

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

6.8 Filtros de Harmônicas

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

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

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

6.9 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 Números da solicitação de pedido 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

Drive HVAC VLT® FC 102	N110K	N132	N160
Sobrecarga Normal (Sobrecarga normal=110% de corrente durante 60 s)	NO	NO	NO
Potência no eixo típica a 400 V [kW]	110	132	160
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	150	200	250
Potência no eixo típica em 480 V [kW]	132	160	200
Tamanho do gabinete	D1h/D3h/D5h/D6h		
Corrente de saída (trifásica)			
Contínua (a 400 V) [A]	212	260	315
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V)[A]	233	286	347
Contínua (a 460/480 V) [A]	190	240	302
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 460/480 V) [kVA]	209	264	332
Contínua kVA (a 400 V) [kVA]	147	180	218
Contínua kVA (a 460 V) [kVA]	151	191	241
Contínua kVA (a 480 V) [kVA]	165	208	262
Corrente de entrada máxima			
Contínua (a 400 V) [A]	204	251	304
Contínua (a 460/480 V) [A]	183	231	291
Número e tamanho máximos dos cabos por fase			
- Rede elétrica, motor, freio e divisão da carga [mm ² (AWG)]	2x95 (2x3/0)	2x95 (2x3/0)	2x95 (2x3/0)
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] ¹⁾	315	350	400
Perda de energia estimada a 400 V [W] ^{2), 3)}	2559	2954	3770
Perda de energia estimada a 460 V [W] ^{2), 3)}	2261	2724	3628
Eficiência ³⁾	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 ±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/#/. 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/#/.

Drive HVAC VLT® FC 102	N200	N250	N315
Sobrecarga Normal (Sobrecarga normal=110% de corrente durante 60 s)	NO	NO	NO
Potência no eixo típica a 400 V [kW]	200	250	315
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	300	350	450
Potência no eixo típica em 480 V [kW]	250	315	355
Tamanho do gabinete	D2h/D4h/D7h/D8h		
Corrente de saída (trifásica)			
Contínua (a 400 V) [A]	395	480	588
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V)[A]	435	528	647
Contínua (a 460/480 V) [A]	361	443	535
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 460/480 V) [kVA]	397	487	589
Contínua kVA (a 400 V) [kVA]	274	333	407
Contínua kVA (a 460 V) [kVA]	288	353	426
Contínua kVA (a 480 V) [kVA]	313	384	463
Corrente de entrada máxima			
Contínua (a 400 V) [A]	381	463	567
Contínua (a 460/480 V) [A]	348	427	516
Número e tamanho máximos dos cabos por fase			
- Rede elétrica, motor, freio e divisão da carga [mm ² (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] ¹⁾	550	630	800
Perda de energia estimada a 400 V [W] ^{2), 3)}	4116	5137	6674
Perda de energia estimada a 460 V [W] ^{2), 3)}	3569	4566	5714
Eficiência ³⁾	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)

7

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/#/. 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/#/.

Drive HVAC VLT® FC 102	N355	N400	N450
Sobrecarga Normal (Sobrecarga normal=110% de corrente durante 60 s)	NO	NO	NO
Potência no eixo típica a 400 V [kW]	355	400	450
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	500	600	600
Potência no eixo típica em 480 V [kW]	400	500	530
Tamanho do gabinete	E1h/E3h	E1h/E3h	E1h/E3h
Corrente de saída (trifásica)			
Contínua (a 400 V) [A]	658	745	800
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	724	820	880
Contínua (a 460/480 V) [A]	590	678	730
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 460/480 V) [A]	649	746	803
Contínua kVA (a 400 V) [kVA]	456	516	554
Contínua kVA (a 460 V) [kVA]	470	540	582
Contínua kVA (a 480 V) [kVA]	511	587	632
Corrente de entrada máxima			
Contínua (a 400 V) [A]	634	718	771
Contínua (a 460/480 V) [A]	569	653	704
Número e tamanho máximos dos cabos por fase (E1h)			
- Rede elétrica e motor sem freio [mm ² (AWG)]	5x240 (5x500 mcm)	5x240 (5x500 mcm)	5x240 (5x500 mcm)
- Rede elétrica e motor sem freio [mm ² (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)
- Freio ou regeneração [mm ² (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
Número e tamanho máximos dos cabos por fase (E3h)			
- Rede elétrica e motor [mm ² (AWG)]	6x240 (6x500 mcm)	6x240 (6x500 mcm)	6x240 (6x500 mcm)
- Freio [mm ² (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
- Divisão da carga ou regeneração [mm ² (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] ¹⁾	800	800	800
Perda de energia estimada a 400 V [W] ^{2), 3)}	6928	8036	8783
Perda de energia estimada a 460 V [W] ^{2), 3)}	5910	6933	7969
Eficiência ³⁾	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 entrada 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 ±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/#/. 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/#/.

Drive HVAC VLT® FC 102	N500	N560
Sobrecarga Normal (Sobrecarga normal=110% de corrente durante 60 s)	NO	NO
Potência no eixo típica a 400 V [kW]	500	560
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	650	750
Potência no eixo típica em 480 V [kW]	560	630
Tamanho do gabinete	E2h/E4h	E2h/E4h
Corrente de saída (trifásica)		
Contínua (a 400 V) [A]	880	990
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	968	1089
Contínua (a 460/480 V) [A]	780	890
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 460/480 V) [A]	858	979
Contínua kVA (a 400 V) [kVA]	610	686
Contínua kVA (a 460 V) [kVA]	621	709
Contínua kVA (a 480 V) [kVA]	675	771
Corrente de entrada máxima		
Contínua (a 400 V) [A]	848	954
Contínua (a 460/480 V) [A]	752	848
Número e tamanho máximos dos cabos por fase (E2h)		
- Rede elétrica e motor sem freio [mm ² (AWG)]	6x240 (6x500 mcm)	6x240 (6x500 mcm)
- Rede elétrica e motor sem freio [mm ² (AWG)]	5x240 (5x500 mcm)	5x240 (5x500 mcm)
- Freio ou regeneração [mm ² (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
Número e tamanho máximos dos cabos por fase (E4h)		
- Rede elétrica e motor [mm ² (AWG)]	6x240 (6x500 mcm)	6x240 (6x500 mcm)
- Freio [mm ² (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
- Divisão da carga ou regeneração [mm ² (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] ¹⁾	1200	1200
Perda de energia estimada a 400 V [W] ^{2), 3)}	9473	11102
Perda de energia estimada a 460 V [W] ^{2), 3)}	7809	9236
Eficiência ³⁾	0,98	0,98
Frequência de saída	0–590 Hz	0–590 Hz
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 entrada 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/#/. 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/#/.

7.2 Dados Elétricos, 525-690 V

Drive HVAC VLT® FC 102	N75K	N90K	N110K	N132	N160
Sobrecarga Normal (Sobrecarga normal=110% de corrente durante 60 s)	NO	NO	NO	NO	NO
Potência no eixo típica a 525 V [kW]	55	75	90	110	132
Potência no eixo típica a 575 V [hp]	75	100	125	150	200
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	75	90	110	132	160
Tamanho do gabinete	D1h/D3h/D5h/D6h				
Corrente de saída (trifásica)					
Contínua (a 525 V) [A]	90	113	137	162	201
Intermitente (sobrecarga de 60s) (a 525 V) [A]	99	124	151	178	221
Contínua (a 575/690 V) [A]	86	108	131	155	192
Intermitente (sobrecarga de 60 s)(a 575/690 V) [A]	95	119	144	171	211
Contínua kVA (a 525 V) [kVA]	82	103	125	147	183
Contínua kVA (a 575 V) [kVA]	86	108	131	154	191
Contínua kVA (a 690 V) [kVA]	103	129	157	185	230
Corrente de entrada máxima					
Contínua (a 525 V) [A]	87	109	132	156	193
Contínua (a 575/690 V)	83	104	126	149	185
Número e tamanho máximos dos cabos por fase					
- Rede elétrica, motor, freio e divisão da carga [mm ² (AWG)]	2x95 (2x3/0)	2x95 (2x3/0)	2x95 (2x3/0)	2x95 (2x3/0)	2x95 (2x3/0)
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] ¹⁾	160	315	315	315	315
Perda de energia estimada a 575 V [W] ^{2), 3)}	1162	1428	1740	2101	2649
Perda de energia estimada a 690 V [W] ^{2), 3)}	1204	1477	1798	2167	2740
Eficiência ³⁾	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Frequência de saída [Hz]	0-590	0-590	0-590	0-590	0-590
Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]	110 (230)	110 (230)	110 (230)	110 (230)	110 (230)
Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	75 (167)	75 (167)	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 ±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/#/. 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/#/.

Drive HVAC VLT® FC 102	N200	N250	N315	N400
Sobrecarga normal/alta (Sobrecarga normal=110% de corrente durante 60 s)	NO	NO	NO	NO
Potência no eixo típica a 525 V [kW]	160	200	250	315
Potência no eixo típica a 575 V [hp]	250	300	350	400
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	200	250	315	400
Tamanho do gabinete	D2h/D4h/D7h/D8h			
Corrente de saída (trifásica)				
Contínua (a 525 V) [A]	253	303	360	418
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 525 V)[A]	278	333	396	460
Contínua (a 575/690 V) [A]	242	290	344	400
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	266	219	378	440
Contínua kVA (a 525 V) [kVA]	230	276	327	380
Contínua kVA (a 575 V) [kVA]	241	289	343	398
Contínua kVA (a 690 V) [kVA]	289	347	411	478
Corrente de entrada máxima				
Contínua (a 525 V) [A]	244	292	347	403
Contínua (a 575/690 V)	233	279	332	385
Número e tamanho máximos dos cabos por fase				
- Rede elétrica, motor, freio e divisão da carga [mm ² (AWG)]	2x185 (2x350)	2x185 (2x350)	2x185 (2x350)	2x185 (2x350)
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] ¹⁾	550	550	550	550
Perda de energia estimada a 575 V [W] ^{2), 3)}	3074	3723	4465	5028
Perda de energia estimada a 690 V [W] ^{2), 3)}	3175	3851	4614	5155
Eficiência ³⁾	0,98	0,98	0,98	0,98
Frequência de saída [Hz]	0-590	0-590	0-590	0-590
Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]	110 (230)	110 (230)	110 (230)	110 (230)
Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	80 (176)	80 (176)	80 (176)	80 (176)

Tabela 7.6 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/#/. 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/#/.

Drive HVAC VLT® FC 102	N450	N500	N560	N630
Sobrecarga Normal (Sobrecarga normal=110% de corrente durante 60 s)	NO	NO	NO	NO
Potência no eixo típica a 525 V [kW]	355	400	450	500
Potência no eixo típica a 575 V [hp]	450	500	600	650
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	450	500	560	630
Tamanho do gabinete	E1h/E3h	E1h/E3h	E1h/E3h	E1h/E3h
Corrente de saída (trifásica)				
Contínua (a 525 V) [A]	470	523	596	630
Intermitente (sobrecarga de 60s) (a 525 V) [A]	517	575	656	693
Contínua (a 575/690 V) [A]	450	500	570	630
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	495	550	627	693
Contínua kVA (a 525 V) [kVA]	448	498	568	600
Contínua kVA (a 575 V) [kVA]	448	498	568	627
Contínua kVA (a 690 V) [kVA]	538	598	681	753
Corrente de entrada máxima				
Contínua (a 525 V) [A]	453	504	574	607
Contínua (a 575/690 V) [A]	434	482	549	607
Número e tamanho máximos dos cabos por fase (E1h)				
- Rede elétrica e motor sem freio [mm ² (AWG)]	5x240 (5x500 mcm)	5x240 (5x500 mcm)	5x240 (5x500 mcm)	6x240 (6x500 mcm)
- Rede elétrica e motor sem freio [mm ² (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	5x240 (5x500 mcm)
- Freio ou regeneração [mm ² (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
Número e tamanho máximos dos cabos por fase (E3h)				
- Rede elétrica e motor [mm ² (AWG)]	6x240 (6x500 mcm)	6x240 (6x500 mcm)	6x240 (6x500 mcm)	6x240 (6x500 mcm)
- Freio [mm ² (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
- Divisão da carga ou regeneração [mm ² (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] ¹⁾	800	800	800	800
Perda de energia estimada a 600 V [W] ^{2), 3)}	6062	6879	8076	9208
Perda de energia estimada a 690 V [W] ^{2), 3)}	5939	6715	7852	8921
Eficiência ³⁾	0,98	0,98	0,98	0,98
Frequência de saída [Hz]	0–500	0–500	0–500	0–500
Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]	110 (230)	110 (230)	110 (230)	110 (230)
Desarme de superaquecimento do cartão de controle [°C (°F)]	80 (176)	80 (176)	80 (176)	80 (176)
Desarme por superaquecimento do cartão de potência [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)
Desarme por superaquecimento do cartão de potência do ventilador [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)
Desarme por superaquecimento do cartão de entrada ativo [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabela 7.7 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 ±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/#/. 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/#/.

Drive HVAC VLT® FC 102	N710	N800
Sobrecarga Normal (Sobrecarga normal=110% de corrente durante 60 s)	NO	NO
Potência no eixo típica a 525 V [kW]	560	670
Potência no eixo típica a 575 V [hp]	750	950
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	710	800
Tamanho do gabinete	E2h/E4h	E2h/E4h
Corrente de saída (trifásica)		
Contínua (a 525 V) [A]	763	889
Intermitente (sobrecarga de 60s) (a 525 V) [A]	839	978
Contínua (a 575/690 V) [A]	730	850
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	803	935
Contínua kVA (a 525 V) [kVA]	727	847
Contínua kVA (a 575 V) [kVA]	727	847
Contínua kVA (a 690 V) [kVA]	872	1016
Corrente de entrada máxima		
Contínua (a 525 V) [A]	735	857
Contínua (a 575/690 V) [A]	704	819
Número e tamanho máximos dos cabos por fase (E2h)		
- Rede elétrica e motor sem freio [mm ² (AWG)]	6x240 (6x500 mcm)	6x240 (6x500 mcm)
- Rede elétrica e motor sem freio [mm ² (AWG)]	5x240 (5x500 mcm)	5x240 (5x500 mcm)
- Freio ou regeneração [mm ² (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
Número e tamanho máximos dos cabos por fase (E4h)		
- Rede elétrica e motor [mm ² (AWG)]	6x240 (6x500 mcm)	6x240 (6x500 mcm)
- Freio [mm ² (AWG)]	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
- Divisão da carga ou regeneração [mm ² (AWG)]	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)
Corrente máxima dos fusíveis da rede elétrica externos [A] ¹⁾	1200	1200
Perda de energia estimada a 600 V [W] ^{2), 3)}	10346	12723
Perda de energia estimada a 690 V [W] ^{2), 3)}	10066	12321
Eficiência ³⁾	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 entrada ativo [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)

Tabela 7.8 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/#/. 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/#/.

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 ¹⁾
---	---

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

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 ¹⁾
---------------------	------------------------

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 ^{1), 2)}
--------------------------------------	--

Torque de sobrecarga (torque constante)	Máximo de 150% para 60 s ^{1), 2)}
---	--

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

2) Uma vez a cada 10 minutos.

7.5 Condições 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 ₂ 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) ¹⁾
----------------	-------------------------------------

- com potência de saída total de motores EFF2 típicos (até 90% da corrente de saída)	Máximo 50 °C (122 °F) ¹⁾
--	-------------------------------------

- em contínuo completo da corrente de saída do conversor de frequência	Máximo 45 °C (113 °F) ¹⁾
--	-------------------------------------

Temperatura ambiente mínima, durante operação plena	0 °C (32 °F)
---	--------------

Temperatura ambiente mínima em desempenho reduzido	-10 °C (14 °F)
--	----------------

Temperatura durante a armazenagem/transporte	-25 a +65/70 °C (13 a 149/158 °F)
--	-----------------------------------

Altitude máxima acima do nível do mar sem derating	1.000 m (3.281 pés)
--	---------------------

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

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

Normas de EMC, Emissão EN 61800-3

Normas de EMC, Imunidade EN 61800-3

Classe de eficiência energética¹⁾ IE2

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

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

7.6 Especificações de Cabo

Comprimentos de cabo e seções transversais de cabos de controle¹⁾

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 mm²/16 AWG (2x0,75 mm²)

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

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

Seção transversal mínima para terminais de controle 0,25 mm²/23 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, 27¹⁾, 29¹⁾, 32, 33

Lógica PNP ou NPN

Nível de tensão 0–24 V CC

Nível de tensão, lógica 0 PNP <5 V CC

Nível de tensão, lógica 1 PNP >10 V CC

Nível de tensão, lógica 0 NPN >19 V CC

Nível de tensão, lógica 1 NPN <14 V CC

Tensão máxima na entrada 28 V CC

Resistência de entrada, R_i Aproximadamente 4 kΩ

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

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

Entradas analógicas

Número de entradas analógicas 2

Número do terminal 53, 54

Modos Tensão ou corrente

Seleção do modo Interruptores A53 e A54

Modo de tensão Interruptor A53/A54=(U)

Nível de tensão -10 V a +10 V (escalonável)

Resistência de entrada, R_i Aproximadamente 10 kΩ

Tensão máxima ±20 V

Modo de corrente Interruptor A53/A54=(I)

Nível de corrente 0/4 a 20 mA (escalonável)

Resistência de entrada, R_i Aproximadamente 200 Ω

Corrente máxima 30 mA

Resolução das entradas analógicas 10 bits (+ sinal)

Precisão de entradas analógicas	Erro máximo 0,5% da escala completa
Largura de banda	100 Hz

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

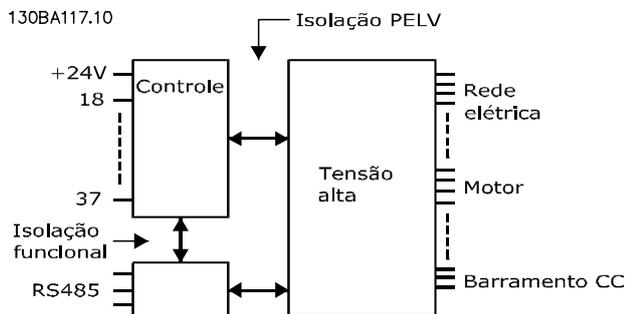


Ilustração 7.1 Isolamento PELV

7

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 kΩ
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 Ω
Precisão na saída analógica	Erro máximo: 0,8% do fundo de escala
Resolução na saída analógica	8 bits

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

Cartão de controle, comunicação serial RS485	
Número do terminal	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
Terminal número 61	Ponto comum dos terminais 68 e 69

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

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

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

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

Cartão de controle, saída 24 V CC

Número do terminal	12, 13
Carga máxima	200 mA

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

Saídas de relé

Saídas de relé programáveis	2
Seção transversal máxima para terminais de relé	2,5 mm ² (12 AWG)
Seção transversal mínima para terminais de relé	0,2 mm ² (30 AWG)
Comprimento do fio desencapado	8 mm (0,3 pol.).
Relé 01 número do terminal	1-3 (freio ativado), 1-2 (freio desativado)
Carga máxima do terminal (CA-1) ¹⁾ em 1-2 (NO) (Carga resistiva) ^{2), 3)}	400 V CA, 2 A
Carga máxima do terminal (CA-15) ¹⁾ em 1-2 (NO) (Carga indutiva @ cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carga máxima do terminal (CC-1) ¹⁾ em 1-2 (NO) (Carga resistiva)	80 V CC, 2 A
Carga máxima do terminal (CC-13) ¹⁾ em 1-2 (NO) (Carga indutiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga máxima do terminal (CA-1) ¹⁾ em 1-3 (NC) (Carga resistiva)	240 V CA, 2 A
Carga máxima do terminal (CA-15) ¹⁾ em 1-3 (NC) (Carga indutiva @ cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carga máxima do terminal (CC-1) ¹⁾ em 1-3 (NC) (Carga resistiva)	50 V CC, 2 A
Carga máxima do terminal (CC-13) ¹⁾ em 1-3 (NC) (Carga indutiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga mínima do terminal em 1-3 (NC), 1-2 (NO)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 2 mA
Ambiente de acordo com a EN 60664-1	Categoria de sobretensão III/ grau de poluição 2
Relé 02 número do terminal	4-6 (freio ativado), 4-5 (freio desativado)
Carga máxima do terminal (CA-1) ¹⁾ em 4-5 (NO) (Carga resistiva) ^{2), 3)}	400 V CA, 2 A
Carga máxima do terminal (CA-15) ¹⁾ em 4-5 (NO) (Carga indutiva @ cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carga máxima do terminal (CC-1) ¹⁾ em 4-5 (NO) (Carga resistiva)	80 V CC, 2 A
Carga máxima do terminal (CC-13) ¹⁾ em 4-5 (NO) (Carga indutiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga máxima do terminal (CA-1) ¹⁾ em 4-6 (NC) (Carga resistiva)	240 V CA, 2 A
Carga máxima do terminal (CA-15) ¹⁾ em 4-6 (NC) (Carga indutiva @ cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carga máxima do terminal (CC-1) ¹⁾ em 4-6 (NC) (Carga resistiva)	50 V CC, 2 A
Carga máxima do terminal (CC-13) ¹⁾ em 4-6 (NC) (Carga indutiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga mínima do terminal em 4-6 (NC), 4-5 (NO)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 2 mA
Ambiente de acordo com a EN 60664-1	Categoria de sobretensão III/ grau de poluição 2

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

1) IEC 60947 partes 4 e 5.

2) Categoria de sobretensão II.

3) Aplicações UL de 300 V CA 2 A.

Cartão de controle, saída +10 V CC

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

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

Características de controle

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

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

Desempenho do cartão de controle

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

Cartão de controle, comunicação serial USB

Padrão USB	1.1 (velocidade total)
Plugue USB	Plugue USB tipo B para dispositivos

AVISO!

A conexão ao PC é realizada por meio de um cabo USB host/dispositivo padrão.
 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 para conectar à porta USB do conversor ou um cabo USB isolado/conversor.

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) 108 (238) ¹⁾	62 (137) 108 (238) ¹⁾
D4h	125 (276) 179 (395) ¹⁾	125 (276) 179 (395) ¹⁾
D5h	99 (218)	99 (218)
D6h	128 (282)	128 (282)
D7h	185 (408)	185 (408)
D8h	232 (512)	232 (512)

Tabela 7.9 Pesos dos gabinetes D1h–D8h, kg (lb)

1) Com terminais regem e divisão da carga opcional.

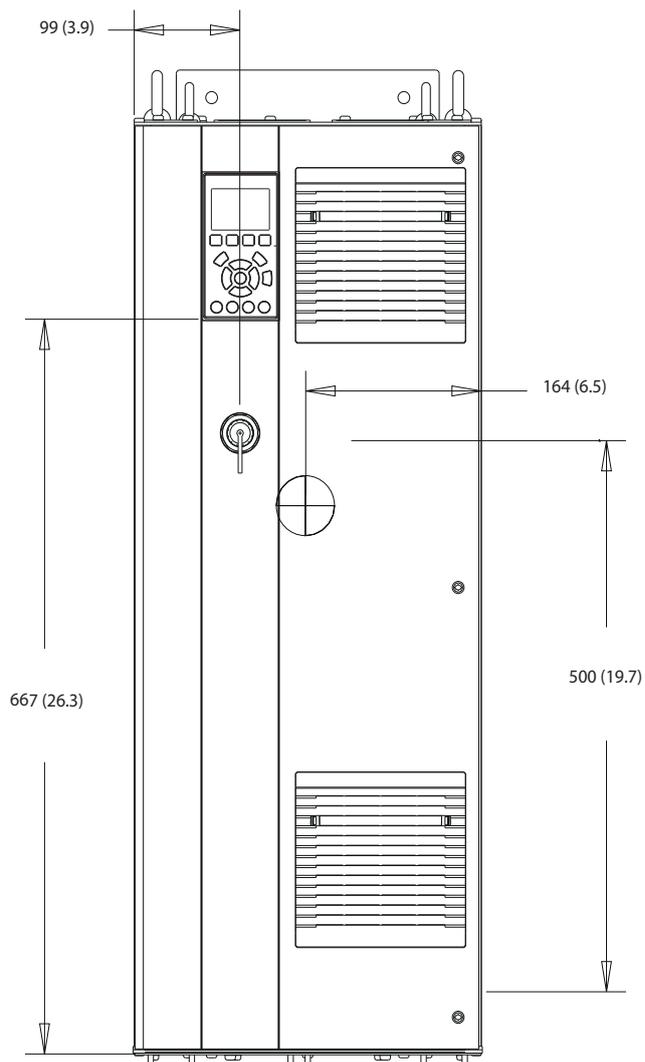
Gabinete	380–480/500 V	525–690 V
E1h	295 (650)	295 (650)
E2h	318 (700)	318 (700)
E3h	272 (600)	272 (600)
E4h	295 (650)	295 (650)

Tabela 7.10 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

Ilustração 8.1 Vista frontal do D1h

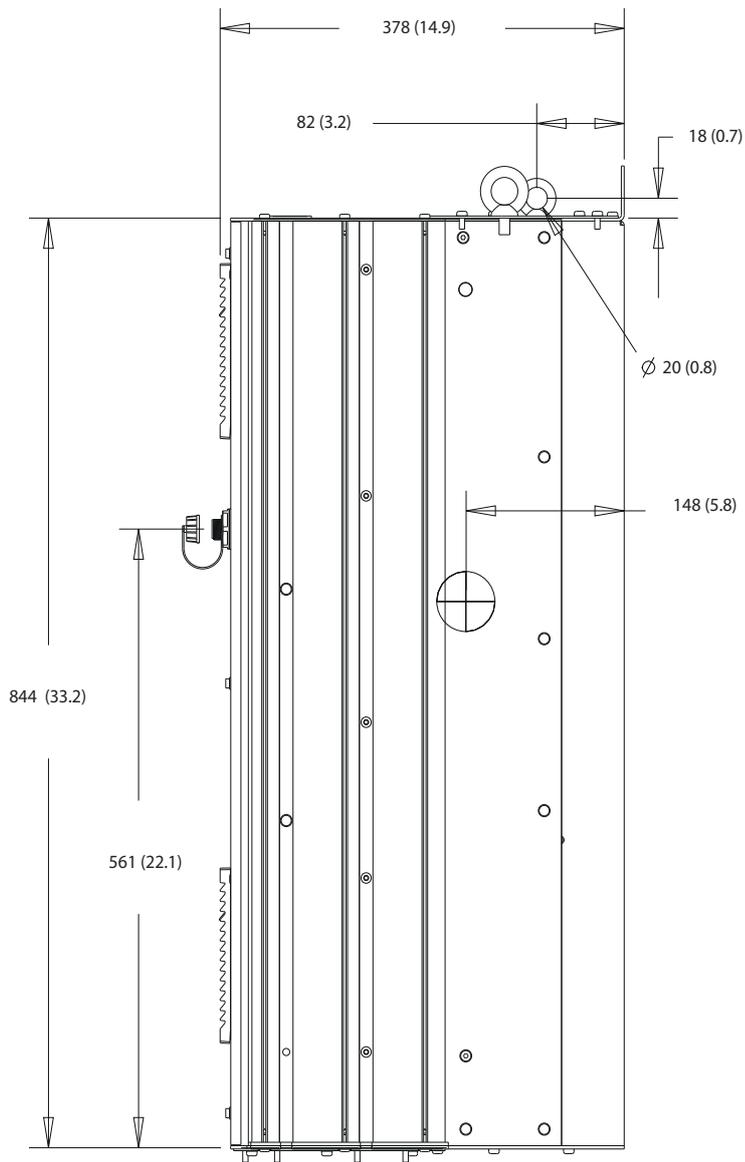
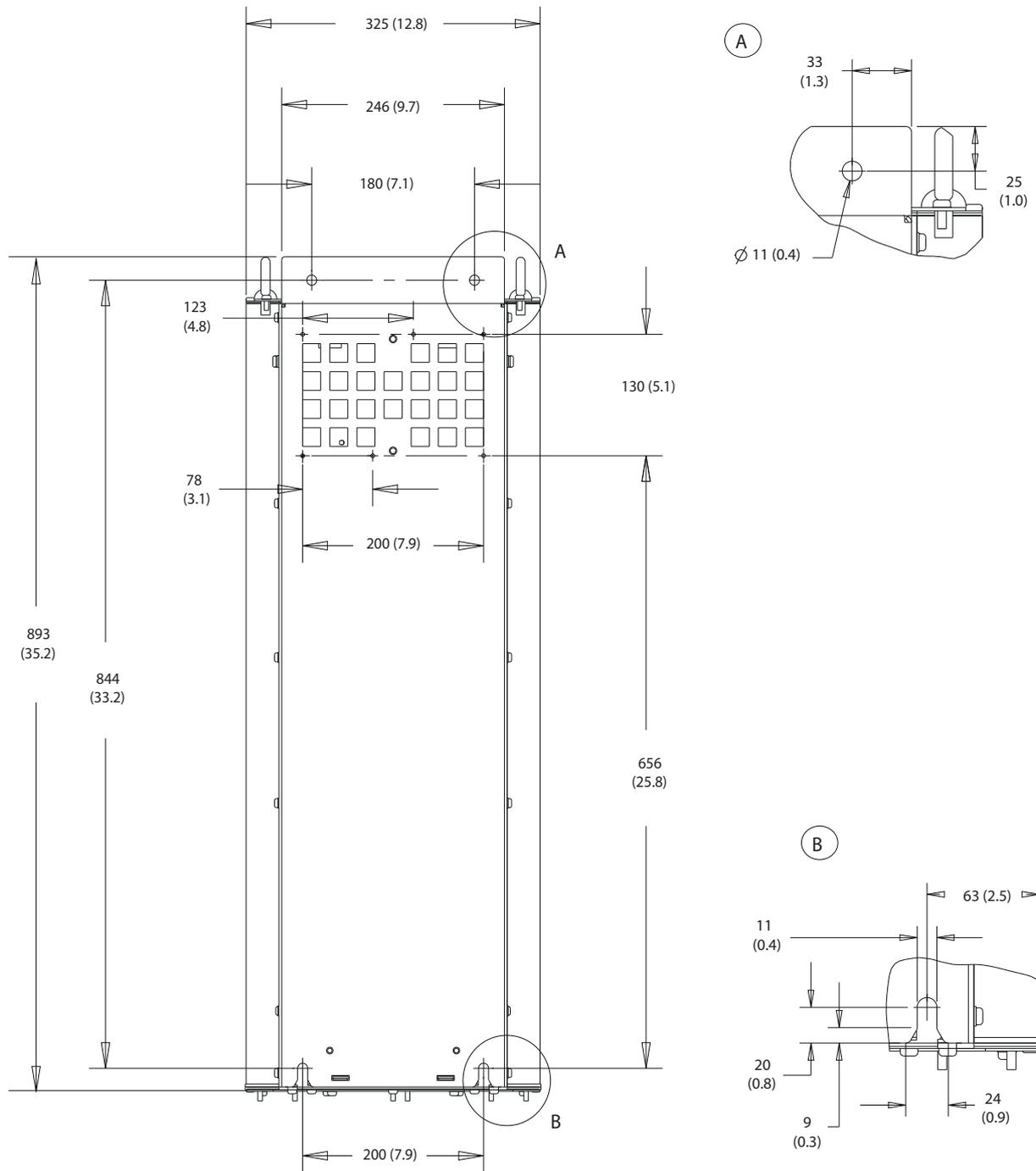
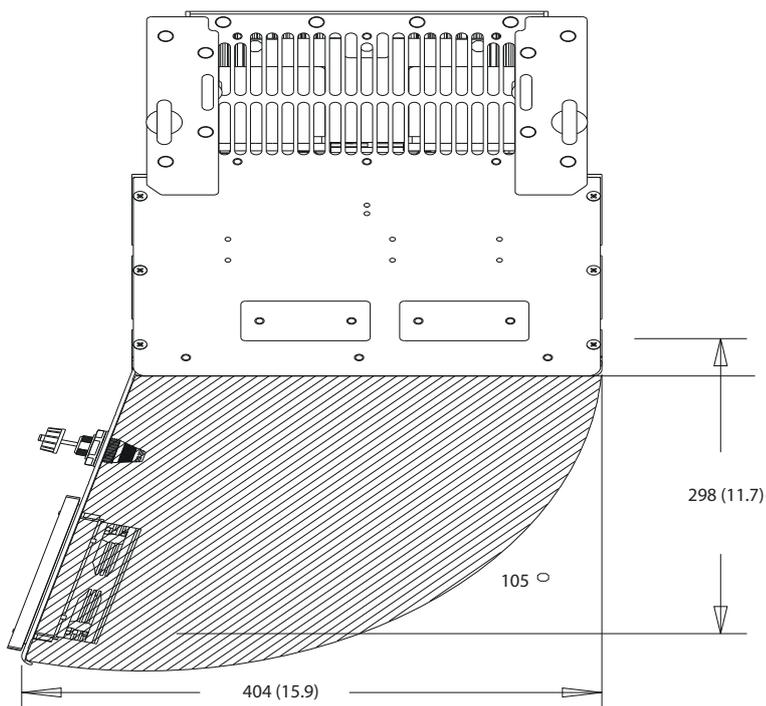


Ilustração 8.2 Vista lateral do D1h



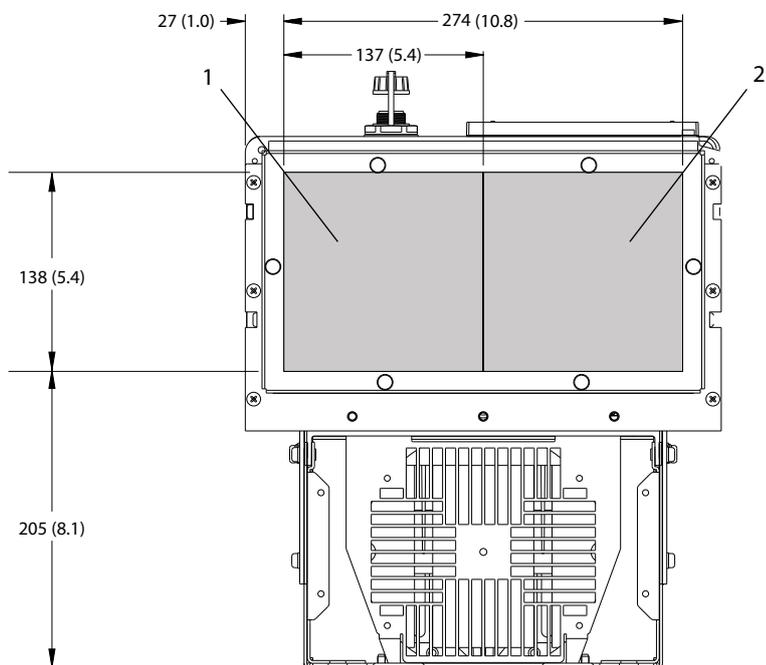
130BF798.10

Ilustração 8.3 Vista traseira do D1h



8

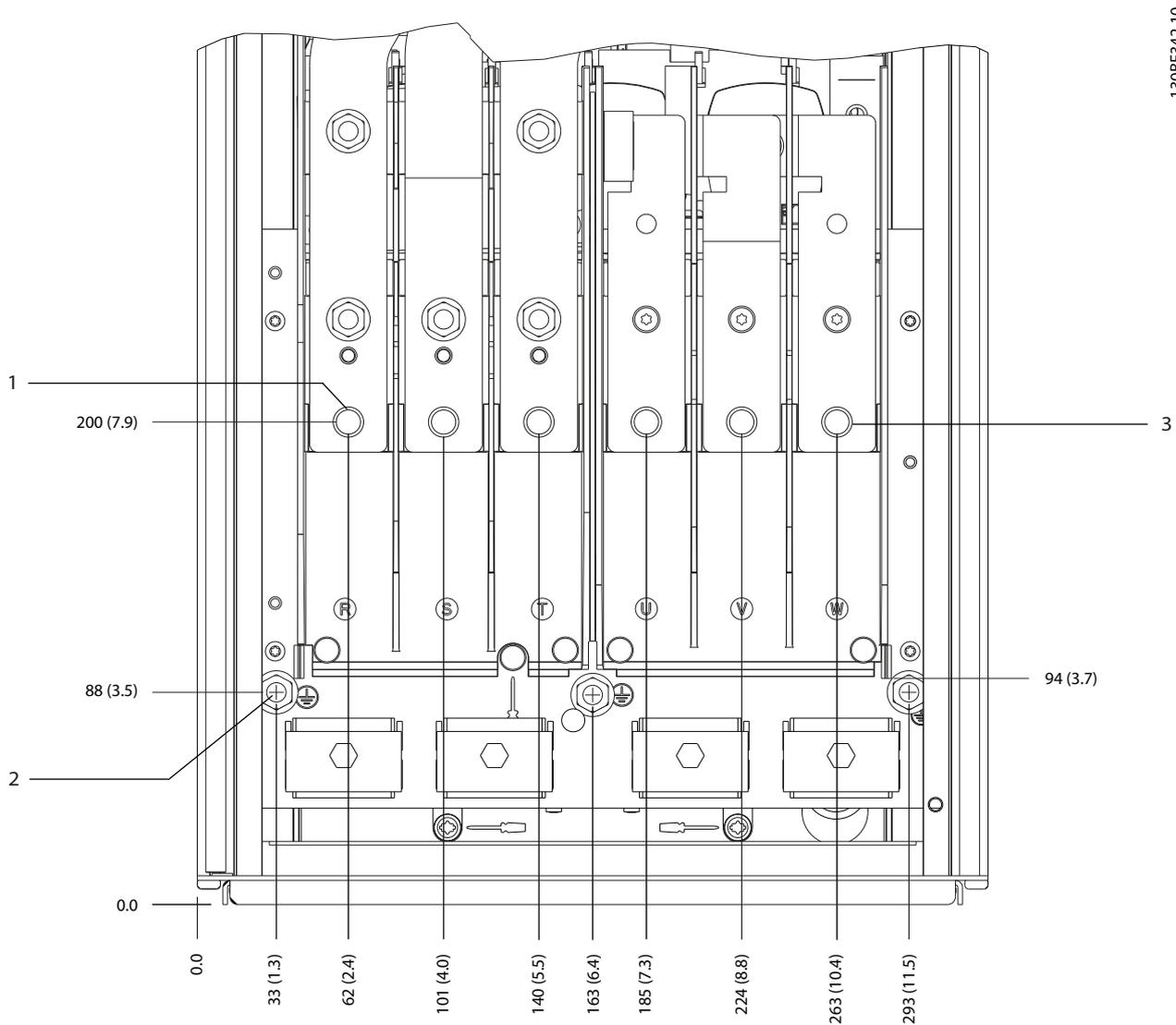
Ilustração 8.4 Folga da porta do D1h



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

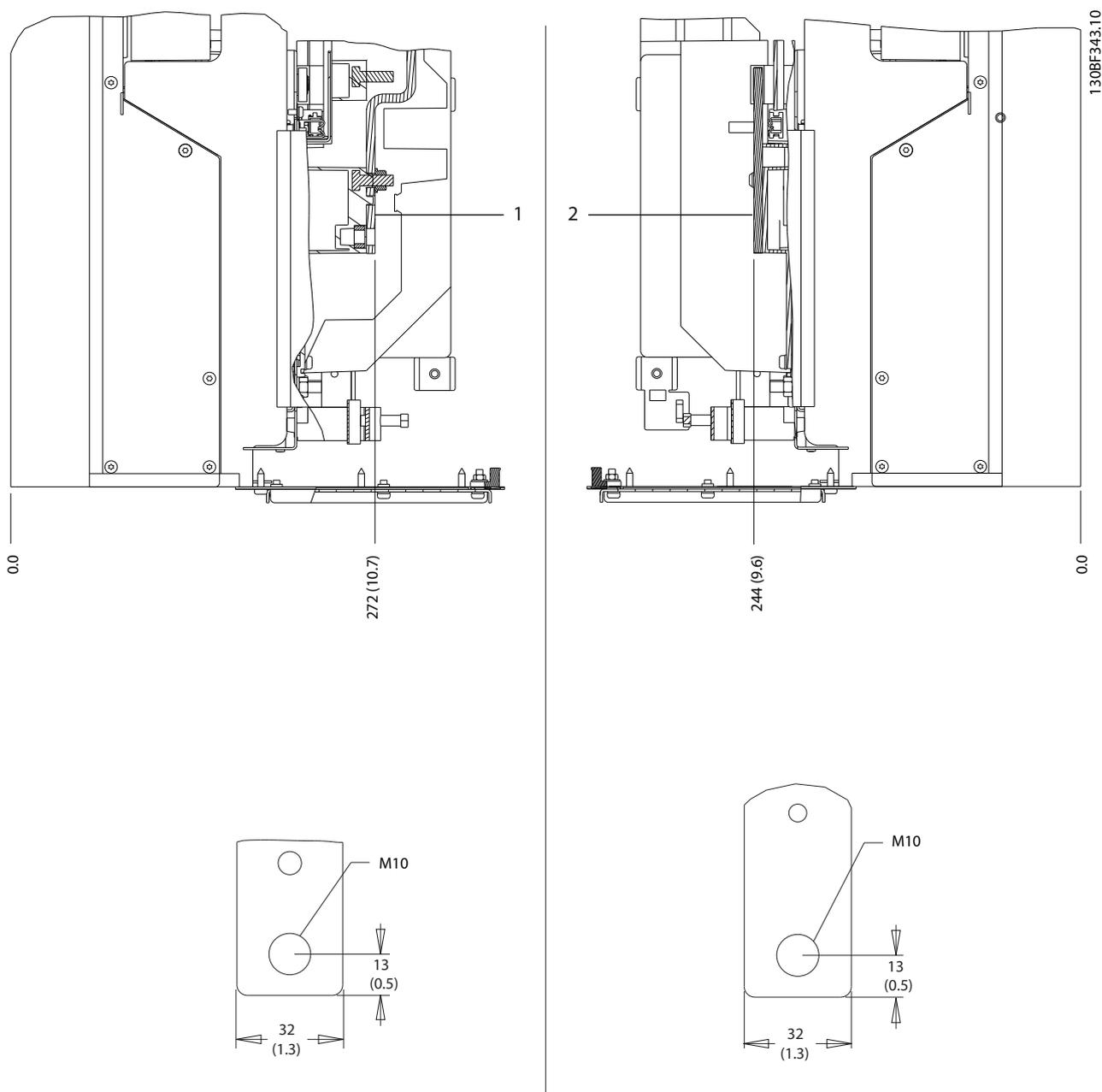
Ilustração 8.5 Dimensões da placa da bucha do D1h

8.1.2 Dimensões do terminal do D1h



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

Ilustração 8.6 Dimensões do terminal do D1h (vista frontal)

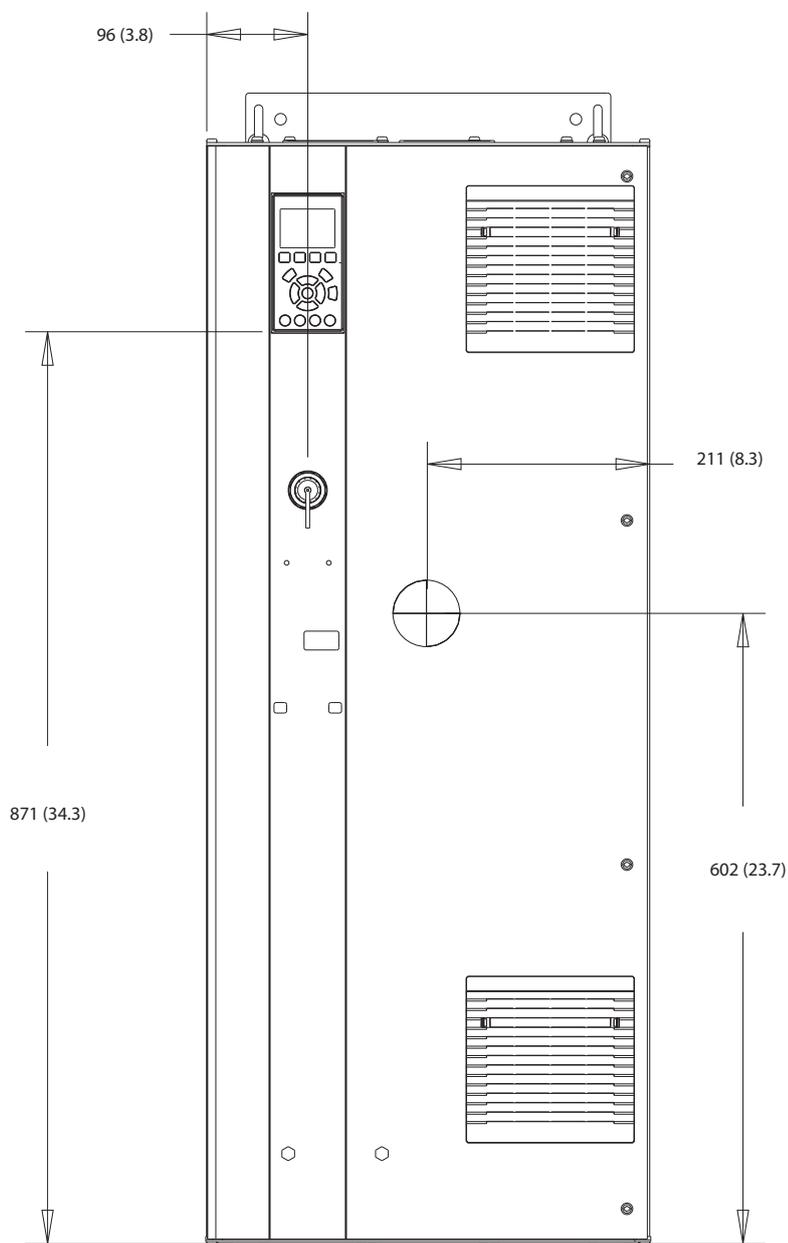


1	Terminais de rede elétrica	2	Terminais do motor
---	----------------------------	---	--------------------

Ilustração 8.7 Dimensões do terminal do D1h (vistas laterais)

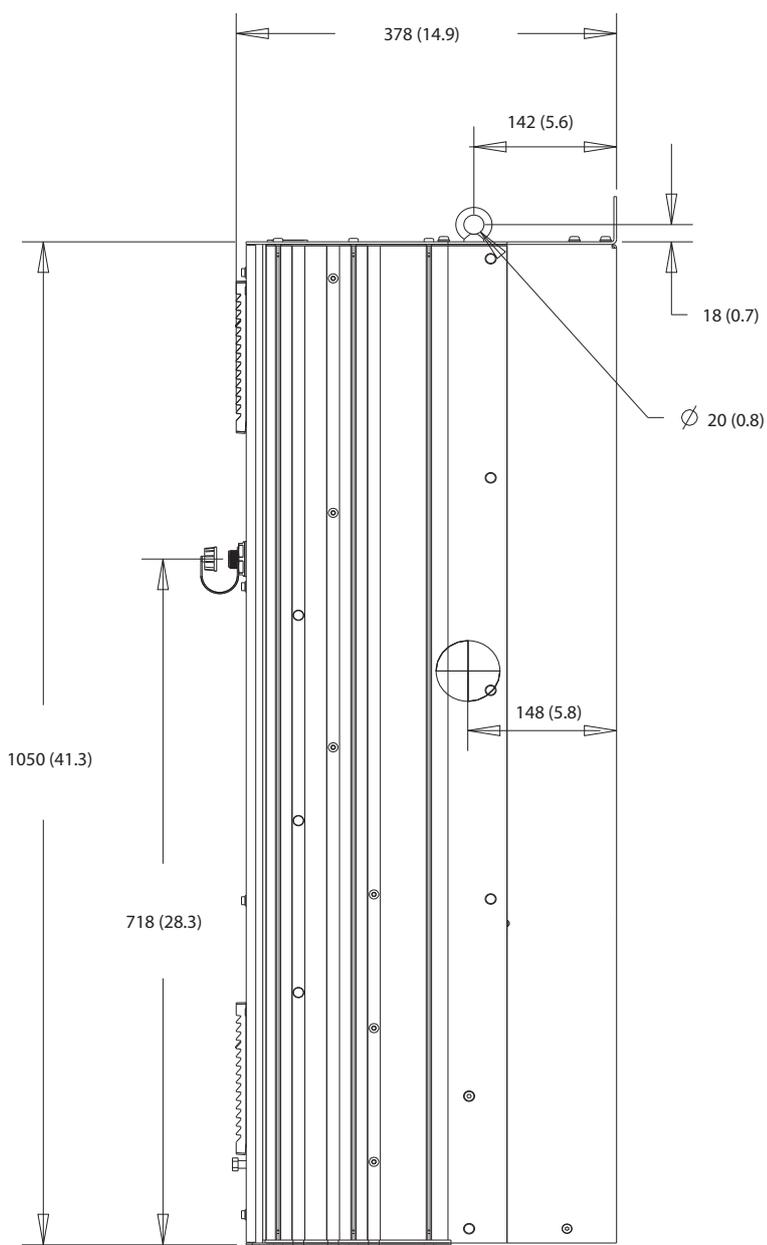
8.2 Dimensões externas e do terminal do D2h

8.2.1 Dimensões externas do D2h



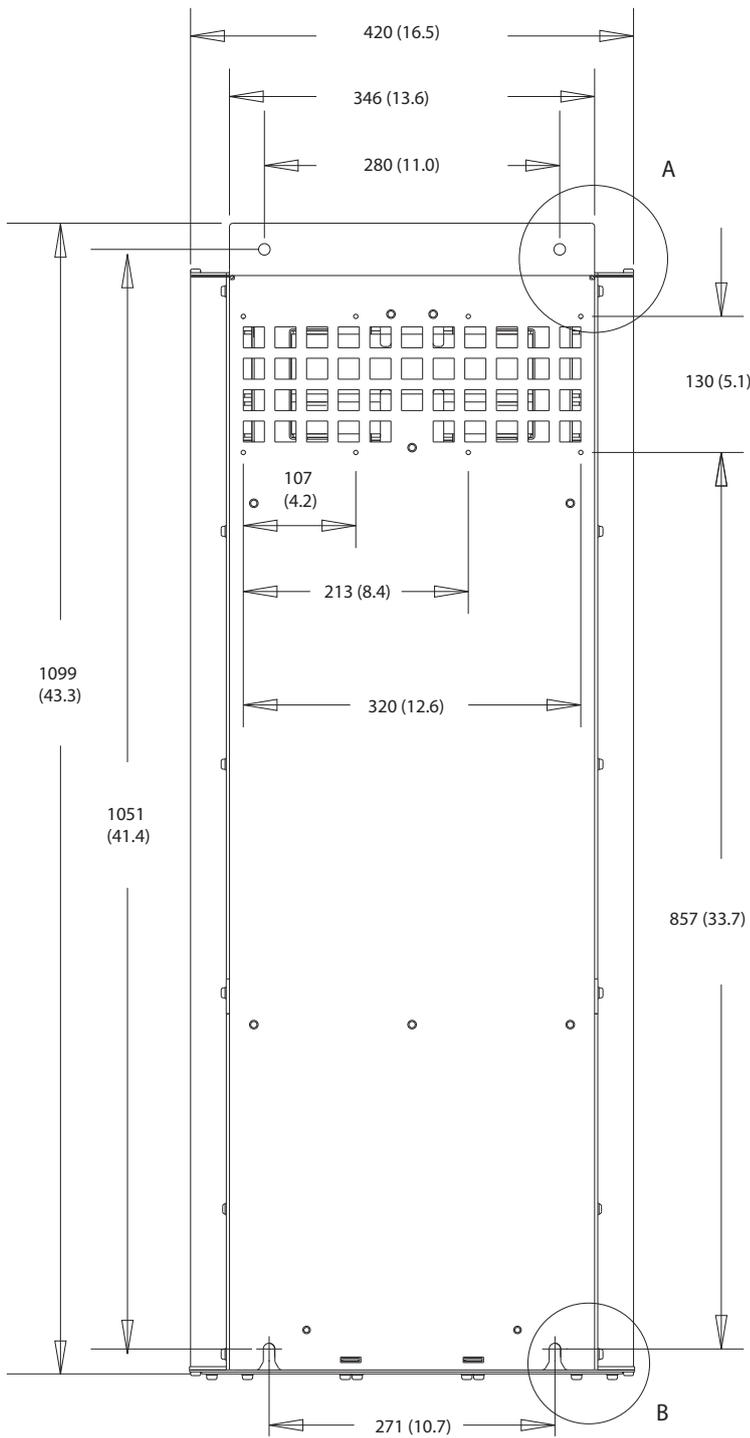
130BF321.10

Ilustração 8.8 Vista frontal do D2h

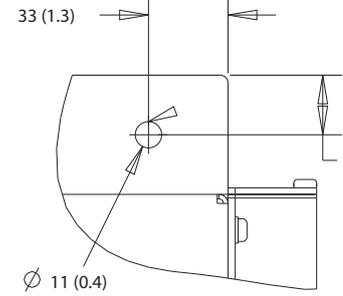


8

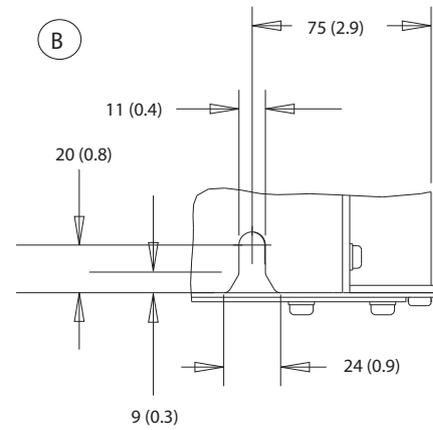
Ilustração 8.9 Vista lateral do D2h



A



B



130BF800.10

8

Ilustração 8.10 Vista traseira do D2h

130BF670.10

8

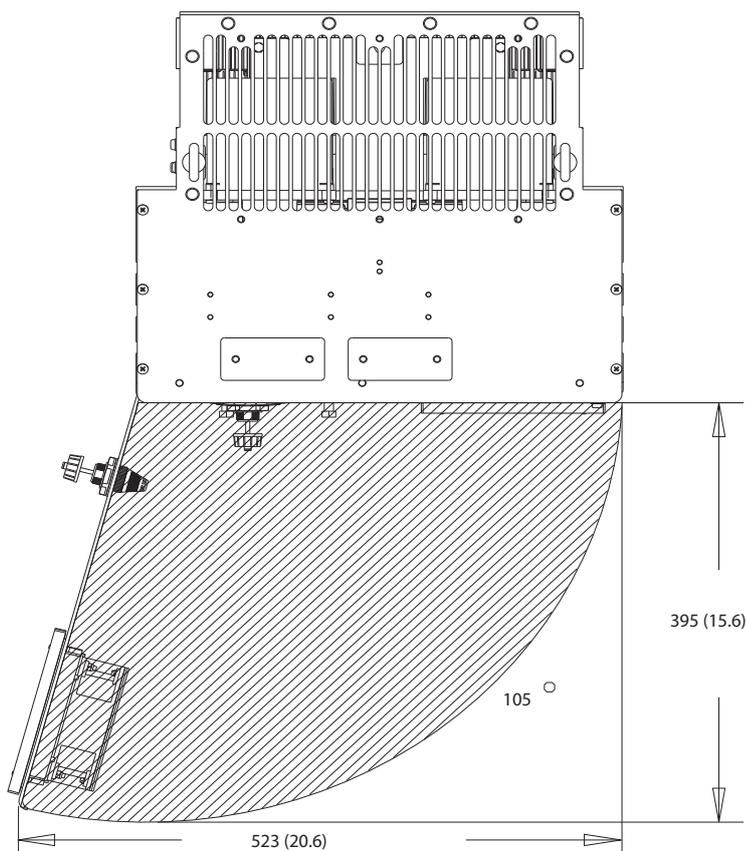
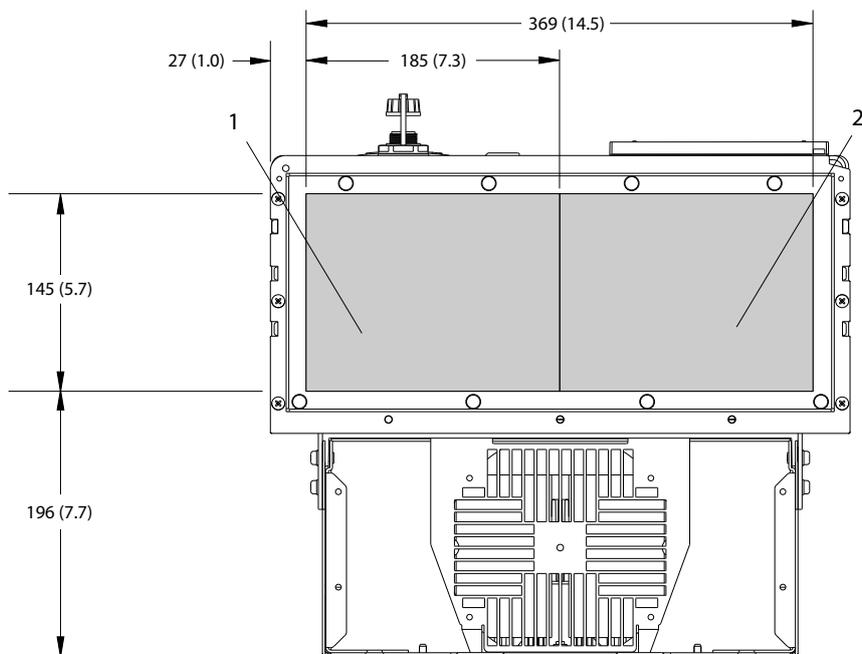


Ilustração 8.11 Folga da porta do D2h

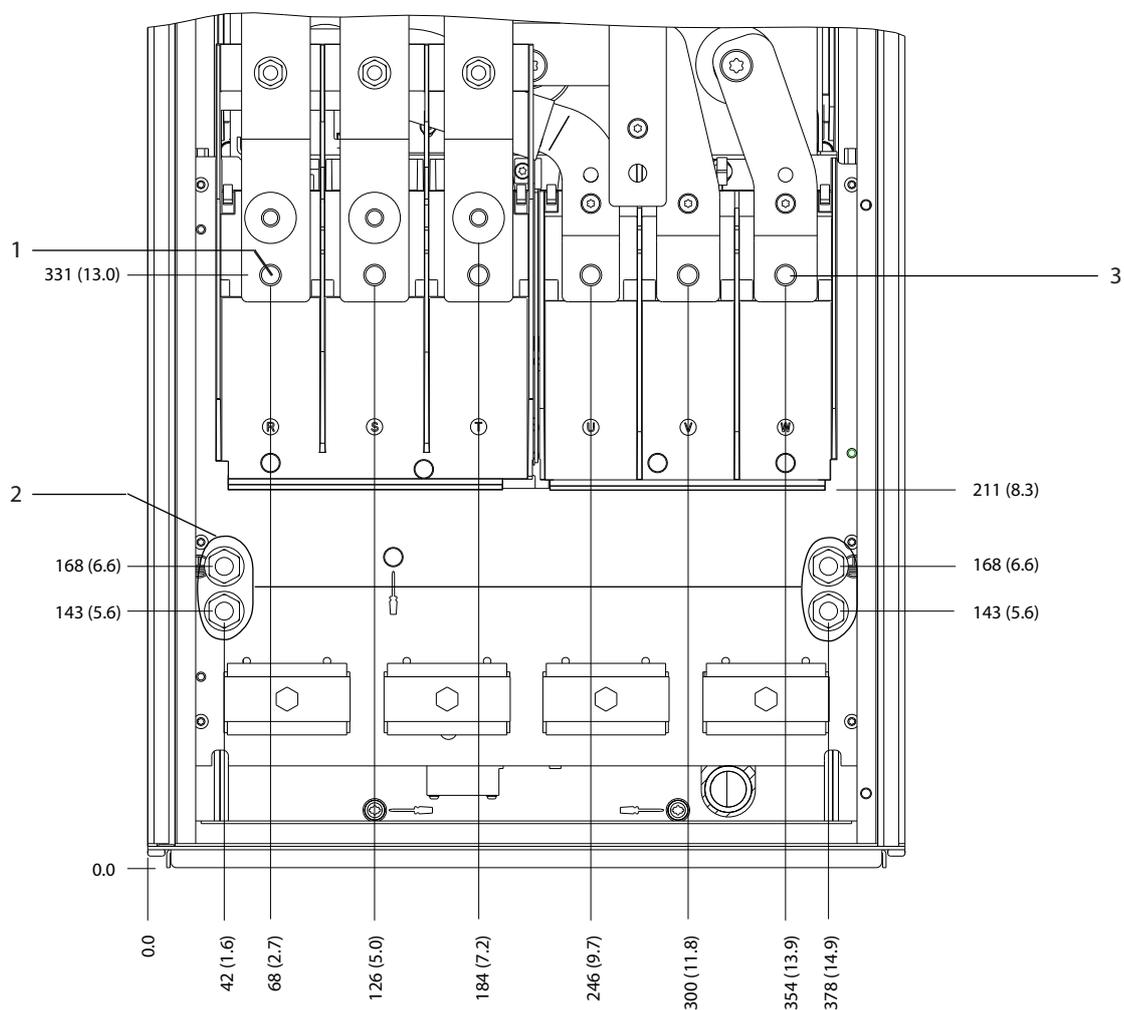


130BF608.10

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

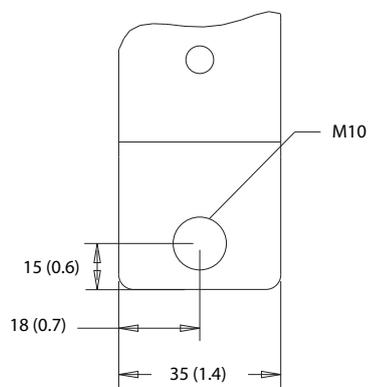
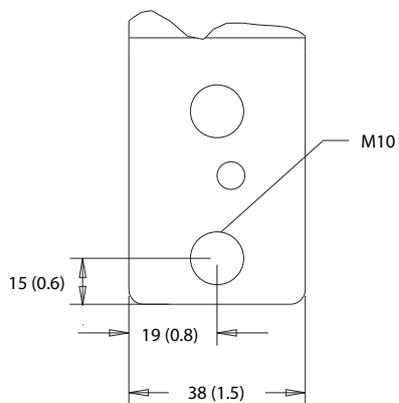
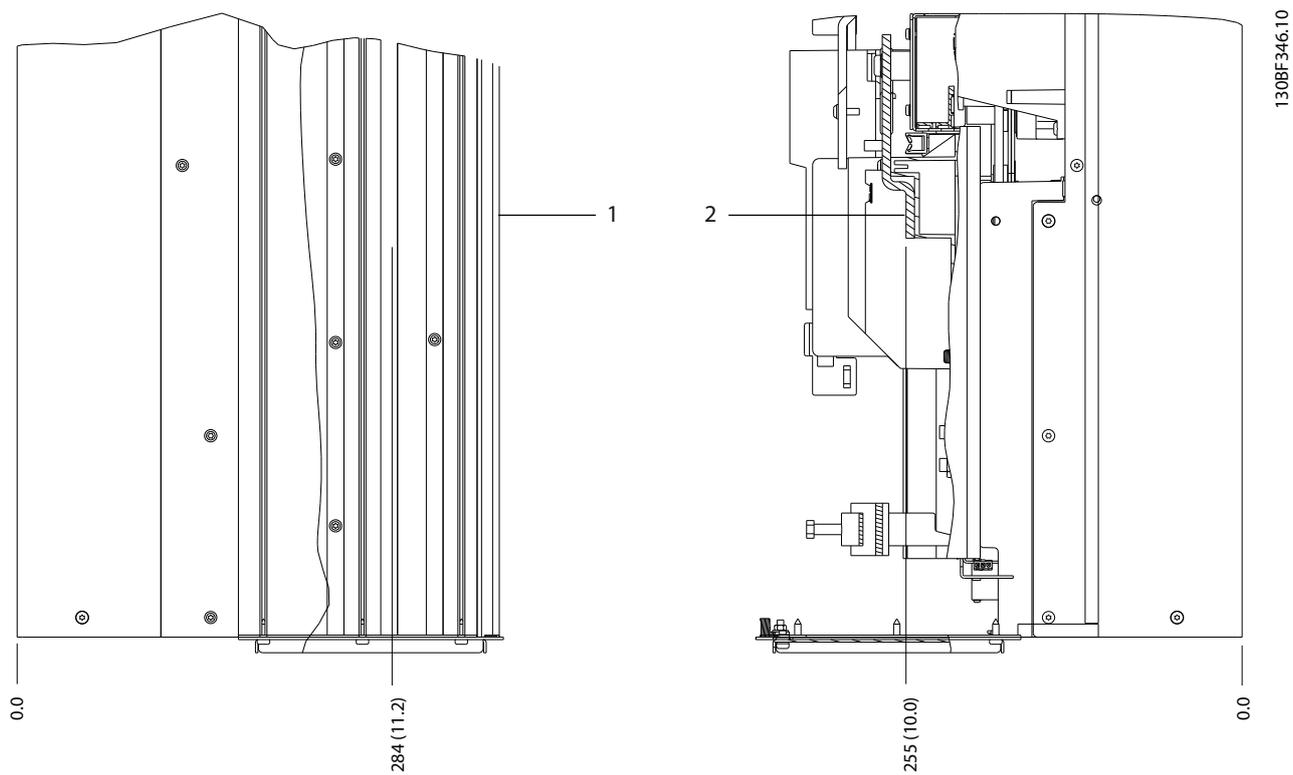
Ilustração 8.12 Dimensões da placa da bucha do D2h

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)

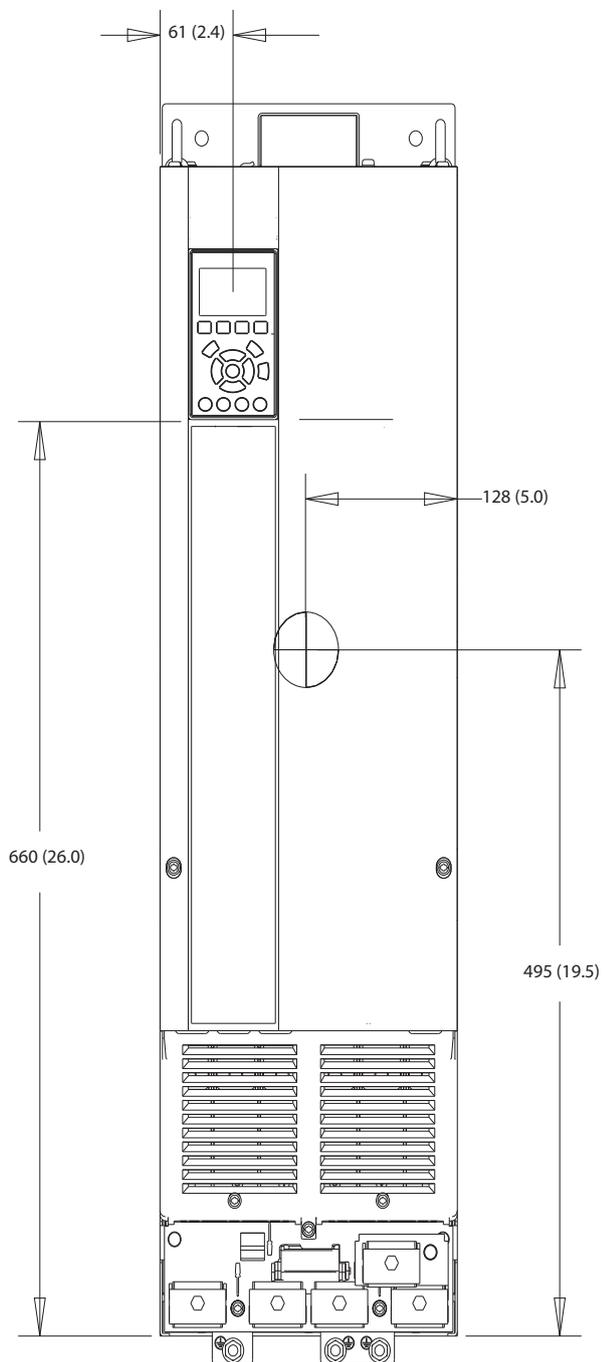


1	Terminais de rede elétrica	2	Terminais do motor
---	----------------------------	---	--------------------

Ilustração 8.14 Dimensões do terminal do D2h (vistas laterais)

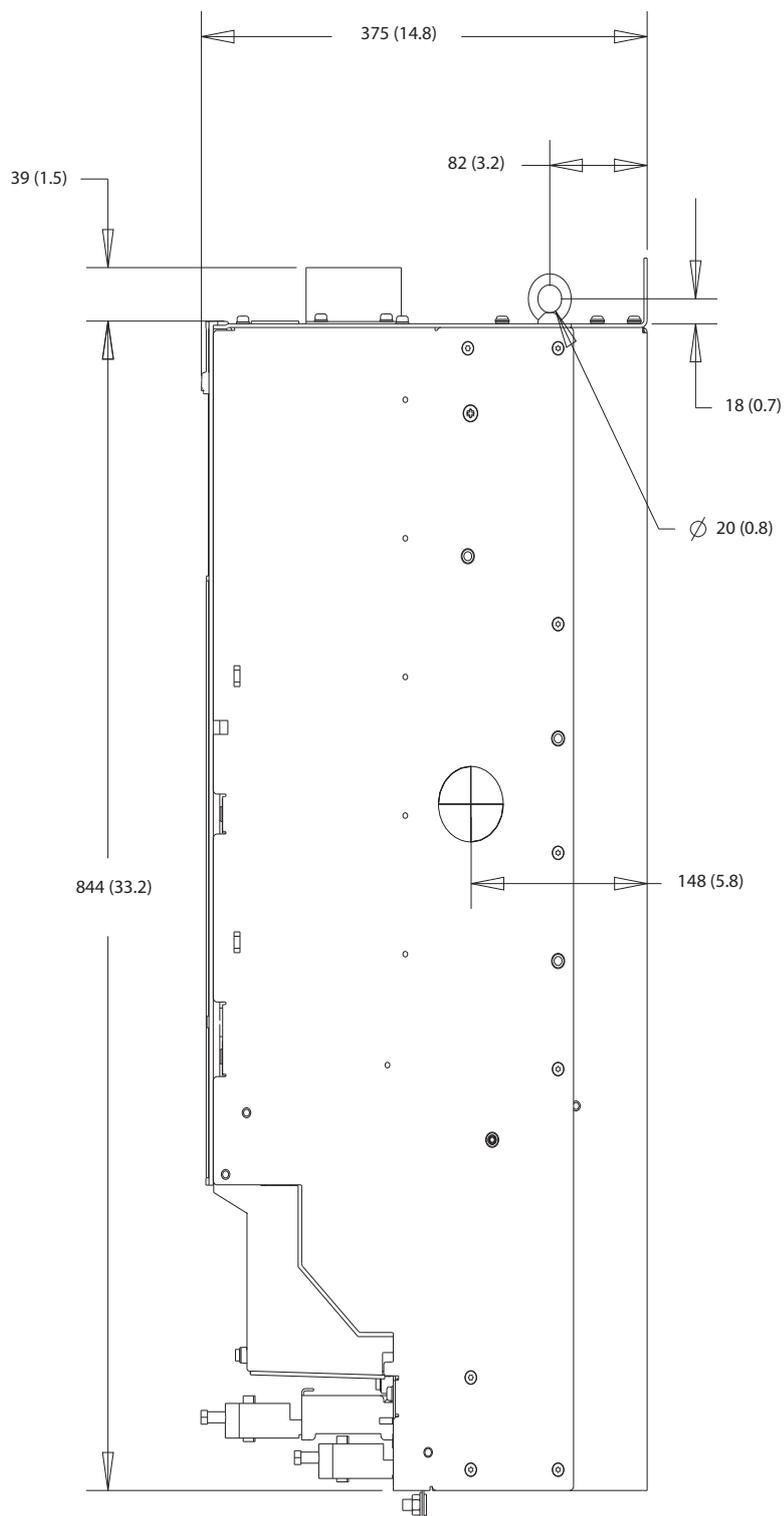
8.3 Dimensões externas e do terminal do D3h

8.3.1 Dimensões externas do D3h



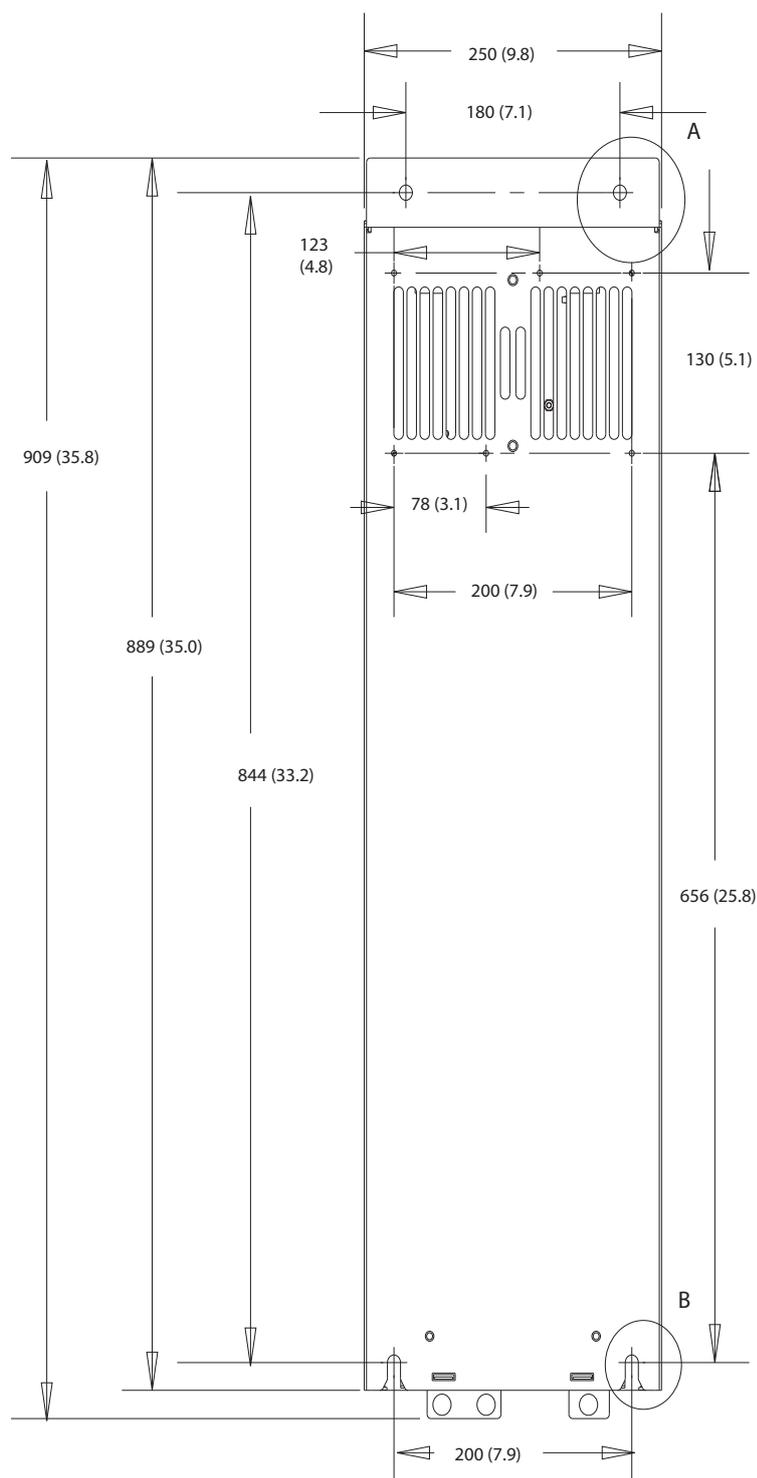
130BF322.10

Ilustração 8.15 Vista frontal do D3h

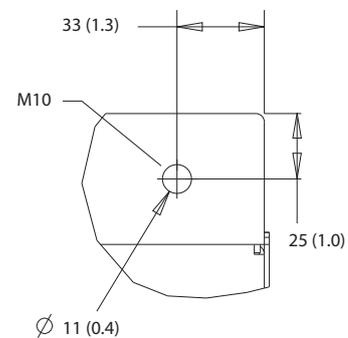


8

Ilustração 8.16 Vista lateral do D3h



A



130BF802.10

8

B

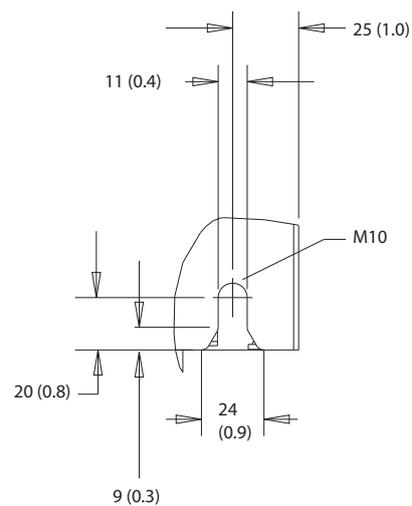
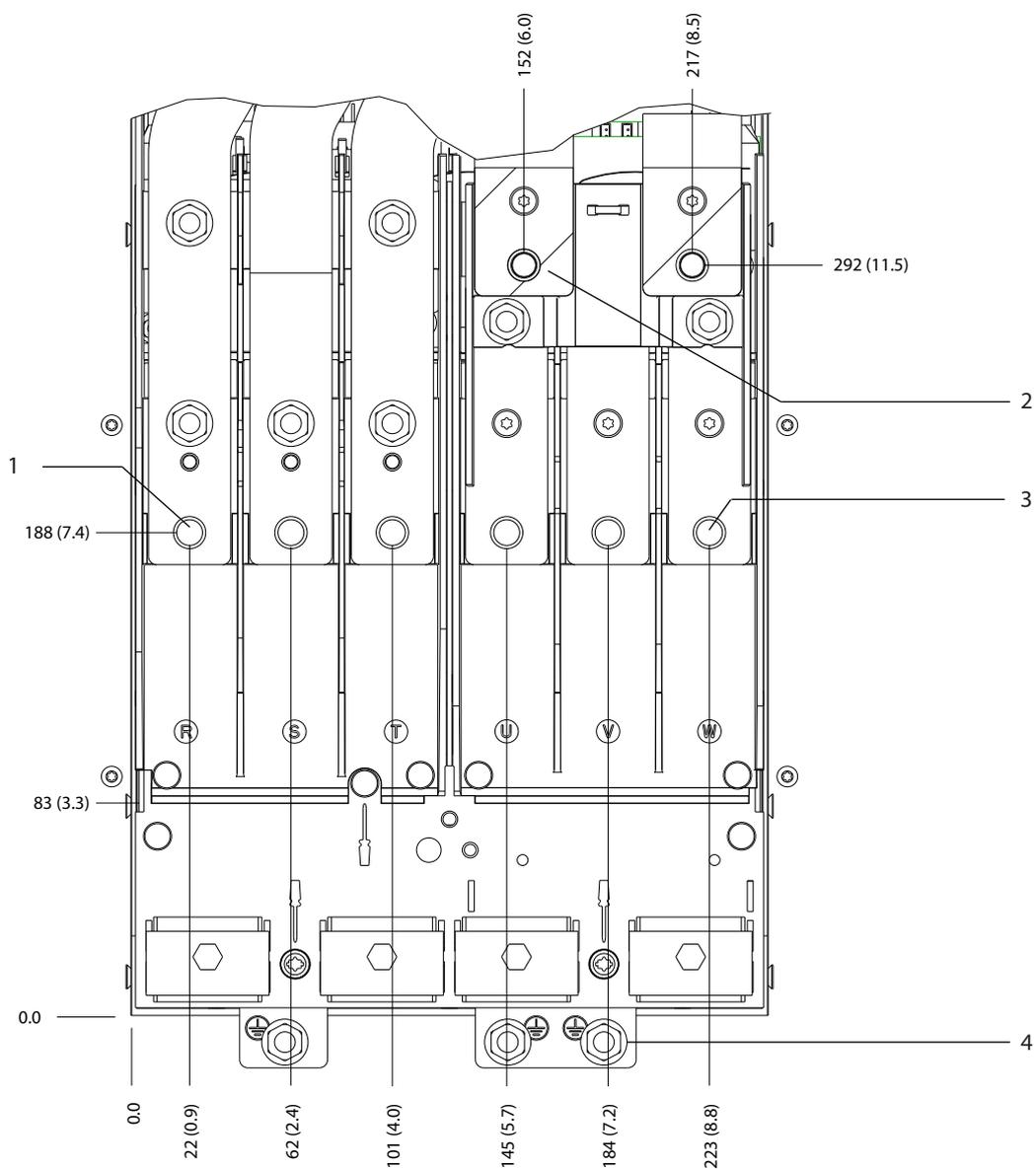


Ilustração 8.17 Vista traseira do D3h

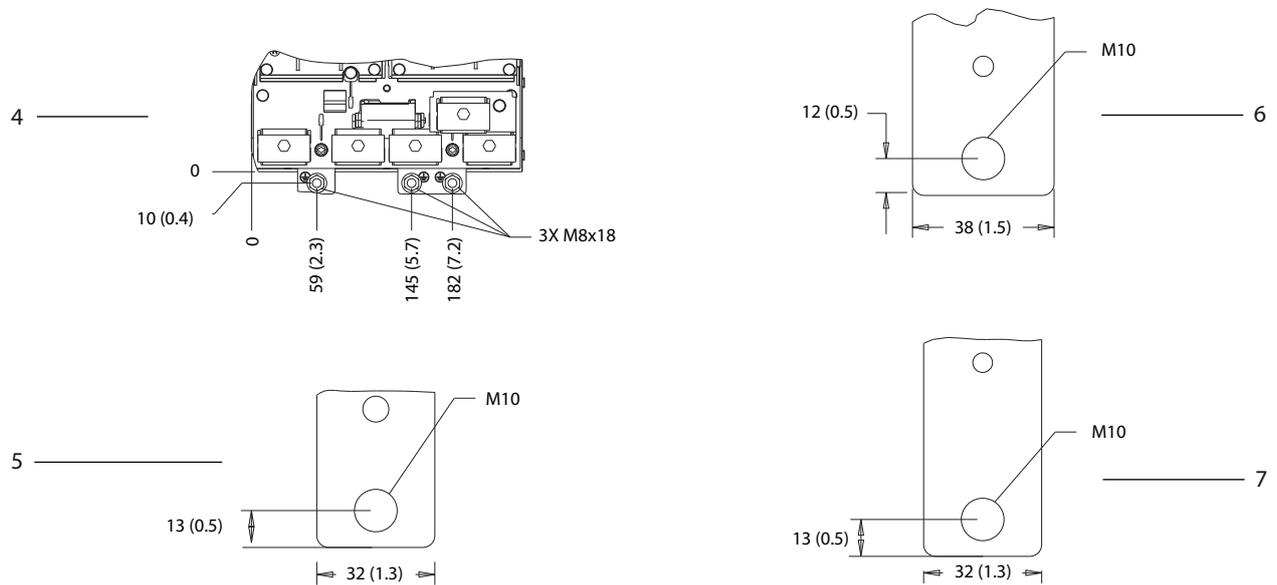
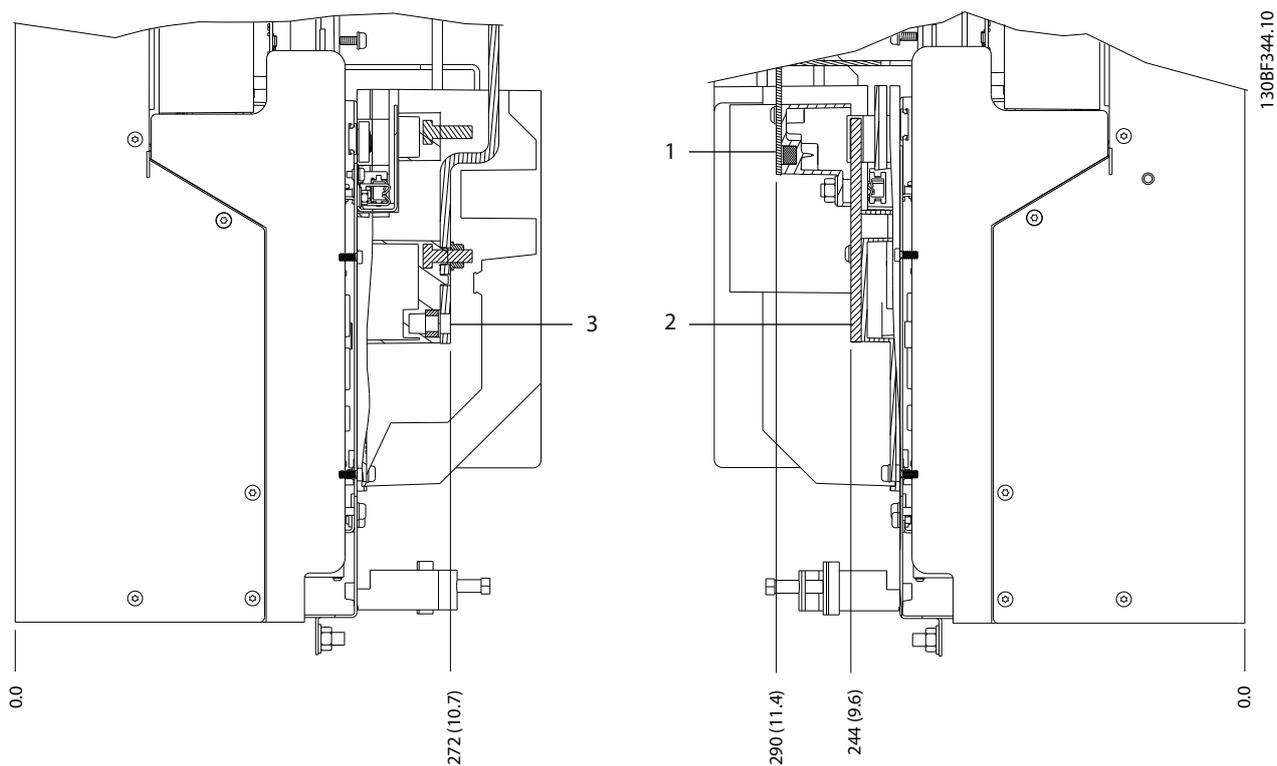
8.3.2 Dimensões do terminal do D3h



130BF341.10

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)

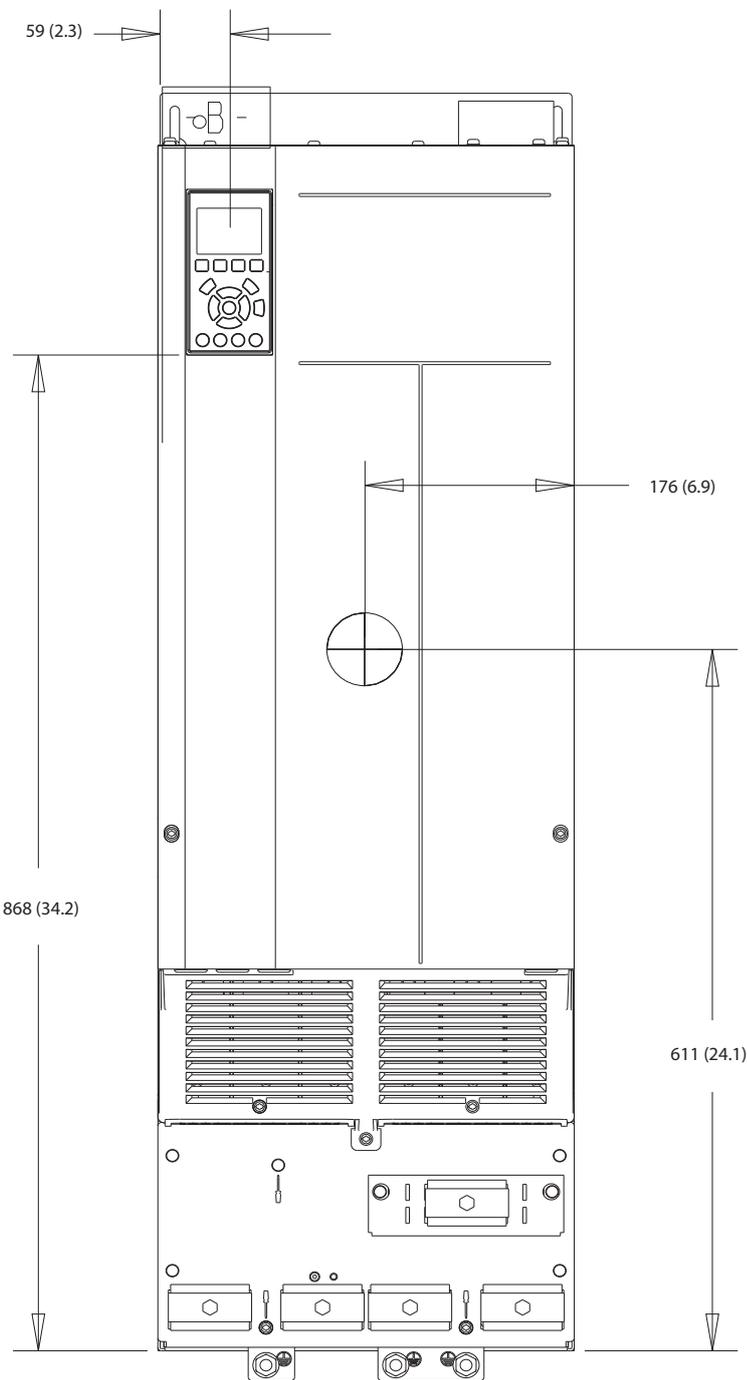


1 e 6	Terminais inferiores de freio/regen	3 e 5	Terminais de rede elétrica
2 e 7	Terminais do motor	4	Terminais do terra

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

8

Ilustração 8.20 Vista frontal do D4h

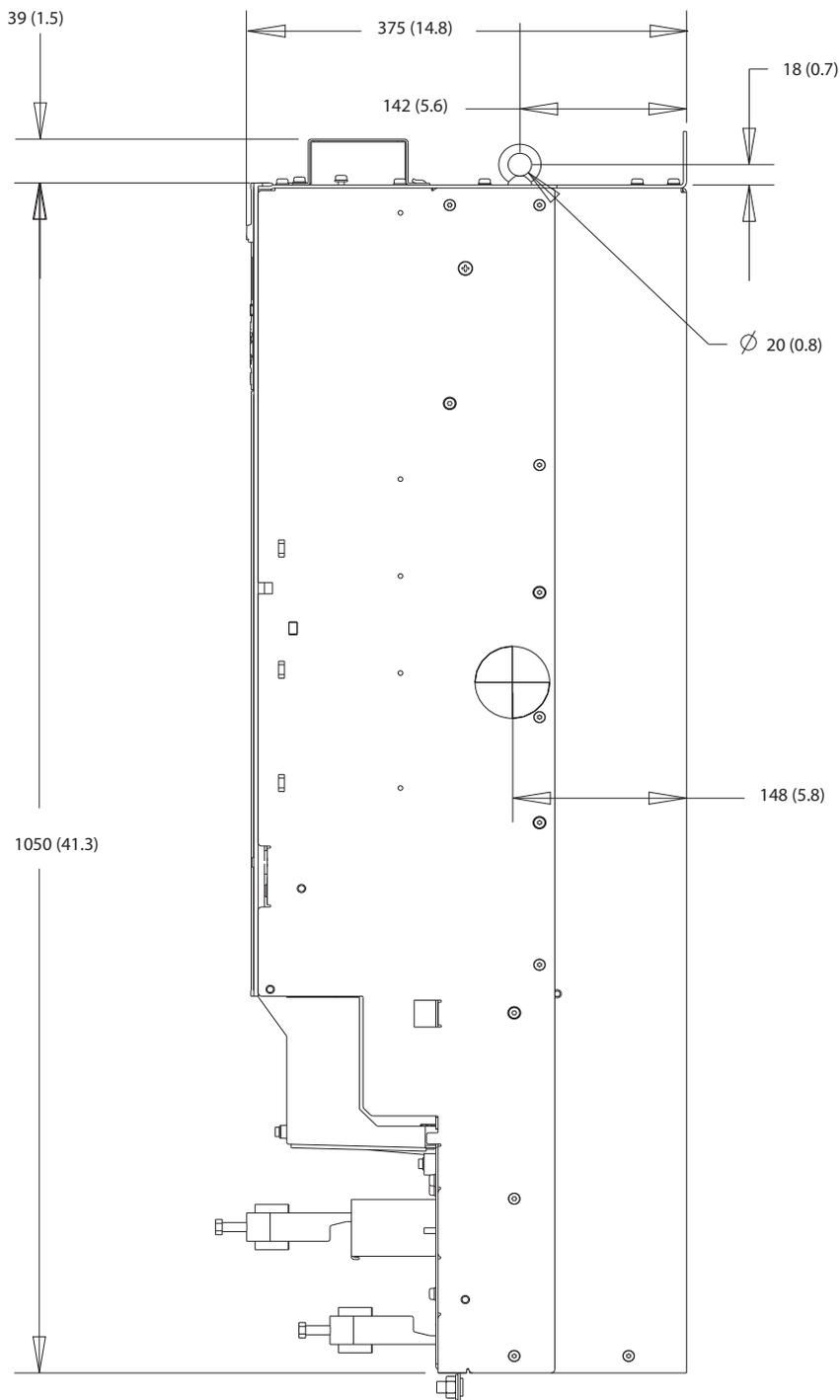
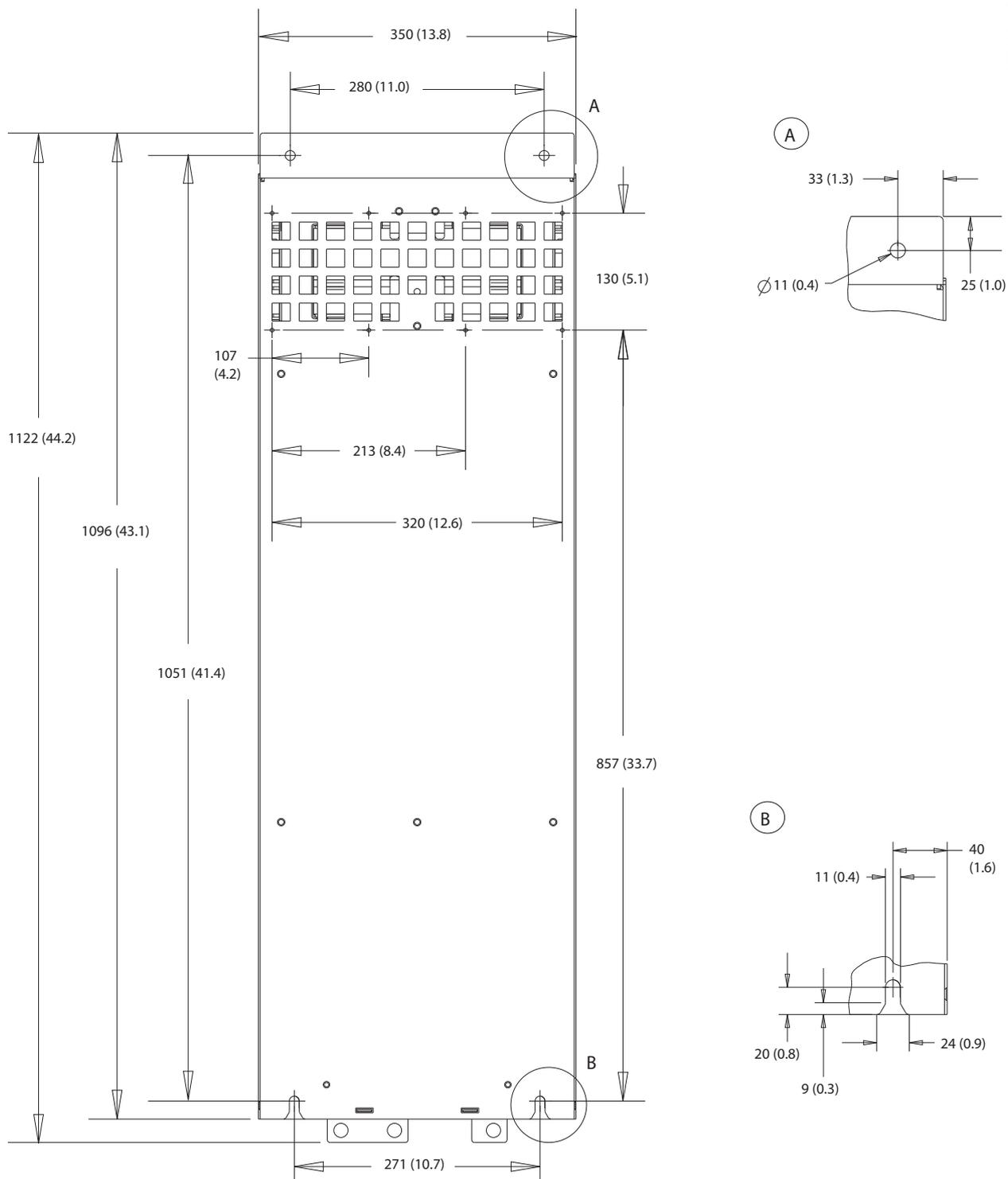


Ilustração 8.21 Dimensões laterais do D4h

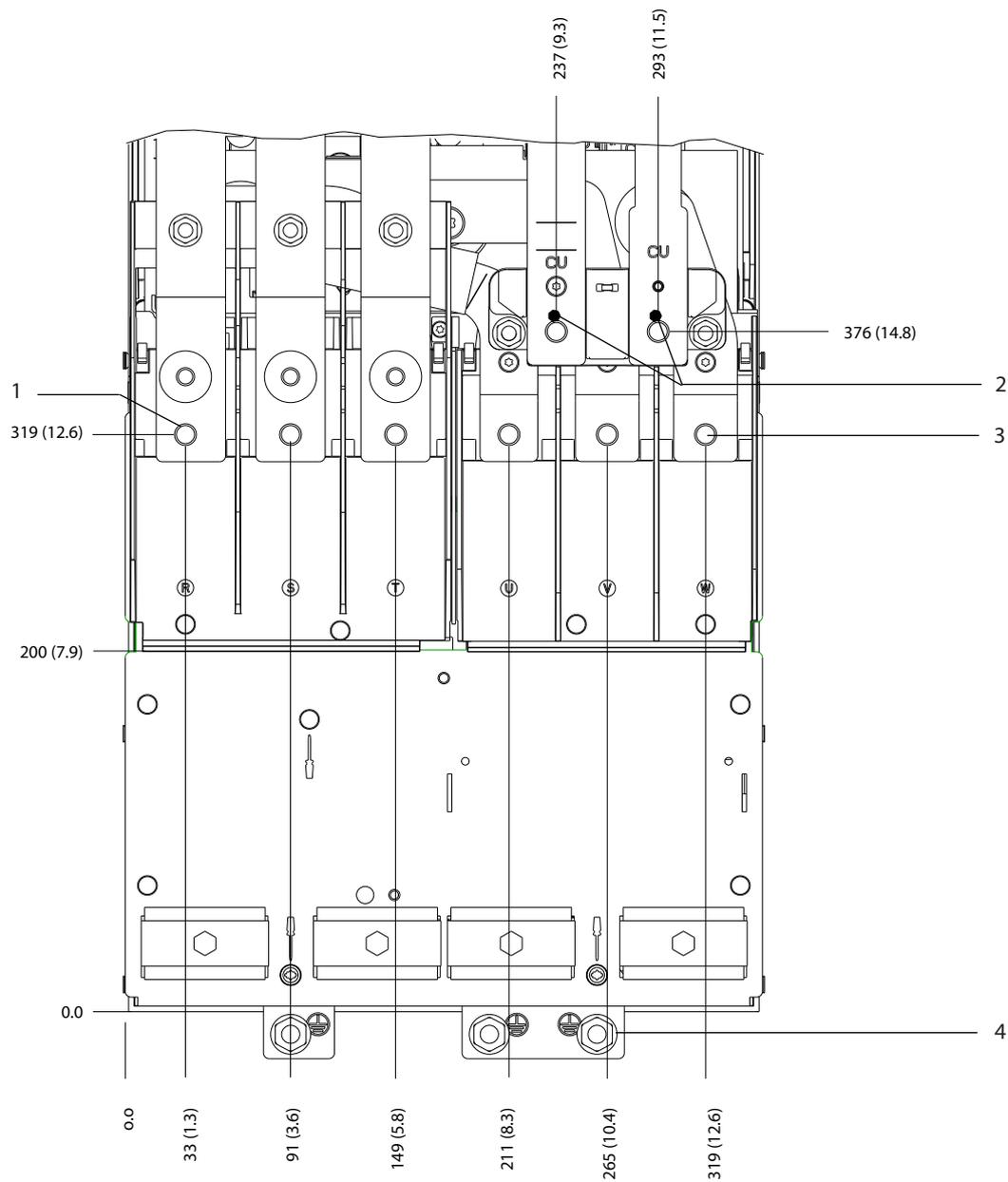
130BF804.10



8

Ilustração 8.22 Dimensões traseiras do D4h

8.4.2 Dimensões do terminal do D4h

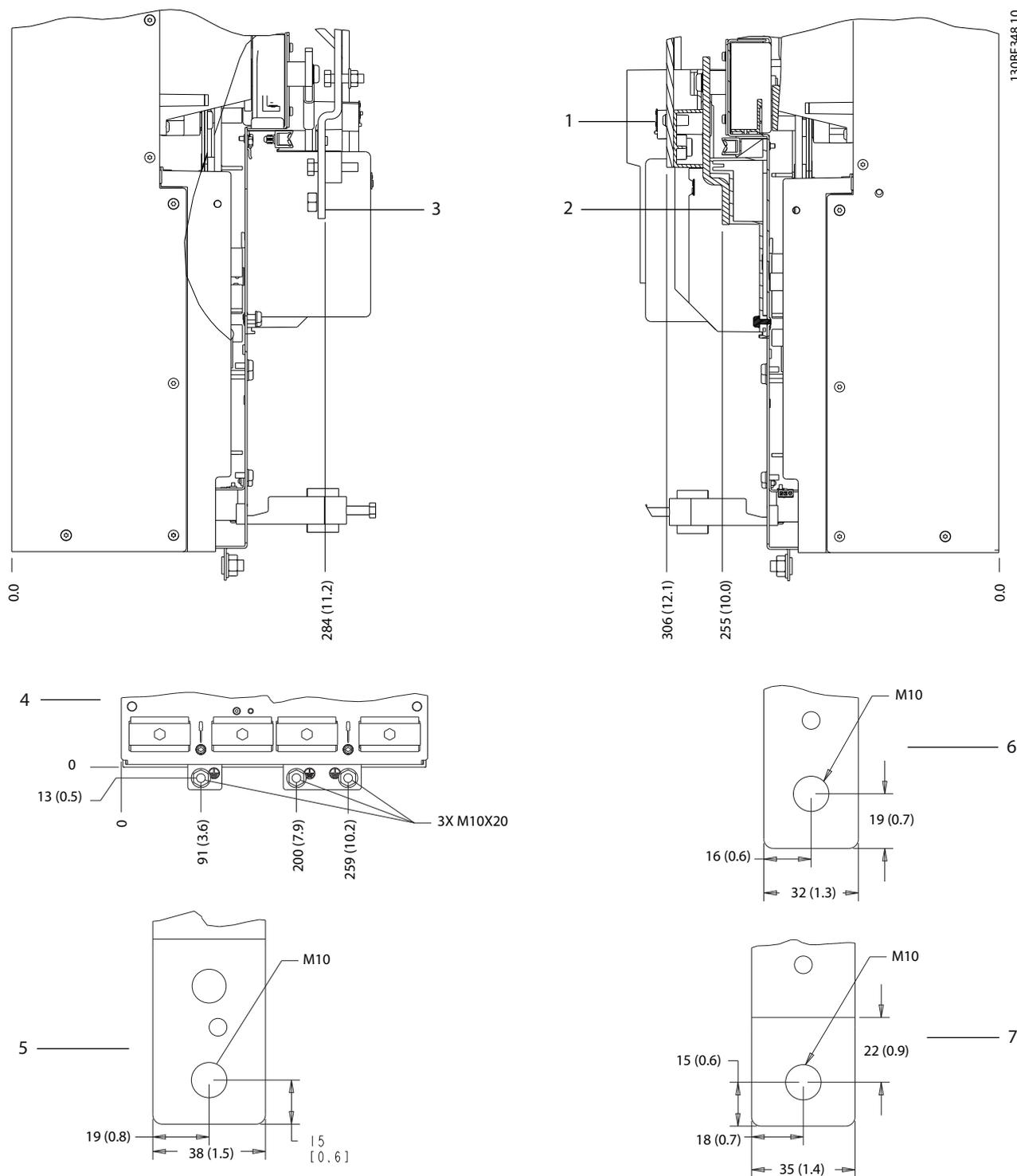


130BF347.10

8

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)



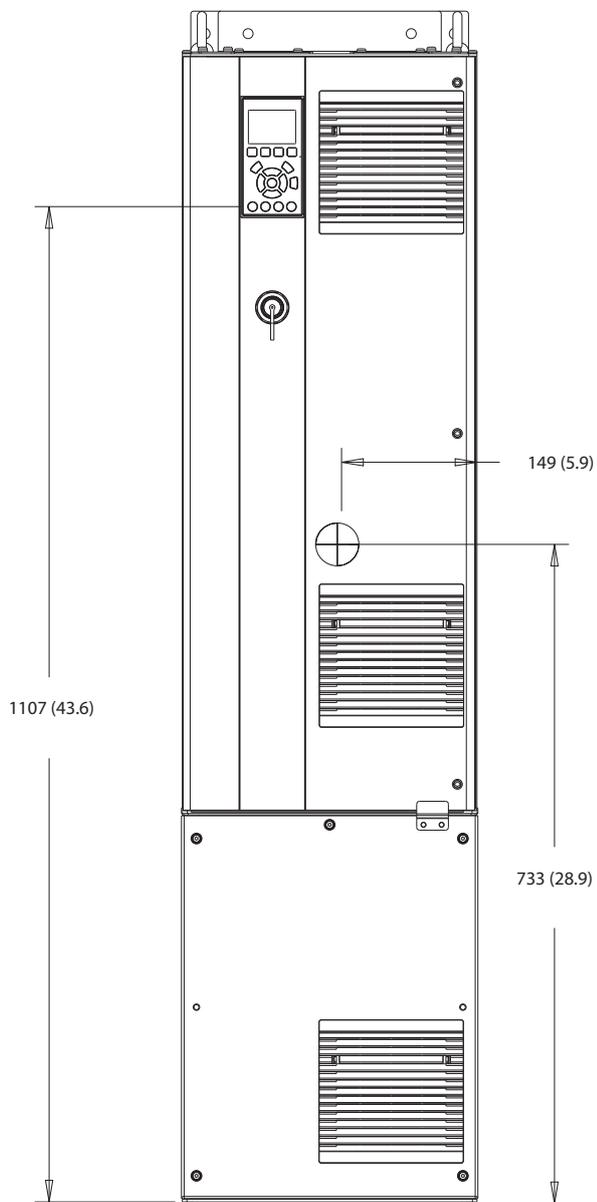
130BF 348.10

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)

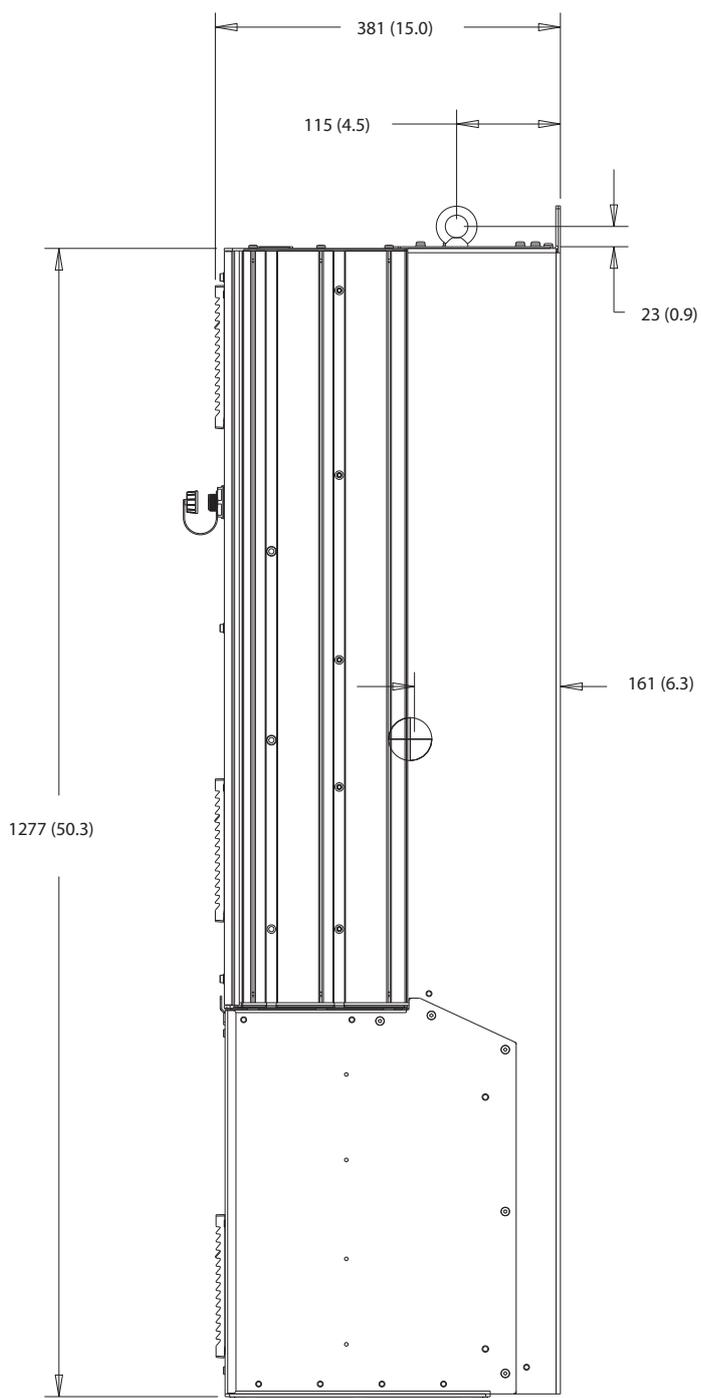
8.5 Dimensões do terminal e exteriores do D5h

8.5.1 Dimensões externas do D5h



130BF324.10

Ilustração 8.25 Visão frontal do D5h



8

Ilustração 8.26 Visão lateral do D5h

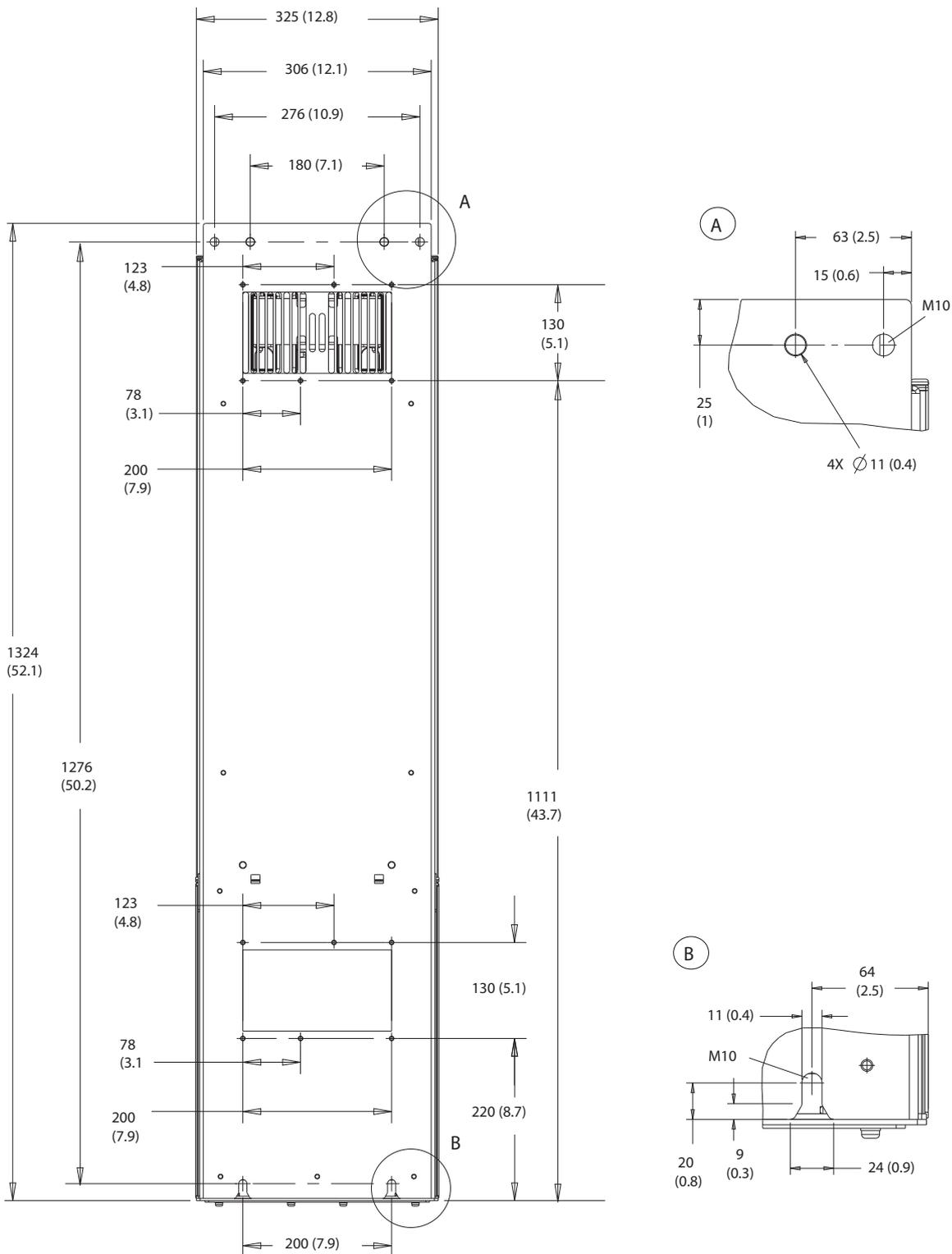
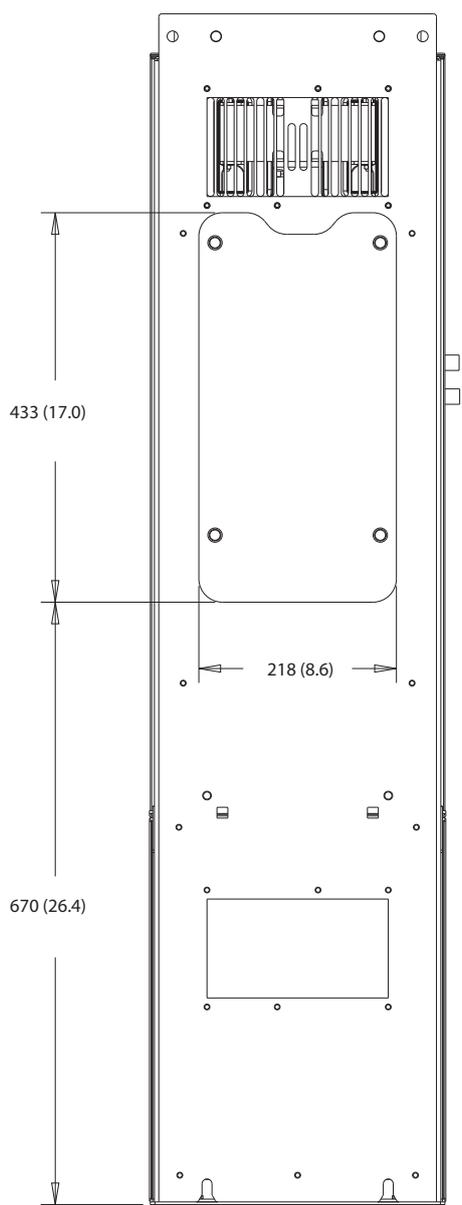


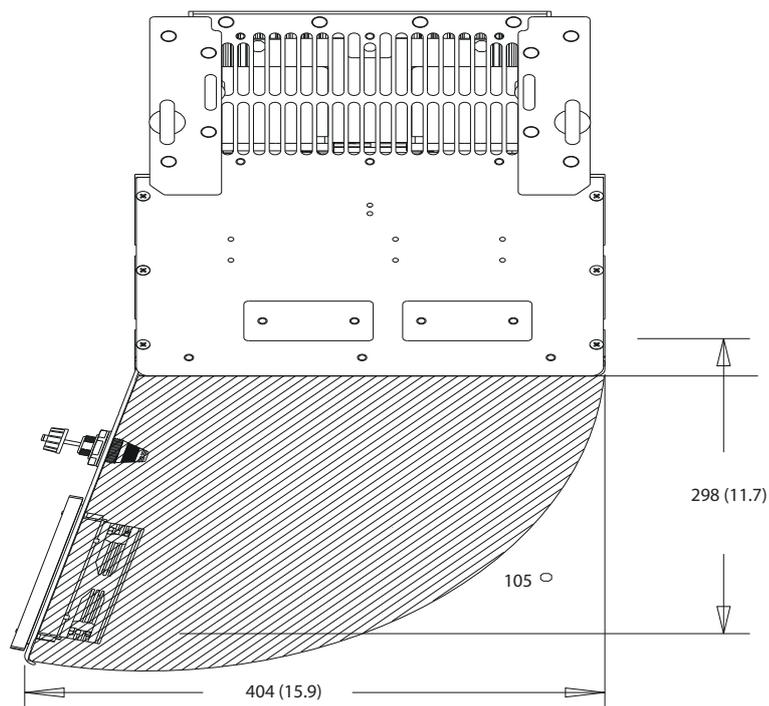
Ilustração 8.27 Visão traseira do D5h



8

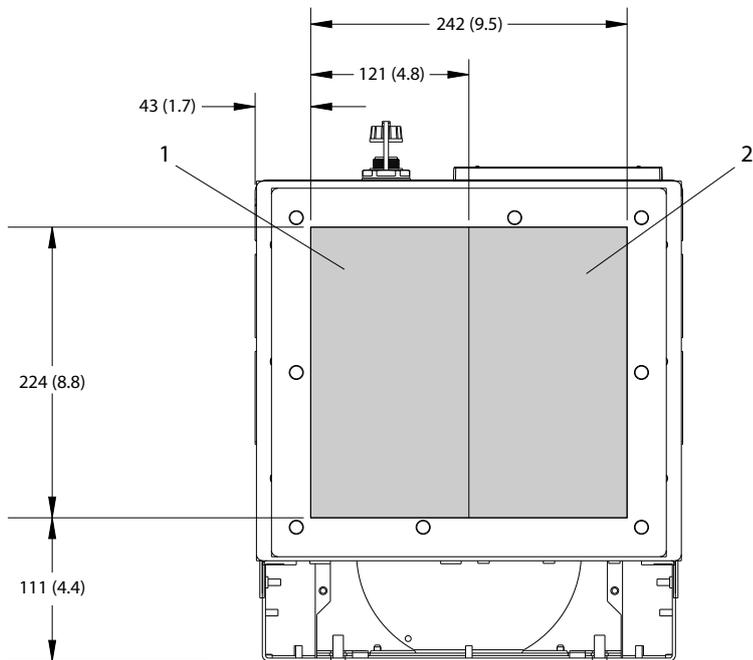
Ilustração 8.28 Dimensões de acesso ao dissipador de calor para o D5h

130BF669.10



8

Ilustração 8.29 Folga da porta para o D5h

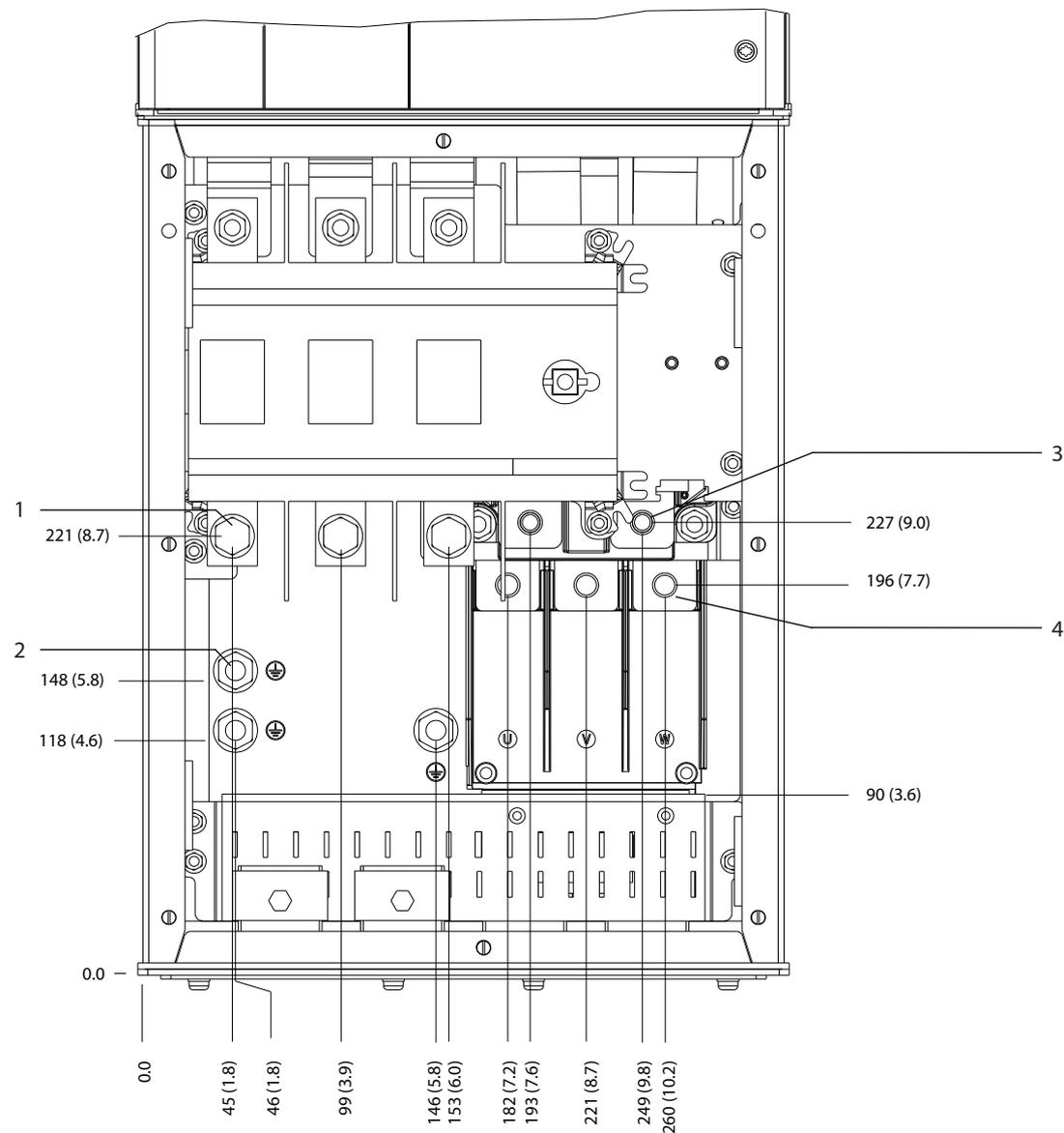


130BF609.10

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

Ilustração 8.30 Dimensões da placa da bucha para o D5h

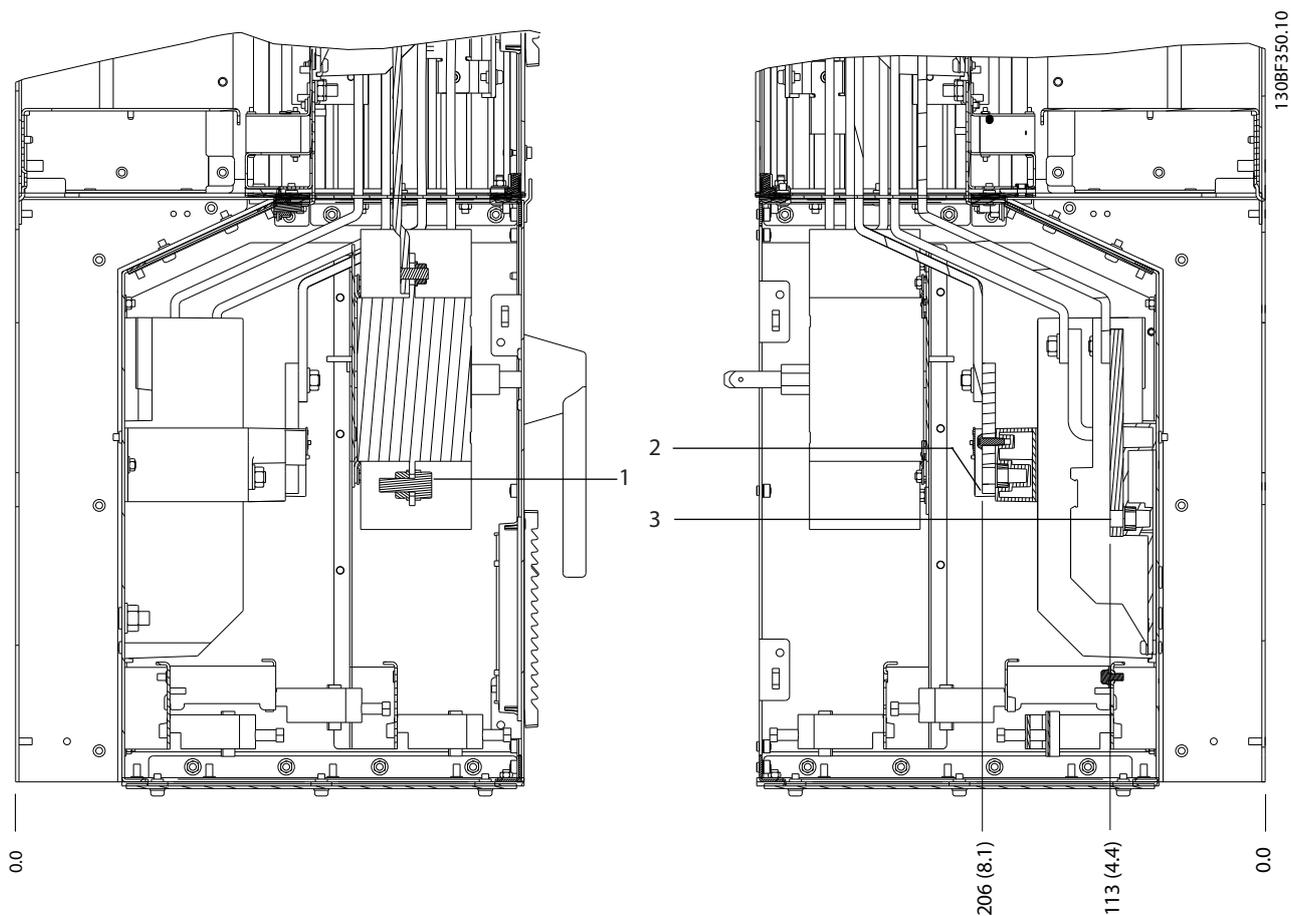
8.5.2 Dimensões do terminal do D5h



130BF349.10

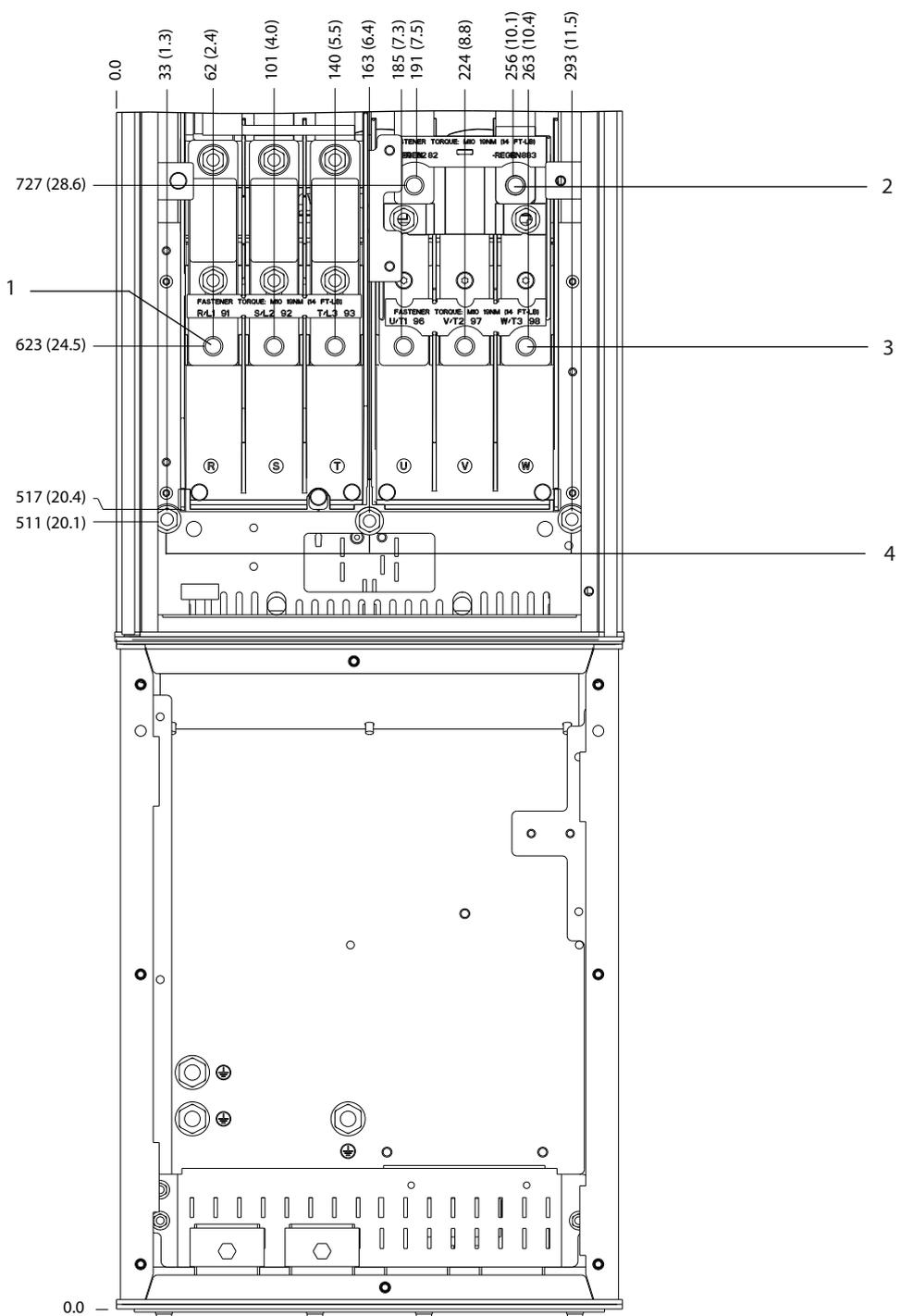
1	Terminais de rede elétrica	3	Terminais do freio
2	Terminais do terra	4	Terminais do motor

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



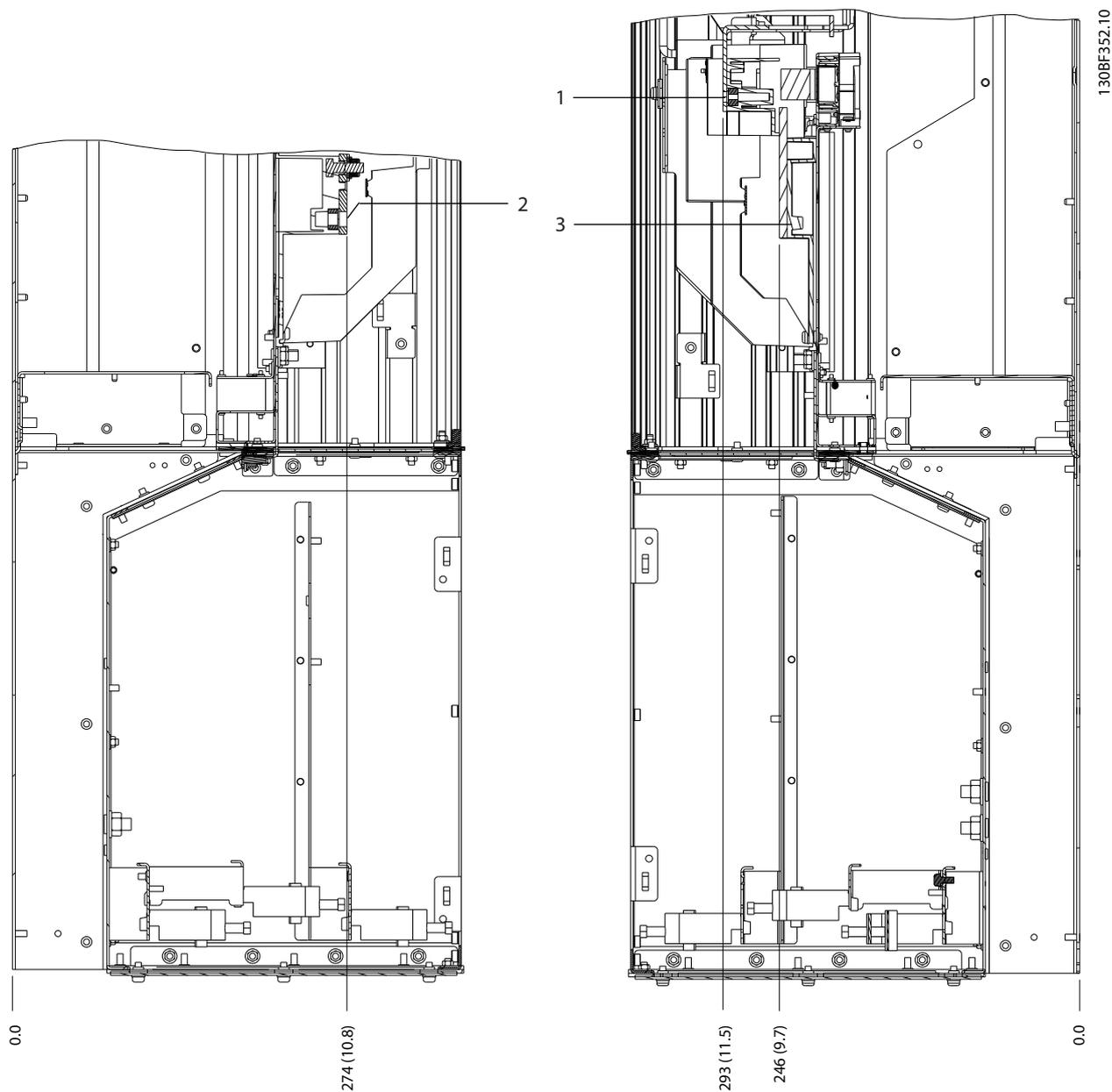
1	Terminais de rede elétrica	3	Terminais do motor
2	Terminais do freio	-	-

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)



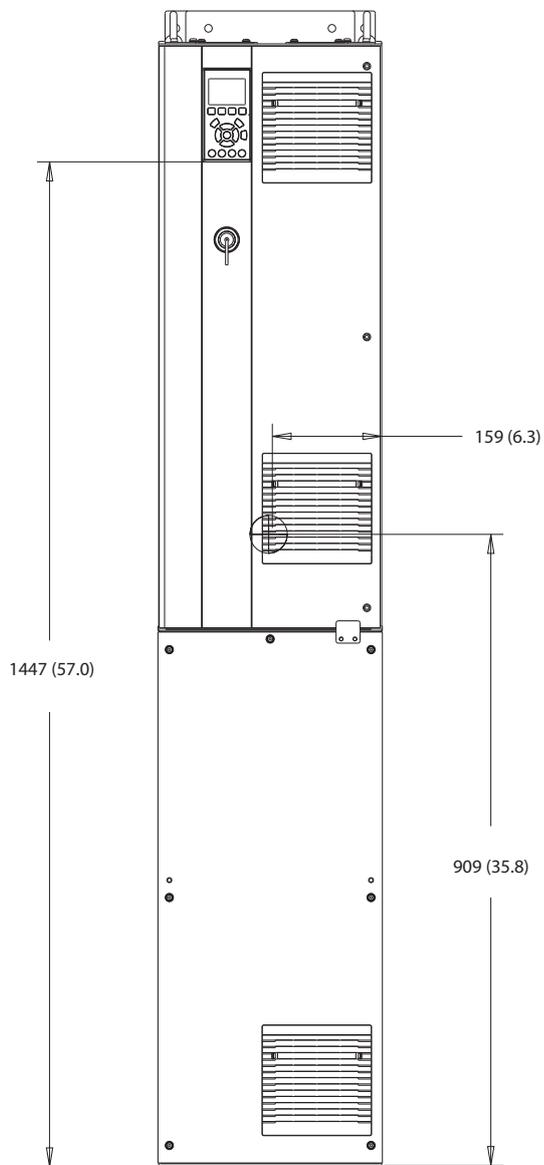
8

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

8

Ilustração 8.35 Visão frontal do D6h

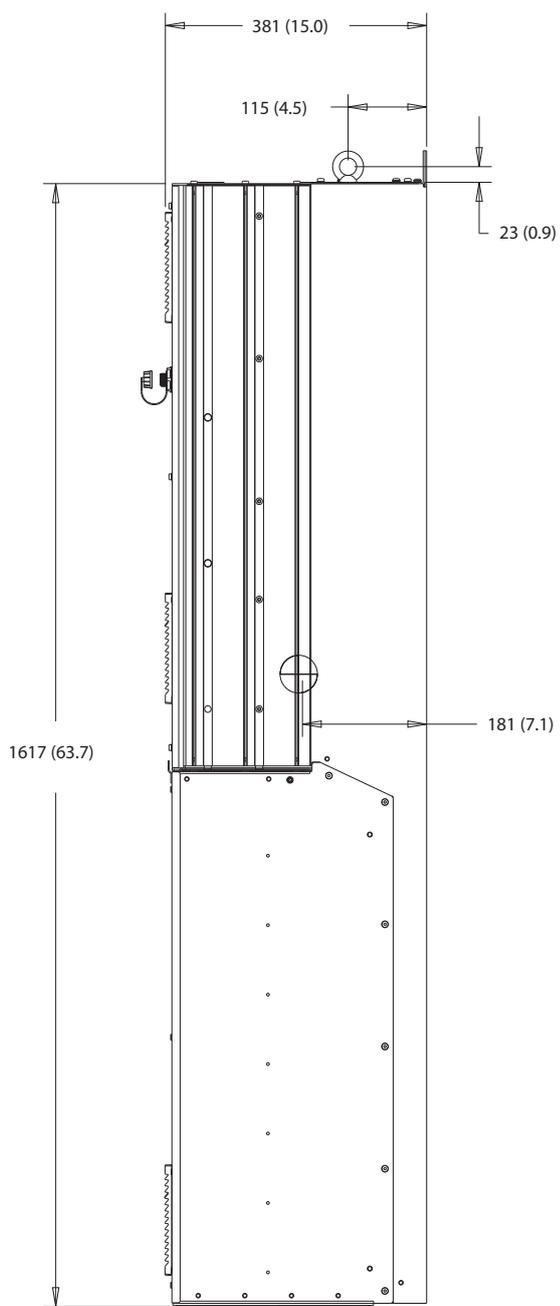
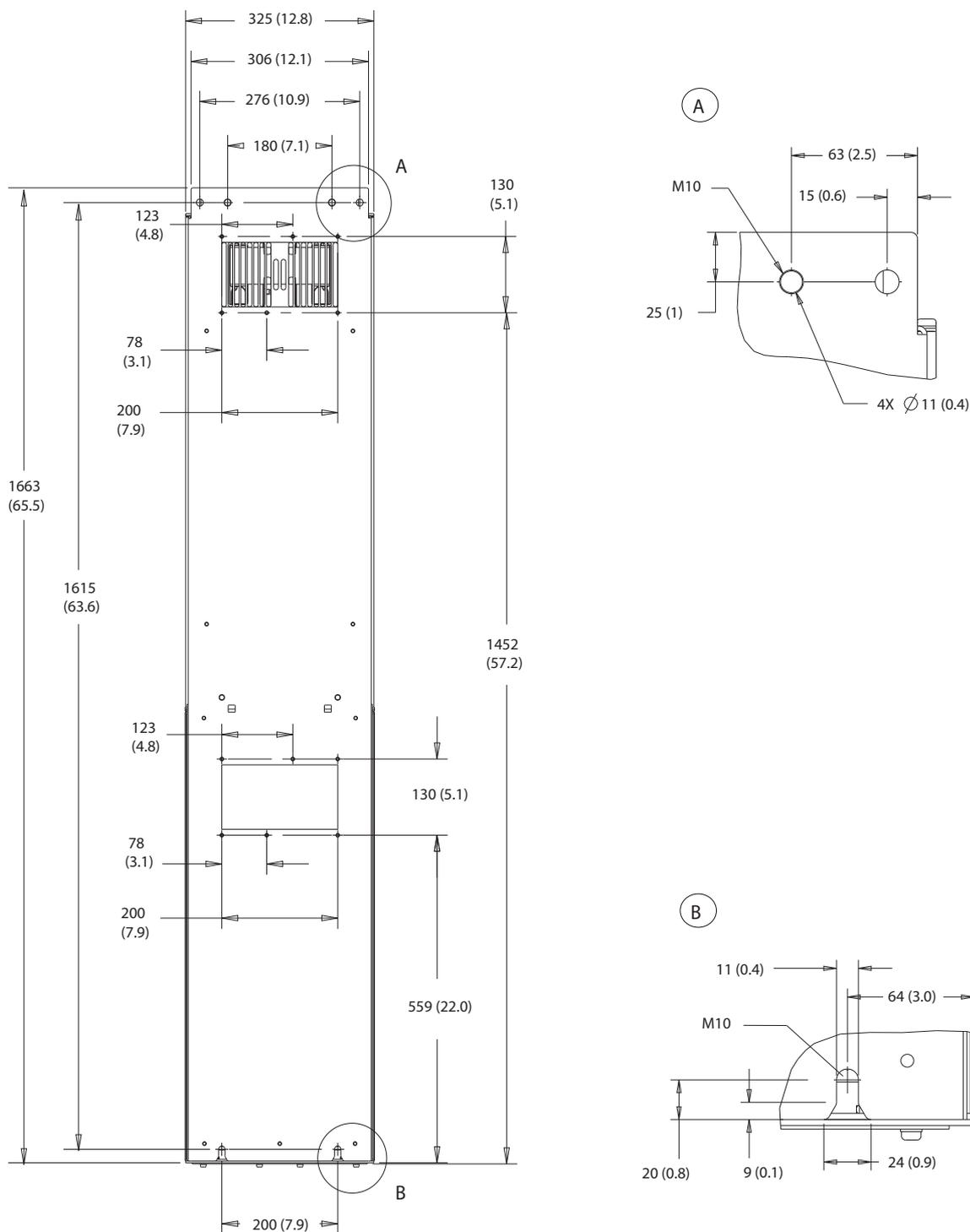


Ilustração 8.36 Visão lateral do D6h



8

Ilustração 8.37 Visão traseira do D6h

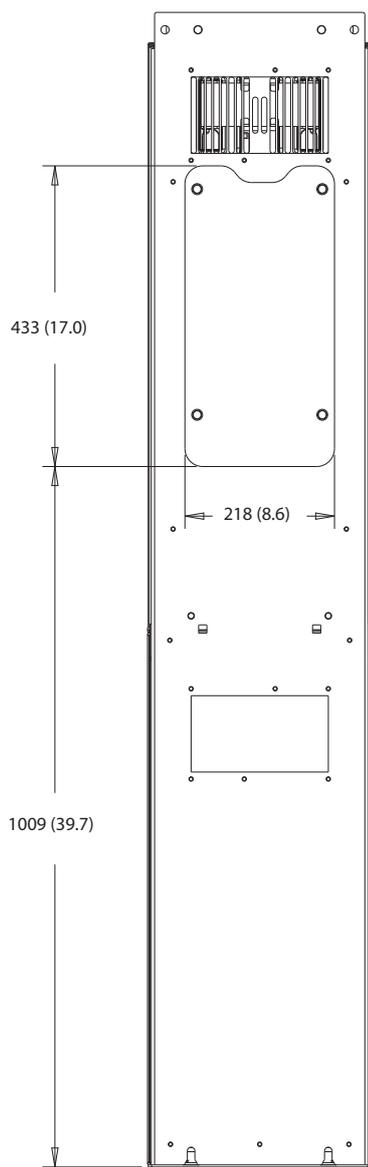
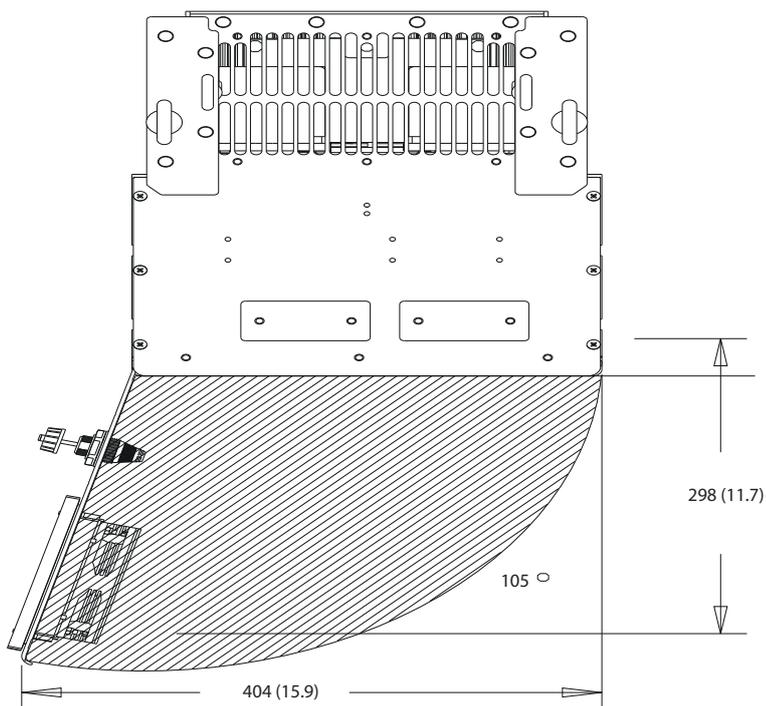
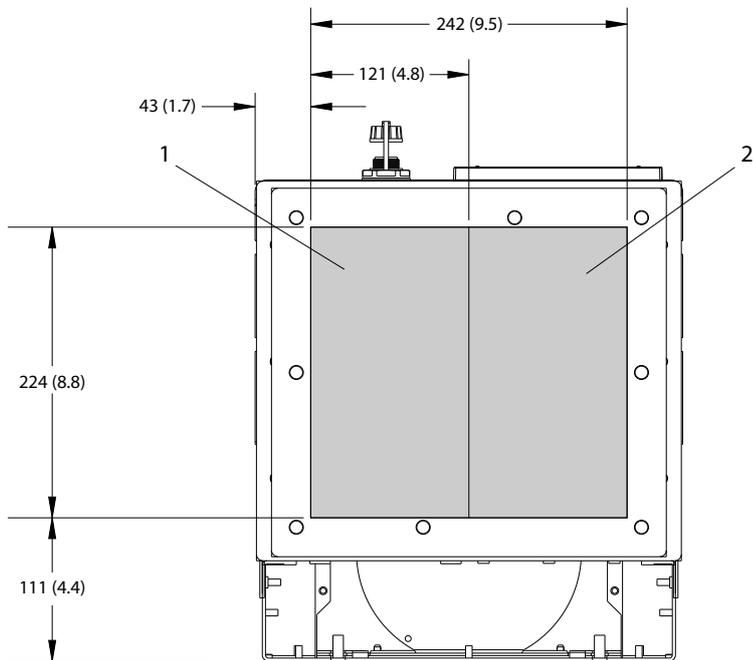


Ilustração 8.38 Dimensões de acesso do dissipador de calor para o D6h



8

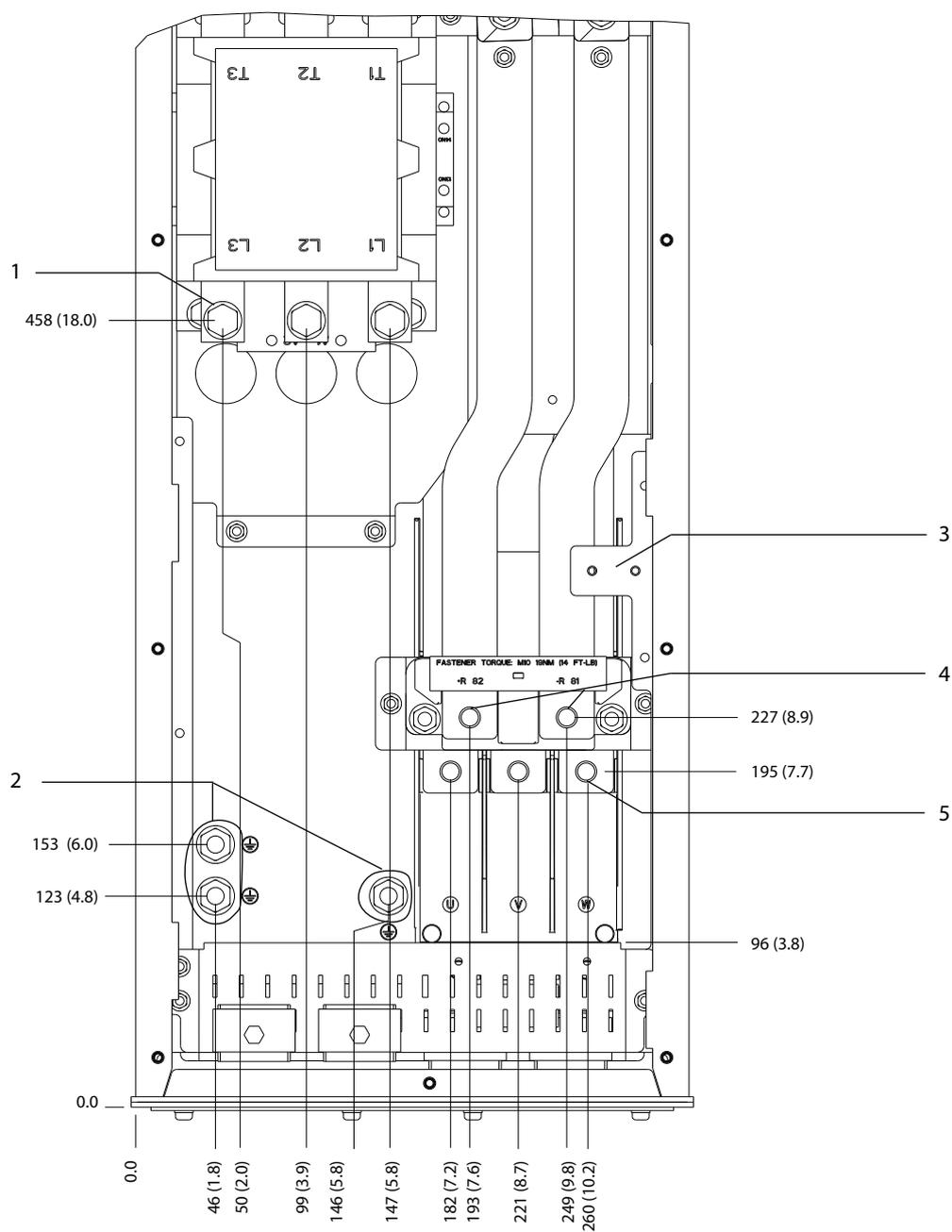
Ilustração 8.39 Folga da porta para o D6h



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

Ilustração 8.40 Dimensões da placa da bucha para o D6h

8.6.2 Dimensões do terminal do D6h

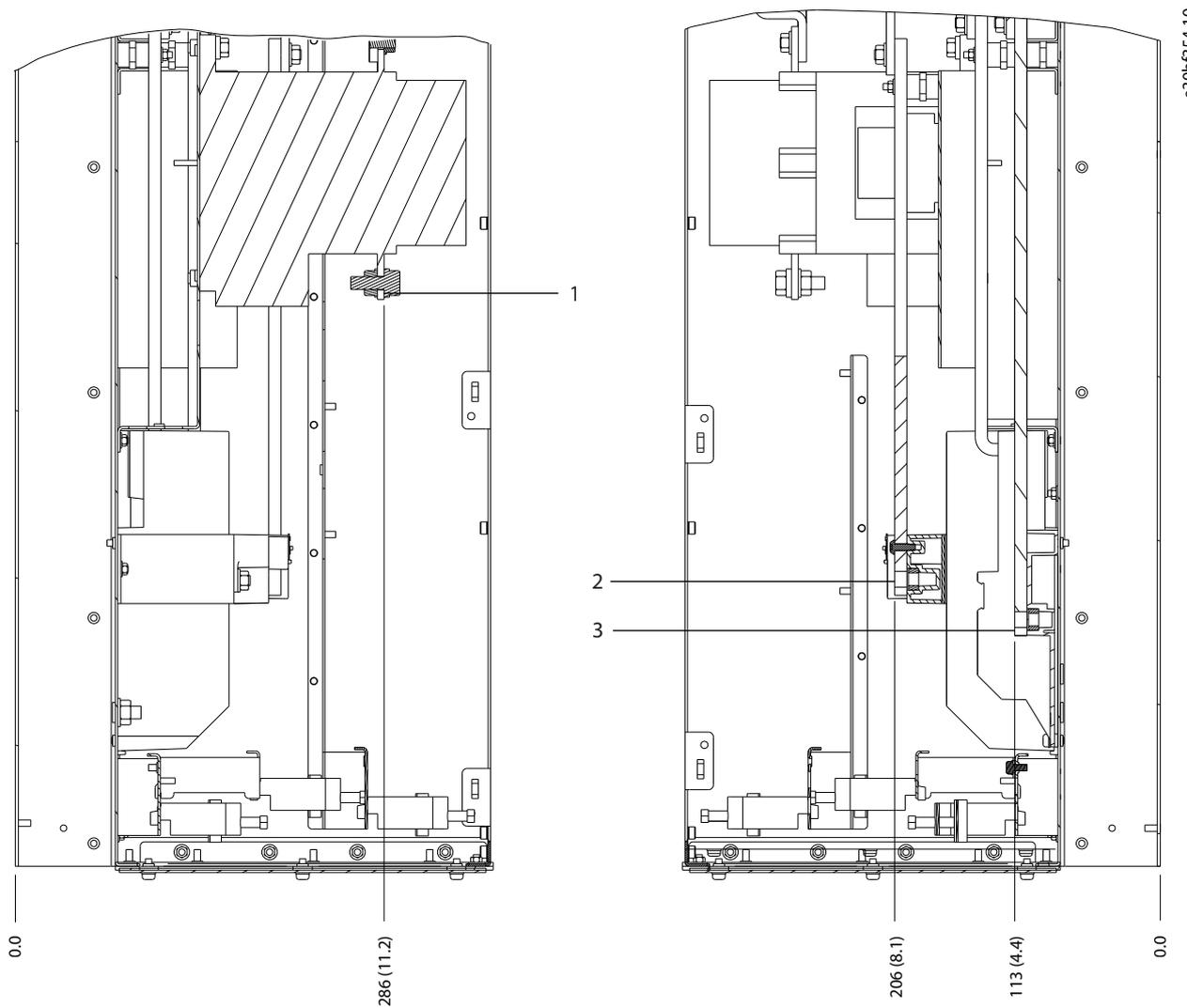


130BF353.10

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

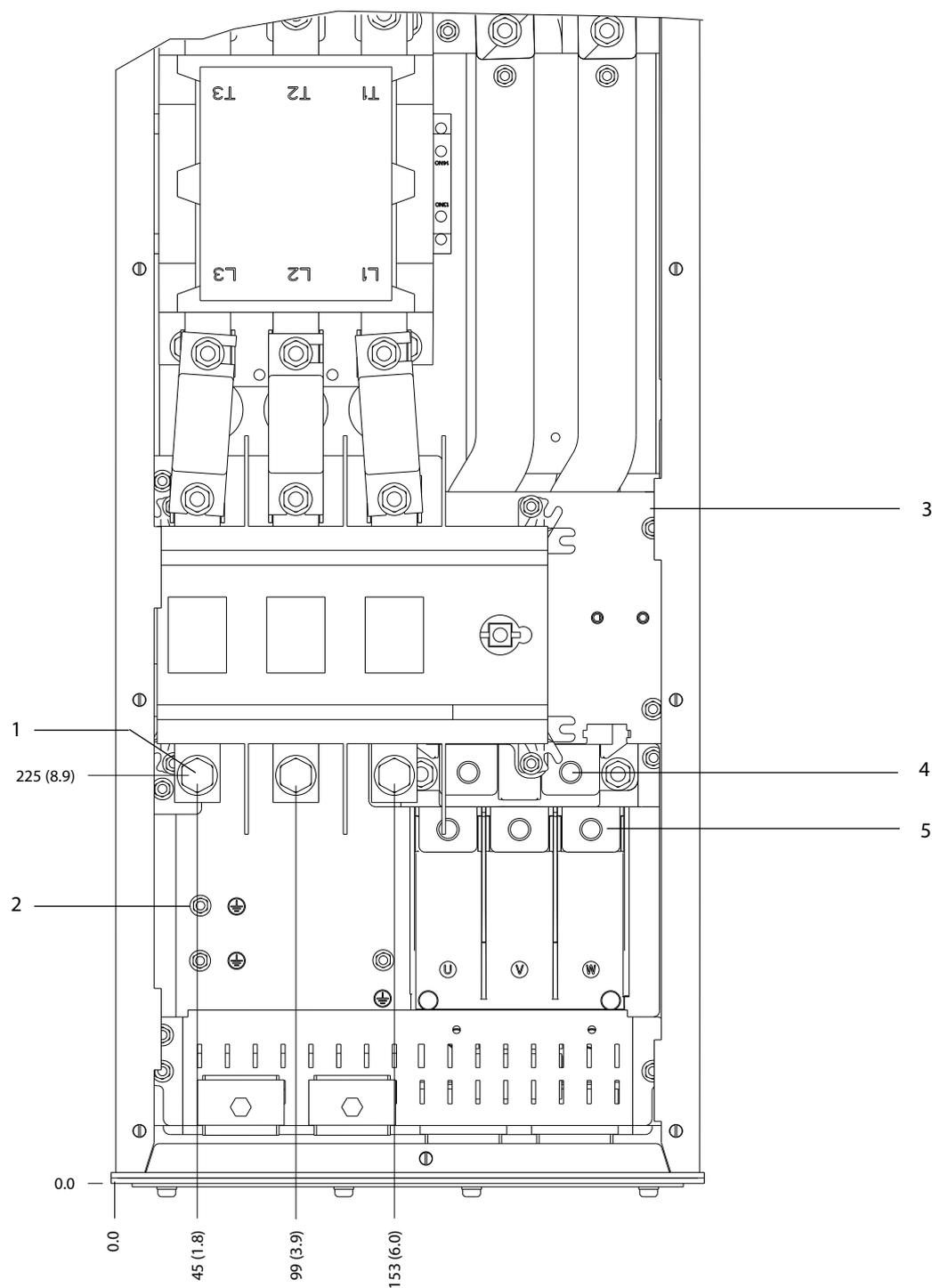
Ilustração 8.41 Dimensões do terminal do D6h com opcional de contator (vista frontal)

8



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

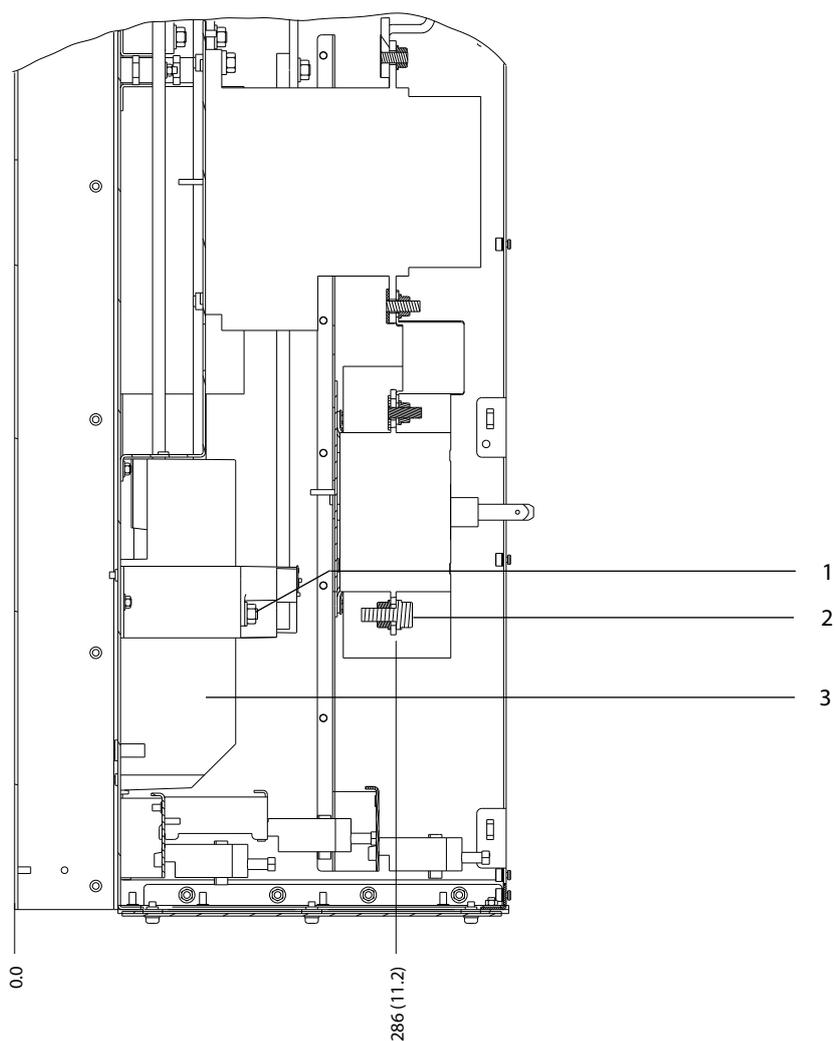
Ilustração 8.42 Dimensões do terminal do D6h com opcional de contator (vistas laterais)



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

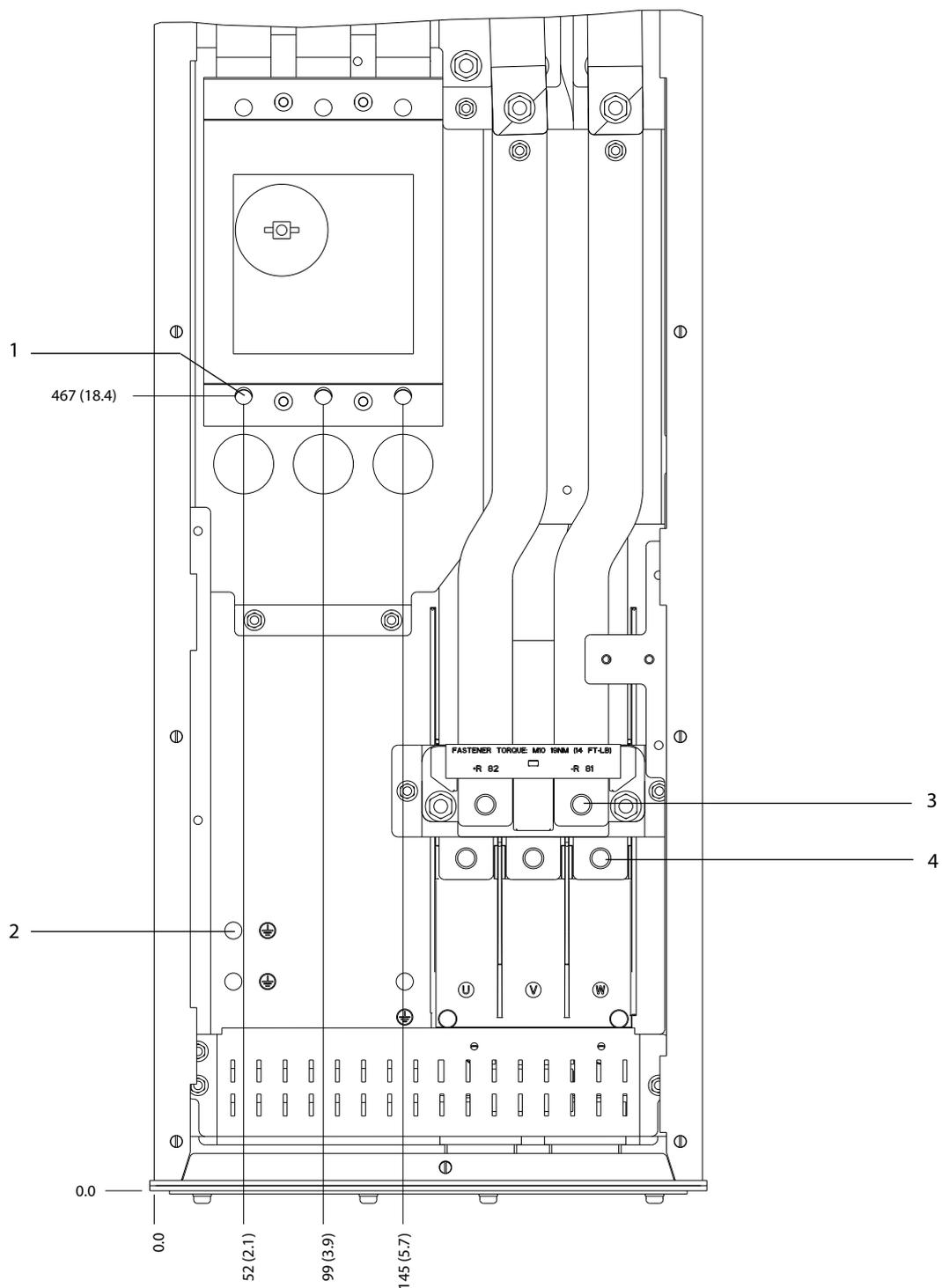
Ilustração 8.43 Dimensões do terminal do D6h com opcionais de desconexão e contator (vista frontal)

8



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

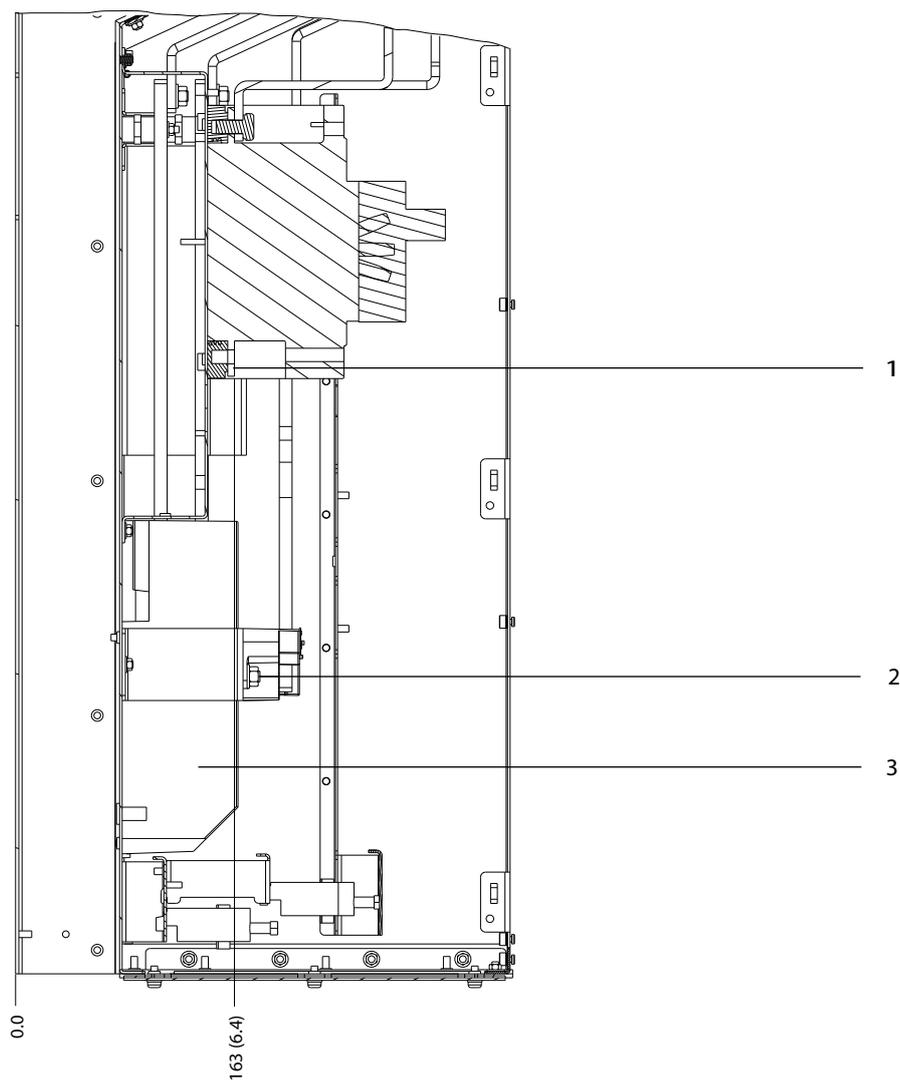
Ilustração 8.44 Dimensões do terminal do D6h com opcionais de desconexão e contator (vistas laterais)



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)

8

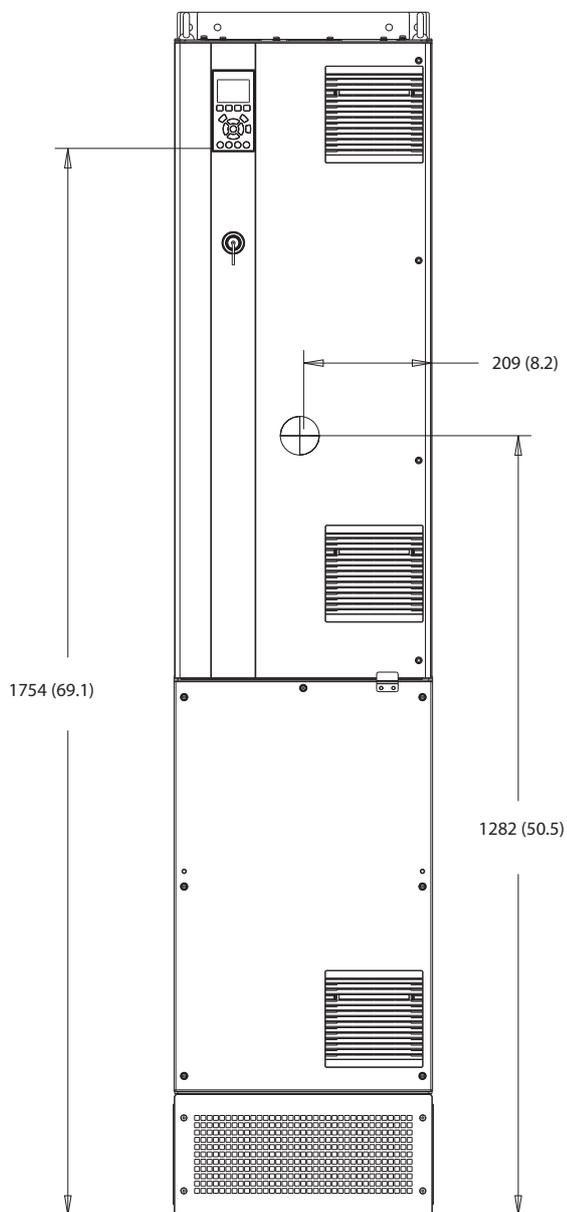


1	Terminais de rede elétrica	3	Terminais do motor
2	Terminais do freio	-	-

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

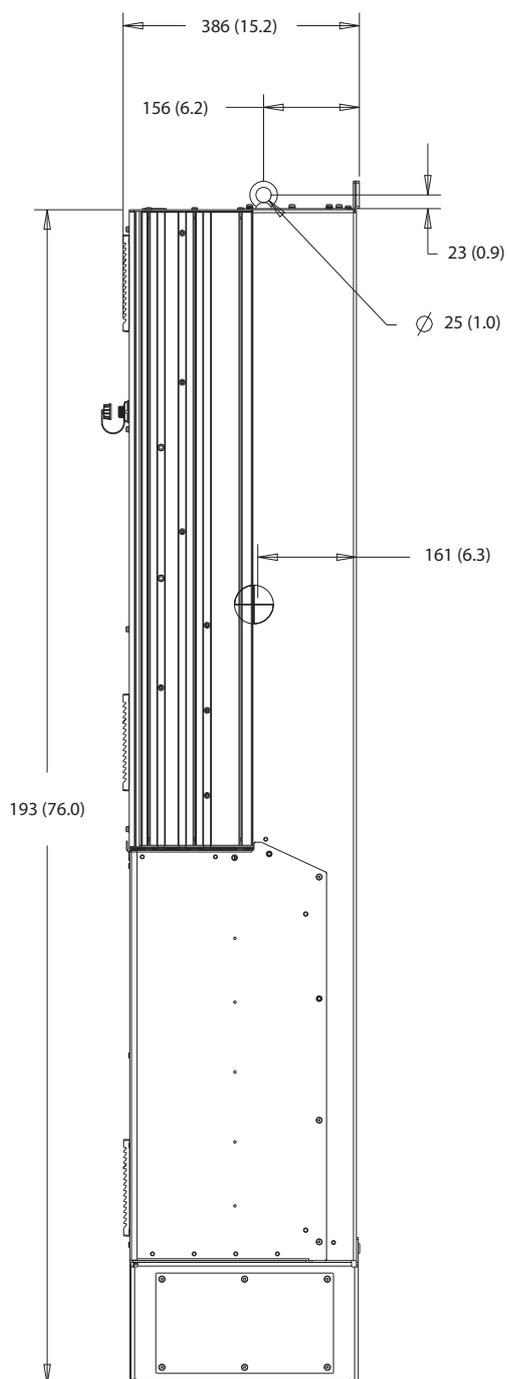
8.7 Dimensões externas e do terminal do D7h

8.7.1 Dimensões externas do D7h



130BF326.10

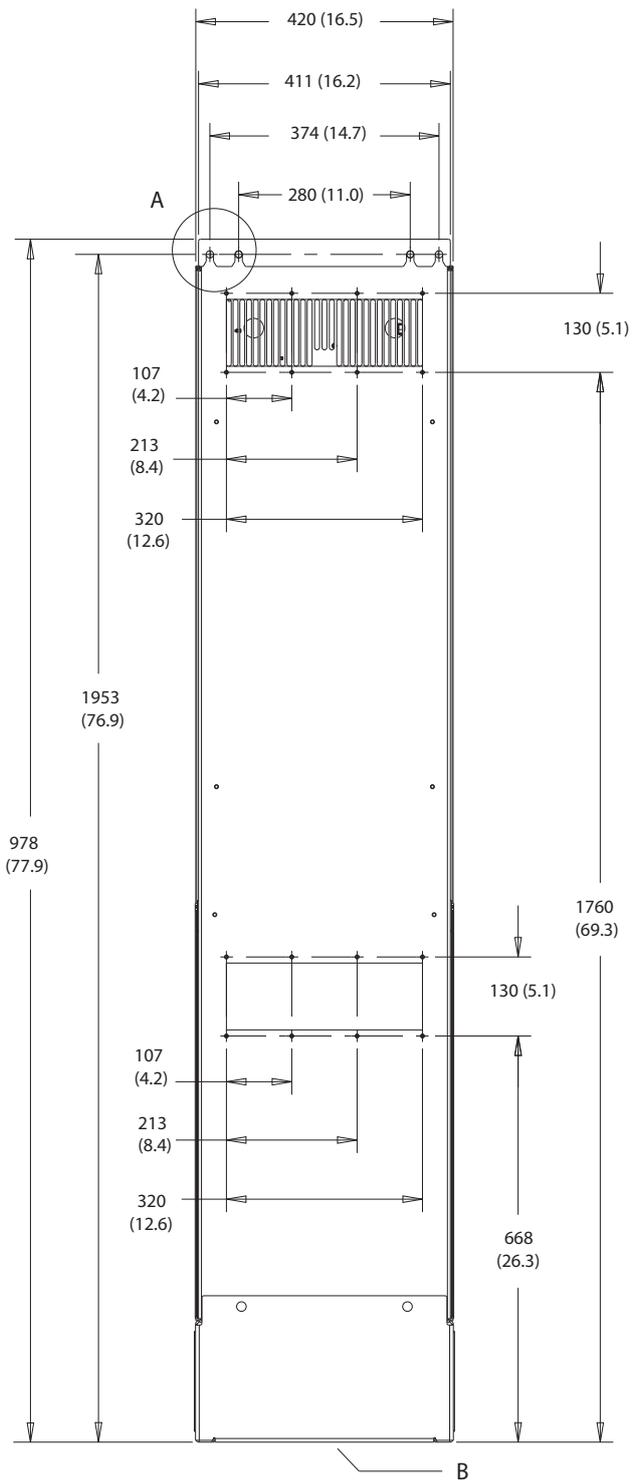
Ilustração 8.47 Vista frontal do D7h



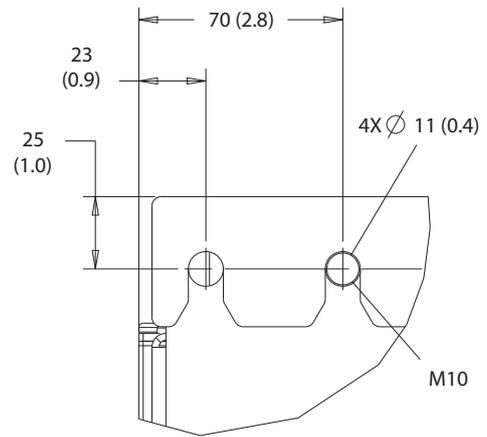
8

Ilustração 8.48 Vista lateral do D7h

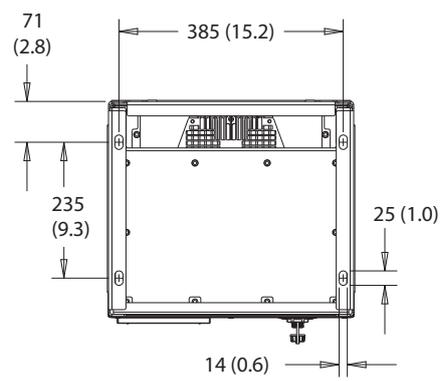
130BF810.10



A

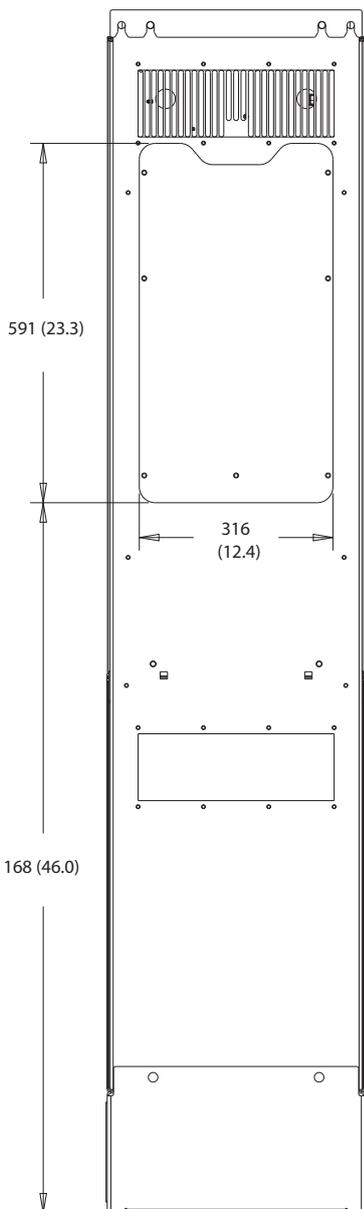


B



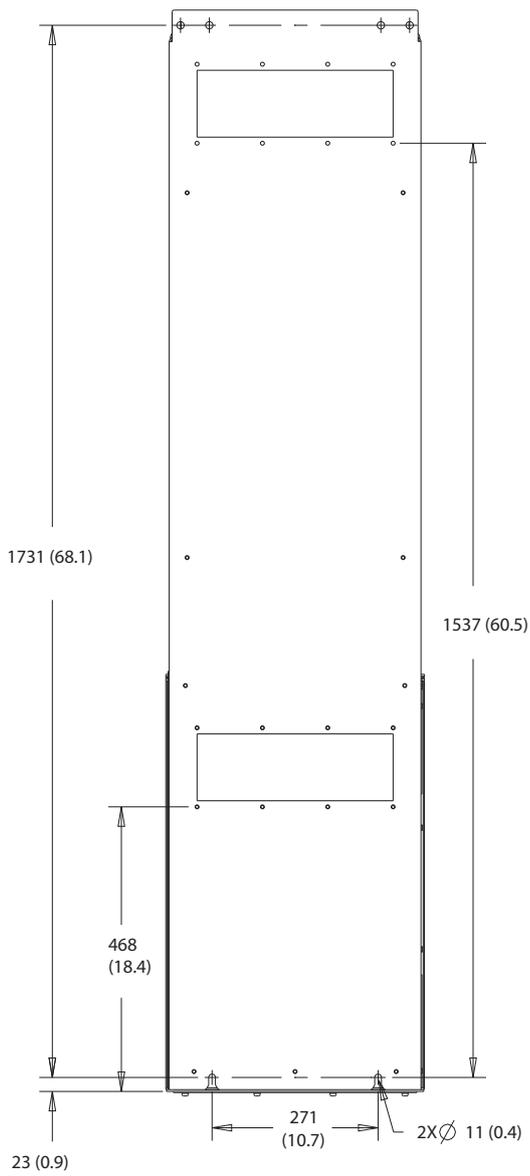
8

Ilustração 8.49 Vista traseira do D7h



8

Ilustração 8.50 Dimensões do acesso ao dissipador de calor para D7h



130BF832.10

Ilustração 8.51 Dimensões da montagem em parede para D7h

130BF670.10

8

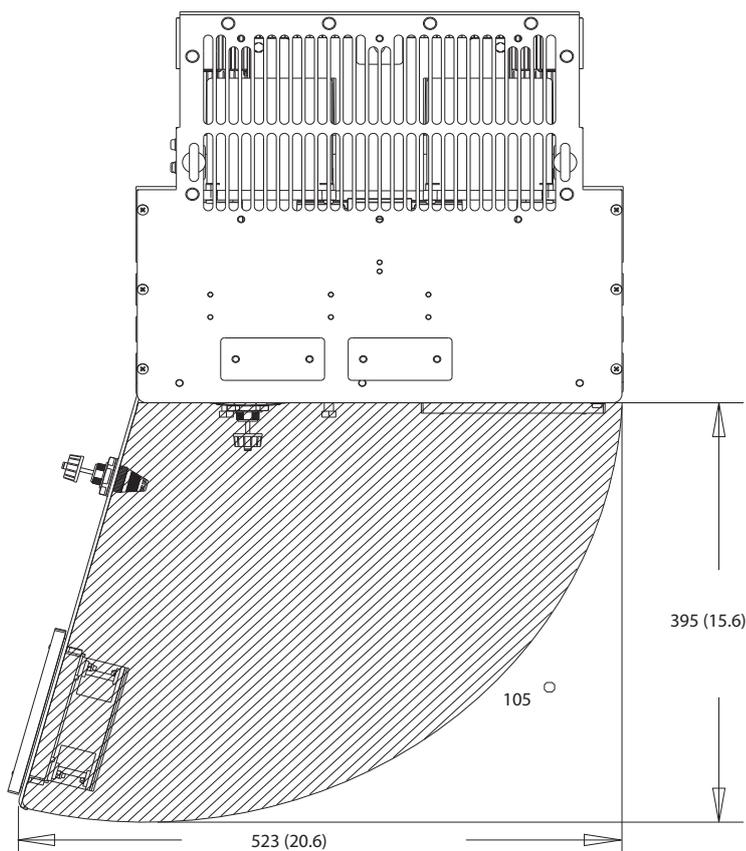
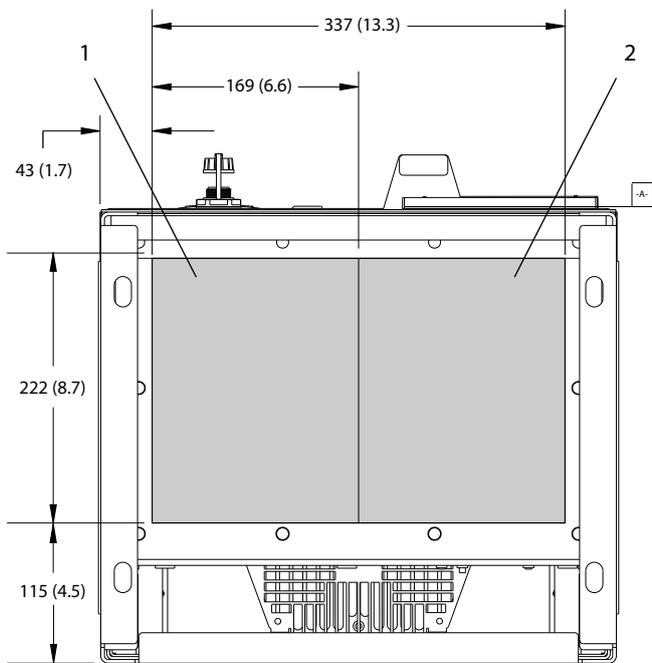


Ilustração 8.52 Folga da porta do D7h

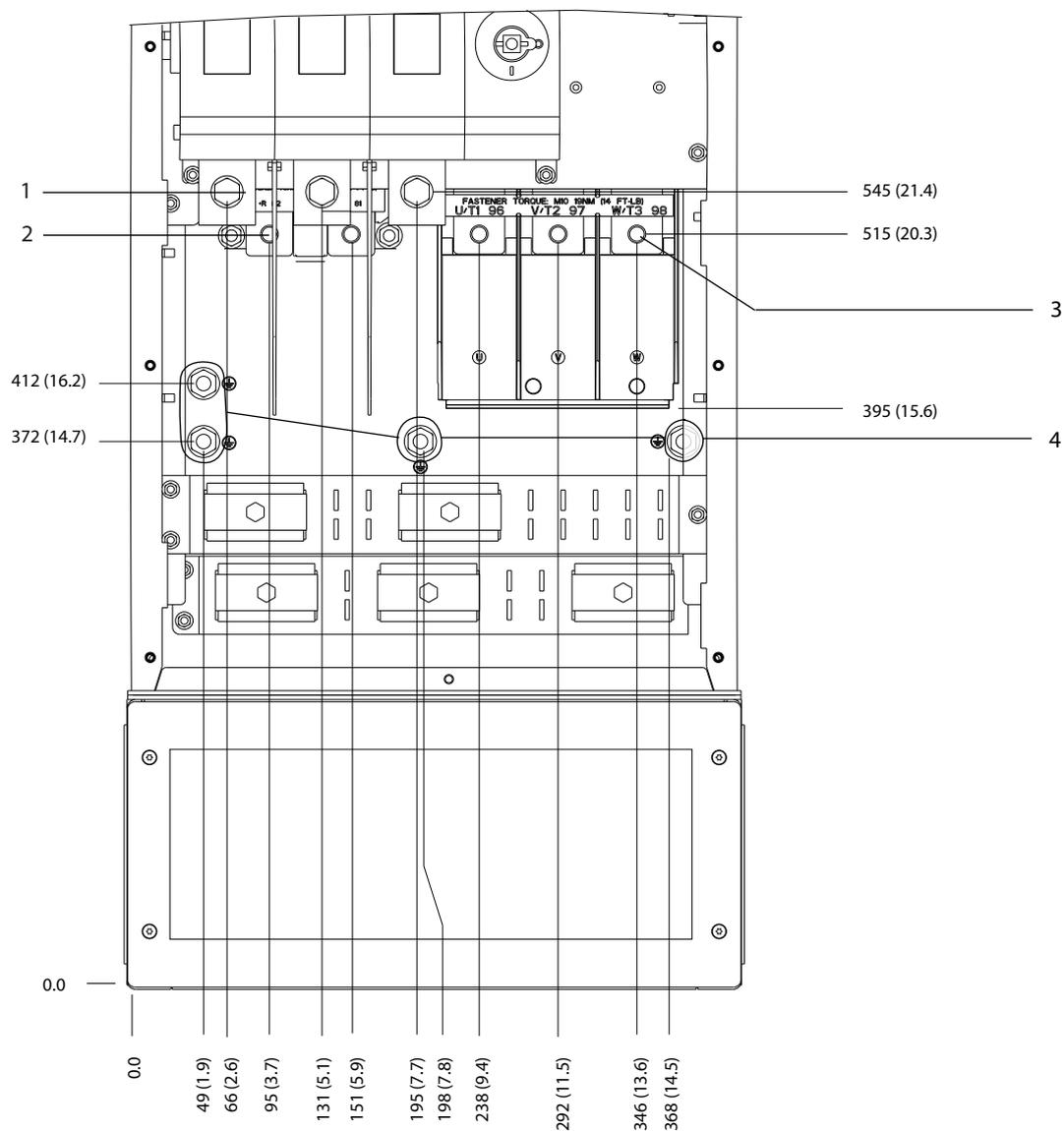
130BF610.10



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

Ilustração 8.53 Dimensões da placa da bucha do D7h

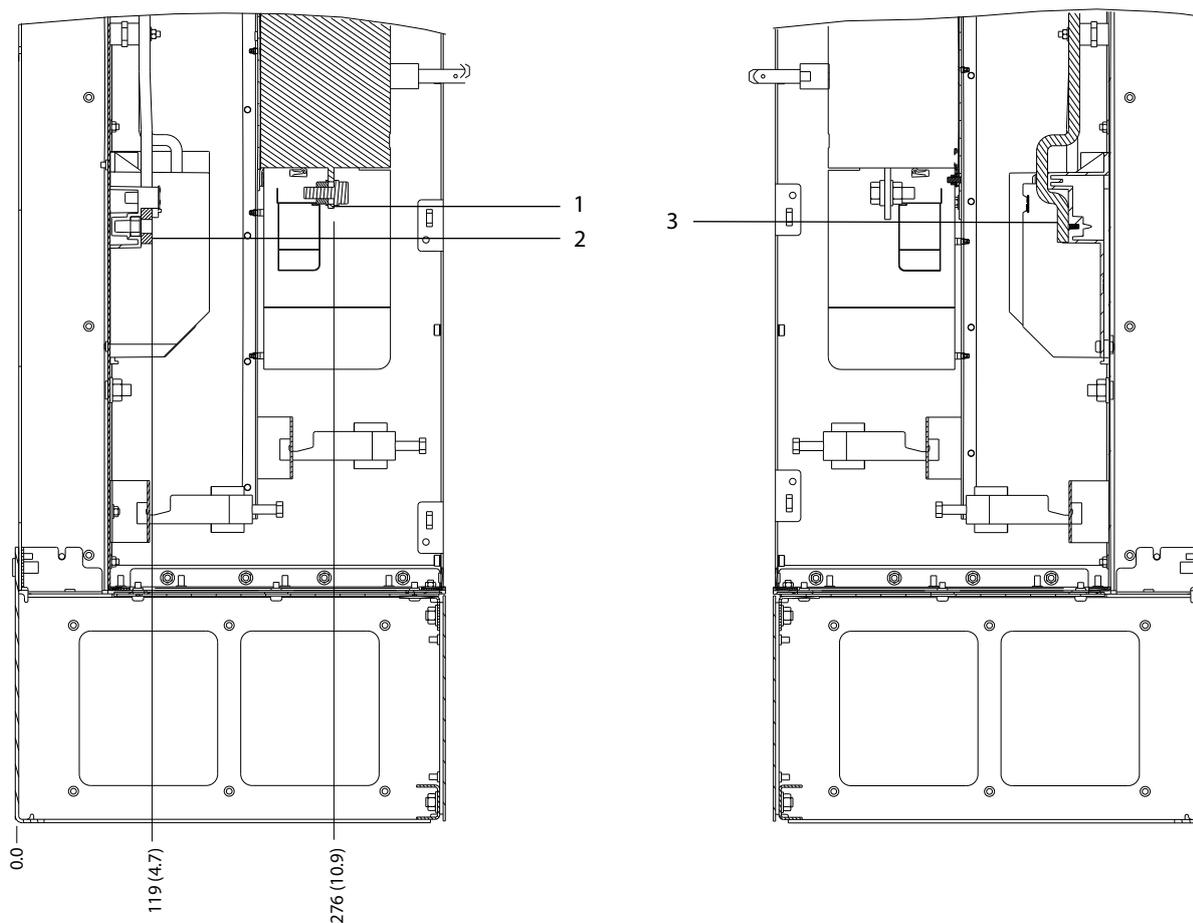
8.7.2 Dimensões do terminal do D7h



130BF359;10

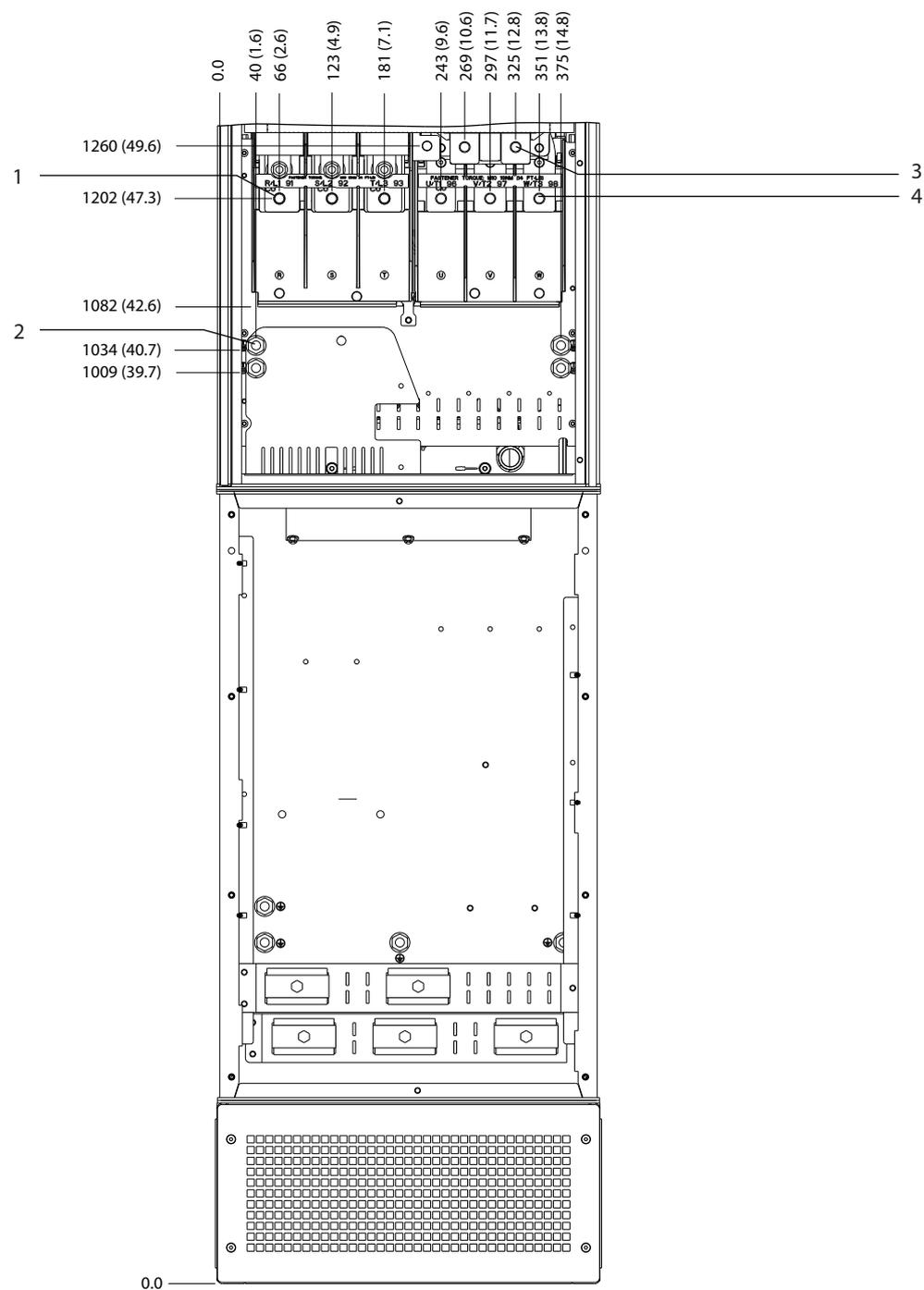
1	Terminais de rede elétrica	3	Terminais do motor
2	Terminais do freio	4	Terminais do terra

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



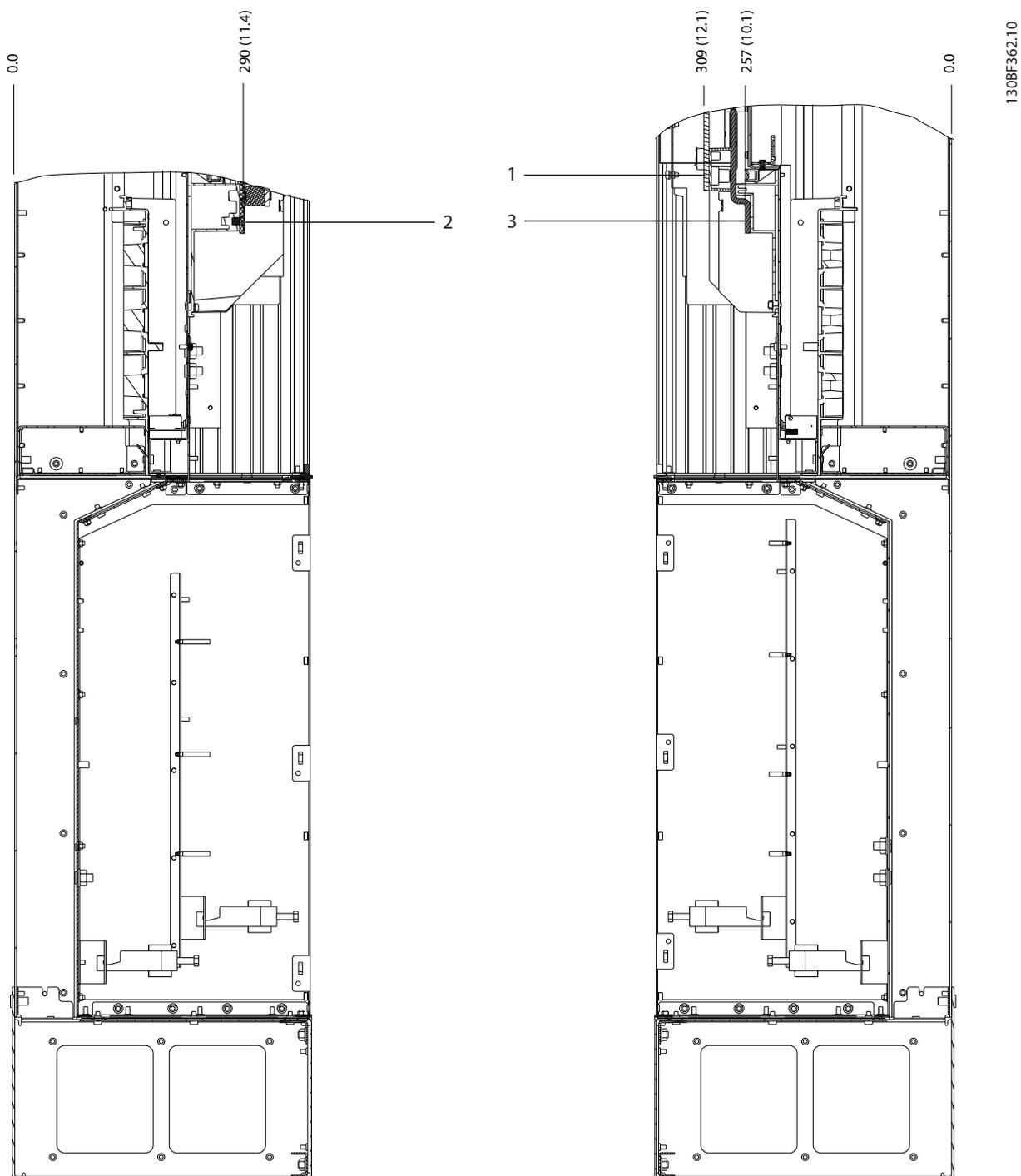
1	Terminais de rede elétrica	3	Terminais do motor
2	Terminais do freio	-	-

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



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)

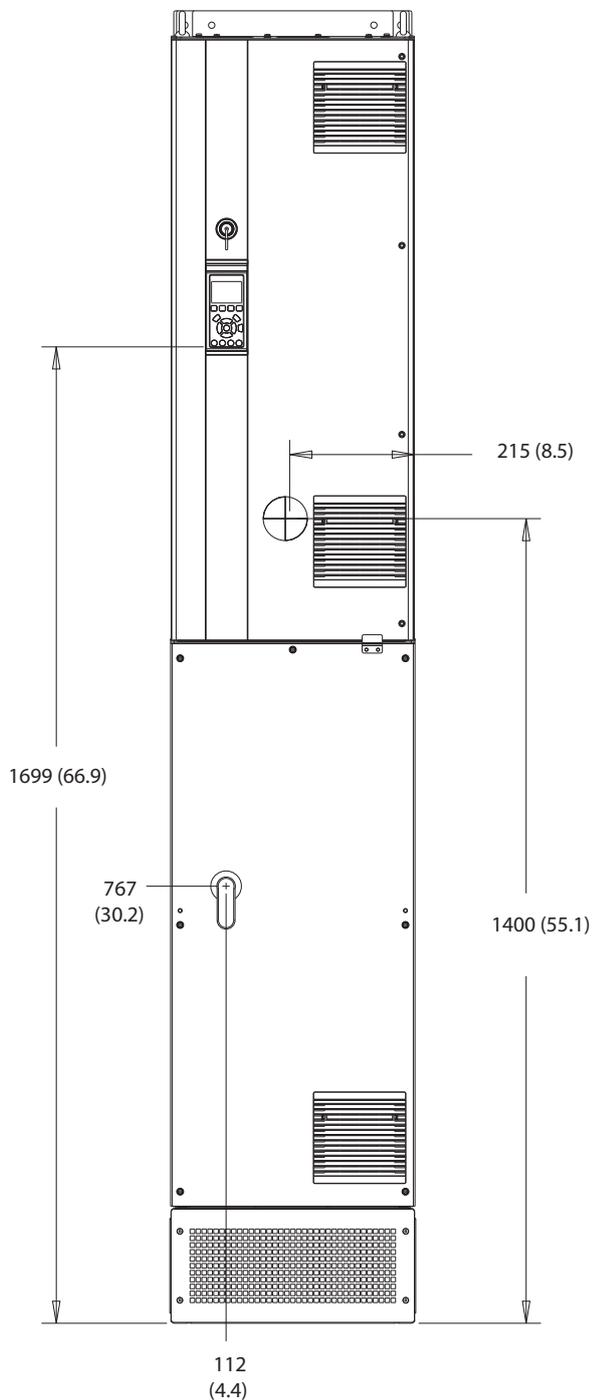


1	Terminais do freio	3	Terminais do motor
2	Terminais de rede elétrica	-	-

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

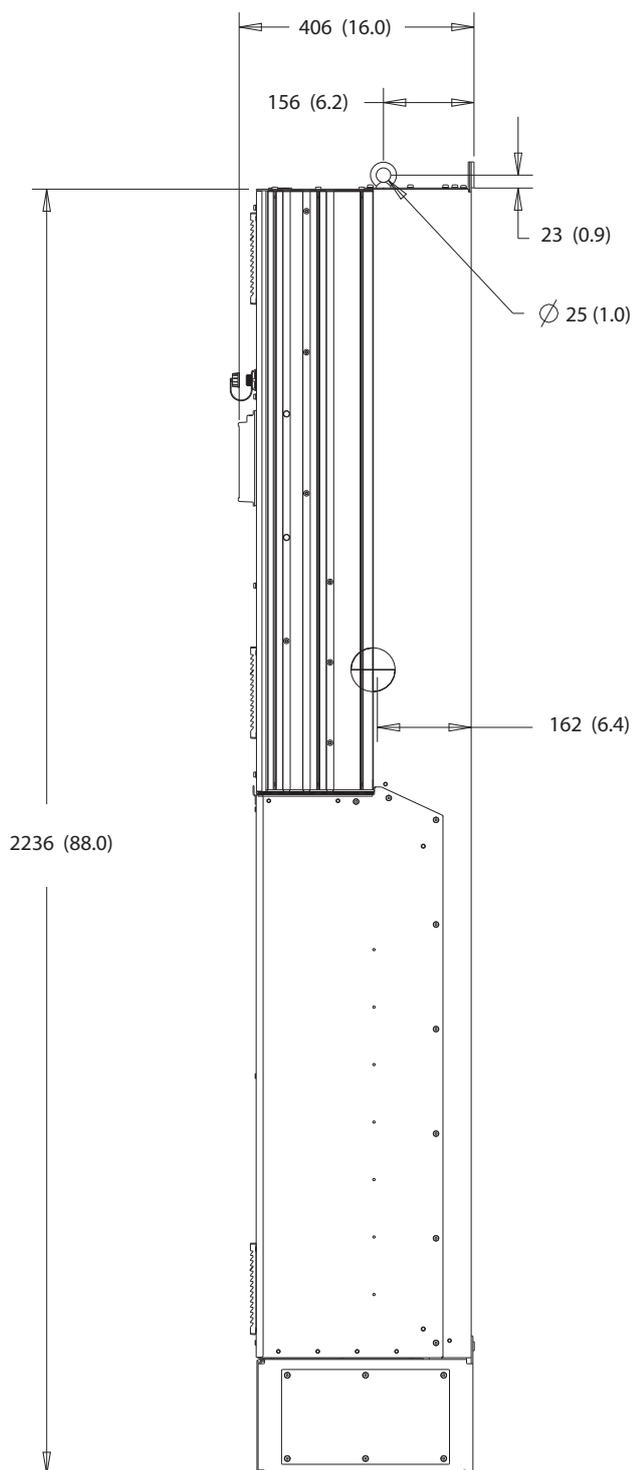
8.8 Dimensões externas e do terminal do D8h

8.8.1 Dimensões externas do D8h



1308F327.10

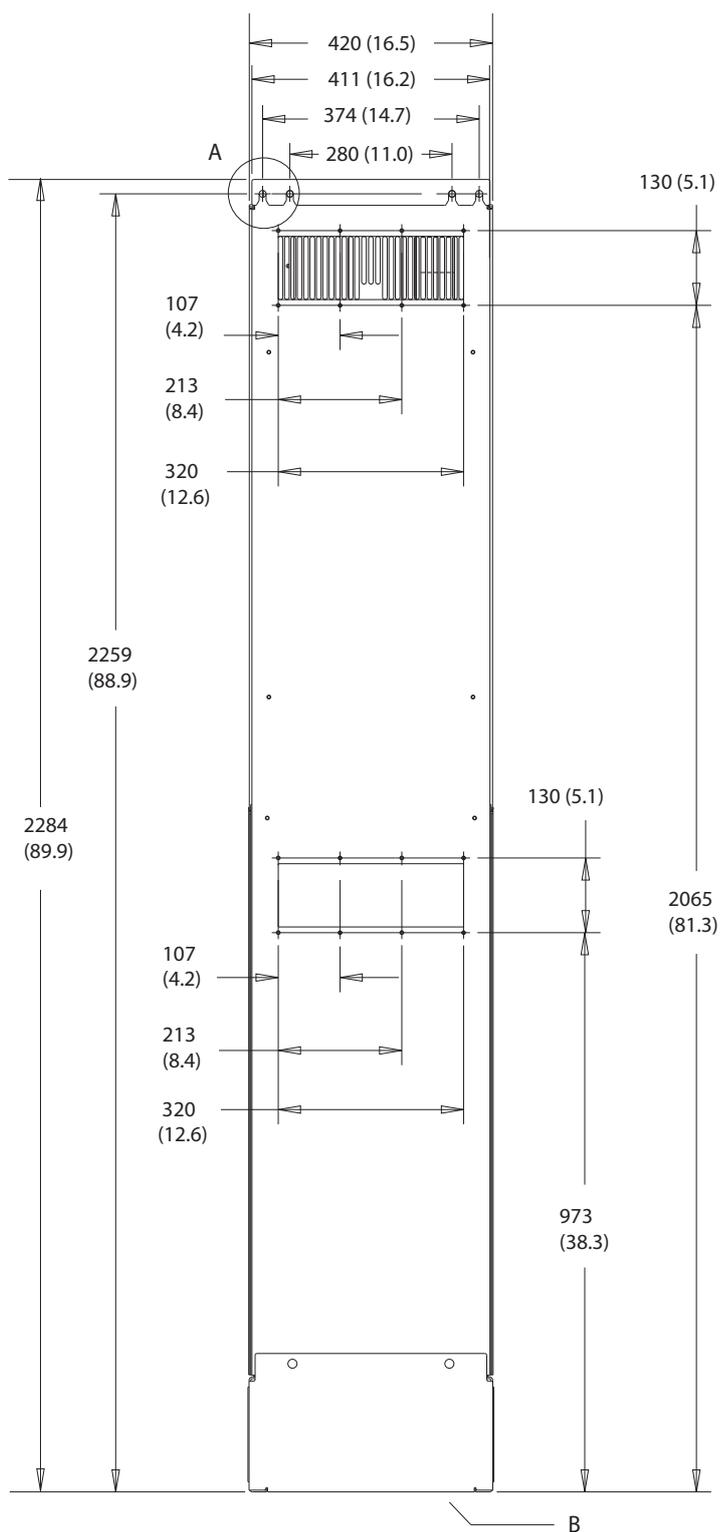
Ilustração 8.58 Vista frontal do D8h



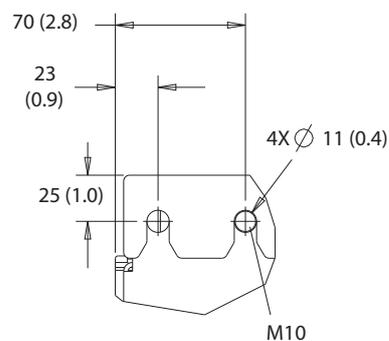
8

Ilustração 8.59 Vista lateral do D8h

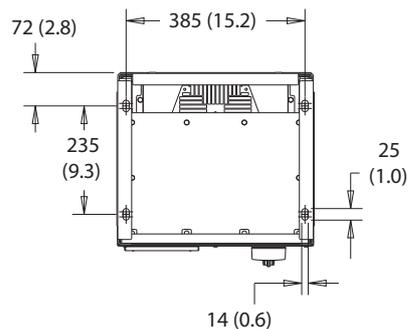
130BF812.10



A



B



8

Ilustração 8.60 Vista traseira do D8h

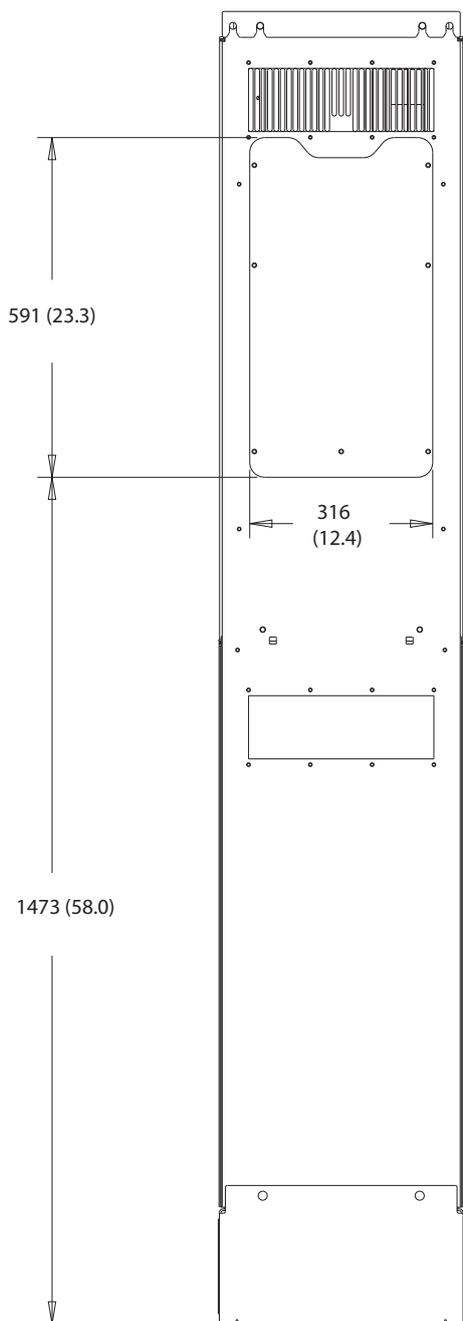
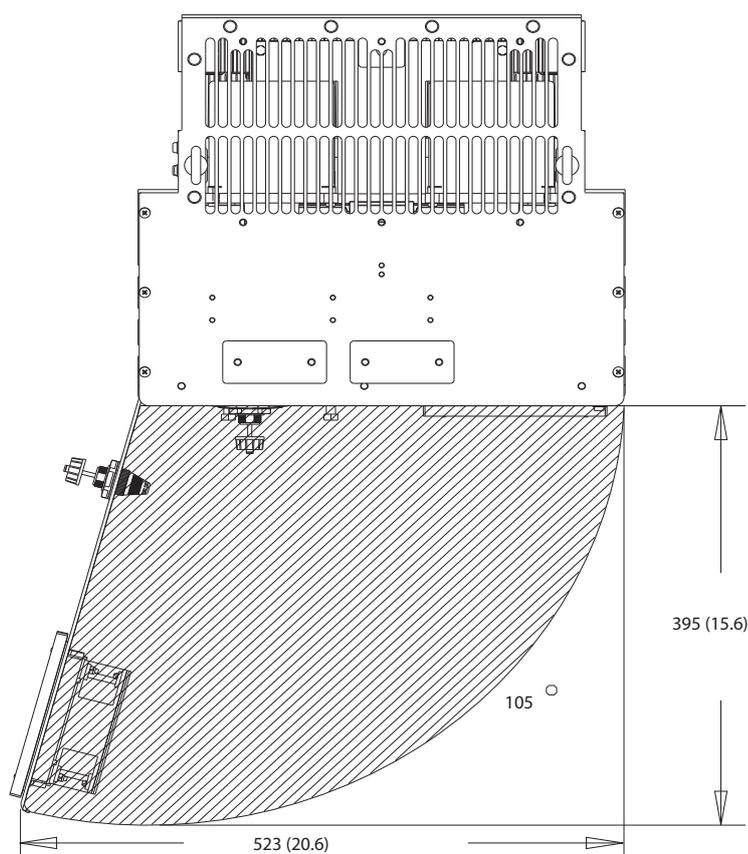


Ilustração 8.61 Dimensões do acesso ao dissipador de calor para D8h

8

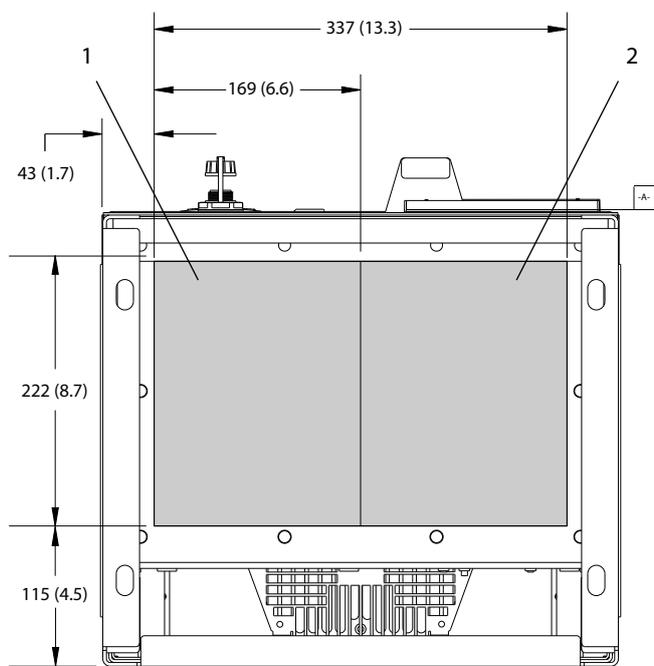
130BF670.10



8

Ilustração 8.62 Folga da porta do D8h

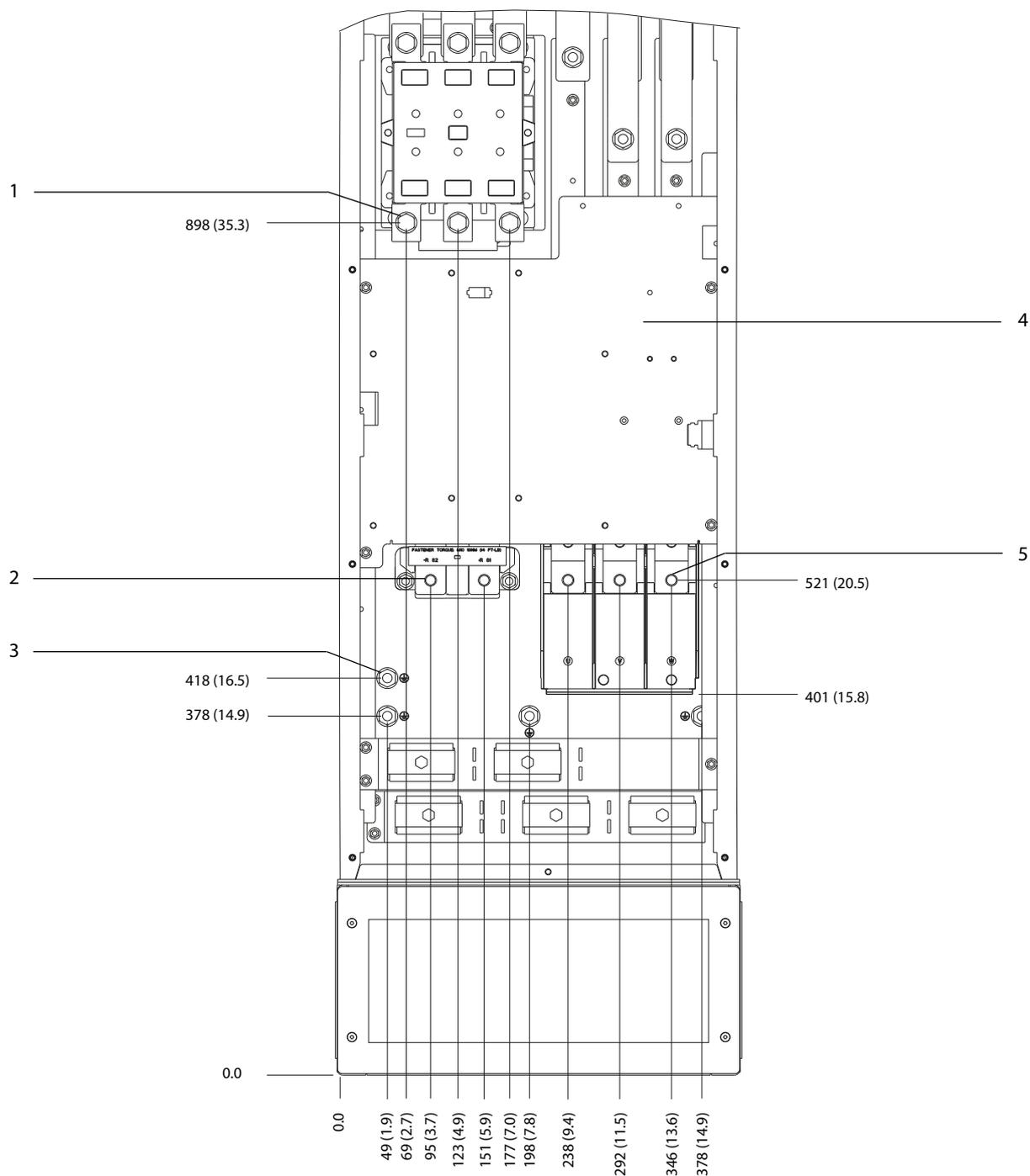
130BF610.10



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

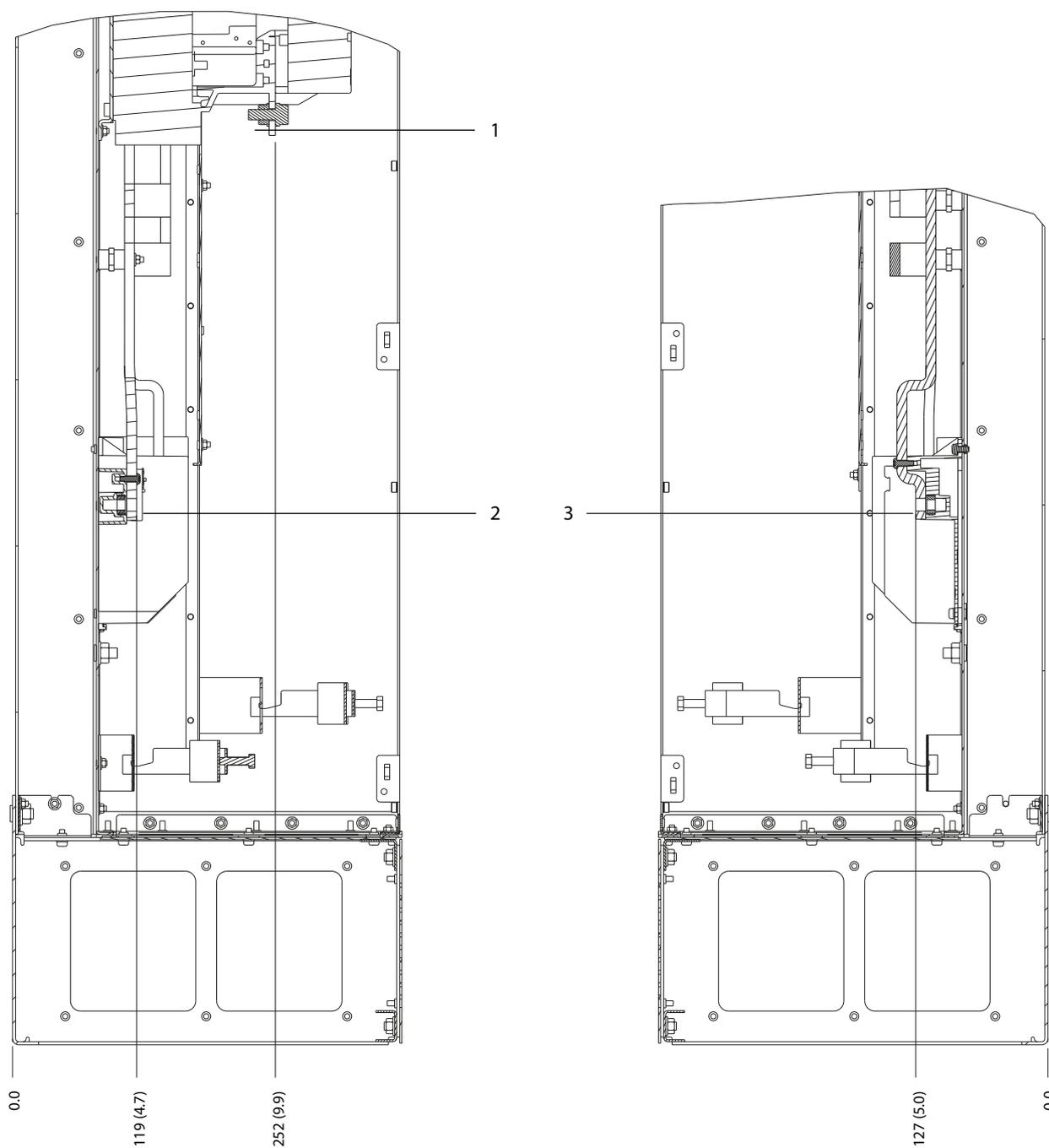
Ilustração 8.63 Dimensões da placa da bucha do D8h

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 o opcional de contator (visão frontal)

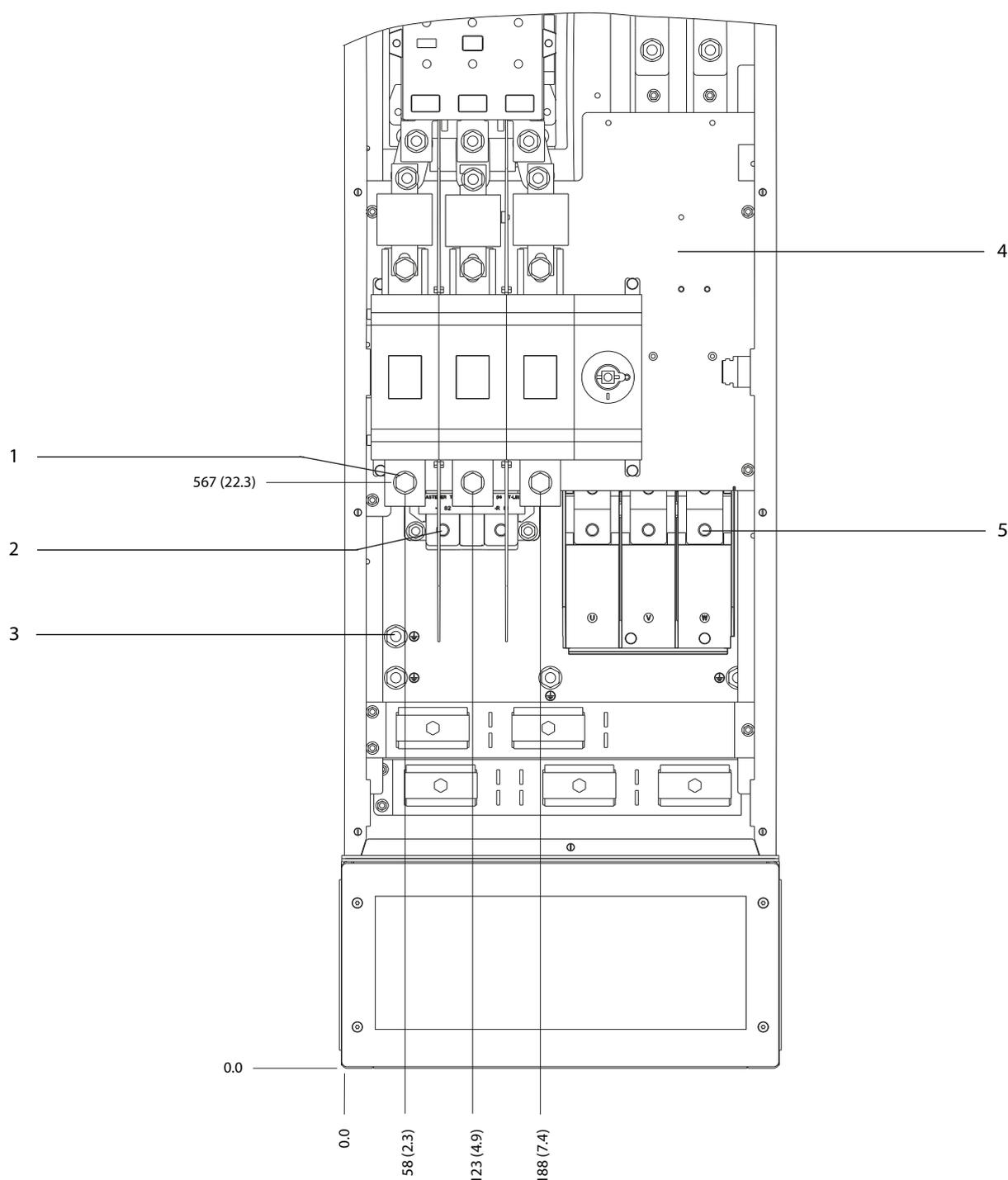


130BF368.10

8

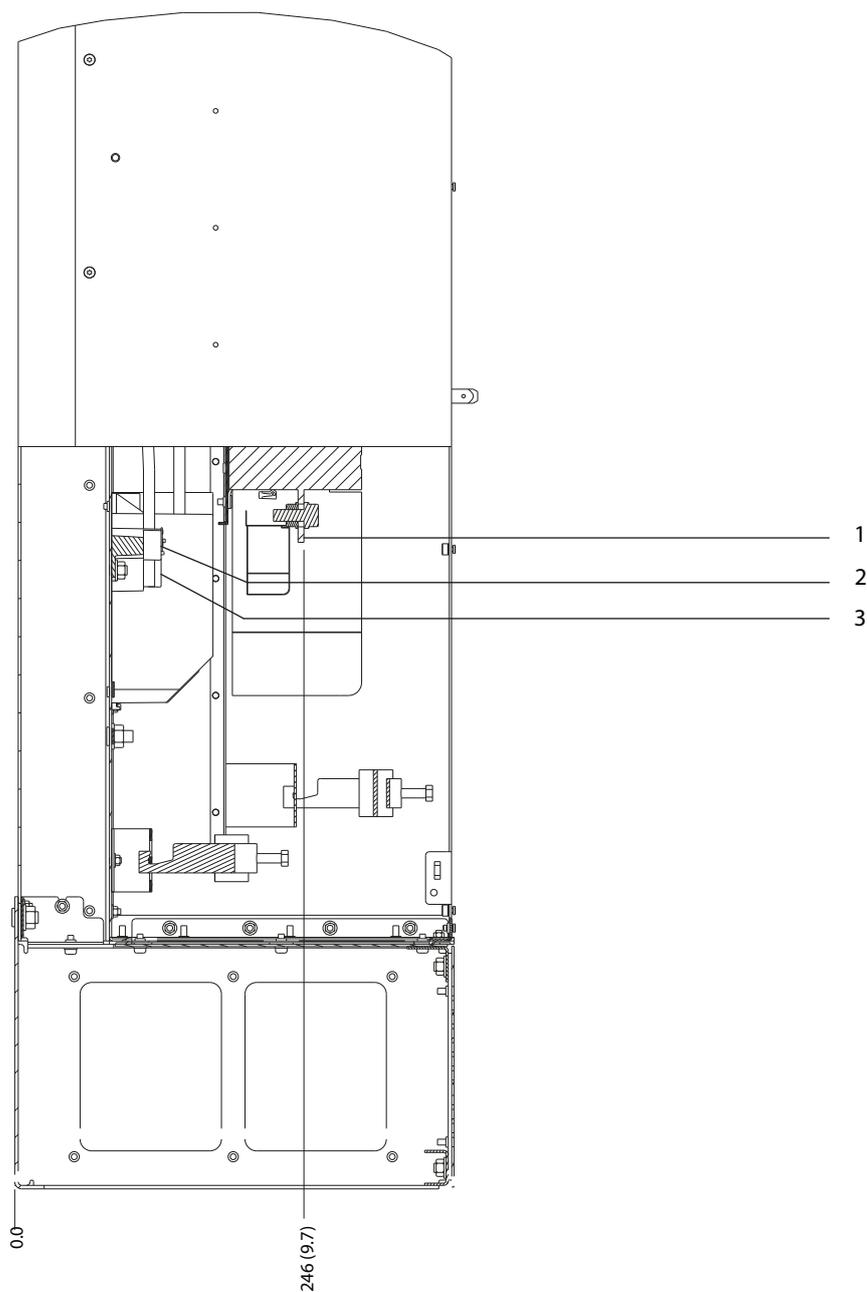
1	Terminais de rede elétrica	3	Terminais do motor
2	Terminais do freio	-	-

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



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 o opcional de contator e desconector (visão frontal)

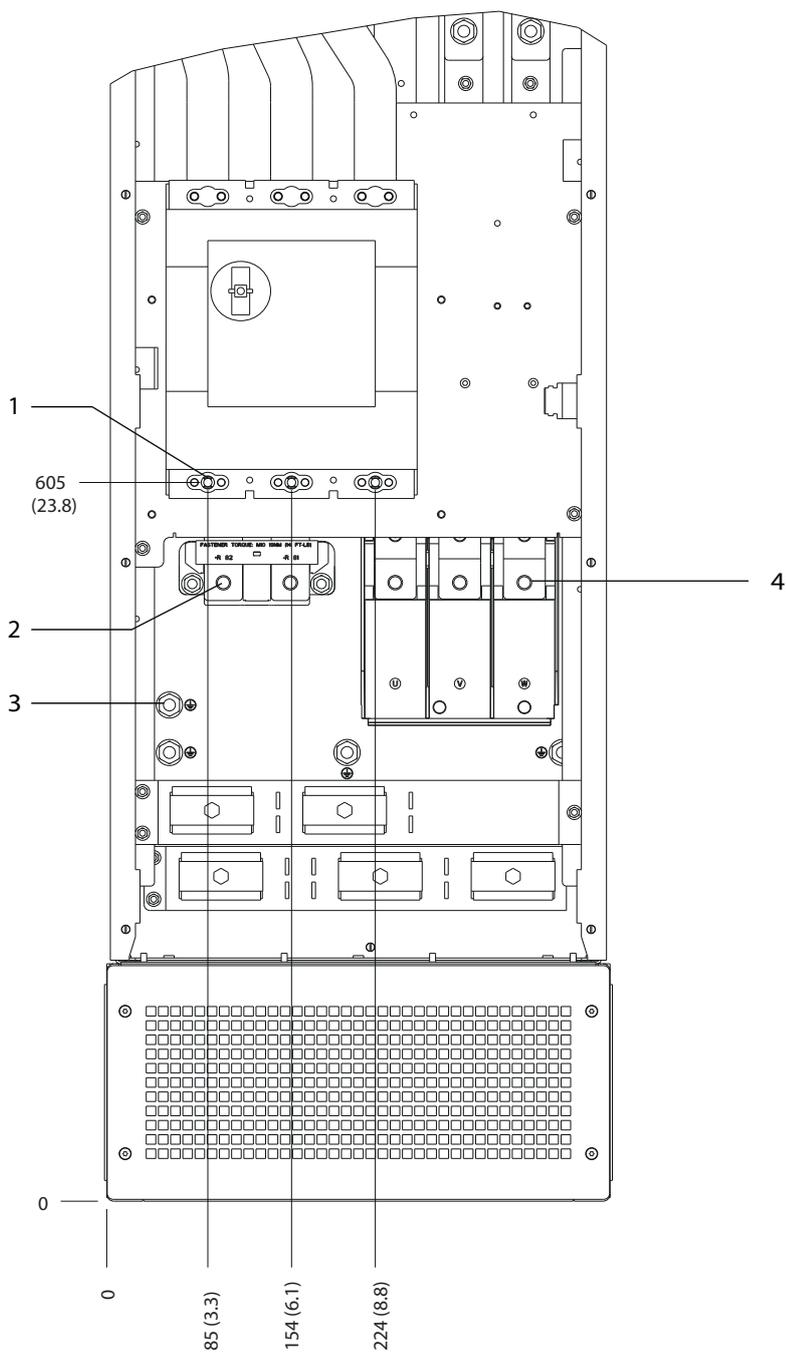


8

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

Ilustração 8.67 Dimensões do terminal do D8h com o opcional de contator e desconector (visão lateral)

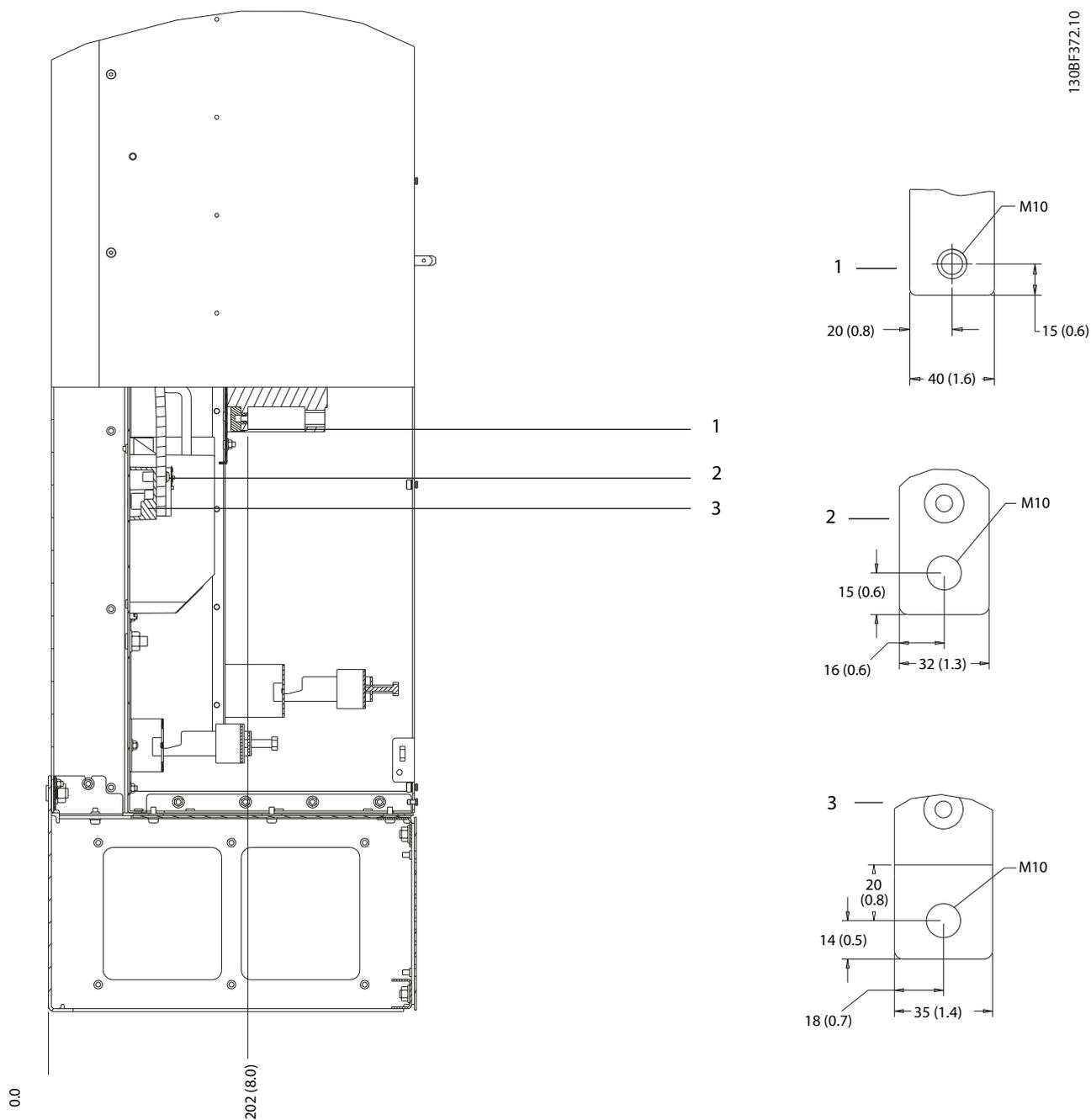
8



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 o opcional de disjuntor (visão frontal)

130BF372.10



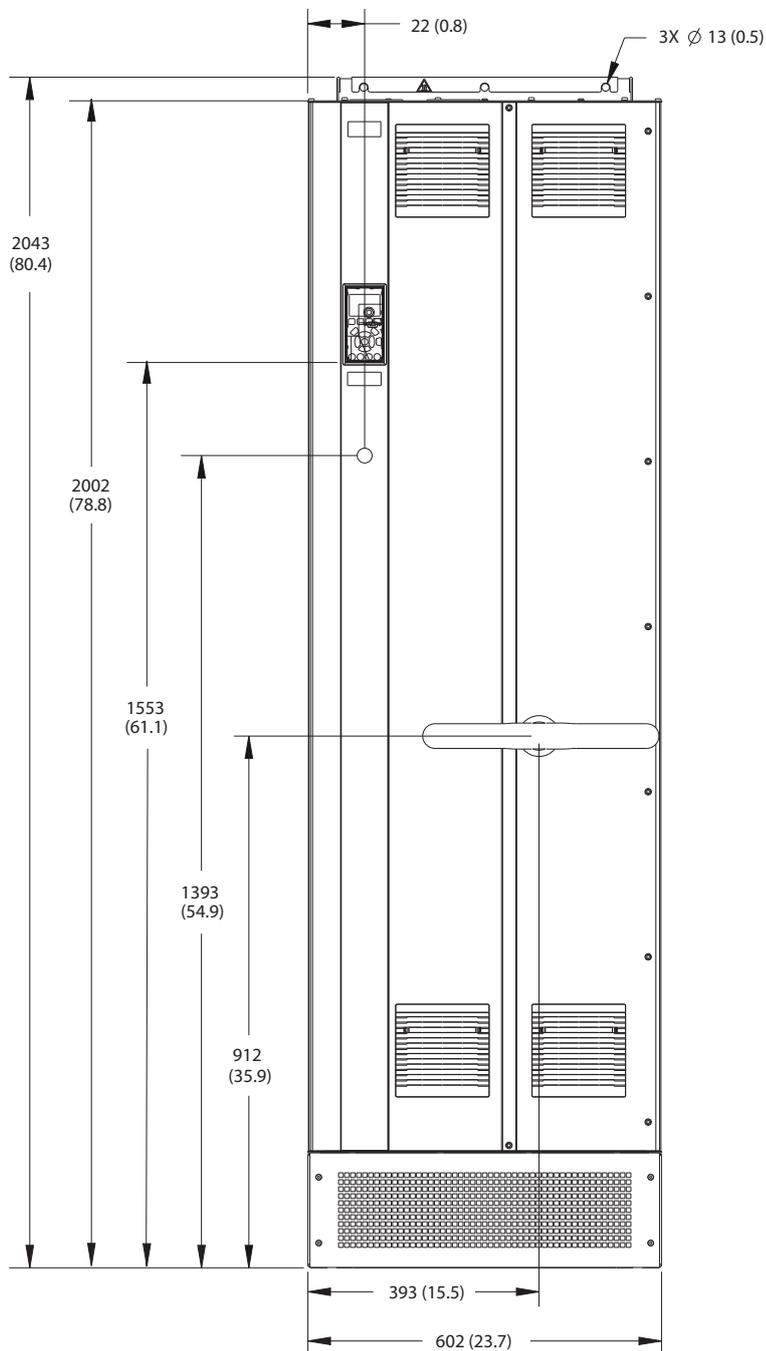
8

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

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

8.9 Dimensões externas e do terminal do E1h

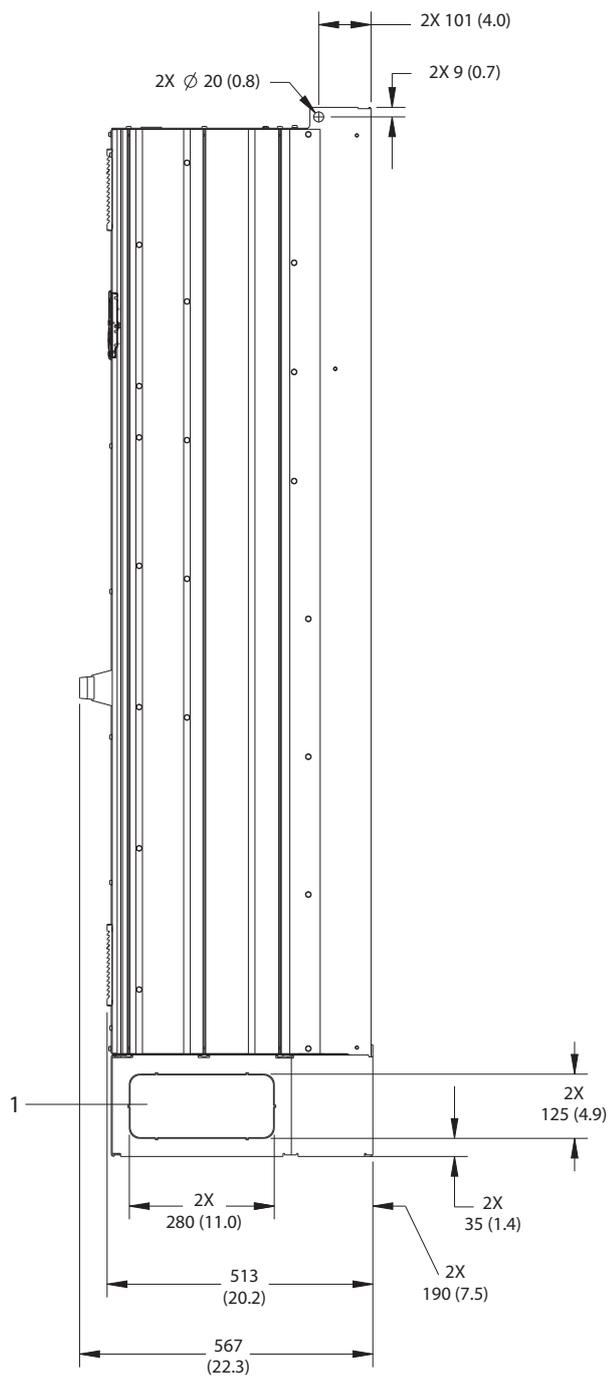
8.9.1 Dimensões Externas do E1h



130BF648.10

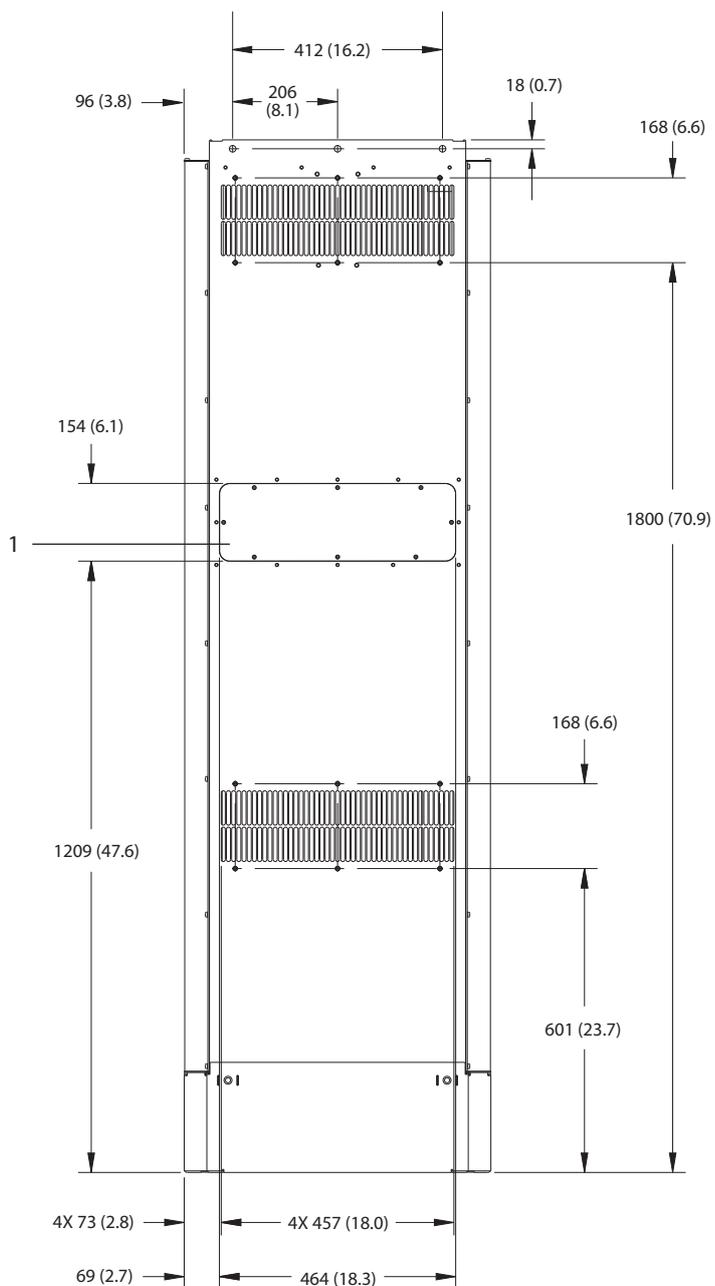
8

Ilustração 8.70 Vista frontal do E1h



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

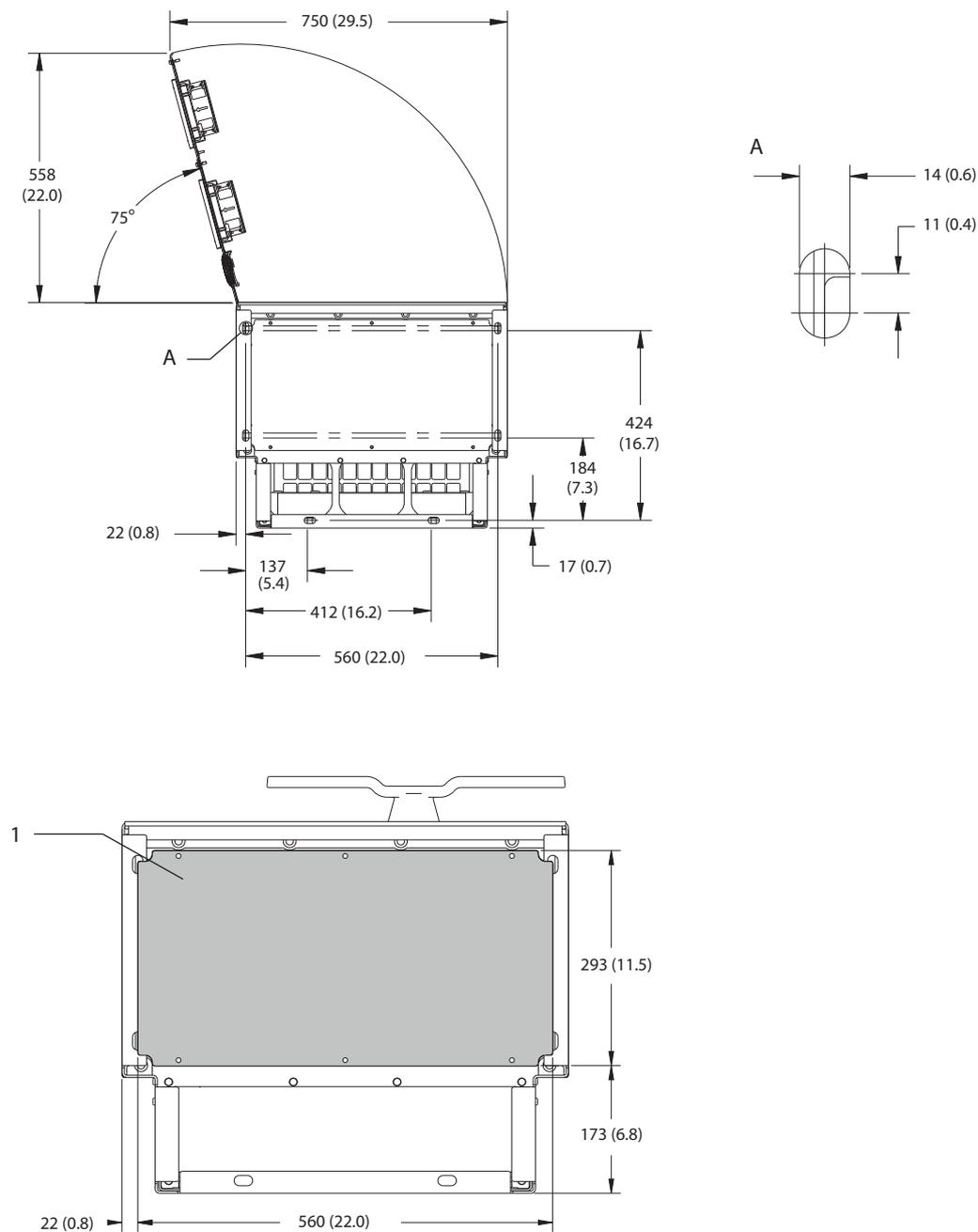
Ilustração 8.71 Vista lateral de E1h



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

Ilustração 8.72 Vista traseira do E1h

130BF651.10

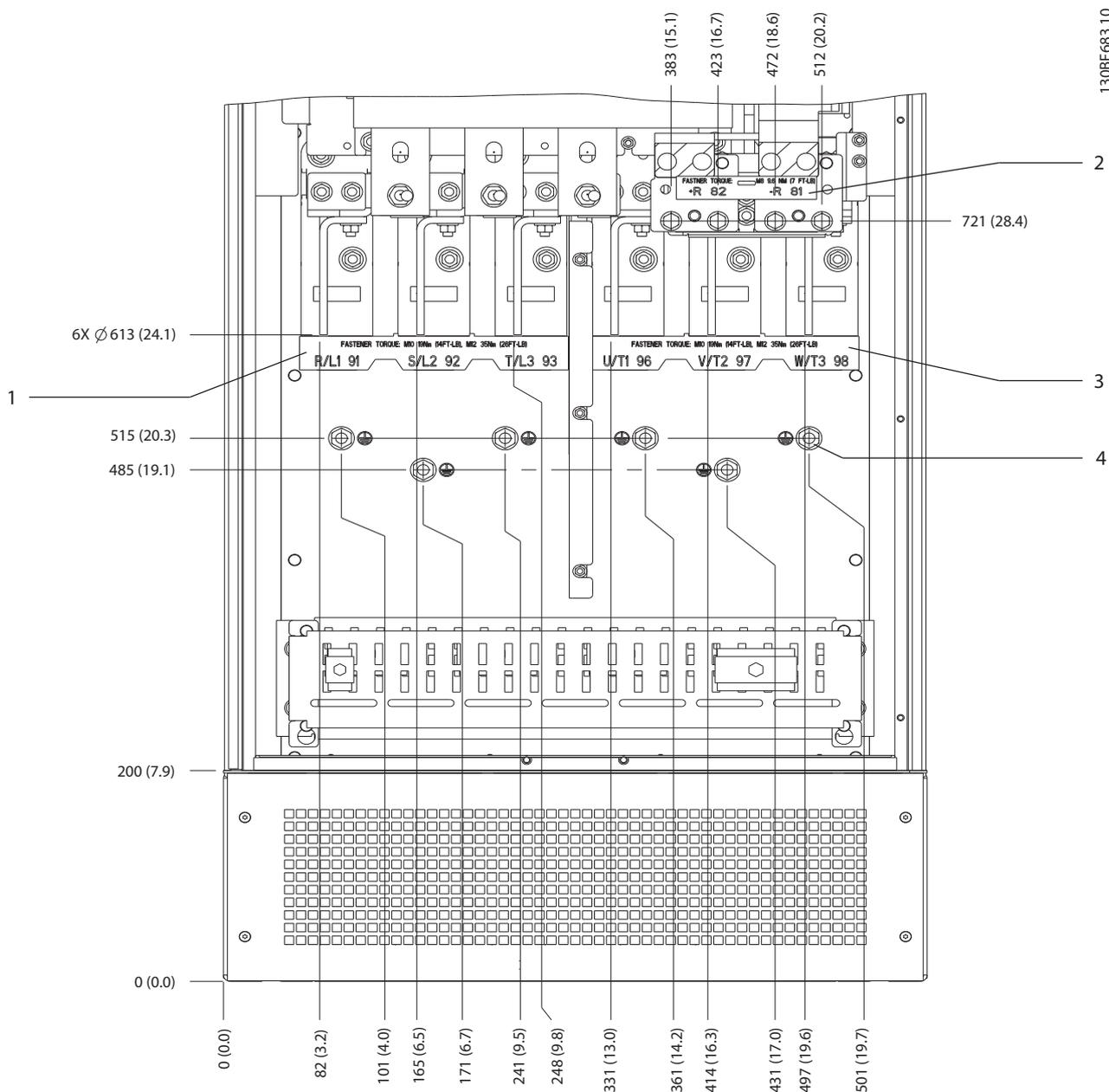


8

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

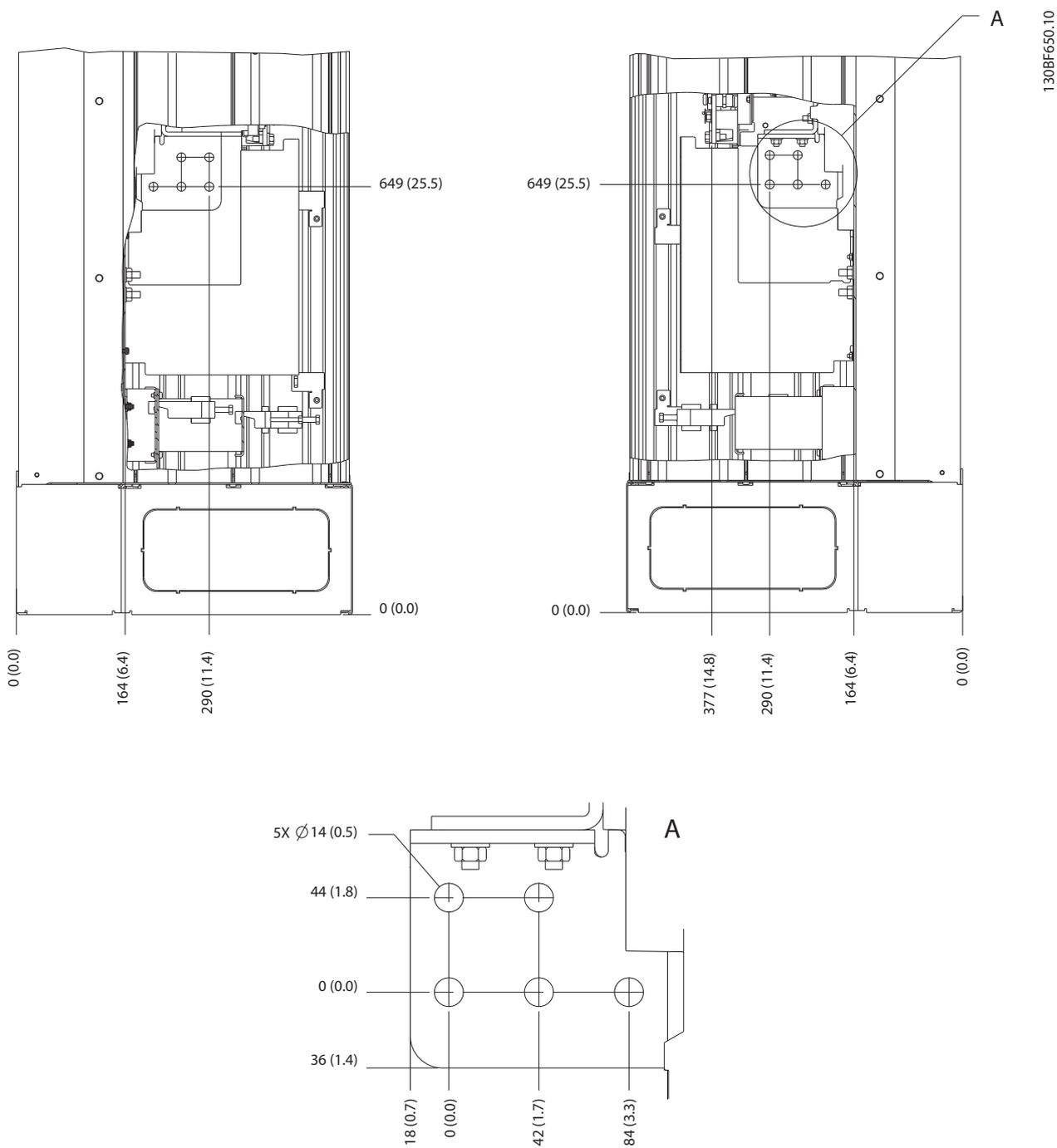
Ilustração 8.73 Espaço livre da porta e dimensões da placa para passagem de cabos do E1h

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)

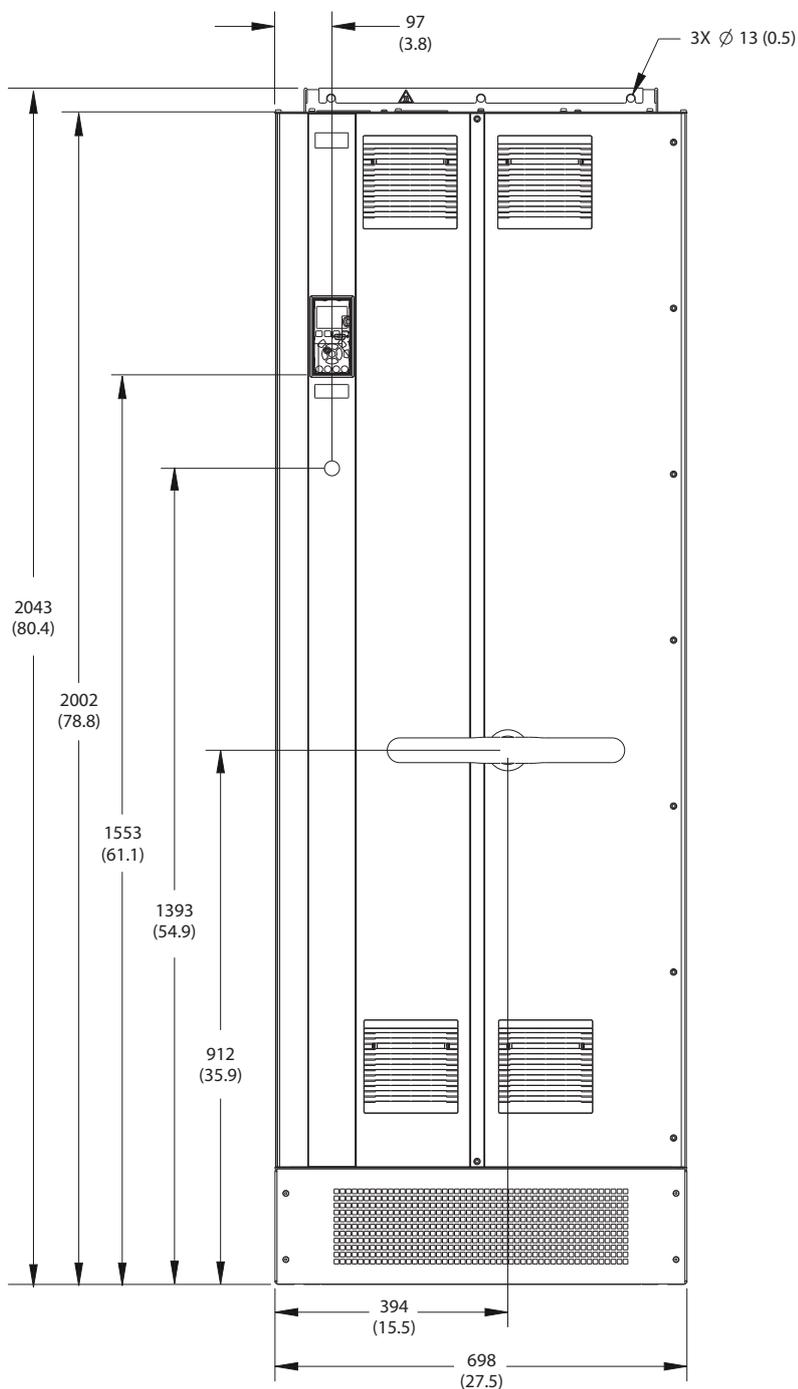


8

Ilustração 8.75 Dimensões do terminal E1h (visão lateral)

8.10 Dimensões externas do E2h e do terminal

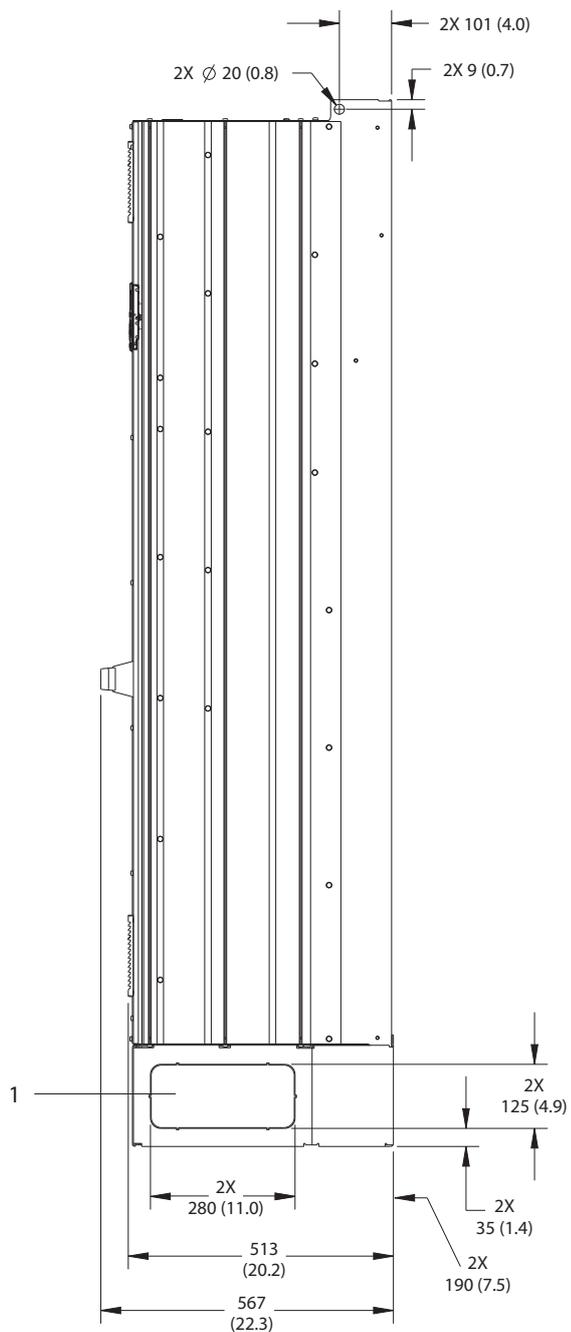
8.10.1 Dimensões Externas do E2h



130BF654.10

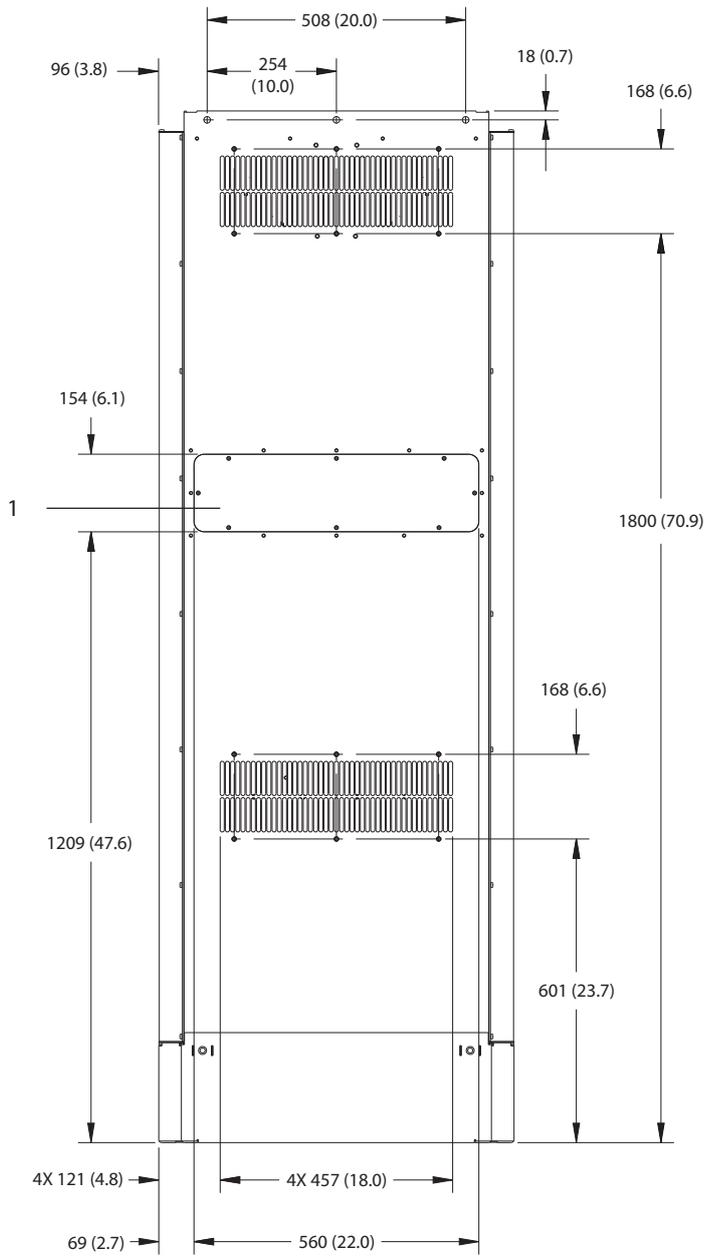
8

Ilustração 8.76 Vista frontal do E2h



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

Ilustração 8.77 Vista lateral do E2h

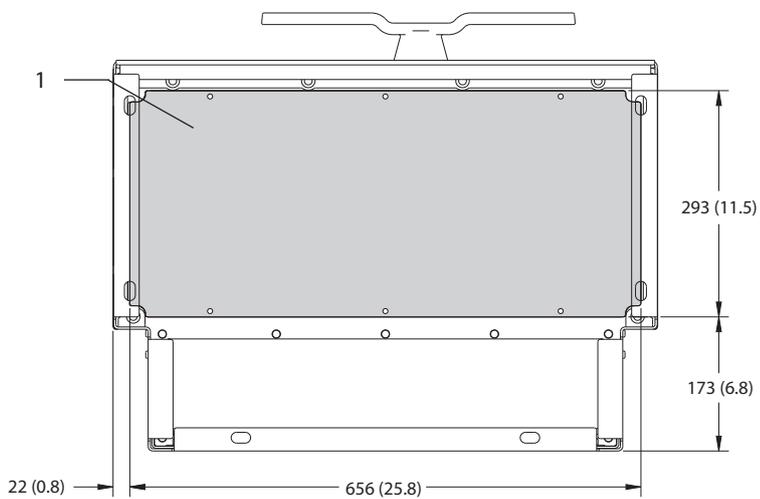
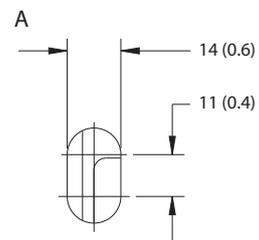
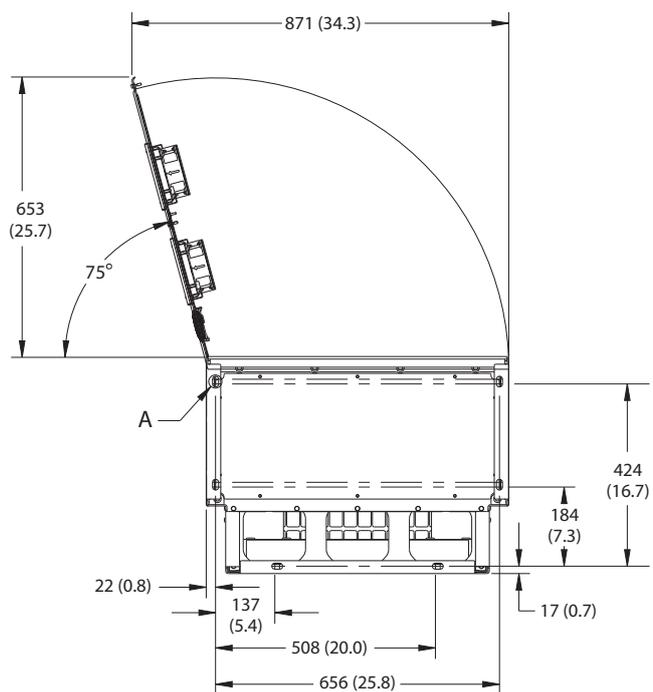


8

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

Ilustração 8.78 Vista traseira do E2h

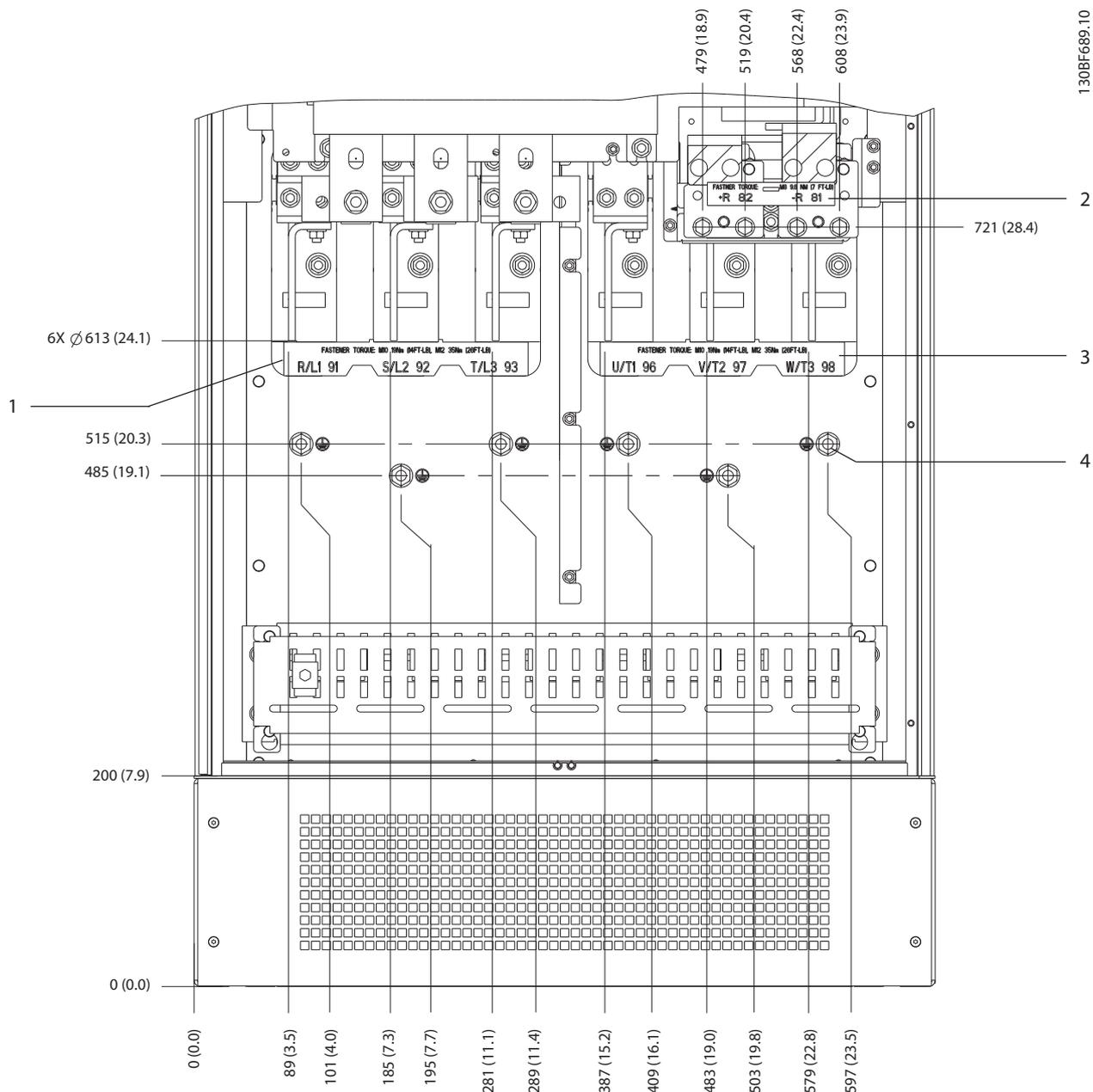
1308F652.10



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

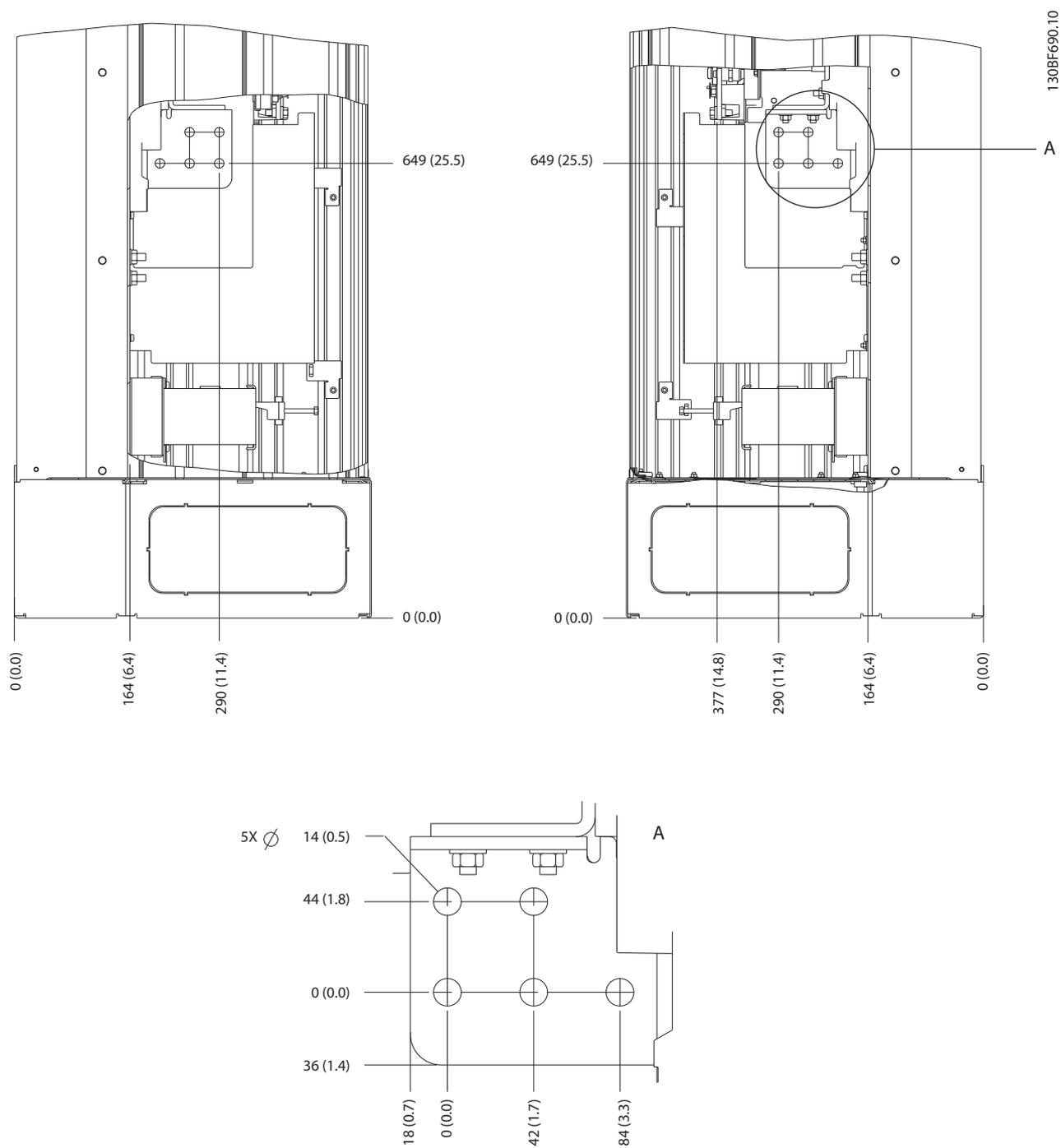
Ilustração 8.79 Espaço livre da porta e dimensões da placa para passagem de cabos do E2h

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)

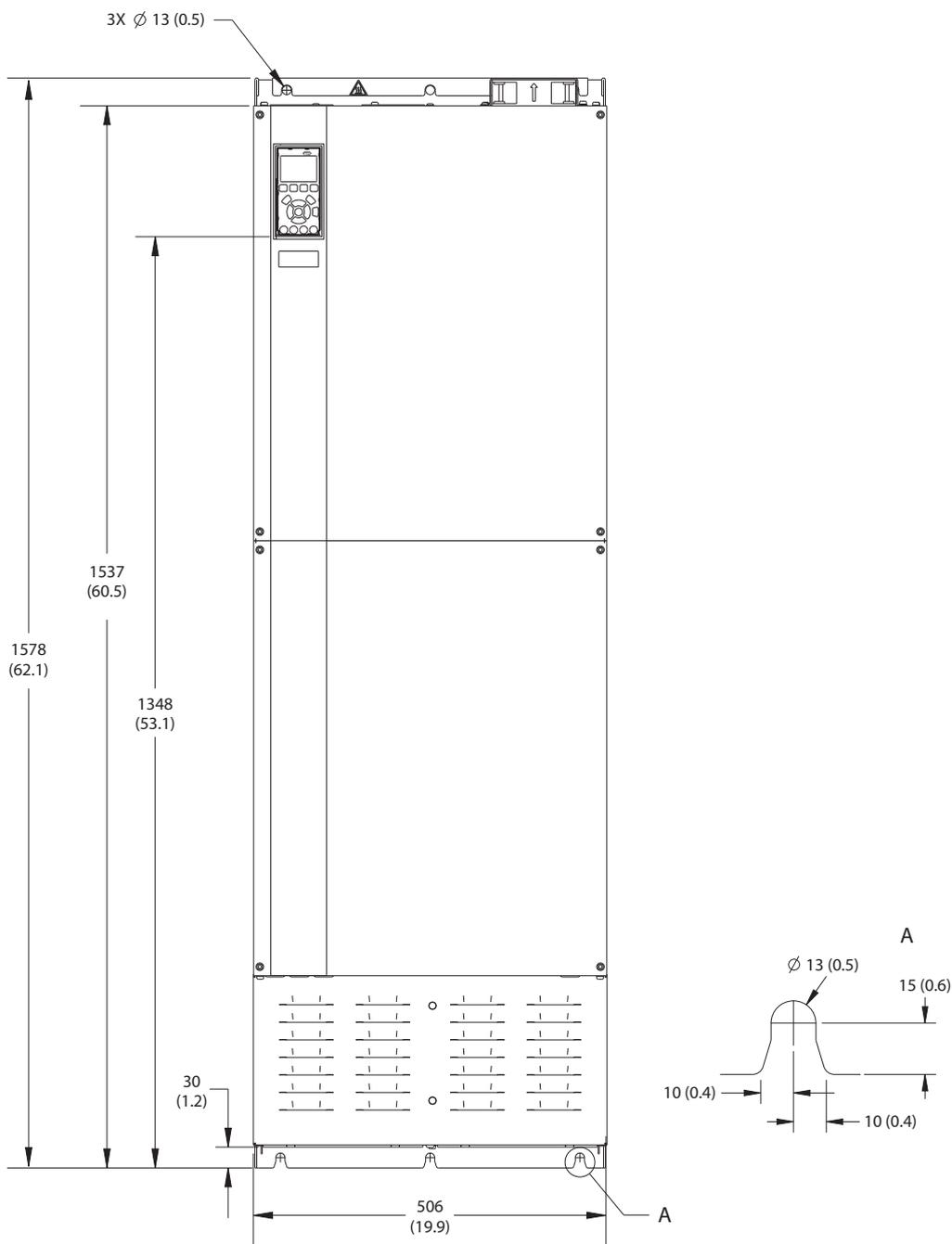


8

Ilustração 8.81 Dimensões do terminal E2h (vista lateral)

8.11 Dimensões externas do E3h e do terminal

8.11.1 Dimensões Externas do E3h



130BF656.10

8

Ilustração 8.82 Vista frontal do E3h

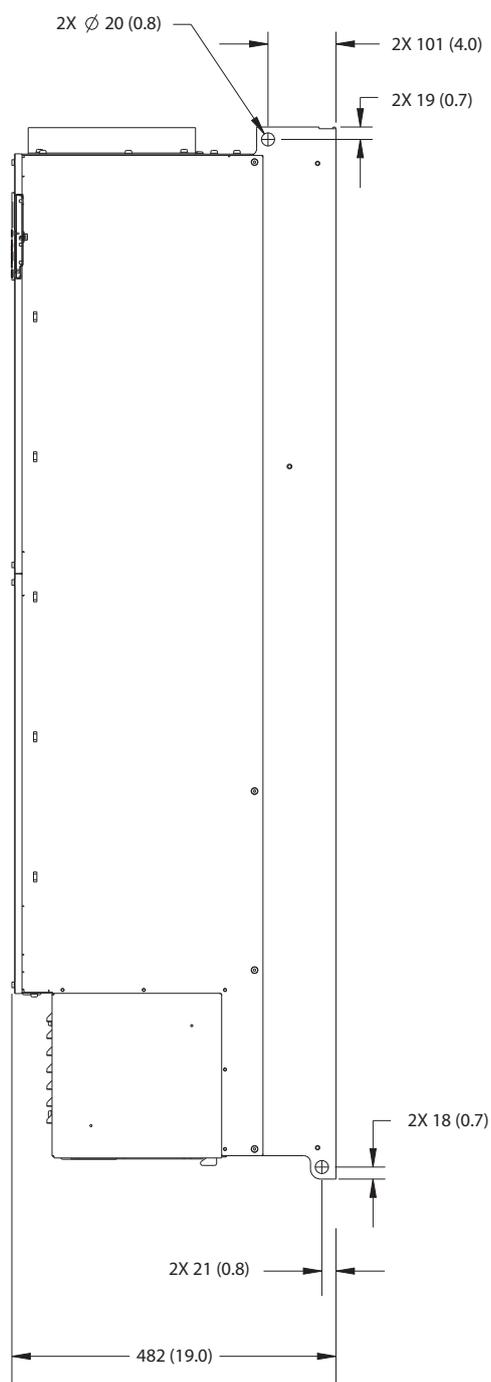
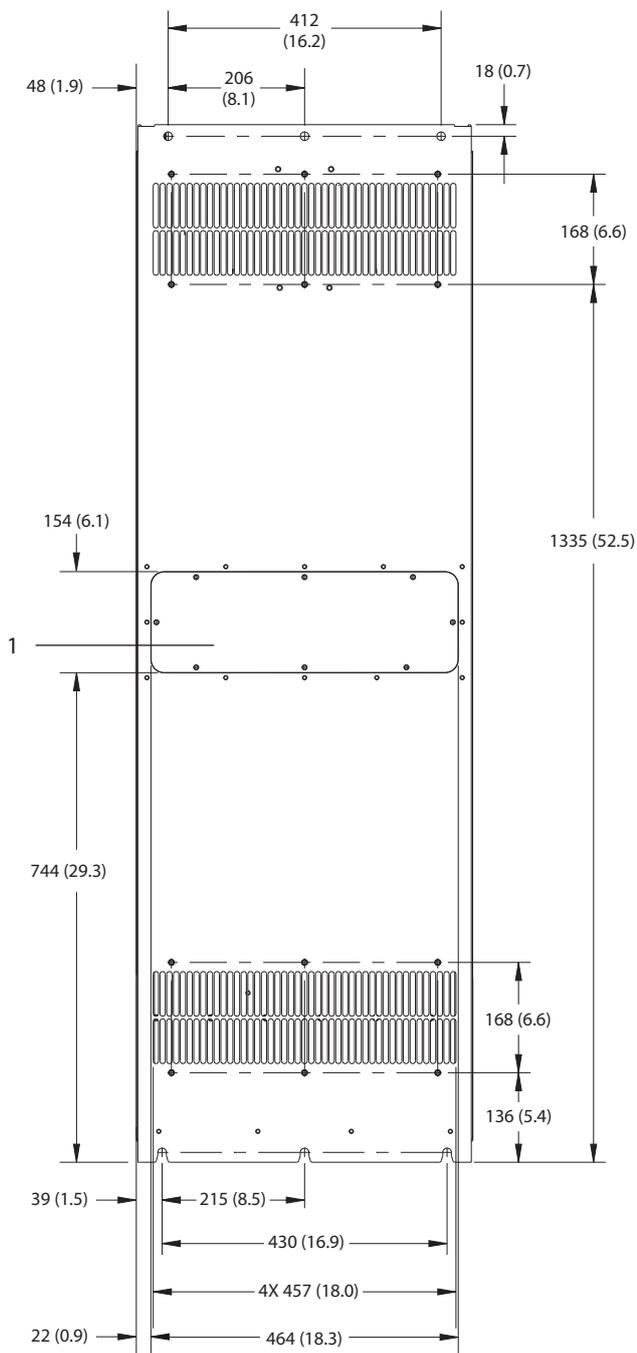


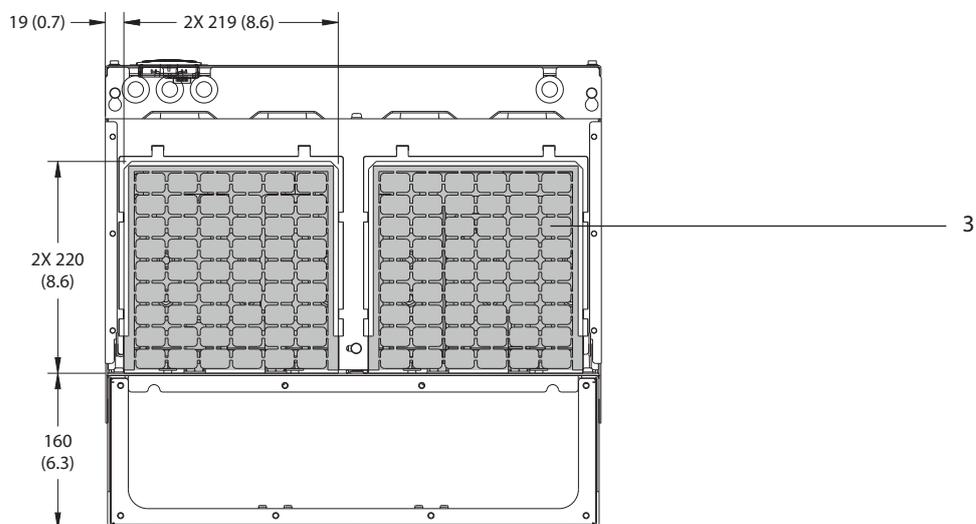
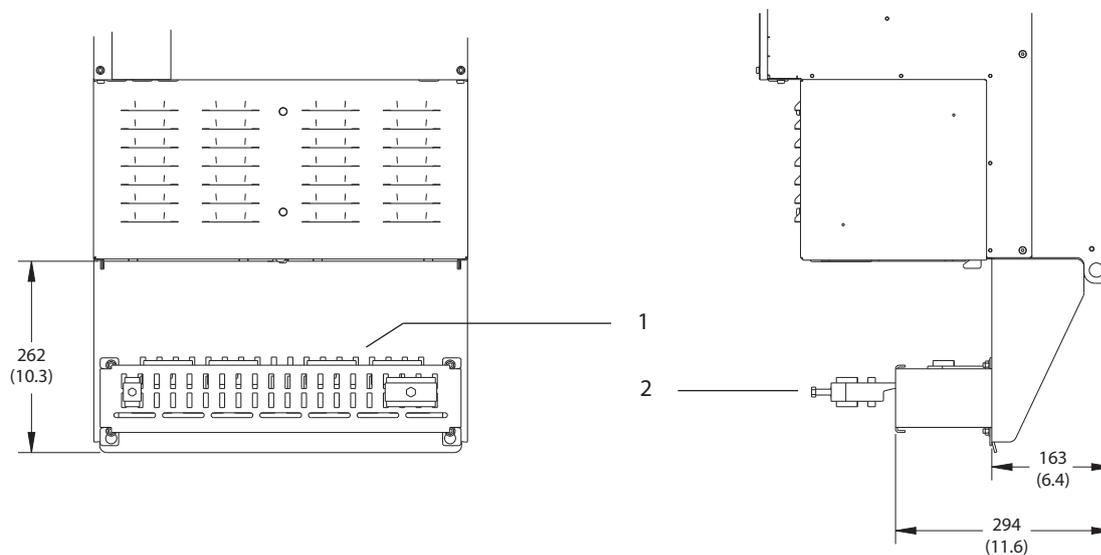
Ilustração 8.83 Vista lateral de E3h

8



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

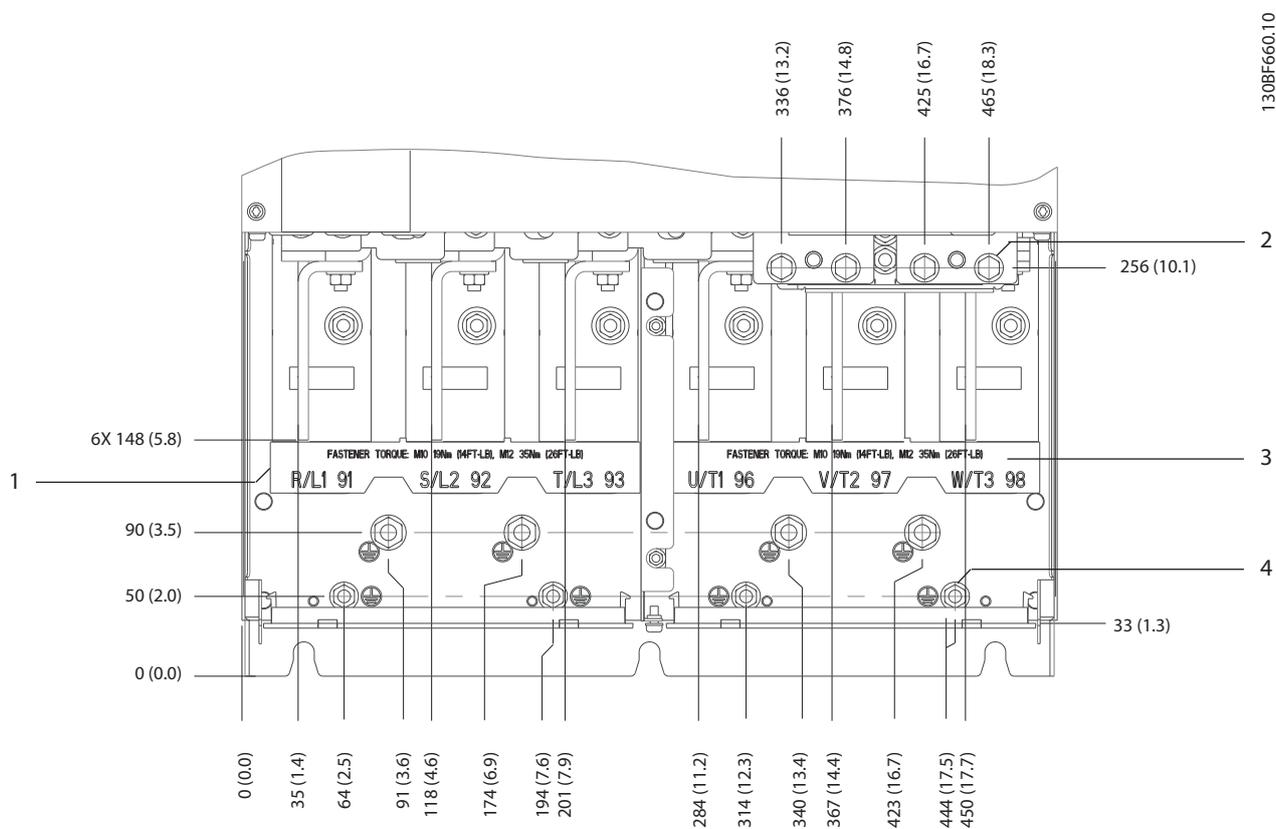
Ilustração 8.84 Vista traseira do E3h



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)

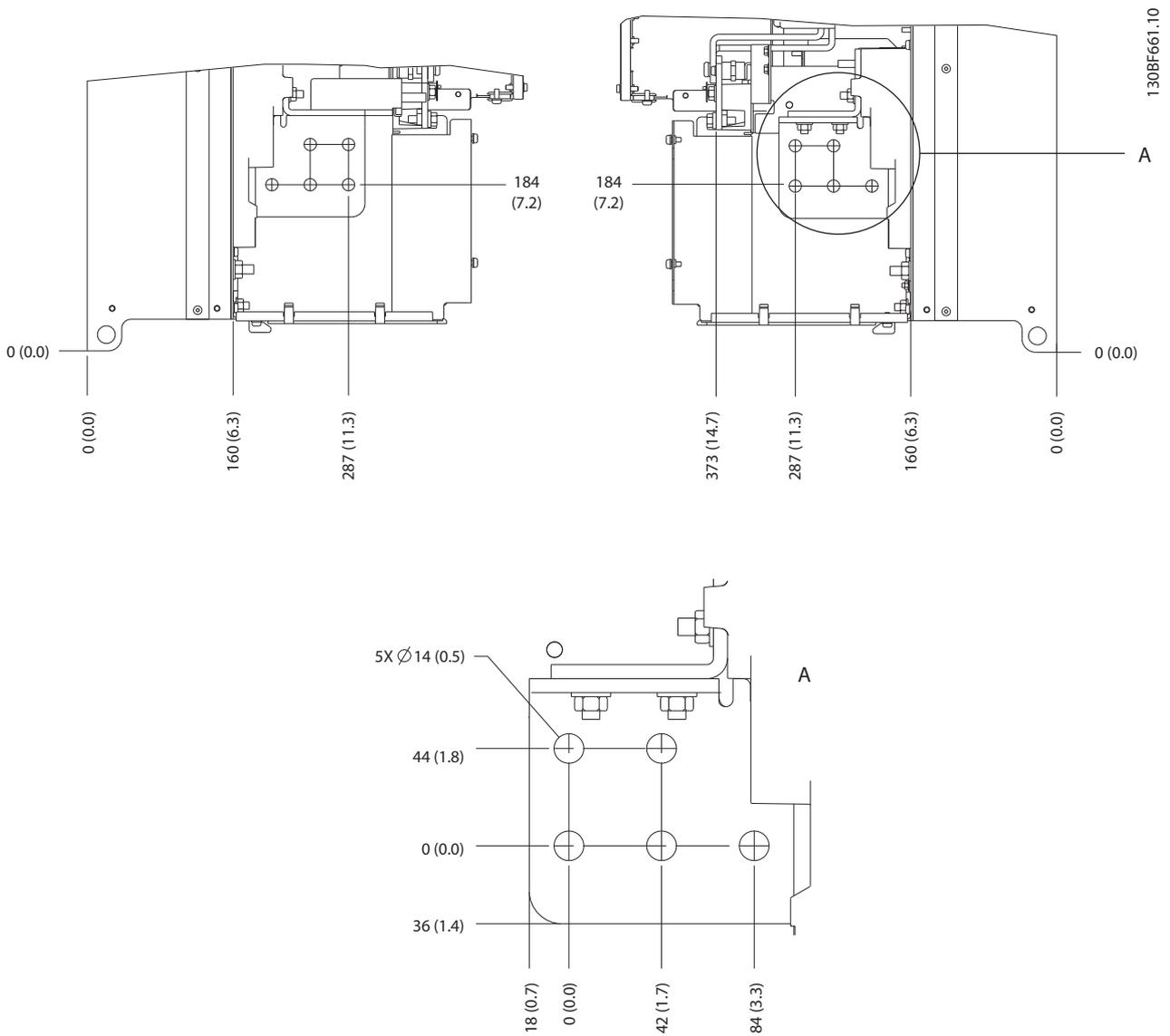
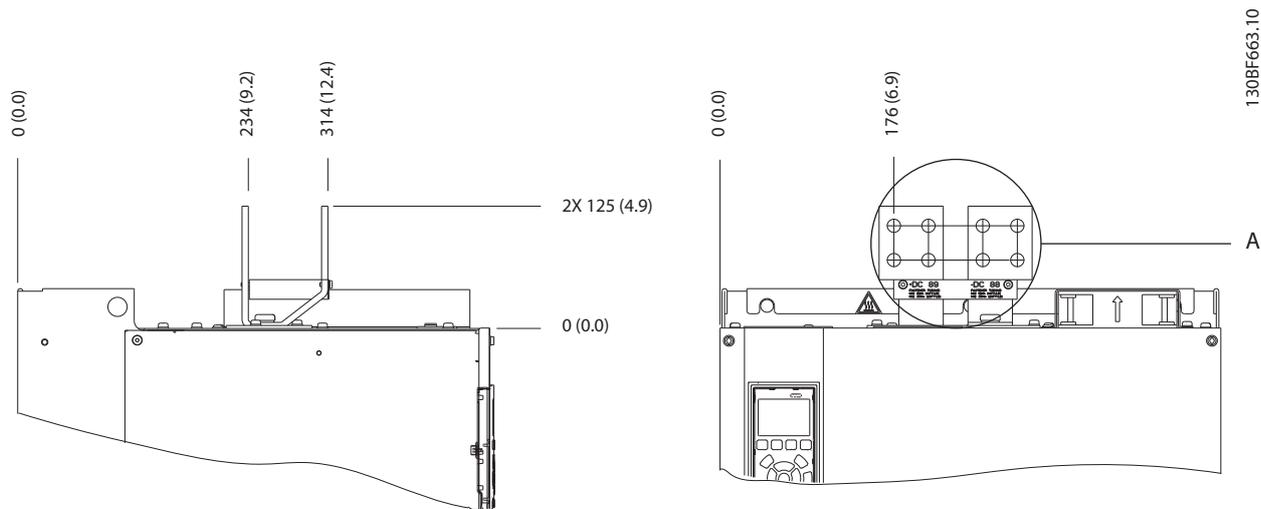


Ilustração 8.87 Dimensões de rede elétrica motor e ponto de aterramento do E3h (vista lateral)



8

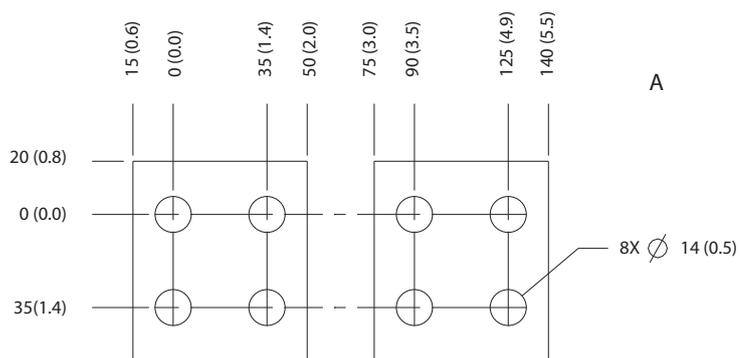
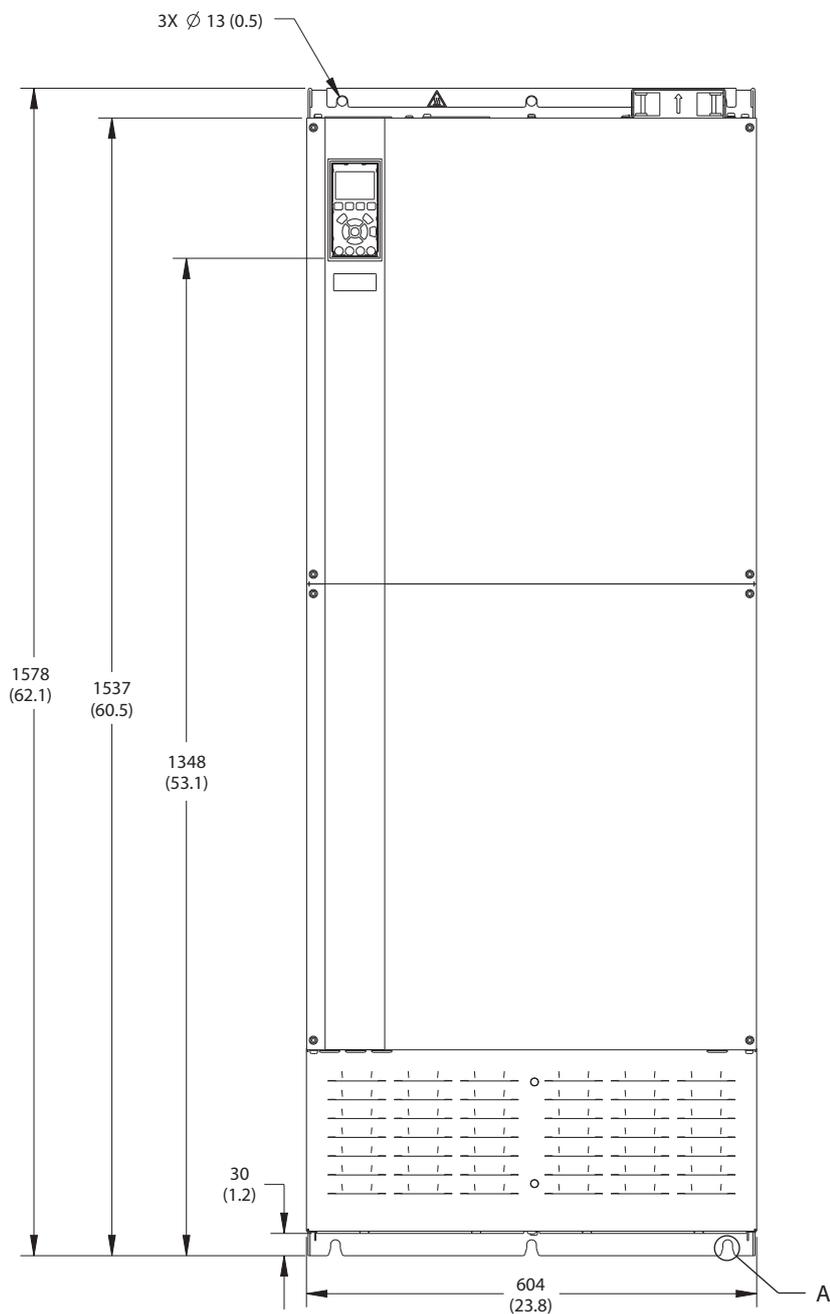


Ilustração 8.88 Dimensões de terminal de regeneração/divisão da carga do E3h

8.12 Dimensões externas do E4h e do terminal

8.12.1 Dimensões Externas do E4h



130BF664.10

Ilustração 8.89 Vista frontal do E4h

8

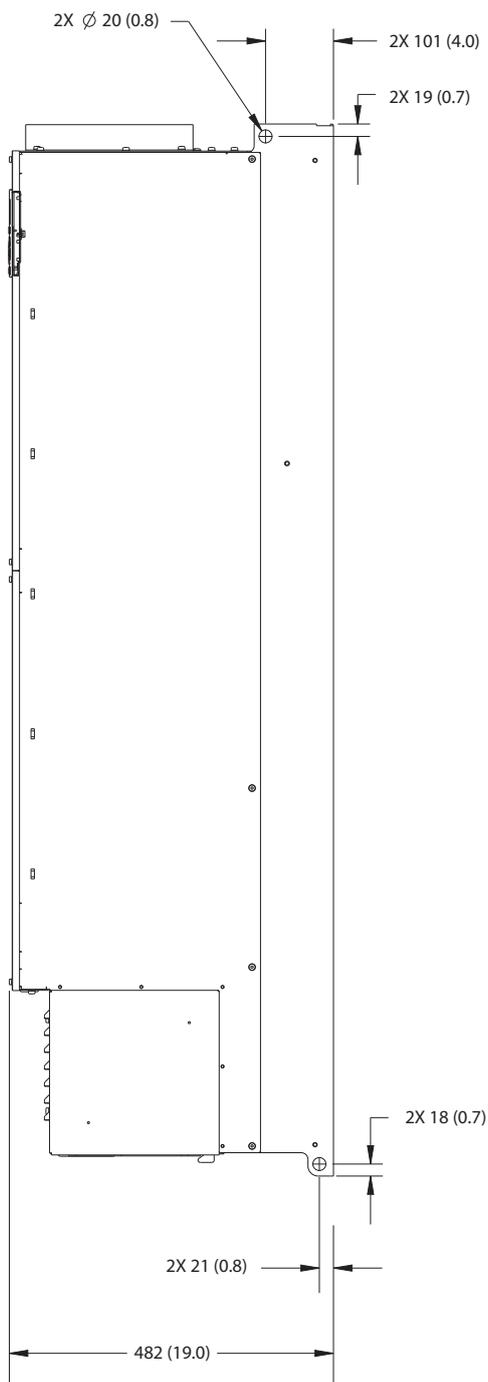
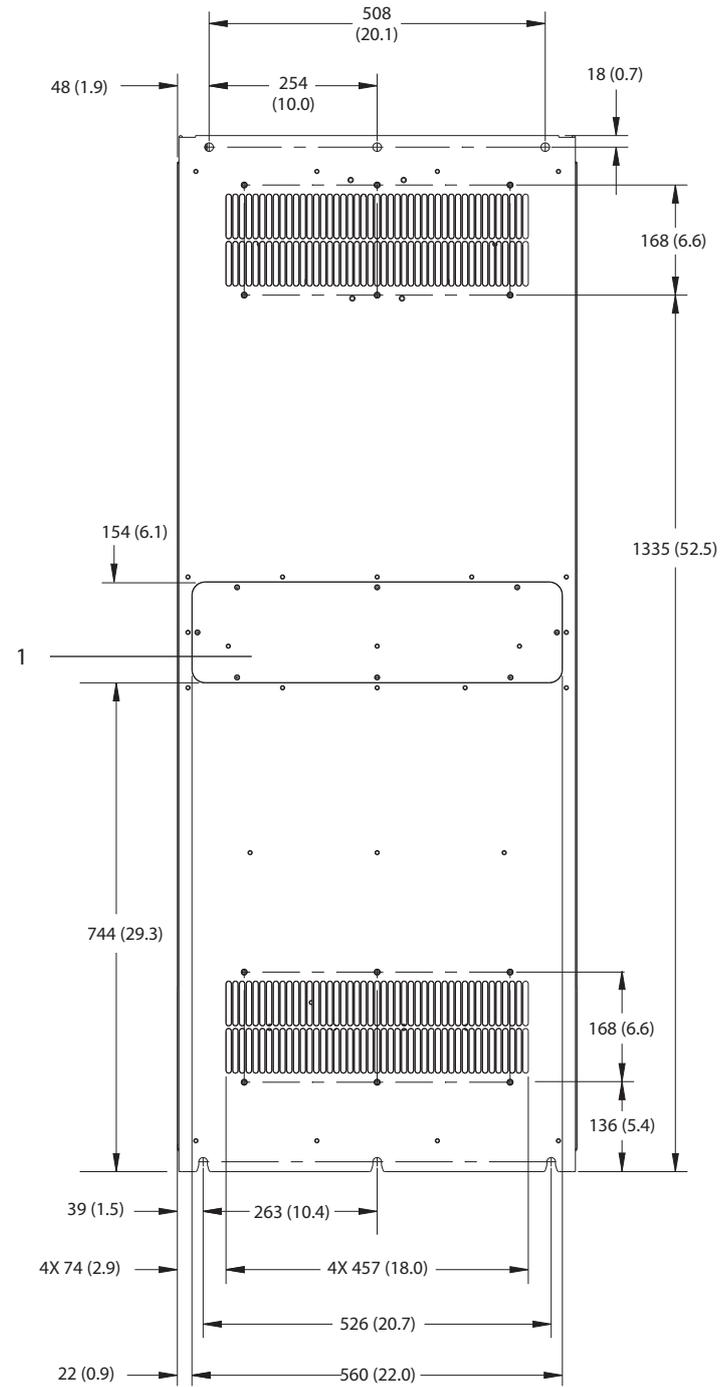


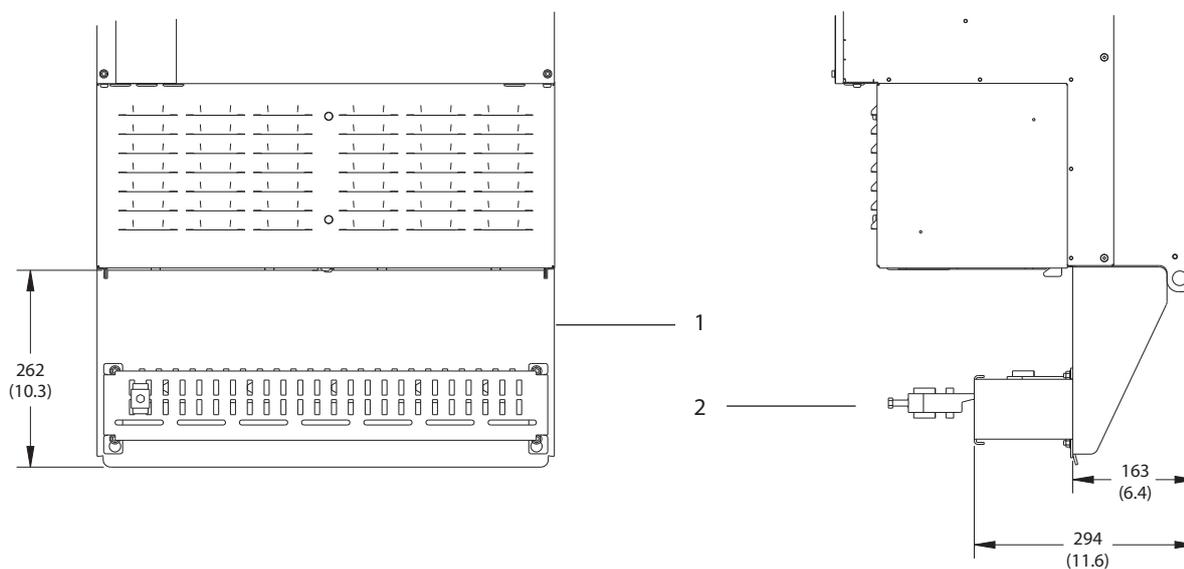
Ilustração 8.90 Vista lateral do E4h



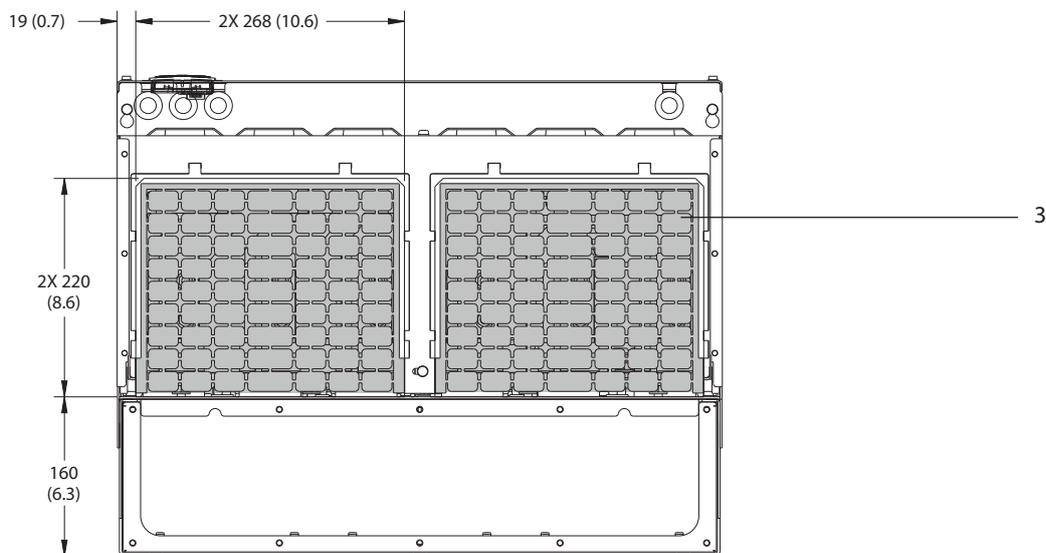
8

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

Ilustração 8.91 Vista traseira do E4h



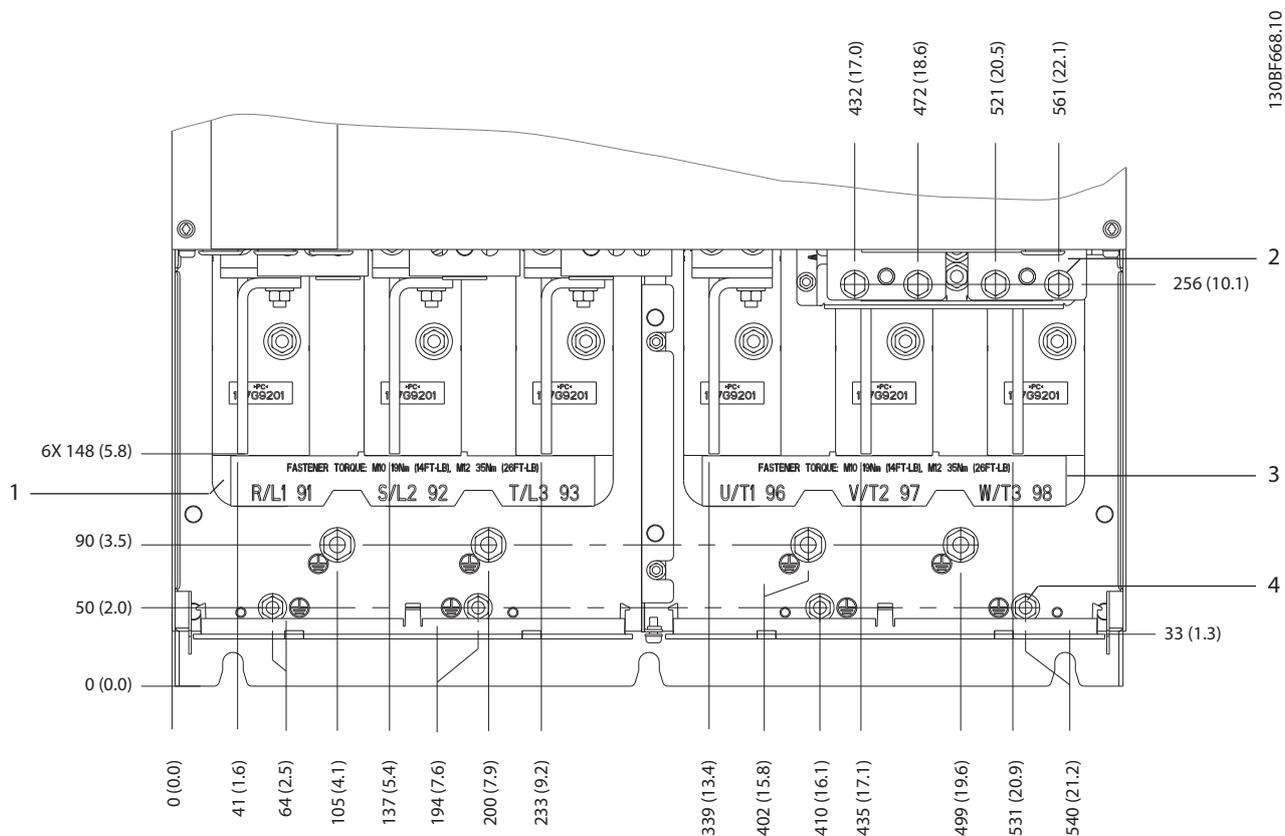
8



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

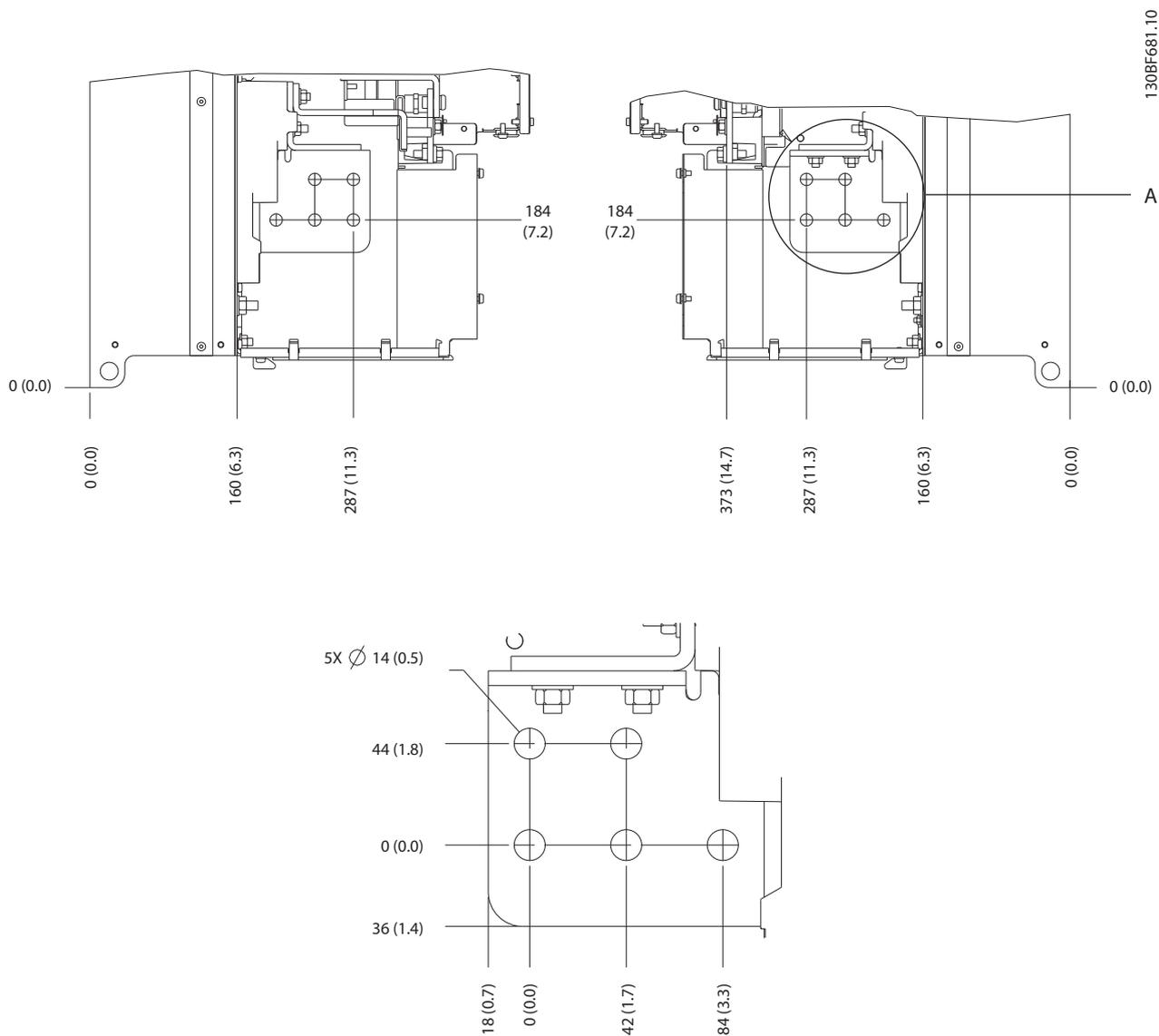
Ilustração 8.92 Terminação de blindagem de RFI e dimensões da chapa para entrada de cabos do E4h

8.12.2 Dimensões do Terminal E4h



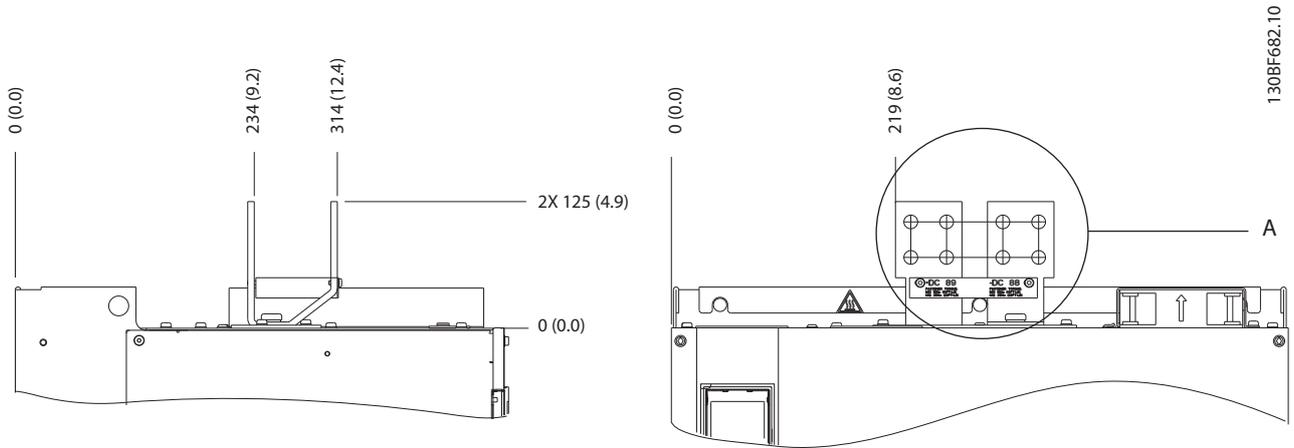
1	Terminais da rede elétrica	3	Terminais do motor
2	Terminais do freio ou de regeneração	4	Terminais de ponto de aterramento, porcas M8 e M10

Ilustração 8.93 Dimensões do Terminal E4h (vista frontal)



8

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



130BF682.10

8

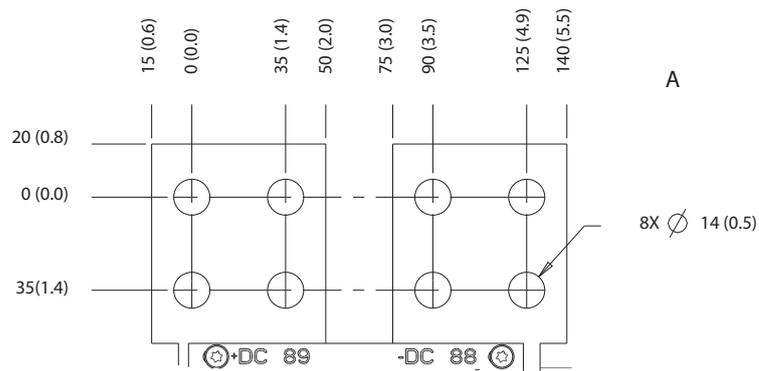


Ilustração 8.95 Dimensões de terminal de regeneração/divisão da carga do E4h

9 Considerações da instalação mecânica

9.1 Armazenagem

Armazene o conversor em local seco. Mantenha o equipamento selado em sua embalagem até a instalação. Consulte *capítulo 7.5 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.

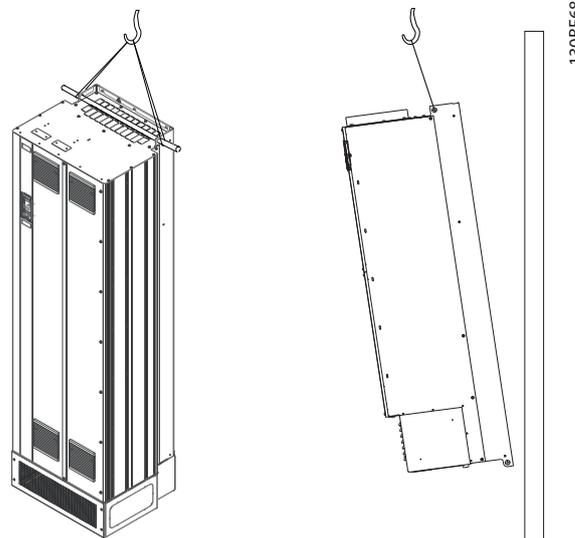


Ilustração 9.1 Método de Elevação Recomendado

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/panel elétrico	Montagem em pedestal (independente)
D1h	X	X
D2h	X	X
D3h	X ¹⁾	-
D4h	X ¹⁾	-
D5h	-	X
D6h	-	X
D7h	-	X
D8h	-	X
E1h	-	X
E2h	-	X
E3h	X ²⁾	-
E4h	X ²⁾	-

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 *capítulo 7.6 Especificações de Cabo* 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 5.8 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/ ventilador de topo [m ³ /h (cfm)]	Ventilador do dissipador de calor [m ³ /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/ ventilador de topo [m ³ /h (cfm)]	Ventilador do dissipador de calor [m ³ /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

9.6 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*.

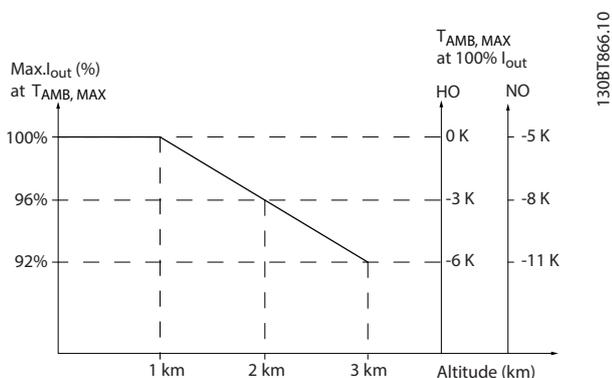


Ilustração 9.2 Derating da corrente de saída baseada na altitude a $T_{AMB, MAX}$

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

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 N90 a N250 380-480 V	60 AVM	<p>130BX473.11</p>	<p>130BX474.11</p>
	SFAVM	<p>130BX475.11</p>	<p>130BX476.11</p>
E1h-E4h N315 a N500 380-480 V	60 AVM	<p>130BX477.11</p>	<p>130BX478.12</p>
	SFAVM	<p>130BX479.11</p>	<p>130BX480.11</p>

9

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 N55K a N315 525-690 V	60 AVM	<p>Graph showing derating curves for 60 AVM under 150% HO. The y-axis is I_{out} [%] (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_{out} [%] (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_{out} [%] (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_{out} [%] (50-110) and the x-axis is fsw [kHz] (0-5). Four 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 N355 a N710 525-690 V	60 AVM	<p>Graph showing derating curves for 60 AVM under 150% HO. The y-axis is I_{out} [%] (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_{out} [%] (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_{out} [%] (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_{out} [%] (50-110) and the x-axis is fsw [kHz] (0.0-4.0). Four 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

9

10 Considerações da 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).

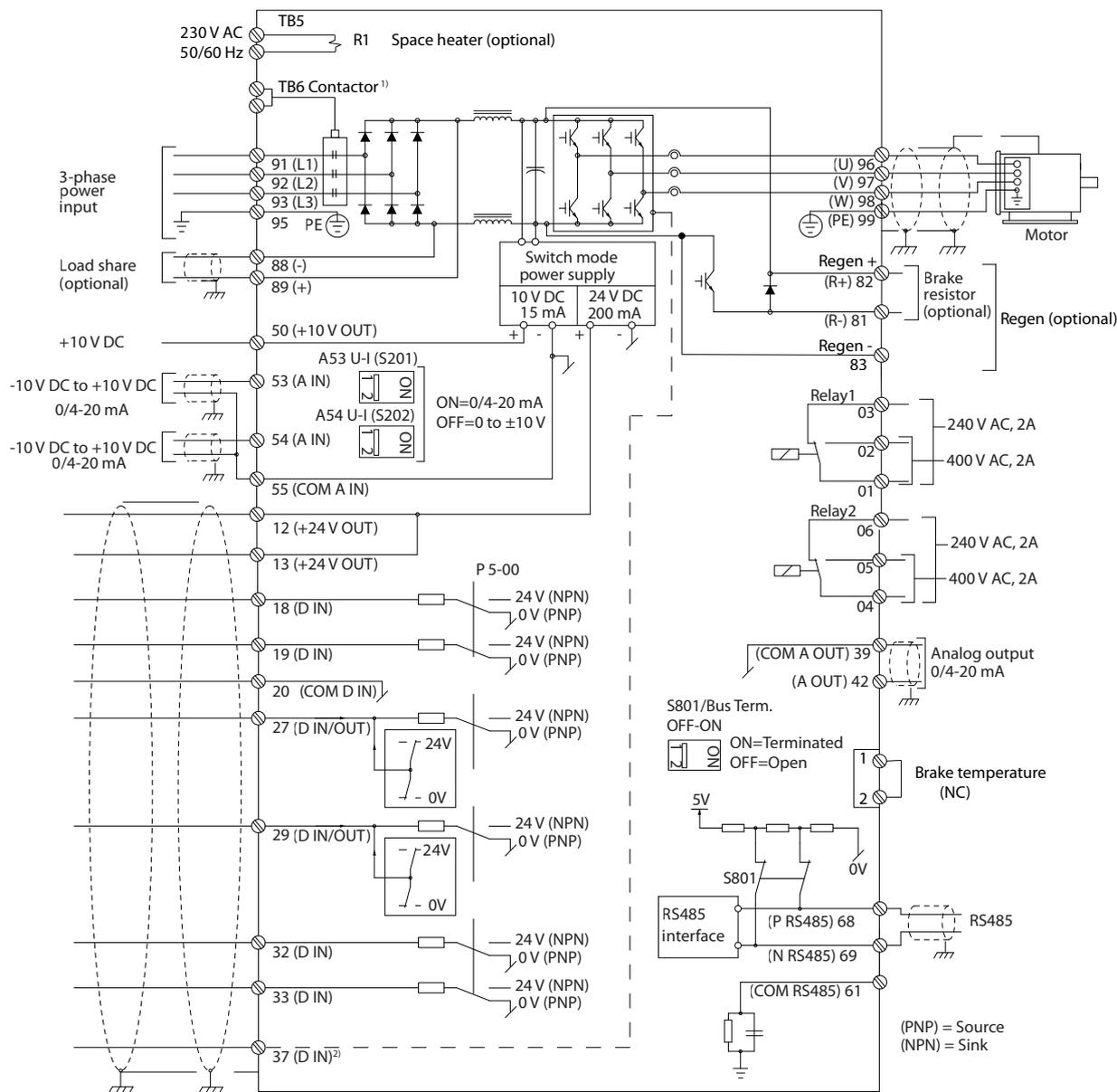
Para obter tamanhos e tipos de fio recomendados, consulte *capítulo 7.6 Especificações de Cabo*.

⚠️ CUIDADO

DANOS À PROPRIEDADE

A proteção de sobrecarga do motor não está incluída na configuração padrão. Para adicionar esta função, programe *parâmetro 1-90 Motor Thermal Protection* como *[Desarme por ETR]* ou *[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 *[Desarme por ETR]* ou *[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

10

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 10.5 Fusíveis e disjuntores. Certifique-se de que os fusíveis estejam corretos e em conformidade com as normas locais.

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

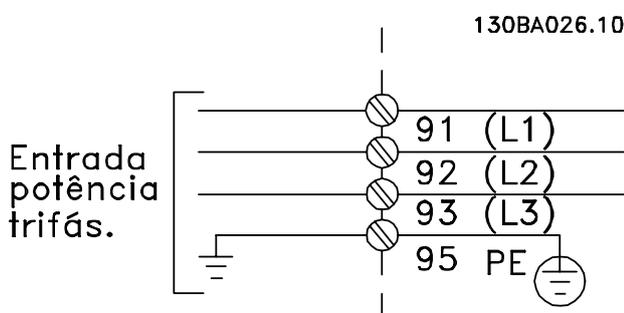


Ilustração 10.2 Conexões do cabo de energia

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.

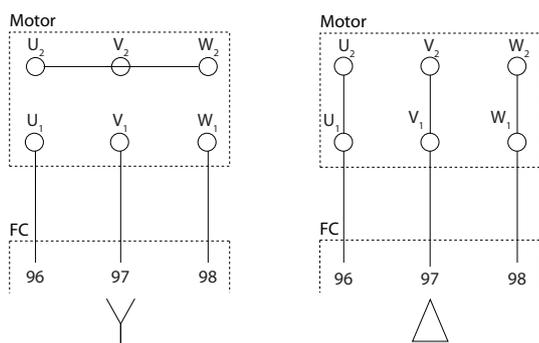
Terminal	96	97	98	99	
-	U	V	W	PE ¹⁾	Tensão do motor 0–100% da tensão de rede. 3 fios fora do motor.
-	U1	V1	W1	PE ¹⁾	Conectado em delta.
-	W2	U2	V2		6 fios saem do motor.
-	U1	V1	W1	PE ¹⁾	U2, V2, W2 ligados em Estrela U2, V2, e W2 devem ser interconectados separadamente.

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.



175ZA114.11

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 5.6 *Visão geral de divisão da carga*.

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

Terminal	Função
88, 89	Load Sharing

Tabela 10.3 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 de um PC, instale o Software de Setup MCT 10. O computador é conectado por um cabo USB padrão (host/dispositivo), ou pela interface RS485. Para obter mais informações sobre RS485, consulte a seção *Instalação e setup do RS485 no Guia de Design Drive HVAC VLT® FC 102, 355–1400 kW*.

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

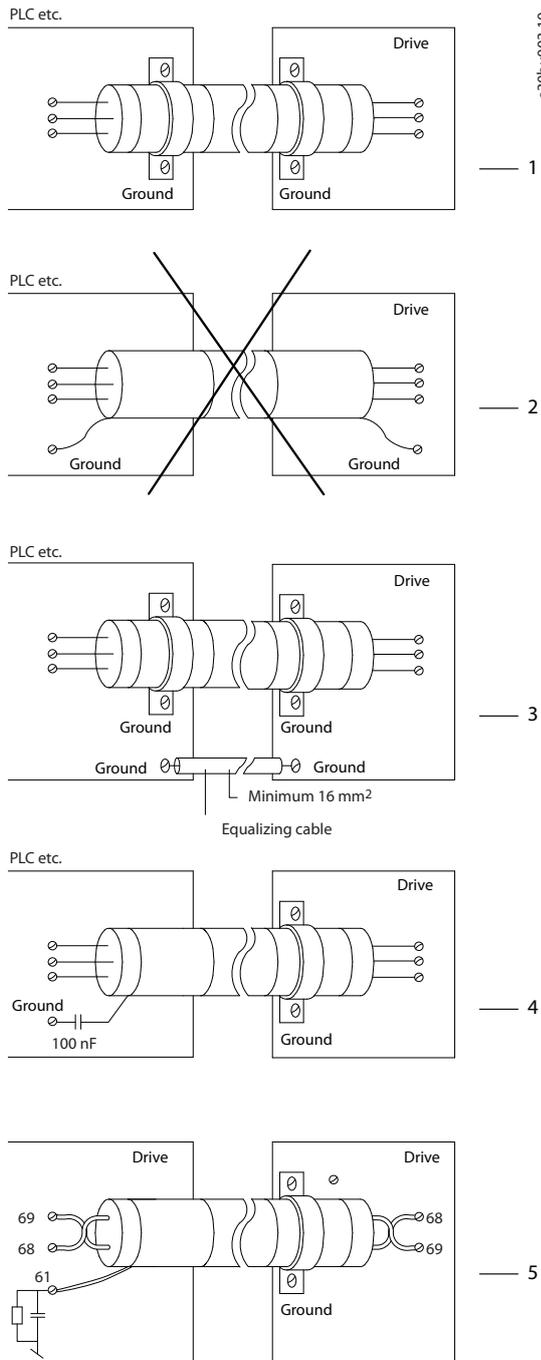
Para evitar danos ao controlador de host USB através da blindagem do cabo USB, siga as recomendações de aterramento descritas no *guia de operação*.

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

10.4 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*.



1 Os cabos de controle e os cabos de comunicação serial devem ser fixados com braçadeiras de cabo nas duas extremidades a fim de garantir o melhor contato elétrico possível.

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

Ilustração 10.4 Exemplos de aterramento

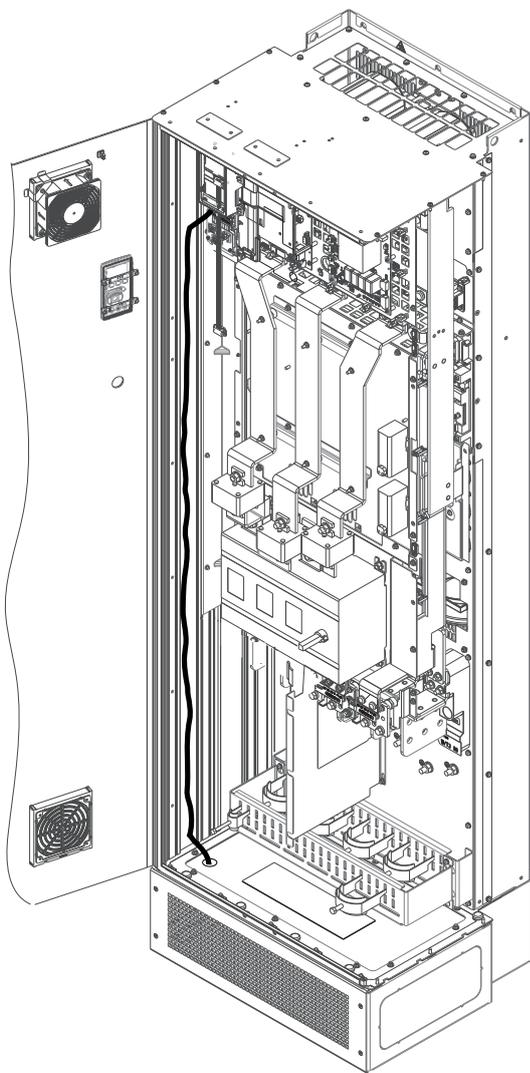
10.4.1 Roteamento do Cabo de Controle

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.

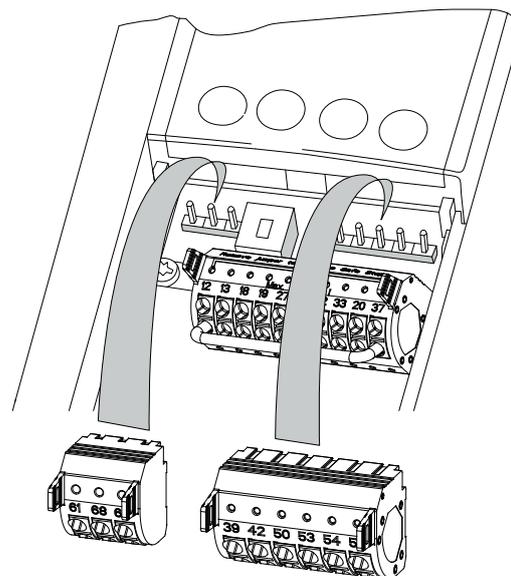
- Isole a fiação de controle dos cabos de alta potência.
- Quando o conversor estiver conectado a um termistor, garanta que a fiação de controle do termistor seja blindada e com isolamento reforçado/duplo. Recomenda-se uma tensão de alimentação de 24 V CC.

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*.

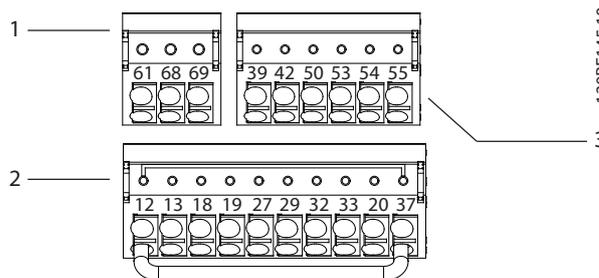


E30BF888.10



130BF144.10

Ilustração 10.6 Localizações dos terminais de controle



130BF145.10

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

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

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* Config Port de Com	–	Interface RS485. Um interruptor (BUS TER.) é fornecido no cartão de controle para a resistência de terminação do bus serial.
69 (-)	Grupo do parâmetro 8-3* Config Port de Com	–	

Tabela 10.5 Descrição dos terminais de comunicação serial

Terminal	Parâmetro do	Configura- ção 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 Terminal 18 Digital Input	[8] Partida	Entradas digitais.
19	Parâmetro 5-11 Terminal 19 Digital Input	[10] Reversão	
32	Parâmetro 5-14 Terminal 32 Digital Input	[0] Sem operação	
33	Parâmetro 5-15 Terminal 33 Digital Input	[0] Sem operação	
27	Parâmetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	[2] Parada por inércia inversa	Para entrada digital ou saída digital. Configuração padrão é entrada.
29	Parâmetro 5-13 Terminal 29 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	Configura- ção padrão	Descrição
39	-	-	Comum para saída analógica.
42	Parâmetro 6-50 Terminal 42 Output	[0] Sem operação	Saída analógica programável. 0-20 mA ou 4-20 mA no máximo de 500 Ω.
50	-	+10 V CC	Tensão de alimentação analógica de 10 V CC para potenciômetro ou termistor. Máximo de 15 mA.
53	Grupo do parâmetro 6-1* Entrada analógica 1	Referência	Entrada analógica. Para tensão ou corrente. Interruptores A53 e A54 selecione mA ou V.
54	Grupo do parâmetro 6-2* Entrada analógica 2	Feedback	
55	-	-	Comum para entrada analógica.

Tabela 10.7 Descrição dos terminais de entrada/saída analógica

Terminais do relé

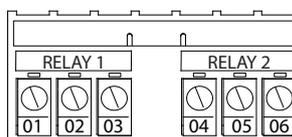


Ilustração 10.8 Terminais dos relés 1 e 2

- 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	Configura- ção padrão	Descrição
01, 02, 03	Parâmetro 5-40 Function Relay [0]	[0] Sem operação	Saída do relé formato C. Para tensão CA ou CC e cargas resistivas ou indutivas.
04, 05, 06	Parâmetro 5-40 Function Relay [1]	[0] Sem operação	

Tabela 10.8 Descrições do terminal de relé

130BF156.10

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 IEC ¹⁾	480 V UL ²⁾	600 V UL ²⁾	690 V IEC ¹⁾
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

¹⁾ 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.

²⁾ 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_{rms} (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_{rms}. 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*.

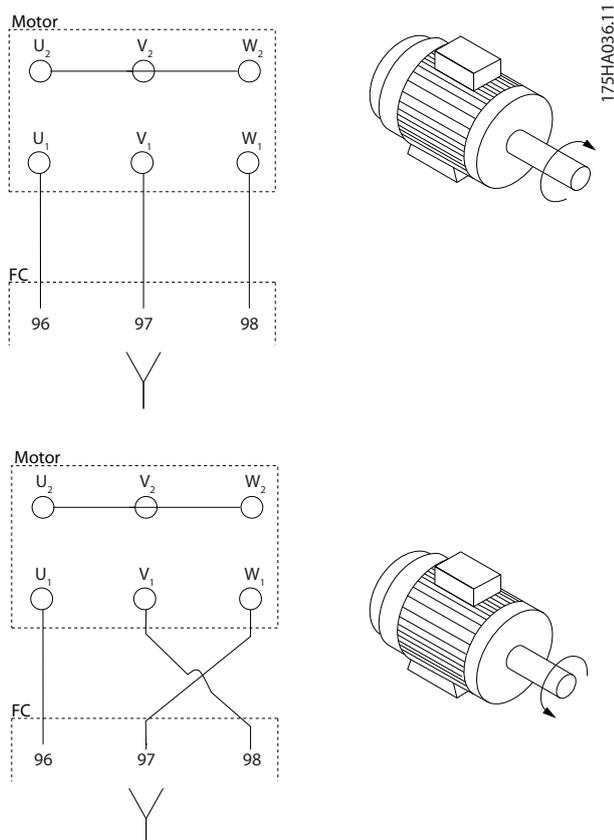


Ilustração 10.9 Alterar a rotação do motor

10.6.1 Proteção térmica do motor

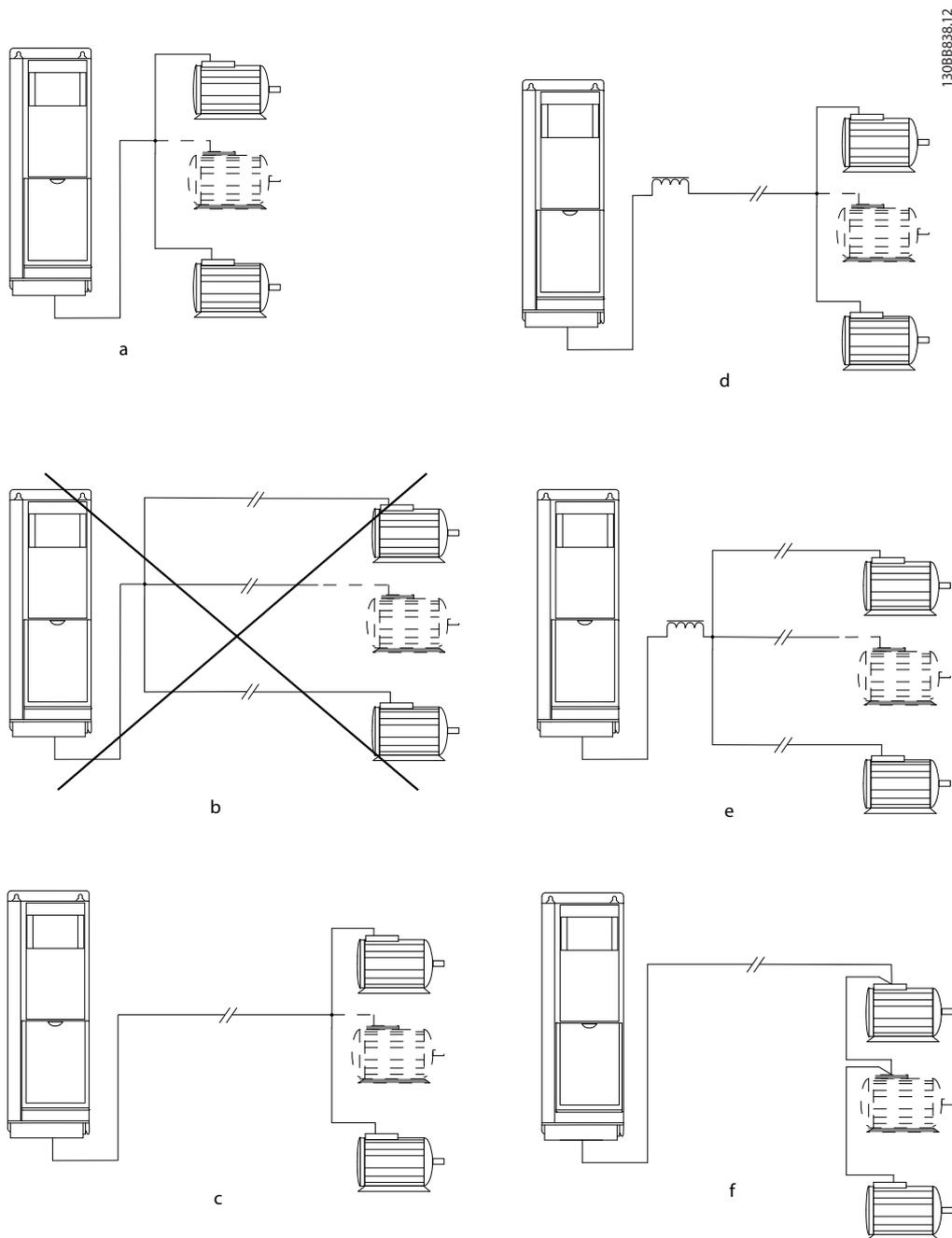
O relé térmico eletrônico no conversor recebeu aprovação UL para proteção de sobrecarga de motor único, quando *parâmetro 1-90 Motor Thermal Protection* estiver programado para *Desarme por ETR* e *parâmetro 1-24 Motor Current* estiver programado para a corrente nominal do motor (veja a plaqueta de identificação 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 diferentes configurações de motores conectados em paralelo, consulte *Ilustração 10.10*.

Ao usar uma conexão do motor em paralelo, observe os seguintes pontos:

- Execute as aplicações com motores em paralelo no modo U/F (volts por hertz).
- O modo VVC⁺ pode ser usado em algumas aplicações.
- O consumo total de corrente dos motores não deve exceder a corrente de saída nominal I_{INV} para o conversor.
- Podem ocorrer problemas na partida e em baixa rotação se os tamanhos do motor forem muito diferentes, pois a resistência ôhmica relativamente alta no estator de um pequeno motor exige uma tensão mais alta na partida e em baixa rotação.
- O relé térmico eletrônico (ETR) do conversor não pode ser usado como proteção contra sobrecarga do motor. Fornece proteção de sobrecarga do motor adicional, incluindo termistores em cada enrolamento do motor ou relés térmicos individuais.
- Quando os motores estão conectados em paralelo, *parâmetro 1-02 Flux Motor Feedback Source* não pode ser usado e *parâmetro 1-01 Motor Control Principle* deve ser programado para [0] U/f.



A	Instalações com cabos conectados em uma junta comum, conforme mostrado em A e B, são recomendáveis somente para comprimentos de cabo curtos.
B	Fique atento ao comprimento de cabo do motor máximo especificado em <i>capítulo 7.6 Especificações de Cabo</i> .
C	O comprimento de cabo do motor total especificado em <i>capítulo 7.6 Especificações de Cabo</i> é válido desde que os cabos paralelos sejam mantidos curtos, com menos de 10 m (32 pés).
D	Considere a queda de tensão nos cabos de motor.
E	Considere a queda de tensão nos cabos de motor.
F	O comprimento de cabo do motor total especificado em <i>capítulo 7.6 Especificações de Cabo</i> é válido desde que os cabos paralelos sejam mantidos curtos, com menos de 10 m (32 pés).

Ilustração 10.10 Diferentes conexões em paralelo de motores

10.6.3 Isolação do Motor

Para comprimentos de cabos do motor inferiores ou iguais ao comprimento de cabo máximo listado em *capítulo 7.6 Especificações de Cabo*, use as características nominais de isolamento do motor mostradas em *Tabela 10.18*. Se um motor tiver menor características nominais de isolamento, a Danfoss recomenda o uso de um filtro de onda senoidal ou dU/dt.

Tensão de rede nominal	Isolamento do motor
$U_N \leq 420$ V	U_{LL} padrão=1.300 V
$420 < U_N \leq 500$ V	U_{LL} reforçado=1.600 V
$500 < U_N \leq 600$ V	U_{LL} reforçado=1.800 V
$600 < U_N \leq 690$ V	U_{LL} reforçado=2.000 V

Tabela 10.18 Características nominais de isolamento do motor

10.6.4 Correntes de mancal do motor

Para eliminar as correntes de mancal de circulação em todos os motores instalados com o conversor, instale rolamentos isolados NDE (extremidade sem conversor). Para minimizar as correntes de rolamento e eixo DE (extremidade do conversor), assegure um aterramento adequado do conversor, do motor, da máquina acionada e do motor para a máquina acionada.

Estratégias de atenuação padrão:

- Utilize um rolamento isolado.
- Siga os procedimentos de instalação adequados.
 - Garanta que o motor e o motor de carga estejam alinhados.
 - Siga as orientações de instalação de EMC.
 - Reforce o PE de modo que a impedância de alta frequência seja menor no PE do que nos cabos de potência de entrada.
 - Forneça uma boa conexão de alta frequência entre o motor e o conversor. Use um cabo blindado que tenha uma conexão de 360° no motor e no conversor.
 - Garanta que a impedância do conversor ao ponto de aterramento do prédio seja menor do que a impedância de aterramento da máquina. Esse procedimento pode ser difícil para bombas.
 - Faça uma conexão do terra direta entre o motor e o motor de carga.
- Abaixar a frequência de chaveamento do IGBT.

- Modifique a forma de onda do inversor, AVM a 60° x SFAVM.
- Instale um sistema de aterramento do eixo ou utilize um acoplamento de isolamento.
- Aplique lubrificação condutora.
- Use configurações de velocidade mínima, se possível.
- Tente garantir que a tensão de rede fique balanceada em relação ao ponto de aterramento. Esse procedimento pode ser difícil para IT, TT, TN-CS ou sistemas com hastes aterradas.
- Use um filtro de onda senoidal ou dU/dt.

10.7 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)

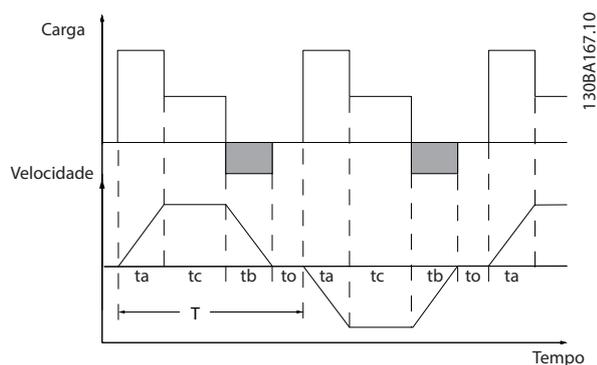


Ilustração 10.11 Ciclo de frenagem típico

	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 [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 [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 [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 [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 [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 [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 [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 [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.

10
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 ¹⁾	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 η_{motor} está tipicamente em 0,90
 η_{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.

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.

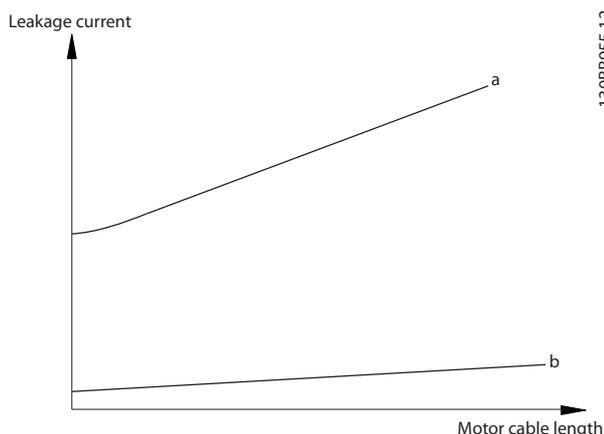
10.9 Corrente de Fuga

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:

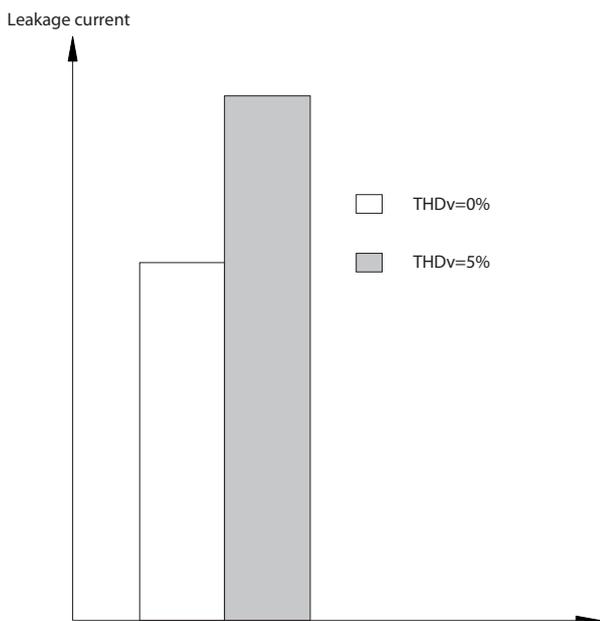
- Filtragem de RFI.
- Comprimento de cabo do motor.
- Blindagem do cabo do motor.
- Potência do conversor.



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 mm² (8 AWG).
- 2 fios de ponto de aterramento separados que estão em conformidade com as regras de dimensionamento.

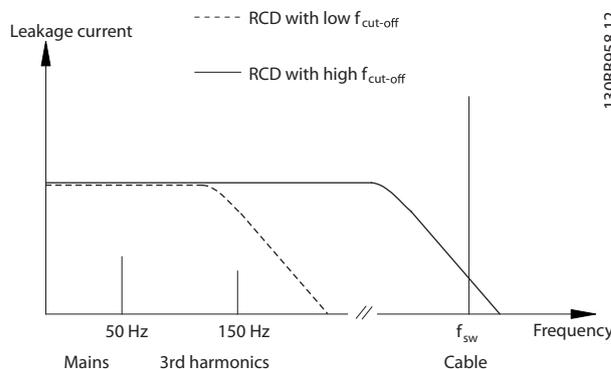
Consulte as normas EN/IEC61800-5-1 e EN 50178 para obter mais informações.

Usando RCDs

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

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

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.

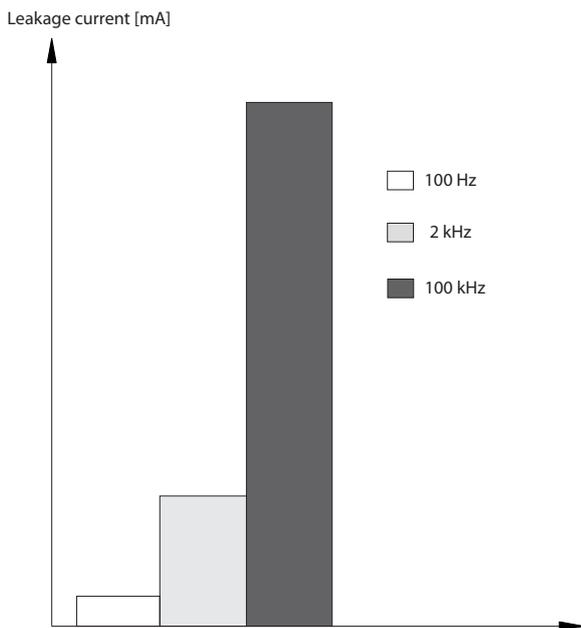


Ilustração 10.15 Influência da frequência de desativação do RCD na corrente de fuga

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 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 (η_{VLT})

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

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

A eficiência 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.

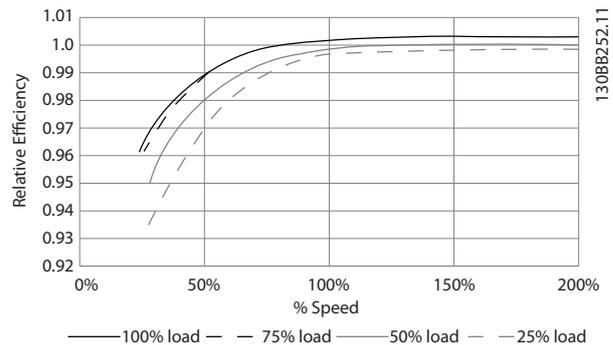


Ilustração 10.16 Curvas de eficiência típicas

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 (η_{MOTOR})

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

Na faixa de 75–100% 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 (η_{SISTEMA})

Para calcular a eficiência do sistema, a eficiência do conversor (η_{VLT}) é multiplicada pela eficiência do motor (η_{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 veementemente 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_{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_{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 [μ s]	Tensão de pico [V]	dU/dt [V/ μ 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 [μ s]	Tensão de pico [V]	dU/dt [V/ μ 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 [μ s]	Tensão de pico [V]	dU/dt [V/ μ 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 [μ s]	Tensão de pico [V]	dU/dt [V/ μ 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
10
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

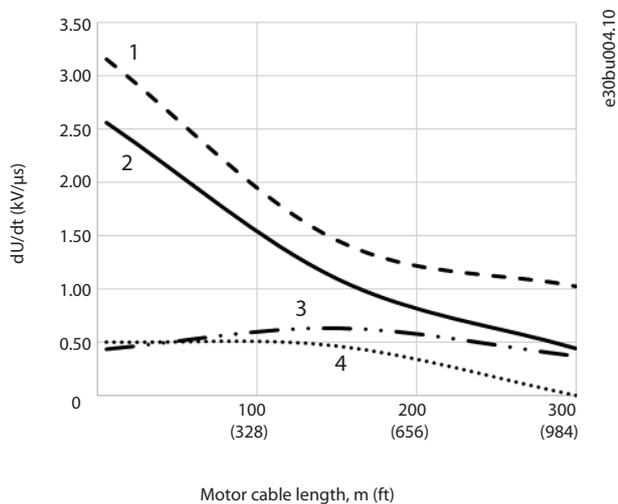
Tabela 10.33 Resultados de testes de dU/dt NEMA para E1h-E4h com cabos blindados e sem filtro de saída, 380-480 V

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

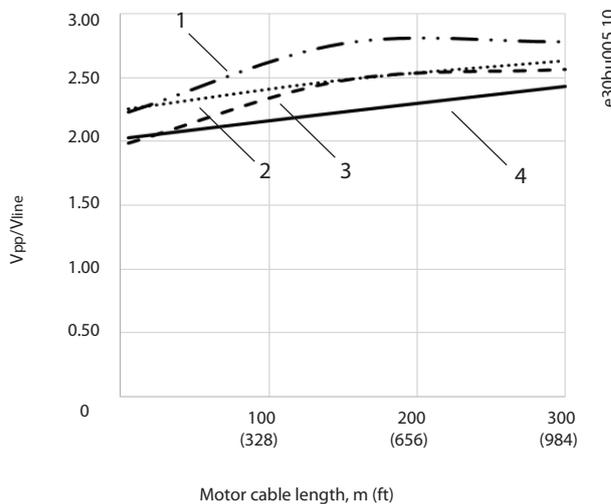
Ilustração 10.17-Ilustração 10.20 mostra a taxa típica da tensão de subida e tensões de pico nos terminais do motor para cabos blindados e não blindados em várias configurações.

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.



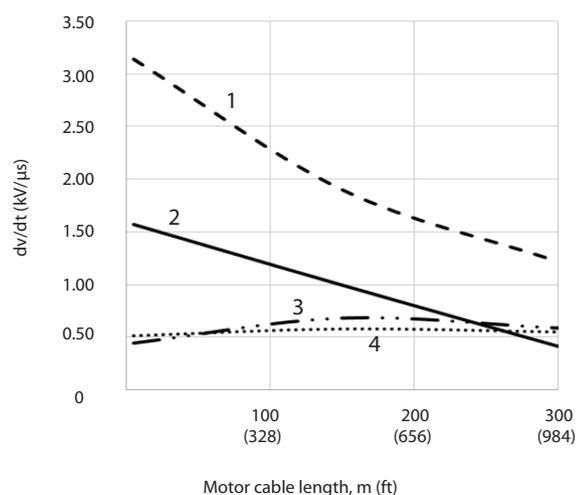
1	Cabo não blindado sem filtro
2	Cabo blindado sem filtro
3	Cabo não blindado com filtro dU/dt
4	Cabo blindado com filtro dU/dt

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



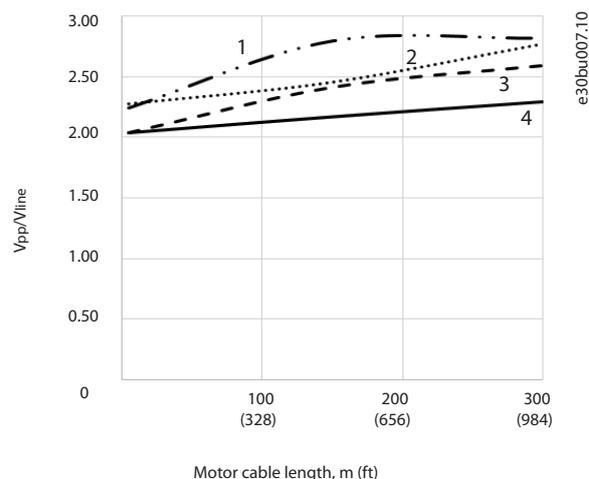
1	Cabo não blindado com filtro dU/dt
2	Cabo blindado com filtro dU/dt
3	Cabo blindado sem filtro
4	Cabo não blindado sem filtro

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



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

10

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

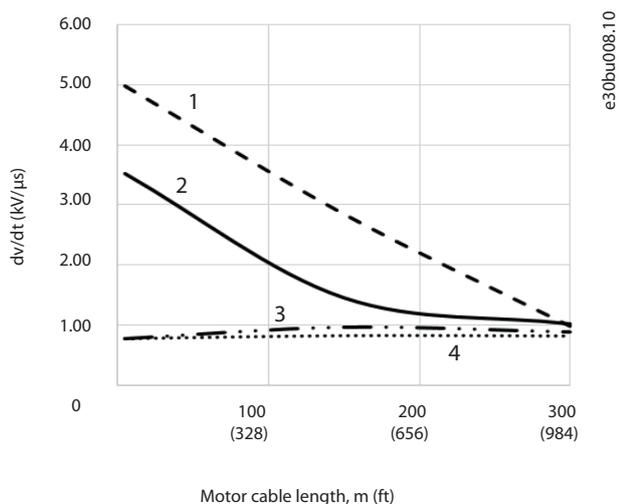
Tabela 10.35 Resultados de testes de dU/dt IEC para E1h–E4h com cabos não blindados e sem filtro de saída, 525–690 V

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

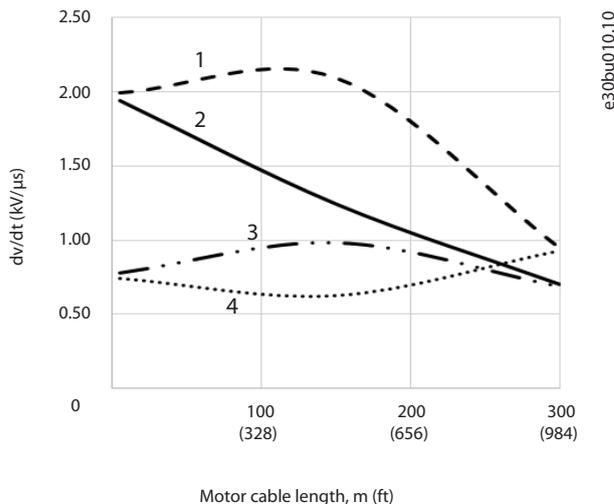
Ilustração 10.21–Ilustração 10.24 mostra a taxa típica da tensão de subida e tensões de pico nos terminais do motor para cabos blindados e não blindados em várias configurações.

 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.



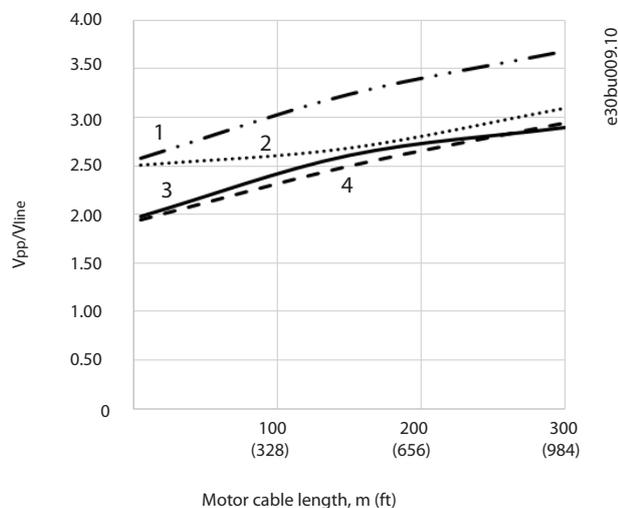
1	Cabo não blindado sem filtro
2	Cabo blindado sem filtro
3	Cabo não blindado com filtro dU/dt
4	Cabo blindado com filtro dU/dt

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



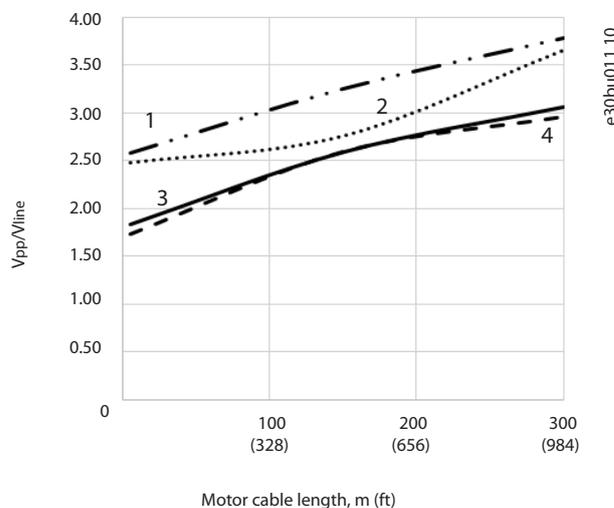
1	Cabo blindado sem filtro
2	Cabo não blindado sem filtro
3	Cabo não blindado com filtro dU/dt
4	Cabo blindado com filtro dU/dt

Ilustração 10.23 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 10.22 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)

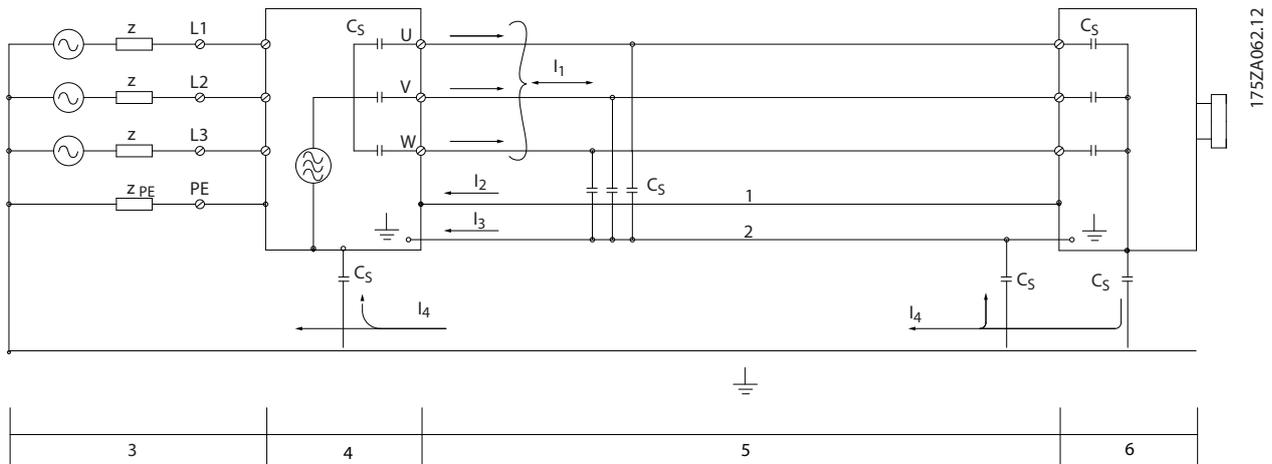
Os dispositivos elétricos geram interferência e são afetados pela interferência de outras fontes geradas. A compatibilidade eletromagnética (EMC) desses efeitos depende da potência e das características harmônicas dos dispositivos.

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.



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	Padrão/requisitos	Emissão conduzida			Emissão irradiada		
		Classe B Residências, comércio e indústrias leves	Grupo 1 Classe A Ambiente industrial	Grupo 2 Classe A Ambiente industrial	Classe B Residências, comércio e indústrias leves	Grupo 1 Classe A Ambiente industrial	Grupo 2 Classe A Ambiente industrial
	EN 55011						
	EN/IEC 61800-3	Categoria C1 Ambiente inicial Residencial e Escritório	Categoria C2 Ambiente inicial Residencial e Escritório	Categoria C3 Segundo ambiente Industrial	Categoria C1 Ambiente inicial Residencial e Escritório	Categoria C2 Ambiente inicial Residencial e Escritório	Categoria C3 Ambiente inicial Residencial e Escritório
H2							
FC 102	110–560 kW 380–480 V	Não	Não	150 m (492 pés)	Não	Não	Sim
	90–800 kW 525–690 V	Não	Não	150 m (492 pés)	Não	Não	Sim
H4							
FC 102	110–560 kW 380–480 V	Não	150 m (492 pés)	150 m (492 pés)	Não	Sim	Sim
	90–800 kW 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"> Tensão de alimentação igual ou superior a 1.000 V. Corrente nominal igual ou superior a 400 A. Destinado para uso em sistemas complexos. 	Sem linha limite. Deve-se fazer um plano de EMC.

Tabela 10.38 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 faísca elétrica: Simulação de interferência provocada pelo chaveamento de um contator, um relé ou dispositivos similares.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Transientes de sobretensão: Simulação de transientes provocados por relâmpagos que atingem instalações próximas.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** Modo comum de RF: Simulação do efeito de equipamento de radiotransmissão, ligado aos cabos de conexão.

10

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

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

¹⁾ Injeção na blindagem do cabo

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

10.14.4 Compatibilidade de EMC

AVISO!

RESPONSABILIDADE DO OPERADOR

De acordo com a norma EN 61800-3 para sistemas de conversor de velocidade variável, o operador é responsável por assegurar a compatibilidade de EMC. Fabricantes podem oferecer soluções para operação em conformidade com a norma. Operadores são responsáveis por aplicar essas soluções e por arcar com os custos associados.

Há 2 opcionais para garantir a compatibilidade eletromagnética.

- Elimine ou minimize a interferência na fonte da interferência emitida.
- Aumente a imunidade à interferência em dispositivos afetados por essa recepção.

Filtros de RFI

O objetivo é obter sistemas que funcionem de forma estável sem interferência de radiofrequência entre os componentes. Para alcançar um alto nível de imunidade, use conversores com filtros de RFI de alta qualidade.

AVISO!

INTERFERÊNCIA DE RÁDIO

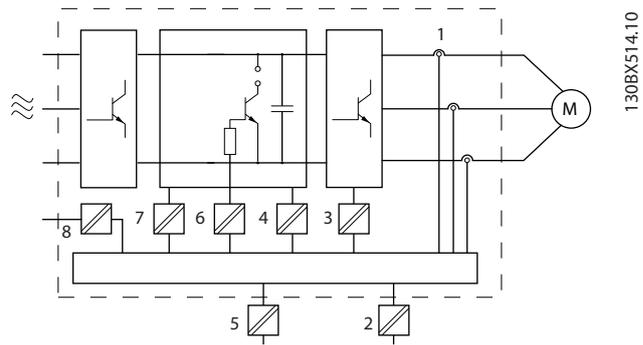
Em um ambiente residencial, este produto pode causar interferência nas frequências de rádio, caso em que medidas de atenuação suplementares podem ser necessárias.

Conformidade de isolamento galvânica e PELV

Todos os conversores E1h-E4h e terminais de relé estão em conformidade com PELV (excluindo a haste Delta aterrada acima de 400 V).

A isolamento galvânica (assegurada) é obtida cumprindo os requisitos para maior isolamento e fornecendo as distâncias de fuga/desvio relevantes. Esses requisitos são descritos na norma EN 61800-5-1.

O isolamento elétrico é fornecido conforme mostrado (consulte *Ilustração 10.26*). Os componentes descritos cumprem os requisitos de isolamento galvânica e PELV.



130BX514.10

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

Ilustração 10.26 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.

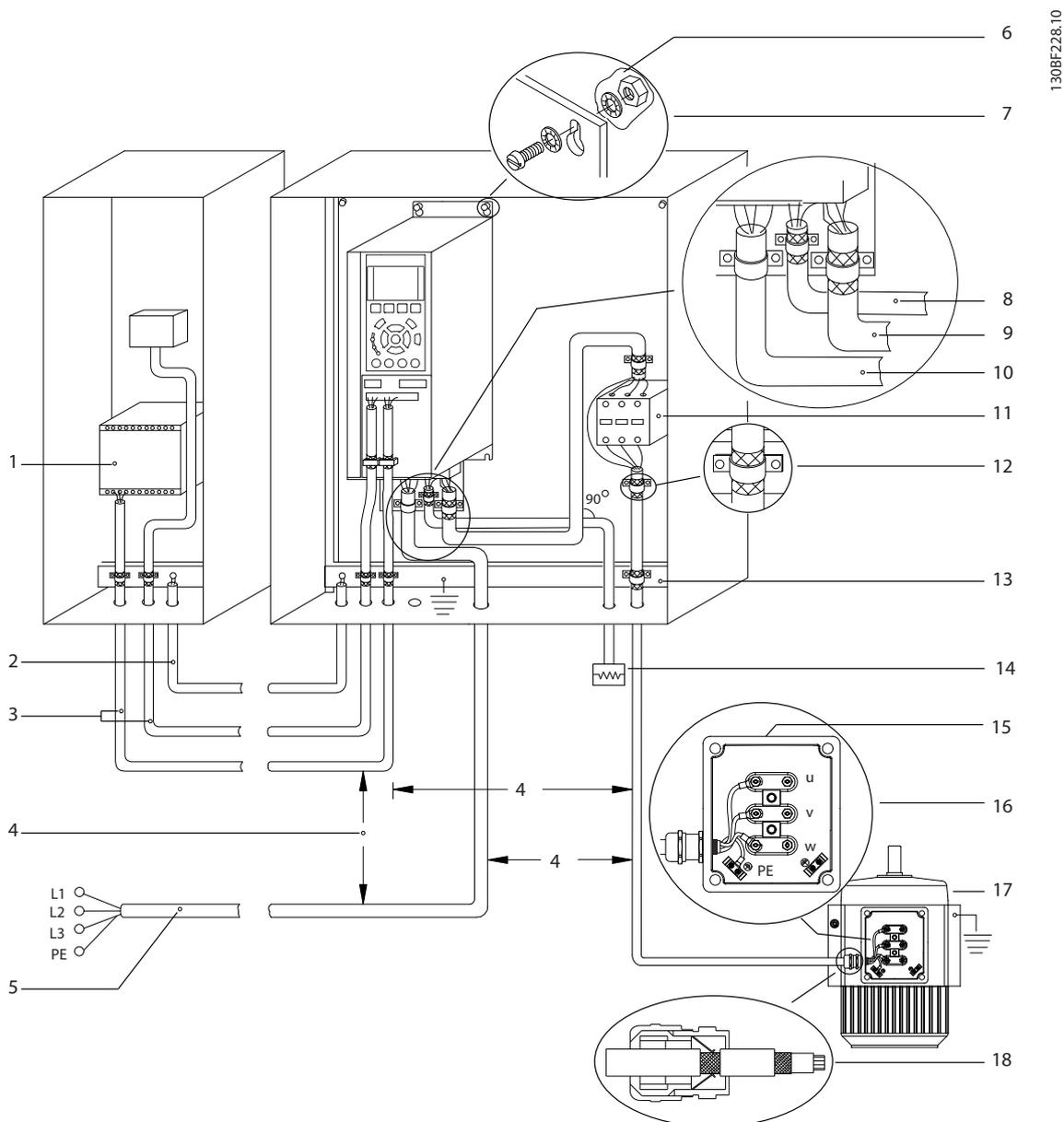
AVISO!**INSTALAÇÃO EM ALTITUDES ELEVADAS**

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

Ilustração 10.27 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.

10

Abreviações	Descrição
f_1	Frequência básica (50 Hz ou 60 Hz)
I_1	Corrente na frequência básica
U_1	Tensão na frequência básica
I_n	Corrente na enésima frequência harmônica
U_n	Tensão na enésima frequência harmônica
n	Ordem de harmônicas

Tabela 10.41 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

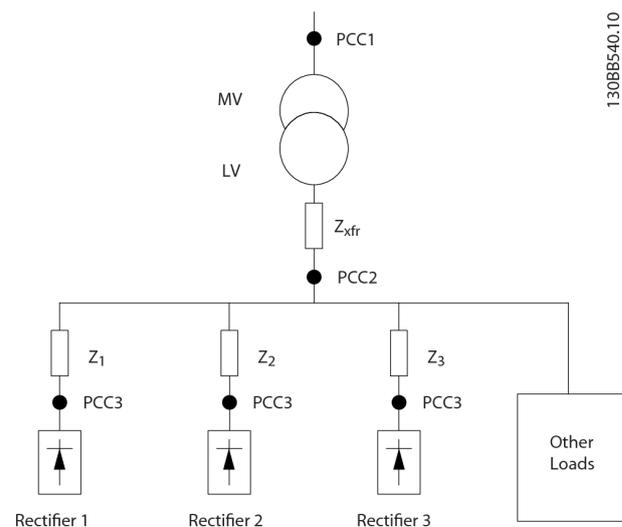
Tabela 10.43 Correntes Harmônicas Comparadas com a Entrada RMS Corrente

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 .



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

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

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

Efeitos negativos das harmônicas

- As correntes harmônicas contribuem para as perdas do sistema (no 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 _h %)	Classe 2 (V _h %)	Classe 3 (V _h %)
5	3	6	8
7	3	5	7
11	3	3,5	5
13	3	3	4,5
17	2	2	4
17 < h ≤ 49	2,27 x (17/h) – 0,27	2,27 x (17/h) – 0,27	4,5 x (17/h) – 0,5

Tabela 10.45 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

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.

11 Princípios básicos de operação de um conversor

Este capítulo fornece uma visão geral dos principais conjuntos e circuitos de um conversor Danfoss. Ela descreve a eletricidade interna e as funções de processamento de sinais. Uma descrição da estrutura de controle interno também é incluída.

11.1 Descrição da Operação

Um conversor é um controlador eletrônico que fornece uma quantidade regulada de potência CA para um motor indutivo trifásico. Ao fornecer frequência variável e tensão ao motor, o conversor varia a velocidade do motor ou mantém uma velocidade constante à medida que a carga no motor muda. Além disso, o conversor pode parar e ligar um motor sem o estresse mecânico associado a uma partida de linha.

Em sua forma básica, o conversor pode ser dividido nas seguintes 4 áreas principais:

Retificador

O retificador consiste em SCRs ou diodos que convertem a tensão CA trifásica para tensão CC pulsante.

Barramento CC (bus CC)

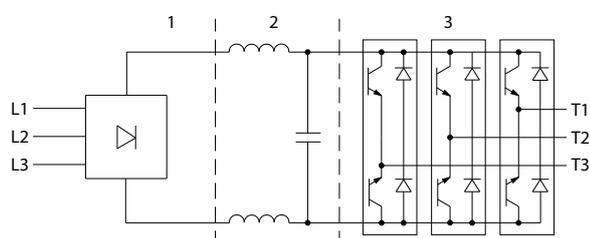
O barramento CC consiste em indutores e bancos de capacitores que estabilizam a tensão CC pulsante.

Inversor

O inversor usa IGBTs para converter a tensão CC em tensão variável e frequência variável CA.

Controle

A área de controle consiste em software que opera o hardware para produzir a tensão variável que controla e regula o motor CA.



1	Retificador (SCR/diodos)
2	Barramento CC (bus CC)
3	Inversor (IGBTs)

Ilustração 11.1 Processamento interno

11.2 Controles do conversor

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

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

11.2.1 Entradas/referências do usuário

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

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

Referência ativa

O termo referência ativa está relacionado à fonte de entrada ativa. A referência ativa é configurada em *parâmetro 3-13 Reference Site*. Consulte *Ilustração 11.2 e Tabela 11.1*.

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

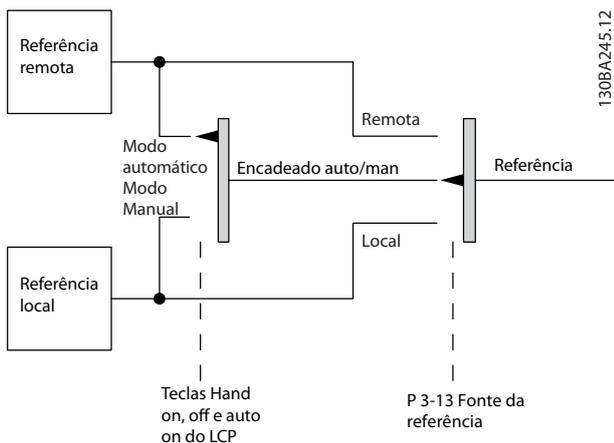


Ilustração 11.2 Seleção da referência ativa

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.

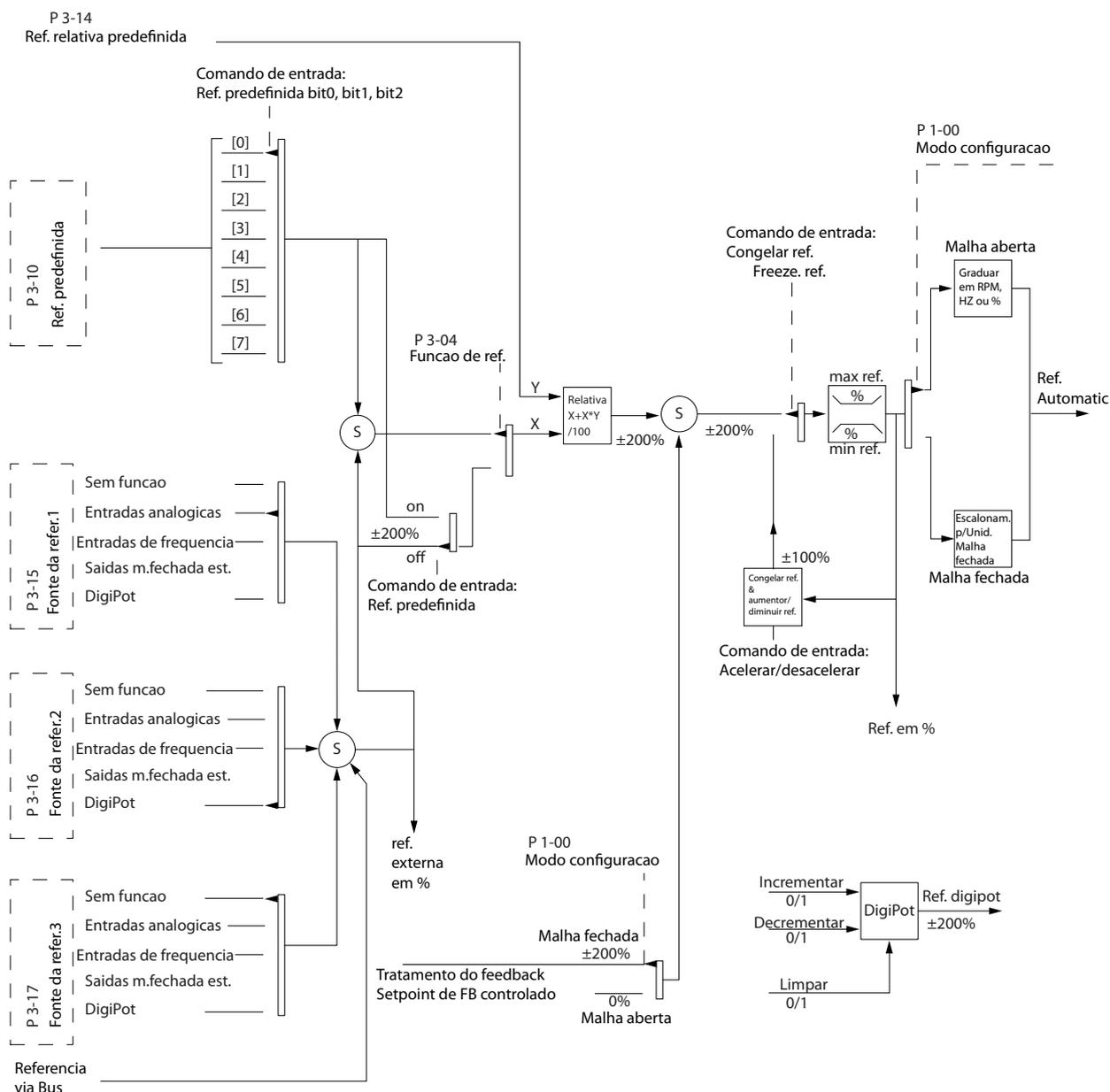


Ilustração 11.3 Tratamento remoto da referência

11

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).

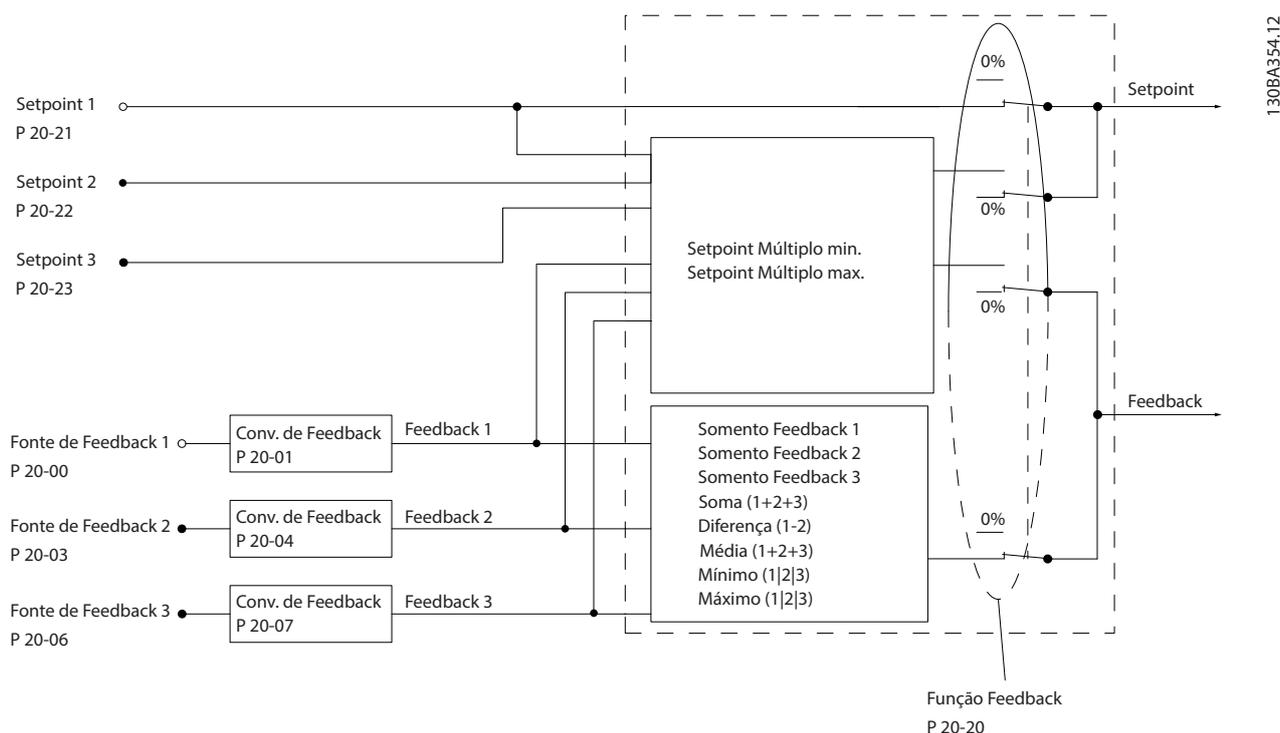
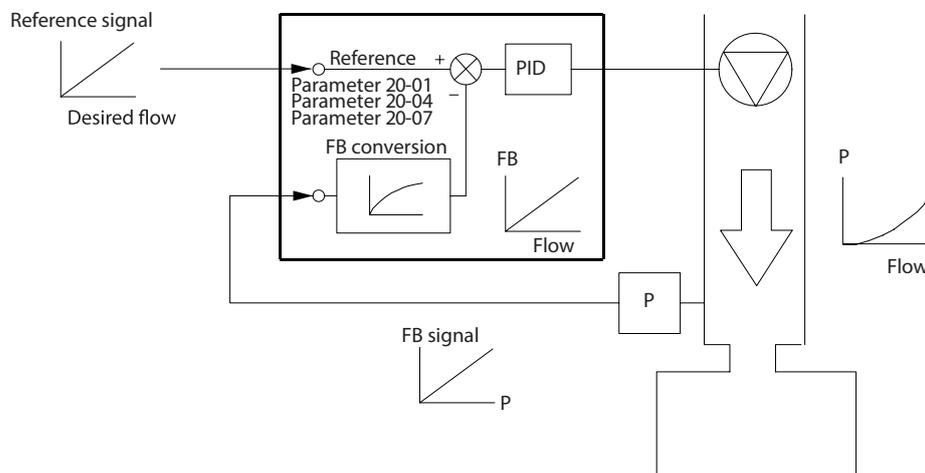


Ilustração 11.4 Diagrama de Blocos de Processamento de Sinal de Feedback

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*.

11

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.

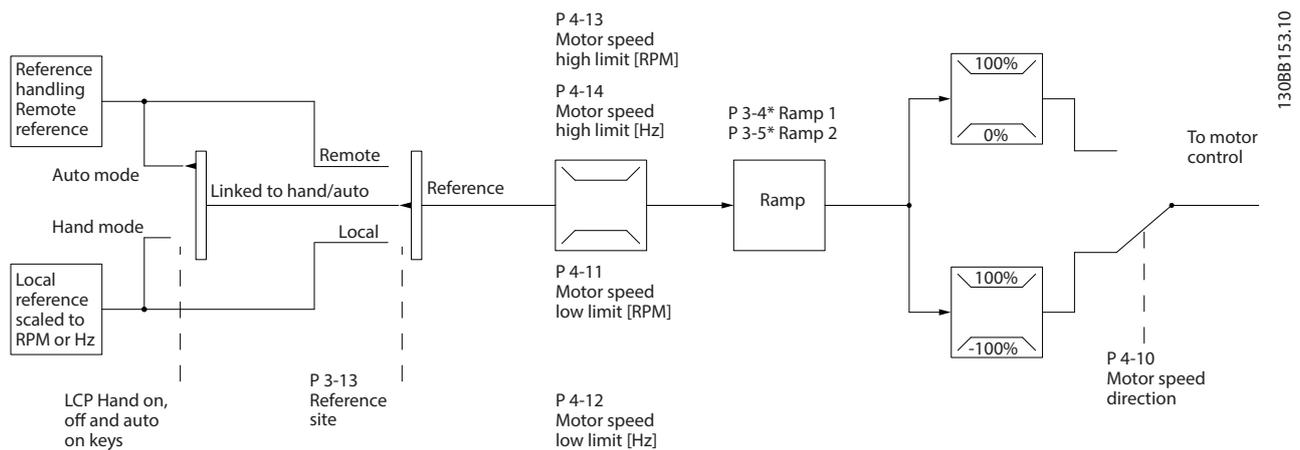


Ilustração 11.6 Diagrama de bloco de uma estrutura de controle de malha aberta

11.2.6 Estrutura de controle em malha fechada

No modo de malha fechada, o conversor usa uma ou mais referências (local ou remota) e sensores de feedback para controlar o motor. O conversor recebe um sinal de feedback de um sensor do sistema. Em seguida, compara esse feedback com um valor de referência do setpoint e determina se há alguma discrepância entre esses 2 sinais. O conversor ajusta a velocidade do motor para corrigir a discrepância.

Por exemplo, considere uma aplicação de bomba na qual a velocidade da bomba é controlada de modo que a pressão estática em um tubo seja constante (consulte *Ilustração 11.7*). O conversor recebe um sinal de feedback de um sensor do sistema. Ele compara esse feedback com um valor de referência de setpoint e determina a discrepância, se houver, entre estes 2 sinais. Em seguida, ajusta a velocidade do motor para compensar essa discrepância.

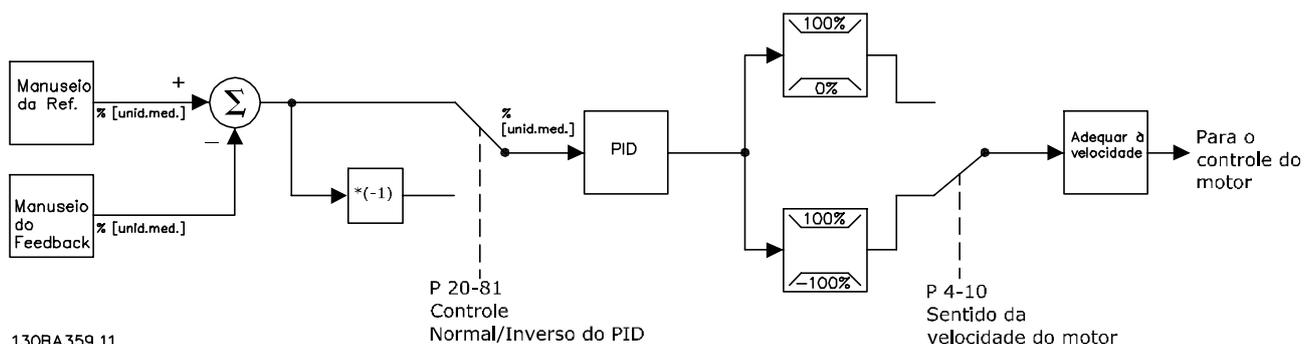
O setpoint de pressão estática é o sinal de referência para o conversor. Um sensor de pressão estática mede a pressão estática real no tubo e fornece essa informação ao conversor como um sinal de feedback. Se o sinal de feedback exceder a referência do setpoint, o conversor desacelera para reduzir a pressão. Da mesma forma, se a pressão do tubo for menor do que a referência do setpoint, o conversor acelera para aumentar a pressão da bomba.

Existem 3 tipos de controle em malha fechada:

- Controle da velocidade. Este tipo de controle exige uma velocidade de feedback do PID para uma entrada. Um controle em malha fechada de velocidade otimizado corretamente tem maior precisão do que um controle em malha aberta de velocidade. O controle de velocidade é utilizado apenas em AutomationDrive VLT® FC 302.
- Controle de torque. Usado no modo de fluxo com feedback do encoder, este controle oferece desempenho superior em todos os 4 quadrantes e em todas as velocidades do motor. O controle de torque é utilizado apenas em AutomationDrive VLT® FC 302.

A função de controle de torque é usada em aplicações em que o torque no eixo de saída do motor está controlando a aplicação como controle de tensão. A configuração de torque é feita definindo uma referência analógica, digital ou controlada por barramento. Ao executar o controle de torque, é recomendável fazer um procedimento AMA completo, pois os dados corretos do motor são essenciais para um desempenho ideal.

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



130BA359.11

Ilustração 11.7 Diagrama de blocos do controlador em malha fechada

Recursos programáveis

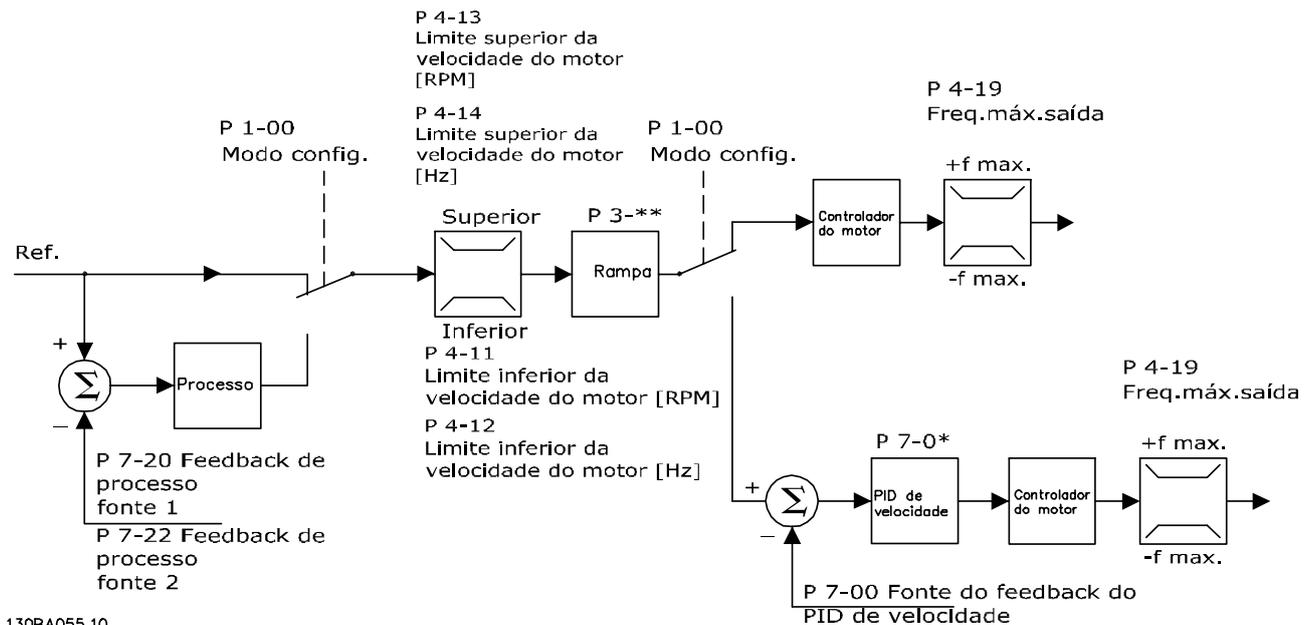
Embora os valores padrão para a unidade em malha fechada geralmente ofereçam desempenho satisfatório, o controle de sistema pode ser otimizado ao ajustar os parâmetros PID. A *Sintonização automática* é fornecida para essa otimização.

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

11.2.7 Processamento de controle

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

11.2.7.1 Estrutura de Controle no VVC⁺



130BA055.10

Ilustração 11.8 Estrutura de controle nas configurações de malha aberta e malha fechada do VVC⁺

11

Na *Ilustração 11.8*, a referência resultante do sistema de tratamento da referência é recebida e alimentada pelo limite da rampa e pelo limite de velocidade antes de ser enviada para o controle do motor. A saída do controle do motor fica então restrita pelo limite de frequência máxima.

Parâmetro 1-01 Motor Control Principle é programado para [1] VVC⁺ e *parâmetro 1-00 Configuration Mode* é programado para [0] 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

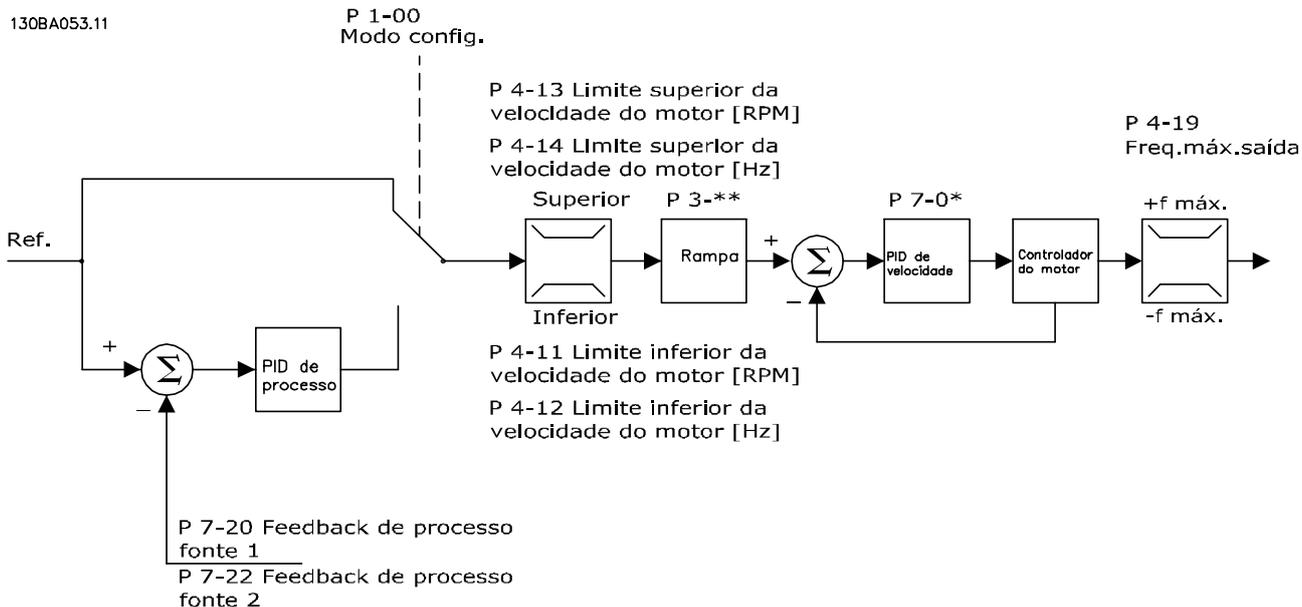


Ilustração 11.9 Estrutura de controle em configurações de malha aberta e fechada para fluxo sem sensores

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

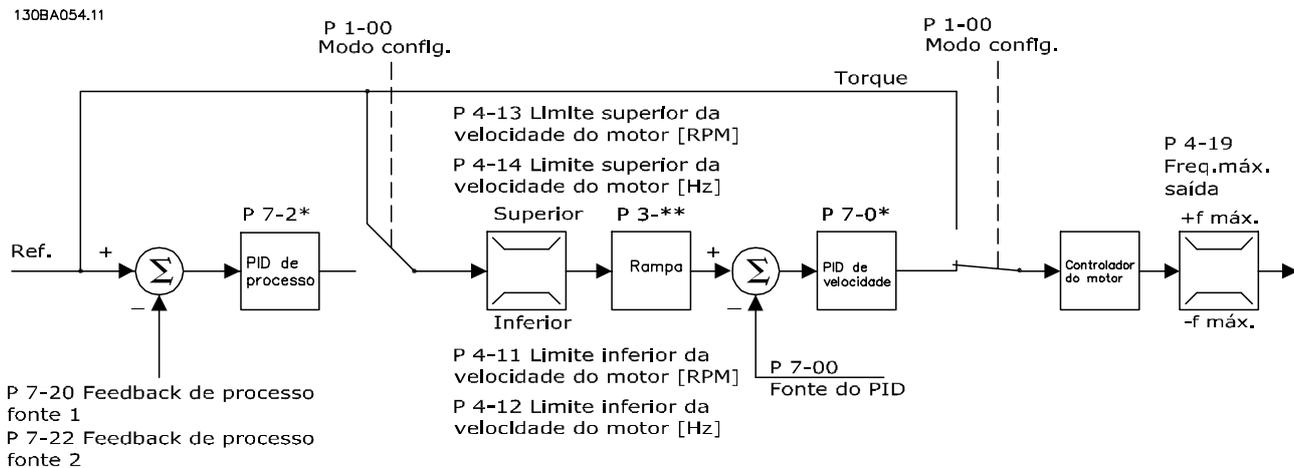


Ilustração 11.10 Estrutura de controle em fluxo com configuração de feedback de motor

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

11.2.7.4 Controle de corrente interna no modo VVC⁺

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	Notas/comentários: 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	Notas/comentários: 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	
A IN	54	Terminal 53 High	
COM	55	Terminal 53 High	
A OUT	42	Terminal 53 Low	
COM	39	Terminal 53 Low	
		Ref./Feedb. Value	0 RPM
		Ref./Feedb. Value	1.500 RPM
		*=Valor padrão	
		Notas/comentários:	

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

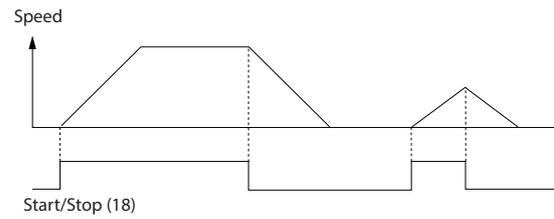
		Parâmetros	
		Função	Configuração
	Parâmetro 6-12 Terminal 53 Low Current	4 mA*	
	Parâmetro 6-13 Terminal 53 High Current	20 mA*	
	Parâmetro 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 RPM	
	Parâmetro 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1.500 RPM	
	* = Valor padrão		
Notas/comentários:			

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

12.3 Configurações de fiação para partida/parada

		Parâmetros	
		Função	Configuração
	Parâmetro 5-10 Terminal 18 Digital Input	[8] Partida*	
	Parâmetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	[0] Sem operação	
	Parâmetro 5-19 Terminal 37 Safe Stop	[1] Alarme de Safe Torque Off	
	* = Valor padrão		
	Notas/comentários: Se parâmetro 5-12 Terminal 27 Digital Input estiver programado para [0] Sem operação, não é necessário um fio do jumper para o terminal 27.		

Tabela 12.5 Configuração de fiação para comando de partida/parada com Safe Torque Off

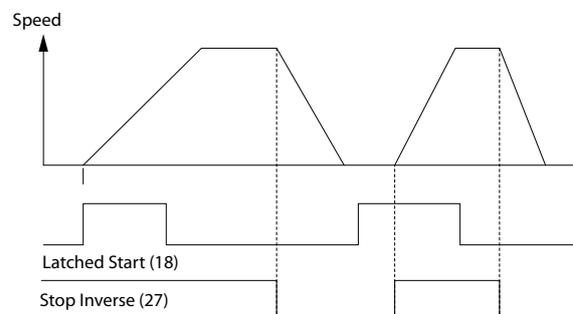


130BB805.12

Ilustração 12.1 Partida/parada com Safe Torque Off

		Parâmetros	
		Função	Configuração
	Parâmetro 5-10 Terminal 18 Digital Input	[9] Partida por pulso	
	Parâmetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	[6] Parada por inércia inversa	
	* = Valor padrão		
	Notas/comentários: Se parâmetro 5-12 Terminal 27 Digital Input estiver programado para [0] Sem operação, não é necessário um fio do jumper para o terminal 27.		

Tabela 12.6 Configuração da fiação para partida/parada por pulso



130BB806.10

Ilustração 12.2 Partida por pulso/Parada por inércia inversa

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

FC		Parâmetros	
		Função	Configuração
	Parâmetro 6-10 Terminal 53 Low Voltage	0,07 V*	
	Parâmetro 6-11 Terminal 53 High Voltage	10 V*	
	Parâmetro 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 RPM	
	Parâmetro 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1.500 RPM	
	* = Valor padrão		
Notas/comentários:			

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

12.6 Configuração de fiação para aceleração/desaceleração

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

Tabela 12.10 Configuração de fiação para aceleração/desaceleração

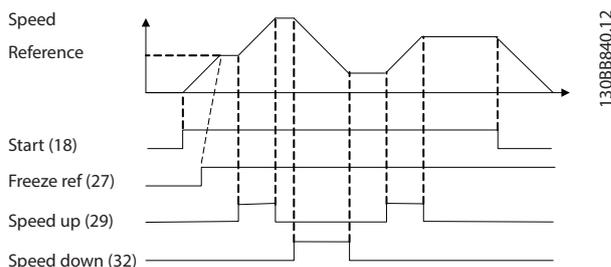


Ilustração 12.3 Aceleração/desaceleração

12.7 Configuração de fiação para conexão de rede RS485

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

Tabela 12.11 Configuração de fiação para conexão de rede RS485

12.8 Configuração de fiação para um termistor do motor

AVISO!

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

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

12

Tabela 12.12 Configuração de fiação para um termistor do motor

12.9 Configuração de fiação para um controlador em cascata

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

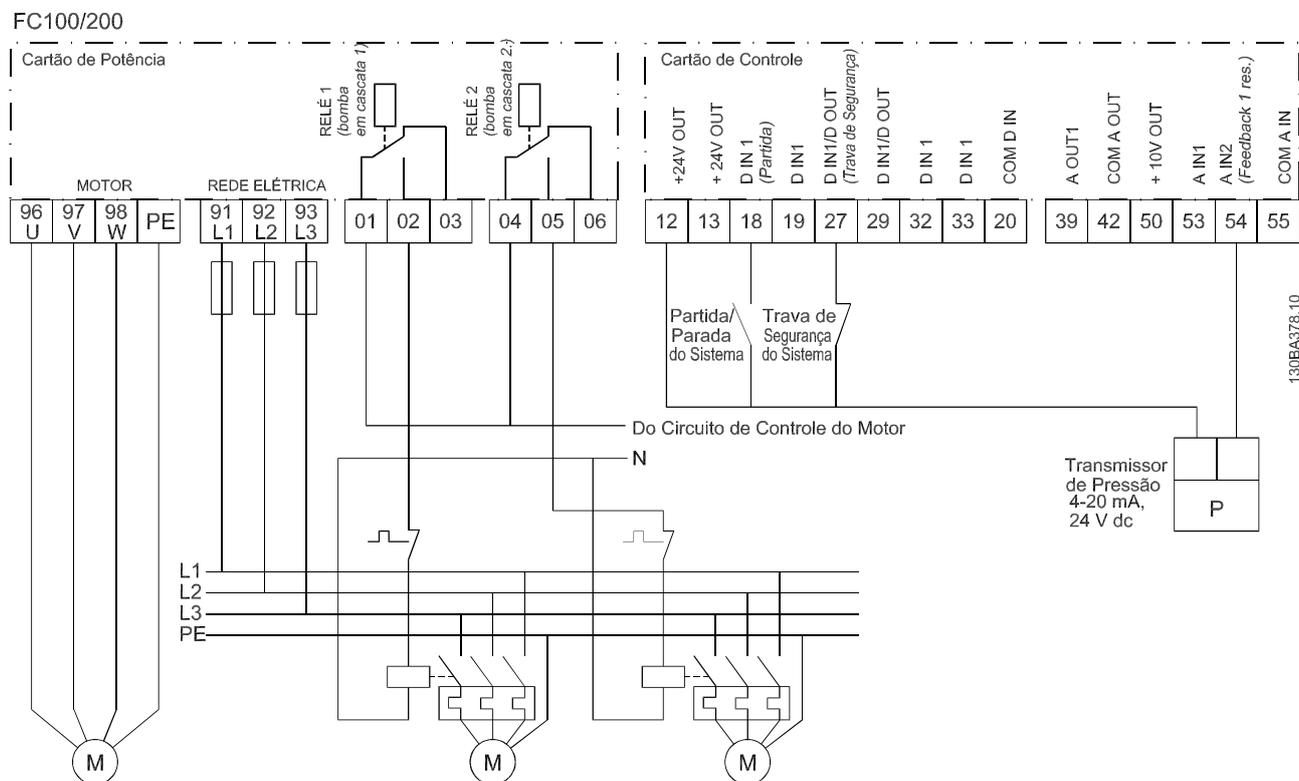


Ilustração 12.4 Diagrama da fiação do controlador em cascata

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

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

Notas/comentários:
 Se o limite no monitor de feedback for excedido, a advertência 90, Mon. Feedback é emitida. O SLC monitora a advertência 90, Mon. Feedback e se a advertência se tornar verdadeira, o relé 1 é acionado.
 Equipamento externo pode exigir serviço. Se o erro de feedback cair abaixo do limite novamente em 5 s, o conversor continua e a advertência desaparece. Reinicialize o relé 1 pressionando [Reset] no LCP.

Tabela 12.13 Configuração de fiação para um setup de relé com Smart Logic Control

12.11 Configuração de fiação para uma bomba de velocidade variável fixa

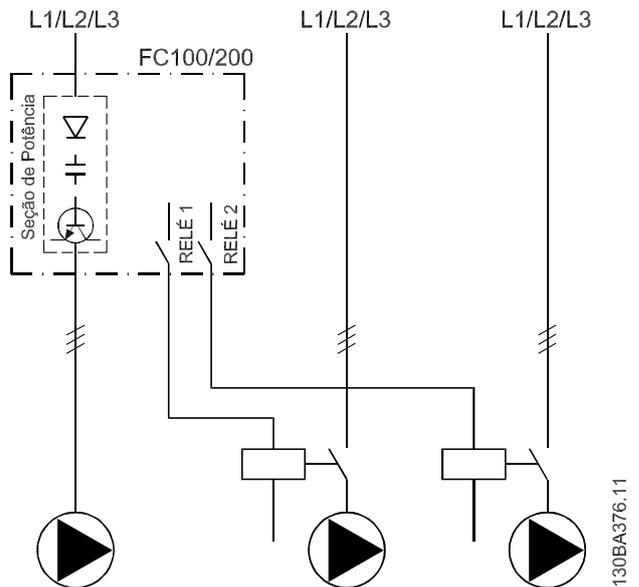


Ilustração 12.5 Diagrama da fiação da bomba de velocidade fixa/variável

12.12 Configuração de fiação para alternância da bomba de comando

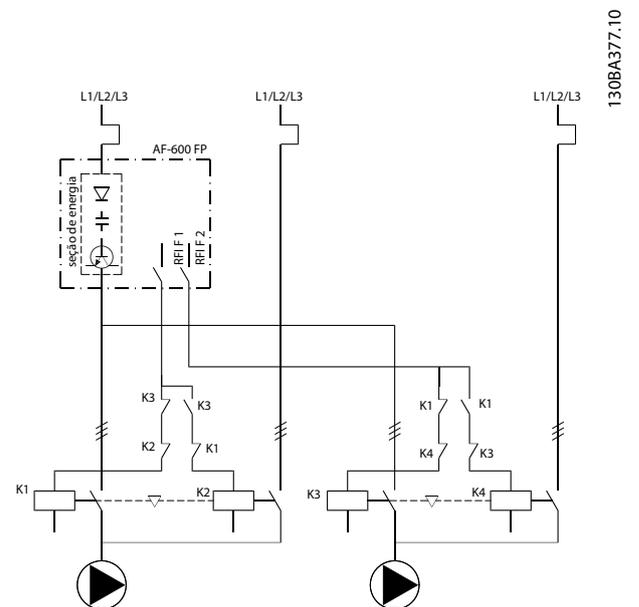


Ilustração 12.6 Diagrama de Fiação para Alternação da Bomba de Comando

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

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

13 Como comprar um conversor

13.1 Configurador do 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"/>
Release de 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 de tipo para solicitação de pedido de um conversor

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

Um exemplo de um string do código do tipo é:

FC-102N355T5E20H4BGCXXXSXXXXA0BXCXXXX0

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 são 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.

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

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

Descrição	Posição	Escolha possível
Grupo de produto	1-6	FC-102
Modelo	7-10	N55: 55 kW (75 hp) N75: 75 kW (100 hp) N90: 90 kW (125 hp) N110: 110 kW (150 hp) N132: 132 kW (200 hp) N160: 160 kW (250 hp) N200: 200 kW (300 hp) N250: 250 kW (350 hp) N315: 315 kW (400–450 hp)
Tensão de rede	11-12	T4: 380–480 V CA T7: 525–690 V CA
Gabinete	13-15	E20: IP20 (chassi - para instalação em um gabinete externo) E2S: IP20/chassi - Estrutura D3h E21: IP21 (NEMA 1) E2D: IP21/Tipo-1 Chassi D1h E54: IP54 (NEMA 12) E5D: IP54/Tipo-12 Chassi D1h E2M: IP21 (NEMA 1) com blindagem de rede elétrica E5M: IP54 (NEMA 12) com blindagem de rede elétrica C20: IP20 (chassi) + canal traseiro de aço inoxidável C2S: IP20/chassi com canal traseiro de aço inoxidável - Estrutura D3h H21: IP21 (NEMA 1) + aquecedor H54: IP54 (NEMA 12) + aquecedor
Filtro de RFI	16-17	H2: Filtro de RFI, classe A2 (padrão) H4: Filtro de RFI classe A1 ¹⁾
Freio	18	X: Sem IGBT do freio B: IGBT do freio montado R: Terminais de regeneração S: Freio + regeneração (somente IP20)
Display	19	G: Painel de controle local (LCP) gráfico N: Painel de controle local (LCP) numérico X: Sem Painel de Controle Local
Revestimento do PCB	20	C: Revestido de PCB R: PCB revestido + reforçado
Opcional de rede elétrica	21	X: Sem opcional de rede elétrica 3: Desconexão da rede elétrica e fusível 4: Contador de rede elétrica + fusíveis 7: Fusível A: Fusível e Load Sharing (somente IP20) D: Terminais de divisão da carga (somente IP20) E: Desconexão de rede elétrica + contador + fusíveis J: Disjuntor + fusíveis
Adaptação	22	X: Entradas de cabo padrão
Adaptação	23	X: Sem adaptação Q: Painel de acesso ao dissipador de calor
Release de software	24-27	Software real
Idioma do software	28	X: Pacote de idioma standard

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

¹⁾ Disponível para todos os chassi 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-102
Modelo	7–10	N355: 355 kW (500 hp) N400: 400 kW (550–600 hp) N450: 450 kW (450–600 hp) N500: 500 kW (500–650 hp) N560: 560 kW (600–750hp) N630: 630 kW (650 hp) N710: 710 kW (750 hp) N800: 800 kW (950 hp)
Tensão de rede	11–12	T4: 380–480 V CA T7: 525–690 V CA
Gabinete	13–15	E00: IP00/Chassi (somente gabinetes E3h/E4h com regen/divisão da carga superior) E20: IP 20/Chassi E21: IP21/Tipo 1 E54: IP54/Tipo 12 E2M: IP21/Tipo 1 + blindagem de rede elétrica E5M: IP54/Tipo 12 + blindagem de rede elétrica H21: IP21/tipo 1 + aquecedor elétrico H54: IP54/tipo 12 + aquecedor elétrico C20: IP20/Tipo 1 + canal traseiro de aço inoxidável C21: IP21/Tipo 1 + canal traseiro de aço inoxidável C54: IP54/Tipo 12 + canal traseiro de aço inoxidável C2M: IP21/Tipo 1 + blindagem de rede elétrica + canal traseiro de aço inoxidável C5M: IP54/Tipo 12 + blindagem de rede elétrica + canal traseiro de aço inoxidável C2H: IP21/tipo 1 + aquecedor elétrico + canal traseiro de aço inoxidável C5H: IP54/tipo 12 + aquecedor elétrico + canal traseiro de aço inoxidável
Filtro de RFI	16–17	H2: Filtro de RFI, classe A2 (C3) H4: Filtro de RFI, classe A1 (C2)
Freio	18	X: Sem circuito de frenagem B: Montado no circuito de frenagem T: Safe Torque Off (STO) (Torque de Segurança Desligado) U: Circuito de frenagem + safe torque off R: Terminais Regen S: Circuito de frenagem + terminais regen (somente gabinetes E3h/E4h)
Display	19	X: Sem LCP G: LCP gráfico (LCP-102) J: Sem LCP + USB pela porta L: LCP gráfico + USB pela porta
Revestimento de PCB	20	C: Revestido de PCB R: PCB 3C3 revestido + reforçado
Opcional de rede elétrica	21	X: Sem opcional de rede elétrica 3: Desconexão de rede elétrica + fusíveis 7: Fusíveis A: Fusíveis + terminais de divisão da carga (somente gabinetes E3h/E4h) D: Terminais de divisão da carga (somente gabinetes E3h/E4h)
Hardware, adaptação A	22	X: Sem opcionais
Hardware, adaptação B	23	X: Sem opcionais Q: Acesso ao dissipador de calor
Release de software	24–28	SXXX: Último lançamento, software padrão S067: Software de controle de movimento integrado
Idioma do software	28	X: Pacote de idioma standard

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

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

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

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

13.2 Números da solicitação de pedido para opcionais 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® LonWorks MCA 108	130R1106	130R1206
VLT® BACNET MCA 109	130R1144	130R1244
VLT® PROFINET MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® EtherNet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
VLT® BACnet/IP MCA 125	–	134B1586

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

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

Tabela 13.8 Números da solicitação de pedido para opcionais C

13.2.4 Números de solicitação de pedido para opcional D: 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
Hardware diversos		
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. (conectores: 1 pç de 10 pinos 1 pç de 6 pinos e 1 pç de 3 pinos)	130B1116	
Kits de resfriamento do canal traseiro		Padrão	Aço inoxidável
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	–
LCP			
LCP 101	Painel de controle local numérico (NLCP).	130B1124	
LCP 102	Painel de controle local gráfico (GLCP).	130B1107	
Cabo do LCP	Cabo separado do LCP, 3 m (9 pés).	175Z0929	
Kit do LCP, IP21	Kit 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
Opcionais externos		
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	
Hardwares diversos			
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. (conectores: 1 pç de 10 pinos 1 pç de 6 pinos e 1 pç de 3 pinos)	130B1116	
Kits de resfriamento do canal traseiro		Padrão	Aço inoxidável
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	–
LCP			
LCP 101	Painel de controle local numérico (NLCP).	130B1124	
LCP 102	Painel de controle local gráfico (GLCP).	130B1107	
Cabo do LCP	Cabo separado do LCP, 3 m (9 pés).	175Z0929	
Kit do LCP, IP21	Kit 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	
Opcionais externos			
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) para obter as peças sobressalentes que estão disponíveis para a sua aplicação.

14 Apêndice

14.1 Abreviações e símbolos

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

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

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

Tabela 14.1 Abreviações e símbolos

14.2 Definições

Resistor de frenagem

O resistor de 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

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

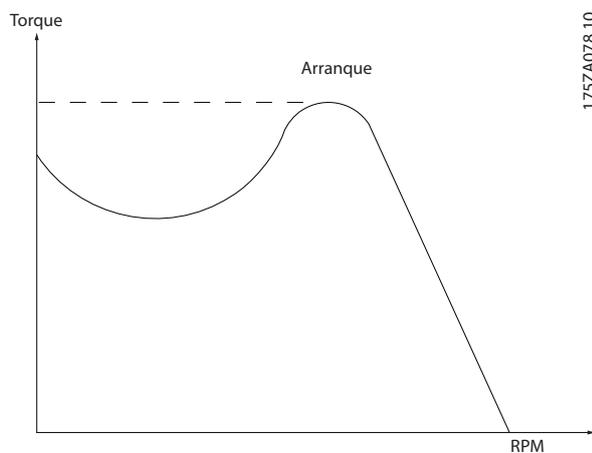


Ilustração 14.1 Gráfico de torque de segurança

14

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_{RMS} 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.....	218
Adaptação automática do motor (AMA)	
Configuração de fiação.....	200
Visão Geral.....	20
Advertência de alta tensão.....	5
Advertências.....	5, 157
Alimentação de 24 V CC.....	163
Altitude.....	154
Ambiente.....	56, 150
Ambiente comercial.....	181
Ambiente residencial.....	181
Amortecedores.....	30
Amortecimento de ressonância.....	19
Análise da série Fourier.....	186
Análogica	
Configuração de fiação para referência de velocidade... ..	200
Descrição dos terminais de entrada/saída e configurações padrão.....	163
Especificações da entrada.....	57
Especificações da saída.....	58
Aprovação CSA/cUL.....	8
Aquecedor	
Esquemática de fiação.....	158
Uso.....	150
Armazenagem.....	150
Armazenamento do capacitor.....	150
Aterramento.....	20, 161, 172
Atmosfera explosiva.....	151
Auto on (Automático ligado).....	190

B

Backup cinético.....	22
Baixa tensão	
Diretiva.....	7
Barramento CC	
Descrição da operação.....	190
Terminais.....	160
Blindagem	
Cabos.....	159, 161
Extremidades torcidas.....	183
Rede elétrica.....	6
Terminação de RFI.....	139
Bomba	
Condensador.....	34
Escalonamento.....	39
Primária.....	35
Bombas para condensador.....	34
Bombas primárias.....	35

Bombas secundárias.....	37
Braçadeira de cabo.....	161
Bypass de frequência.....	23

C

Cabos	
Abertura.....	61, 67, 83, 92, 103, 113, 124
Blindagem.....	159, 184
de motor.....	166
Conexões de energia.....	159
Controle.....	161
Equalização.....	161
Especificações.....	48, 52, 57
Freio.....	160
Número e tamanho máximos por fase.....	48, 50, 51
Roteamento.....	161
Tipos e características nominais dos cabos.....	157
Cabos de controle.....	161
Cálculos	
Ciclo útil do resistor.....	168
Referência escalonada.....	191
Relação de curto-circuito.....	187
Resistência do freio.....	170
Software de harmônicas.....	189
THDi.....	186
Torque de frenagem.....	170
Características nominais de proteção NEMA.....	9
Cartão de controle	
Desarme ambiente.....	50
Especificações.....	59
Especificações RS485.....	58
Ponto de desarme por superaquecimento.....	48
Cartão de relé estendido.....	46
Cartão do Termistor do PTC.....	46
Certificação marítima.....	8
Certificado TÜV.....	8
Certificado UKrSEPRO.....	8
Chapa para entrada de cabos.....	124
Ciclo útil	
Cálculo.....	168
Definição.....	218
Código de tipo.....	208
Compensação de escorregamento.....	218
Compensação do cos ϕ	27
Computador pessoal.....	160
Comunicação Serial.....	162
Condensação.....	150
Condições ambientais	
Especificações.....	56
Condições ambiente	
Visão geral.....	150
Conexão do PC.....	160
Configuração de fiação de partida/parada.....	201, 202

Configuração de fiação para reset de alarme externo.....	202	Diagrama da fiação	
Configurações de montagem.....	152	Bomba de velocidade fixa/variável.....	206
Conformidade		Controlador em cascata.....	205
Com ADN.....	6	Diagrama de fiação	
Diretivas.....	7	Alternação da bomba de comando.....	206
Controlador em cascata		Digital	
Diagrama da fiação.....	205	Descrição dos terminais de entrada/saída e configurações padrão.....	163
Controle		Especificações da entrada.....	57
Características.....	59	Especificações da saída.....	58
Descrição da operação.....	190	Dimensões	
Estruturas.....	194	Exterior do D1h.....	61
Tipos de.....	196	Exterior do D2h.....	67
Controle de processo.....	196	Exterior do D3h.....	73
Convenções.....	4	Exterior do D4h.....	78
Conversor		Exterior do D7h.....	103
Configurador.....	208	Exterior do D8h.....	113
Dimensões da série do produto.....	13	Exterior do E1h.....	124
Requisitos de espaço.....	152	Exterior do E2h.....	130
Valores nominais da potência.....	13	Exterior do E3h.....	136
Corrente		Exterior do E4h.....	143
Atenuação do motor.....	168	Terminal do D1h.....	65
Controle de corrente interna.....	199	Terminal do D2h.....	71
de fuga.....	171, 172	Terminal do D3h.....	76
fundamental.....	186	Terminal do D4h.....	81
nominal de saída.....	217	Terminal do D5h.....	88
Correntes harmônicas.....	186	Terminal do D6h.....	97
Distorção.....	187	Terminal do D7h.....	109
Fórmula para o limite de corrente.....	217	Terminal do D8h.....	118
Ponto de aterramento de transiente.....	172	Terminal E1h.....	128
Corrente de fuga.....	6, 171	Terminal E2h.....	134
Curto-circuito		Terminal E3h.....	140
Cálculo da relação.....	187	Terminal E4h.....	147
Características nominais de SCCR.....	165	Visão geral da série do produto.....	13
Definição.....	219	Dimensões do terminal	
Frenagem.....	40, 171	D1h.....	65
Proteção.....	17	D2h.....	71
D		D3h.....	76
Delta.....	27	D4h.....	81
Derating		D5h.....	88
Alta frequência de chaveamento.....	19	D6h.....	97
Altitude.....	154	D7h.....	109
Considerações de temperatura.....	57, 152	D8h.....	118
Operação de baixa velocidade.....	153	E1h.....	128
Recurso automático.....	18	E2h.....	134
Temperatura e frequência de chaveamento.....	154	E3h.....	140
Visão geral e causas.....	153	E4h.....	147
Desarme		Dimensões externas	
Pontos para conversores de 380–480 V.....	48	D1h.....	61
Pontos para conversores de 525–690 V.....	52	D2h.....	67
Desbalanceamento de tensão.....	18	D3h.....	73
Desconexão.....	165	D4h.....	78
Determinação da velocidade local.....	35	D5h.....	83
DeviceNet.....	44, 211	D6h.....	92
		D7h.....	103
		D8h.....	113
		Dimensões Externas	
		E1h.....	124
		E2h.....	130
		E3h.....	136
		E4h.....	143

Diretiva de maquinaria.....	7	EtherNet/IP.....	45
Diretiva ErP.....	8	F	
Disjuntor.....	165, 172	Feedback	
Dispositivo de corrente residual.....	171, 172	Conversão.....	194
Dissipador de calor		Sinal.....	196
Desarme por superaquecimento.....	50	Tratamento.....	193
Fluxo de ar necessário.....	153	Fieldbus.....	44, 162
Limpeza.....	151	Filtro de modo comum.....	47
Painel de acesso.....	126	Filtro de onda senoidal.....	47, 159
Ponto de desarme por superaquecimento.....	48	Filtros	
Divisão da carga		Filtro de harmônicas.....	47
Advertência.....	5	Filtro de modo comum.....	47
Esquemática de fiação.....	158	Filtro de onda senoidal.....	47, 159
Proteção contra curto-circuito.....	17	Filtro de RFI.....	183
Terminais.....	41, 160	Filtro dU/dt.....	47
Visão Geral.....	40	Solicitação de pedido.....	216
Do D5h		Fios.....	157
Dimensões externas.....	83	consulte também <i>Cabos</i>	
Do D6H		Fluxo	
Dimensões externas.....	92	Estrutura de controle em fluxo com feedback de motor.....	199
DU/dt		Estrutura de controle em fluxo sem sensores.....	198
Resultados de testes para D1h–D8h.....	175	Fluxo de ar	
Resultados de testes para E1h–E4h.....	176	Configurações.....	42, 43
Visão Geral.....	174	Taxas.....	153
E		Flying start.....	22
Eficiência		Folga da porta.....	61, 67, 83, 92, 103, 113
Cálculo.....	173	Formação periódica.....	150
Especificações.....	48, 52	Fórmula	
Fórmula da eficiência do conversor.....	217	Corrente de saída.....	217
Uso da AMA.....	20	Eficiência do conversor.....	217
Elevação.....	150	Limite de corrente.....	217
EMC		Potência nominal do resistor de frenagem.....	217
Aspectos gerais.....	180	Freio CA.....	40
Compatibilidade.....	183	Freio CC.....	40
Diretiva.....	7	Frenagem	
Instalação.....	185	Controle com a função de frenagem.....	171
Interferência.....	184	dinâmica.....	40
Resultados do teste.....	181	Gráfico de capacidade.....	169, 170
Emissão conduzida.....	181	Limites.....	170
Emissão irradiada.....	181	Use como uma função de frenagem alternativa.....	171
Energia		Frequência de chaveamento	
Classe de eficiência.....	56	Conexões de energia.....	159
Economia.....	24, 25, 26	Derating.....	18, 154
Entrada do usuário.....	190	Filtro de onda senoidal.....	47, 159
Espaço livre da porta.....	124	Uso com RCDs.....	172
Especificações da entrada.....	57	Fusíveis	
Especificações elétricas.....	48, 52	Especificações.....	164
Especificações elétricas 380–480 V.....	49	Para usar com conexões de energia.....	159
Especificações elétricas 525–690 V.....	52	Proteção de sobrecorrente.....	157
Especificações USB.....	60	G	
Esquemática de fiação		Gases.....	151
Conversor.....	158	Gerenciamento da largura de banda.....	38
Exemplos de aplicações típicas.....	200		

Guia de operação.....	4	Modo malha aberta	
Guia de programação.....	4	Diagrama de blocos.....	195
		Visão geral.....	194
H		Modo malha fechada	
Hand On (Manual ligado).....	190	Visão geral.....	194
Harmônicas		Modulação.....	19, 217
Atenuação.....	188	Modulação automática da frequência de chaveamento.....	19
Definição do fator de potência.....	218	Módulo E/S de uso geral.....	45
Filtro.....	47	Monitoramento ATEX.....	21, 151
Normas EN.....	187	Motor	
Normas IEC.....	187	Atenuação das correntes de mancal.....	168
Visão geral.....	186	Cabos.....	166, 172
I		Classe de proteção.....	151
IGVs.....	30	Conexão em paralelo.....	166
Instalação		Configuração de fiação do termistor.....	204
Elétrica.....	157	Corrente de fuga.....	172
Pessoal qualificado.....	5	Definição de torque de segurança.....	218
Requisitos.....	152	Detecção de fase ausente.....	18
Instalação em altitudes elevadas.....	184	Especificações da saída.....	56
Interferência de radiofrequência.....	19	Esquemática de fiação.....	158
Interferência eletromagnética.....	19	Ex-d.....	46
Interruptor		Ex-e.....	21
A53 e A54.....	57, 163	Feedback.....	199
Interruptores		Isolamento.....	168
Desconexão.....	165	Plaqueta de identificação.....	22
Inversor.....	190	Proteção térmica.....	20, 166
Isolação galvânica.....	20, 58, 183	Rotação.....	166
Isolamento.....	168	Torque total.....	23
K		N	
Kits		Nova partida.....	22
Descrições.....	215, 216	O	
Disponibilidade do gabinete.....	16	O tempo de subida.....	174
Números de solicitação de pedido.....	215, 216	Opcionais	
L		Controle de movimento.....	46
Leis da proporcionalidade.....	25	Disponibilidade do gabinete.....	13
M		Extensões funcionais.....	45
Malha fechada.....	196	Fieldbus.....	44
Manutenção.....	151	Placas de relé.....	46
Marcação CE.....	7	Solicitação de pedido.....	210, 211, 212
Marcação EAC.....	8	Opcional de entrada de sensor.....	46
Marcação RCM.....	8	Operação de baixa velocidade.....	153
Máx.		Otimização automática de energia (AEO).....	19
Configuração de fiação para aceleração/desaceleração.....	203	P	
Configuração de fiação para referência de velocidade...	203	Pacote de idiomas.....	208
Modbus		Painel de distribuição.....	125
Opcional.....	45	Peças sobressalentes.....	216
		PELV.....	20, 58, 183
		Pessoal qualificado.....	5
		PID	
		Controlador.....	20, 193, 197
		Controlador PID com 3 setpoints.....	31
		Controle.....	27

Placa da bucha.....	61, 67, 83, 92, 103, 113	Relé	
PLC.....	161	Cartão.....	46
Ponto de acoplamento comum.....	186	Especificações.....	59
Potência		Instalação compatível com ADN.....	6
Características nominais.....	11, 48, 52	Opcional.....	46
Conexões.....	159	Opcional de cartão de relé estendido.....	46
Especificações.....	48	Terminais.....	163
Perdas.....	48, 52	Relé térmico eletrônico (ETR).....	157
Potência.....	218	Requisitos de emissão.....	181
Potenciômetro.....	163, 203	Requisitos de imunidade.....	182
Pré-aquecimento.....	23	Resfriamento	
PROFIBUS.....	44, 211	Advertência de poeira.....	151
PROFINET.....	44	Requisitos.....	152
Proteção		Ventilador de torre.....	32
Classificação do gabinete.....	13	Visão geral de resfriamento do canal traseiro.....	42
Curto-circuito.....	17	Resfriamento do canal traseiro.....	42, 152
Desbalanceamento da tensão de alimentação.....	18	Resfriamento do duto.....	152
Função de Frenagem.....	17	Resistor de freio.....	40
Sobrecarga.....	18	Resistor de frenagem	
Sobrecorrente.....	157	Definição.....	218
Sobretensão.....	17	Esquemática de fiação.....	158
Térmico Calculado do Motor.....	20	Fórmula de potência nominal.....	217
Valor nominal.....	9	Guia de design.....	4
Proteção de sobrecorrente.....	157	Seleção.....	168
Proteção do gabinete.....	9	Solicitação de pedido.....	216
Pulso		Terminais.....	160
Configuração de fiação para partida/parada.....	201	Visão Geral.....	46
Especificações da entrada.....	58	Retificador.....	190
R		RFI	
Rabichos.....	183	Filtro.....	183
Rede elétrica		Localização da terminação da blindagem do E3h.....	139
Blindagem.....	6	Localização da terminação da blindagem do E4h.....	146
Especificações.....	56	Uso de um interruptor com rede de TI.....	173
Especificações da alimentação.....	56	Rotor.....	18
Flutuações.....	19	RPM.....	25
Queda.....	22	RS485	
Rede elétrica IT.....	173	Barramento padrão do FC.....	218
Referência		Configuração da fiação.....	203
Entrada de velocidade.....	200, 201	Esquemática de fiação.....	158
ativa.....	190	Terminais.....	162
remota.....	191	Ruído Acústico.....	174
Tratamento remoto de.....	191	S	
Referência ativa.....	190	Safe Torque Off	
Referência escalonada.....	191	Configuração de fiação.....	201
Referência remota.....	191	Conformidade com a diretiva de maquinaria.....	7
Regen		Esquemática de fiação.....	158
Disponibilidade.....	13	Guia de operação.....	4
Terminais.....	76	Localização do terminal.....	163
Visão Geral.....	41	Visão Geral.....	24
Regenerativo		Saída	
Terminais.....	128	Contator.....	173, 185
Regulamentos de controle de exportação.....	8	Especificações.....	58
		Interruptor.....	18

Secundária		
Bomba.....	37	U
Eficiência.....	38	UL
Segurança		Características nominais de proteção do gabinete.....
Instruções.....	5, 157	Marcação da classificação.....
Sensor de CO2.....	31	Umidade.....
Sistema CAV.....	31	
Sistema de gerenciamento predial (BMS).....	26	V
Sistemas centrais VAV.....	30	Valor nominal IP.....
Smart logic control		VAV.....
Configuração de fiação.....	206	Velocidade
Visão Geral.....	23	Controle.....
Sobrecarga		Feedback do PID.....
Emissão com harmônica.....	186	Ventiladores
Limites.....	18	Fluxo de ar necessário.....
térmica eletrônica.....	20	controlados por temperatura.....
Sobrecarga térmica eletrônica.....	20	Versões de software.....
Sobretensão		Volume de ar constante.....
Frenagem.....	46	Volume de ar variável.....
Função de frenagem alternativa.....	171	VVC+.....
Proteção.....	17	
Soft starter.....	27	
Solicitação de pedido.....	208	
STO.....	4	
consulte também <i>Safe Torque Off</i>		
Superaquecimento.....	218	
T		
Temperatura.....	151	
Tempo de descarga.....	5	
Terminais		
Comunicação Serial.....	162	
Descrições de controle e configurações padrão.....	162	
Divisão da carga.....	160	
Entrada analógica/saída analógica.....	163	
Entrada digital/saída digital.....	163	
Resistor de frenagem.....	160	
RS485.....	162	
do relé.....	163	
Terminal 37.....	163	
Terminais de controle.....	162	
Termistor		
Configuração de fiação.....	204	
Definição.....	218	
Localização do terminal.....	163	
Roteamento de cabo.....	161	
Torque		
Característica.....	56	
Controle.....	196	
Torque de segurança.....	218	
Transdutor.....	163	
Transformador.....	186	



.....
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

