



Guia de Design VLT[®] HVAC Drive FC 102

355–800 kW, Gabinete Metálico Tamanho 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 Tamanho do gabinete metálico por valor nominal da potência	11
4.2 Visão geral de gabinetes, 380-480 V	12
4.3 Visão geral de gabinetes, 525-690 V	13
5 Recursos do produto	14
5.1 Recursos operacional automatizados	14
5.2 Recursos de aplicação personalizada	17
5.3 Recursos específicos do VLT® HVAC Drive	21
5.4 Controlador em Cascata Básico	33
5.5 Visão geral de frenagem dinâmica	34
5.6 Visão geral de divisão da carga	35
5.7 Visão geral de regeneração	36
5.8 Visão geral do resfriamento do canal traseiro	37
6 Visão geral de opcionais e acessórios	39
6.1 Dispositivos de fieldbus	39
6.2 Extensões funcionais	40
6.3 Controle de movimento e placas de relé	41
6.4 Resistores do Freio	41
6.5 Filtros de onda senoidal	41
6.6 Filtros dU/dt	42
6.7 Filtros de modo comum	42
6.8 Filtros de Harmônicas	42
6.9 Kits de alta potência	42

7 Especificações	43
7.1 Dados Elétricos, 380-480 V	43
7.2 Dados Elétricos, 525-690 V	45
7.3 Alimentação de Rede Elétrica	47
7.4 Saída do Motor e dados do motor	47
7.5 Condições ambiente	47
7.6 Especificações de Cabo	48
7.7 Entrada/Saída de controle e dados de controle	48
8 Dimensões externas e do terminal	52
8.1 Dimensões externas do E1h e do terminal	52
8.2 Dimensões externas do E2h e do terminal	58
8.3 Dimensões externas do E3h e do terminal	64
8.4 Dimensões externas do E4h e do terminal	71
9 Considerações da instalação mecânica	78
9.1 Armazenagem	78
9.2 Elevando a unidade	78
9.3 Ambiente Operacional	78
9.4 Configurações de montagem	80
9.5 Refrigeração	80
9.6 Derating	81
10 Considerações da instalação elétrica	83
10.1 Instruções de Segurança	83
10.2 Diagrama da fiação para E1h–E4h	84
10.3 Conexões	85
10.4 Terminais e fiação de controle	86
10.5 Fusíveis e Disjuntores	89
10.6 Motor	89
10.7 Frenagem	92
10.8 Dispositivos de corrente residual (RCD) e Monitor de resistência de isolamento (IRM)	95
10.9 Corrente de Fuga	95
10.10 IT Rede elétrica	96
10.11 Eficiência	97
10.12 Ruído Acústico	97
10.13 Condições de dU/dt	97
10.14 Visão geral da Compatibilidade Eletromagnética (EMC)	100
10.15 Instalação compatível com EMC	104
10.16 Visão geral das harmônicas	106

11 Princípios básicos de operação de um conversor	109
11.1 Descrição da Operação	109
11.2 Controles do drive	109
12 Exemplos de Aplicações	119
12.1 Configurações de fiação para Adaptação Automática do Motor (AMA)	119
12.2 Configurações de fiação para referência de velocidade analógica	119
12.3 Configurações de fiação para partida/parada	120
12.4 Configuração de fiação para um reset de alarme externo	121
12.5 Configuração de fiação para referência de velocidade usando um potenciômetro manual	122
12.6 Configuração de fiação para aceleração/desaceleração	122
12.7 Configuração de fiação para conexão de rede RS485	123
12.8 Configuração de fiação para um termistor do motor	123
12.9 Configuração de fiação para um controlador em cascata	124
12.10 Configuração de fiação para um setup de relé com Smart Logic Control	125
12.11 Configuração de fiação para uma bomba de velocidade variável constante	125
12.12 Configuração de fiação para alternância da bomba de comando	125
13 Como comprar um conversor	127
13.1 Configurador do drive	127
13.2 Código de compra para opcionais e acessórios	129
13.3 Códigos de compra para filtros e resistores do freio	131
13.4 Peças de Reposição	131
14 Apêndice	132
14.1 Abreviações e símbolos	132
14.2 Definições	133
Índice	135

1 Introdução

1.1 Objetivo do Guia de Design

Este guia de design é destinado a:

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

O guia de design fornece informações técnicas para entender as capacidades do conversor para a integração nos sistemas de monitoramento e controle de motores.

VLT® é uma marca registrada.

1.2 Recursos adicionais

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

- O *Guia de Operação* fornece informações detalhadas para a instalação e partida do conversor.
- O *Guia de Programação* fornece mais detalhes sobre como trabalhar com parâmetros e inclui muitos exemplos de aplicação.
- O *Guia de Operação do VLT® Safe Torque Off* descreve como utilizar conversores Danfoss em aplicações de segurança funcional. Este manual é fornecido com o conversor quando o opcional de Safe Torque Off estiver presente.
- O *Guia de Design do VLT® MCE 101 Brake Resistor* descreve como selecionar o resistor do freio para qualquer aplicação.
- Há equipamento opcional disponível que pode alterar algumas das informações descritas nestas publicações. Certifique-se de consultar as instruções fornecidas com os opcionais para obter os requisitos específicos.

Publicações e manuais complementares estão disponíveis na Danfoss. Consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/technical-documentation/ para listagens.

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 com a respectiva versão de software.

Edição	Observações	Versão do software
MG16Z1xx	Liberação inicial	4.44

Tabela 1.1 Documento e versão de software

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 símbolos a seguir são usados neste guia;

⚠️ ADVERTÊNCIA

Indica uma situação de risco em potencial que poderia resultar em morte ou ferimentos graves.

⚠️ CUIDADO

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

AVISO!

Indica informações importantes, inclusive situações que podem resultar em danos ao equipamento ou à propriedade.

2.2 Pessoal qualificado

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

Pessoal qualificado é definido como pessoal treinado, autorizado a instalar, colocar em funcionamento e manter o equipamento, os sistemas e circuitos em conformidade com as leis e normas 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 entrada da rede elétrica CA, alimentação CC, Load Sharing ou motores permanentes. A falha em utilizar pessoal qualificado para instalar, inicializar e manter o conversor de frequência pode resultar em morte ou ferimentos graves.

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

⚠️ ADVERTÊNCIA

TEMPO DE DESCARGA

O conversor contém capacitores de barramento CC que podem permanecer carregados mesmo quando o filtro não estiver ligado. Pode haver alta tensão presente mesmo quando os indicadores luminosos de LED de advertência estiverem apagados. A falha em aguardar 40 min após a energia ter sido removida antes de executar serviço de manutenção ou reparo poderá resultar em ferimentos graves ou morte.

1. Pare o motor.
2. Desconecte a rede elétrica CA e outras fontes de alimentação do barramento CC, incluindo bateria de backup, UPS e conexões do barramento CC com outros conversores.
3. Desconecte ou trave o motor.
4. Aguarde 40 minutos para os capacitores descarregarem completamente.
5. Antes de realizar qualquer serviço de manutenção ou reparo, use um dispositivo de medição da tensão apropriado para garantir que os capacitores estão completamente descarregados.

⚠️ ADVERTÊNCIA

RISCO DE CORRENTE DE FUGA

As correntes de fuga excedem 3,5 mA. A falha em aterrar corretamente o drive poderá resultar em morte ou lesões graves.

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

AVISO!

OPCIONAL DE SEGURANÇA DE BLINDAGEM DA REDE ELÉTRICA

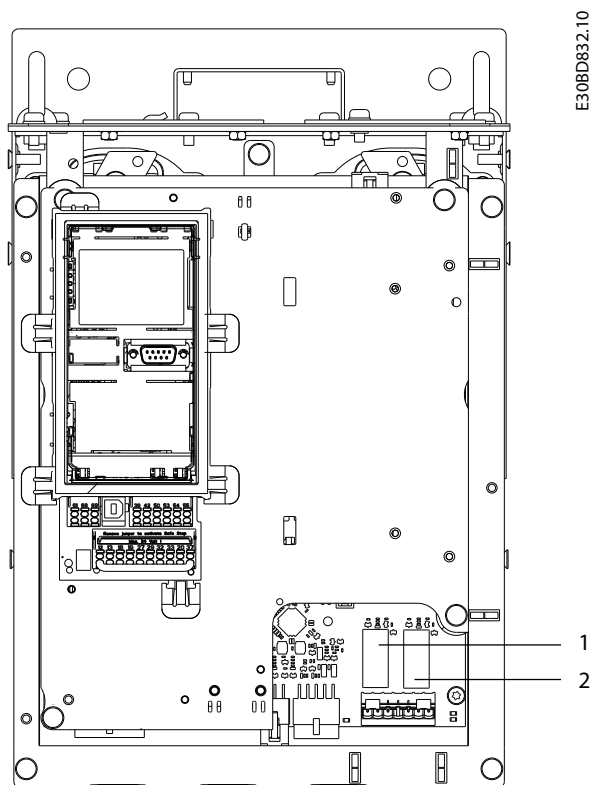
Existe um opcional de blindagem da rede elétrica disponível para gabinetes metálicos com características nominais de proteção de IP21/IP 54 (Tipo 1/Tipo 12). A blindagem da rede elétrica é uma tampa instalada dentro do gabinete metálico para proteger contra toque acidental nos terminais de potência, de acordo com BGV A2, VBG 4.

2.3.1 Instalação compatível com ADN

2

Para prevenir formação de faíscas de acordo com o Contrato Europeu em relação ao Transporte Internacional de Produtos Perigosos por Cursos d'Água Terrestres (ADN), precauções devem ser tomadas para conversores com características nominais de proteção do chassi IP00 (Chassi), IP20 (Chassi), IP21 (Tipo 1) ou IP54 (Tipo 12).

- Não instale um interruptor de rede elétrica.
- Garanta que *parâmetro 14-50 Filtro de RFI* está programado para [1] *Ligado*.
- Remova todos os plugues de relé marcados *RELÉ*. Consulte *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 diversas aprovações e certificações encontradas em 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 6.72 em diante, a frequência de saída do conversor é limitada a 590 Hz devido às regulamentações de controle de exportação. Versões de software 6.xx também limitam a frequência de saída máxima a 590 Hz, mas essas versões não pode ser nem regredidas nem atualizadas.

3.1.1.1 Marcação CE

A Marcação CE (Communauté Européenne) indica que fabricante do produto atende todas as diretivas da UE aplicáveis. As diretivas da UE aplicáveis ao projeto e à fabricação de conversores estão listados em *Tabela 3.1*.

AVISO!

A marcação CE não regula a qualidade do produto. Especificações técnicas não pode ser deduzidas 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 com a diretiva de maquinaria é exigida somente para conversores com uma função de segurança integrada.

AVISO!

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

Declarações de conformidade estão disponíveis por solicitação.

Diretiva de Baixa Tensão

Conversores devem ter a Certificação CE, em conformidade com a Diretiva de Baixa Tensão de 1º de janeiro de 2014. A Diretiva de Baixa Tensão é aplicável a todos os equipamentos elétricos nas faixas de tensão de 50-1000 V CA e 75-1500 V CC.

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

Diretiva EMC

O objetivo da diretiva EMC (compatibilidade eletromagnética) é reduzir a interferência eletromagnética e melhorar a imunidade do equipamento elétrico e das instalações. O requisito de proteção básico da Diretiva EMC determina que dispositivos que geram interferência eletromagnética (EMI) ou cuja operação pode ser afetada por EMI, devem ser projetados para limitar a geração de interferência eletromagnética. Os dispositivos devem ter grau adequado de imunidade a EMI quando corretamente instalados, mantidos e usados como previsto.

Os dispositivos de equipamentos elétricos usados de maneira independente ou como parte de um sistema devem portar a marca CE. Os sistemas não precisam ter a marcação CE, mas devem atender os requisitos básicos de proteção da diretiva EMC.

Diretiva de maquinaria

O objetivo principal da Diretiva de Maquinaria é garantir a segurança pessoal e evitar danos à propriedade para equipamentos mecânicos utilizados em sua aplicação pretendida. A diretiva de maquinaria é aplicada a máquinas que consistem em um agregado de componentes ou dispositivos interconectados em que pelo menos um deles é capaz de movimento mecânico.

Conversores com uma função de segurança integrada devem estar em conformidade com a Diretiva de Maquinaria. Conversores sem função de segurança não são classificados na Diretiva de Maquinaria. Se um conversor for integrado a um sistema da maquinaria, a Danfoss pode fornecer informações sobre aspectos de segurança com relação ao conversor.

Quando conversores são usados em máquinas com no mínimo uma parte móvel, o fabricante da máquina deve fornecer uma declaração em conformidade com todos os estatutos e medidas de segurança relevantes.

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 10.6.2 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 TUV

A TUV SUD é uma organização europeia de segurança que certifica a segurança funcional do conversor de acordo com a EN/IEC 61800-5-2. A TUV SUD testa produtos e monitora sua produção para garantir que as empresas mantenham a conformidade com as regulamentações.

3.1.1.8 RCM

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

3.1.1.9 Marítima

Aplicações marítimas - embarcações e plataformas de petróleo/gás - devem ser certificadas por uma ou mais sociedades de certificação marítima para receber uma licença regulatória e seguro. Danfoss VLT® Drive HVAC conversores da série são certificados por até 12 sociedades de classificação marítima diferentes.

Para visualizar ou imprimir aprovações e certificados marítimos, acesse a área de download em <http://drives.danfoss.com/industries/marine-and-offshore/marine-type-approvals/#/>.

3.1.2 Exportar as normas de controle

Conversores podem estar sujeitos a regulamentações de controle de exportação regionais e/ou nacionais.

Um número ECCN é usado para classificar todos os conversores sujeitos a normas de controle de exportação.

O número ECCN é fornecido nos documentos que acompanham o conversor.

No caso de reexportação, é responsabilidade do exportador garantir que está em conformidade com as regulamentações de controle de exportação relevantes.

3.2 Características nominais de proteção do gabinete

Os conversores da série VLT® estão disponíveis com várias proteções de gabinete para acomodar as necessidades da aplicação. As características nominais de proteção do gabinete são fornecidas com base em duas normas internacionais:

- O tipo UL confirma que os gabinetes atendem às normas NEMA (National Electrical Manufacturers Association). Os requisitos de construção e teste para gabinetes metálicos são fornecidos em Publicação de normas NEMA 250-2003 e UL 50, 11ª edição.
- Características nominais de IP (Proteção de penetração) definidas pela IEC (Comissão Eletrotécnica Internacional) no resto do mundo.

A série padrão de conversores Danfoss VLT® estão disponíveis em diversos graus de proteção do gabinete para atender aos requisitos de IP00 (chassi), IP20 (Chassi protegido) ou IP21 (UL Tipo 1) ou IP54 (UL Tipo 12). Neste manual, o Tipo UL é escrito como Tipo. Por exemplo, IP21/Tipo 1.

Padrão do tipo UL

Tipo 1 – Gabinetes metálicos construídos para uso interno para fornecer um grau de proteção ao pessoal contra contato acidental com as unidades internas e para fornecer um grau de proteção contra sujeira.

Tipo 12 – Os gabinetes para uso geral são destinados ao uso interno para proteger as unidades internas contra o seguinte:

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

Não pode haver furos através do gabinete nem extratores de conduíte ou aberturas de conduíte, exceto quando usado com gaxetas resistentes a óleo para montar mecanismos impermeáveis a óleo e a poeira. As portas também são fornecidas com gaxetas resistentes a óleo. Além disso, os gabinetes metálicos para controladores de combinação têm portas basculantes que balançam horizontalmente e precisam de uma ferramenta para abrir.

Padrão IP

Tabela 3.2 fornece uma referência cruzada entre as duas normas. Tabela 3.3 demonstra como ler o número IP e 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 do número IP e NEMA

1º dígito	2º dígito	Nível de proteção
0	–	Sem proteção.
1	–	Protegido até 50 mm (2,0 pol.) Mãos não podem acessar o interior do gabinete.
2	–	Protegido até 12,5 mm (0,5 pol.) Dedos não podem acessar o interior do gabinete.
3	–	Protegido até 2,5 mm (0,1 pol.) Ferramentas não podem acessar o interior do gabinete.
4	–	Protegido até 1,0 mm (0,04 pol.) Fios não podem acessar o interior do gabinete.
5	–	Protegido de poeira – entrada limitada
6	–	Totalmente protegido contra poeira
–	0	Sem proteção
–	1	Protegido de água gotejante vertical
–	2	Protegido de água gotejante em ângulo de 15°
–	3	Protegido de água em ângulo de 60°
–	4	Protegido de salpico de água
–	5	Protegido de jatos de água
–	6	Protegido de jatos de água fortes
–	7	Protegido de imersão temporária
–	8	Protegido de imersão permanente

Tabela 3.3 Decomposição do Número IP

4 Visão Geral do Produto

4.1 Tamanho do gabinete metálico por valor nominal da potência

kW ¹⁾	Hp ¹⁾	Gabinetes disponíveis
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, 380-480 V

1) Todos os valores nominais da potência são tomados com alta sobrecarga (150% da corrente durante 60 s). A saída é medida a 400 V (kW) e 460 V (hp).

kW ¹⁾	Hp ¹⁾	Gabinetes disponíveis
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 Valores nominais da potência do gabinete, 525-690 V

1) Todos os alores nominais da potência são tomados com alta sobrecarga (150% da corrente durante 60 s). A saída é medida a 690 V (kW) e 575 V (hp).

4.2 Visão geral de gabinetes, 380-480 V

4

Tamanho do gabinete metálico	E1h	E2h	E3h	E4h
Valor nominal da potência ¹⁾				
Saída a 400 V (kW)	355–460	500–560	355–460	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
Opcionais de hardware³⁾				
Canal traseiro de aço inoxidável	O	O	O	O
Blindagem da rede elétrica	O	O	–	–
Aquecedor de espaço	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 Regenerativos	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 4.3 Conversores E1h-E4h, 380-480 V

1) Todos os valores nominais da potência são tomados com alta sobrecarga (150% da corrente durante 60 s).

2) Se o gabinete metálico for configurado com divisão da carga ou terminais de regeneração, a classificação de proteção será IP00, caso contrário a classificação de proteção será IP20.

3) S = padrão, O = opcional e um traço indica que o opcional está indisponível.

4.3 Visão geral de gabinetes, 525-690 V

Tamanho do gabinete metálico	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
Opcionais de hardware³⁾				
Canal traseiro de aço inoxidável	O	O	O	O
Blindagem da rede elétrica	O	O	-	-
Aquecedor de espaço	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 Regenerativos	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, 525-690 V

1) Todos os valores nominais da potência são tomados com alta sobrecarga (150% da corrente durante 60 s).

2) Se o gabinete metálico for configurado com divisão da carga ou terminais de regeneração, a classificação de proteção será IP00, caso contrário a classificação de proteção será IP20.

3) S = padrão, O = opcional e um traço indica que o opcional está indisponível.

5 Recursos do produto

5

5.1 Recursos operacional automatizados

Os recursos operacionais automatizados ficam ativos assim que o conversor estiver operando. A maioria deles não requerem programação ou setup. O conversor possui uma série de funções de proteção integradas para proteger o conversor e o motor quando em funcionamento.

Para obter detalhes sobre qualquer setup necessário, particularmente parâmetros do motor, consulte o *guia de programação*.

5.1.1 Proteção contra Curto-Circuito

Motor (entre fases)

O conversor é protegido contra curtos circuitos no lado do motor por medição de corrente em cada uma das três fases do motor. Um curto circuito entre duas fases de saída causa uma sobrecarga de corrente no inversor. O inversor é desligado quando a corrente de curto circuito ultrapassa o valor permitido (*Alarme 16, Bloqueio por Desarme*).

Lado da rede elétrica

Um conversor que funciona corretamente limita a corrente que pode retirar da alimentação. Mesmo assim, é recomendável usar fusíveis e/ou disjuntores no lado da alimentação como proteção em caso de defeito de componente dentro do conversor (primeira falha). Fusíveis no lado da rede elétrica são obrigatórios para conformidade com o UL.

AVISO!

Para assegurar que está em conformidade com o IEC 60364 para CE ou NEC 2009 para UL, é obrigatório o uso de fusíveis e/ou disjuntores.

Resistor do freio

O conversor é protegido contra curto circuito no resistor do freio.

Load Sharing

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

5.1.2 Proteção de sobretensão

Sobretensão gerada pelo motor

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

- A carga gira o motor em frequência de saída constante, isto é, a carga gera energia.
- Durante a desaceleração se o momento de inércia for alto, o atrito será baixo e o tempo de desaceleração será muito curto para a energia ser dissipada como uma perda ao longo do sistema.
- Configuração incorreta da compensação de escorregamento causada tensão do barramento CC mais alta.
- Força Contra Eletro Motriz da operação do motor PM. Se houver parada por inércia em alta RPM, a Força Contra Eletro Motriz do motor PM pode exceder potencialmente a tolerância de tensão máxima do conversor e causar danos. Para ajudar a evitar essa situação, o valor de *parâmetro 4-19 Frequência Máx. de Saída* é limitado automaticamente com base em um cálculo interno baseado no valor de *parâmetro 1-40 Força Contra Eletromotriz em 1000RPM*, *parâmetro 1-25 Velocidade nominal do motor* e *parâmetro 1-39 Pólos do Motor*.

AVISO!

Para evitar a sobrevelocidade do motor (por exemplo, devido a efeitos excessivos de rotação livre), equipe o conversor com um resistor do freio.

A sobretensão pode ser manipulada usando uma função de frenagem (*parâmetro 2-10 Função de Frenagem*) e/ou usando controle de sobretensão (*parâmetro 2-17 Controle de Sobretensão*).

Funções de frenagem

Conecte um resistor do freio para dissipação de energia de frenagem excedente. A conexão de um resistor do freio permite tensão de barramento CC maior durante a frenagem.

Um freio CA é uma alternativa para melhorar a frenagem sem usar um resistor de frenagem. Essa função controla uma sobremagnetização do motor quando o motor está agindo 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 como 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 a uma sobretensão no barramento CC.

AVISO!

O OVC pode ser ativado para um motor PM com todos os núcleos de controle, 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 Função de Fase do Motor Ausente*) está ativada por padrão para evitar danos no motor em caso de fase ausente de motor. A configuração padrão é 1.000 ms, mas pode ser ajustada para uma detecção mais rápida.

5.1.4 Detecção de desbalanceamento da tensão de alimentação

A operação com desbalanceamento crítico da tensão de alimentação reduz a vida útil do motor e do conversor. Se o motor funciona continuamente com carga próxima da nominal, as condições são consideradas críticas. A configuração padrão desarma o conversor em caso de desbalanceamento da tensão de alimentação (*parâmetro 14-12 Função no Desbalanceamento da Rede*).

5.1.5 Chaveamento na Saída

Incluir um interruptor na saída entre o motor e o conversor é permitido, no entanto, mensagens de falha podem ser exibidas. A Danfoss não recomenda utilizar esse recurso para conversores de 525-690 V conectados a uma rede elétrica de TI.

5.1.6 Proteção de Sobrecarga**Limite de torque**

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

Limite de Corrente

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

Limite de velocidade

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

Limite de velocidade máxima: *Parâmetro 4-13 Lim. Superior da Veloc. do Motor [RPM]* ou *parâmetro 4-19 Frequência Máx. de Saída* limita 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 está mostrada em *Ilustração 5.1*.

Limite de tensão

O inversor desliga para proteger os transistores e os capacitores do barramento CC quando um determinado nível de tensão codificado no hardware for atingido.

Sobretensão

O conversor possui sensores de temperatura integrados e reage imediatamente a valores críticos por meio dos limites codificados no hardware.

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 Proteção de Rotor Bloqueado*).

5.1.8 Derating Automático

O conversor verifica constantemente os seguintes níveis críticos:

- Alta temperatura no cartão de controle ou no dissipador de calor.
- Carga do motor alta.
- Alta tensão do barramento CC.
- Velocidade do motor baixa.

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

AVISO!

O derating automático é diferente quando *parâmetro 14-55 Filtro Saída* estiver programado para [2] *Filtro de Onda Senoidal Fixado*.

5.1.9 Otimização Automática de Energia

A otimização automática de energia (AEO) orienta o conversor para monitorar a carga do motor continuamente e ajustar a tensão de saída para maximizar a eficiência. Sob carga leve, a tensão é reduzida e a corrente do motor é minimizada. O motor é beneficiado por:

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

Não há necessidade de selecionar uma curva V/Hz porque o conversor ajusta automaticamente a tensão do motor.

5.1.10 Modulação da frequência de chaveamento automática

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

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

5.1.11 Derating automático para frequência de chaveamento alta

O conversor foi projetado para operação de carga total contínua em frequências de chaveamento entre 1,5 kHz–2 kHz para 380-480 V e 1 kHz–1,5 kHz para 525-690 V. A faixa de frequência depende da potência e da classificação de tensão. Uma frequência de chaveamento excedendo a faixa máxima permitida gera calor em excesso no conversor e exige derating da corrente de saída.

Um recurso automático do conversor é o controle de frequência de chaveamento dependendo da carga. Esse recurso permite ao motor ser beneficiado com a frequência de chaveamento mais alta permitida pela carga.

5.1.12 Desempenho de flutuação de potência

O conversor resiste a flutuações da rede elétrica, como:

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

O conversor compensa automaticamente para tensões de entrada de $\pm 10\%$ da nominal para fornecer torque e tensão nominal do motor total. Com a nova partida automática selecionada, o conversor é energizado automaticamente após um desarme por tensão. Com 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 interno. Frequentemente, os ventiladores de resfriamento não funcionam durante a operação com carga baixa ou quando estiver no sleep mode ou em espera. Esses sensores reduzem o ruído, aumentam eficiência e prolonga a vida operacional do ventilador.

5.1.15 Conformidade com o EMC

A Interferência eletromagnética (EMI) e a interferência de radiofrequência (RFI) são distúrbios que podem afetar um circuito elétrico devido à indução ou radiação eletromagnética ou de uma fonte externa. O conversor foi projetado para estar em conformidade com a norma para produtos de EMC para conversores IEC 61800-3 e a norma europeia EN 55011. O cabo de motor deve ser blindado e terminado corretamente para estar em conformidade com os níveis de emissões na 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 isolamento galvânica são:

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

5.2 Recursos de aplicação personalizada

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

5.2.1 Adaptação Automática do Motor

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

5.2.2 Controlador PID incorporado

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

O conversor pode utilizar dois sinais de feedback de dois dispositivos diferentes, permitindo regular o sistema com requisitos de feedback diferentes. O conversor toma decisões de controle comparando os dois sinais para otimizar o desempenho do sistema.

5.2.3 Proteção Térmica do Motor

A proteção térmica do motor pode ser fornecida via:

- Detecção direta da temperatura usando um
 - sensor KTY ou PTC nos enrolamentos do motor e conectado a um AI ou DI padrão.
 - PT100 ou PT1000 na fiação do motor e nos rolamentos do motor, conectado no

Cartão de entrada do sensor MCB 114 VLT®.

- Entrada do termistor PTC no VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 (aprovado para 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 exibe a carga térmica no motor em porcentagem e pode emitir uma advertência em um setpoint de sobrecarga programável.

As opções programáveis na sobrecarga permitem ao conversor parar o motor, reduzir a saída ou ignorar a condição. Mesmo em velocidades baixas, o conversor atende às normas de sobrecarga eletrônica do motor I2t Classe 20.

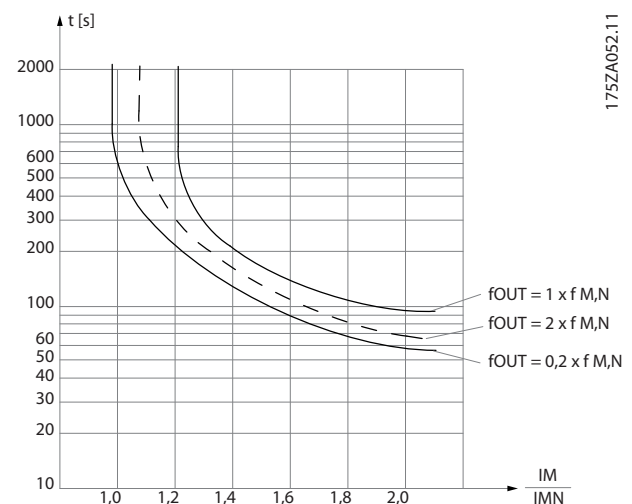


Ilustração 5.1 Características ETR

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

Em velocidade menor, o ETR desativa em um valor de aquecimento menor devido ao resfriamento menor do motor. Desse modo, o motor é protegido de ficar superaquecido, mesmo em velocidade baixa. O recurso do ETR calcula a temperatura do motor com base na corrente e velocidade reais. A temperatura calculada fica visível como um parâmetro de leitura em *parâmetro 16-18 Térmico Calculado do Motor*.

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

5.2.4 Proteção térmica do motor para Motores Ex-e

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

A função de monitoramento térmico ATEX ETR permite a utilização de um motor Ex-e ao invés de um motor Ex-d mais caro, maior e mais pesado. A função garante que o conversor limita a corrente do motor para prevenir superaquecimento.

Requisitos relacionados ao motor Ex-e

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

AVISO!

Instale o conversor fora da zona perigosa.

- Certifique-se de que o motor Ex-e está equipado com um dispositivo de proteção de sobrecarga do motor aprovado para ATEX. Esse dispositivo monitora a temperatura nos enrolamentos do motor. Se houver um nível crítico de temperatura ou um mau funcionamento, o dispositivo desliga o motor.
 - O opcional VLT® PTC Thermistor MCB 112 fornece monitoramento aprovado para ATEX da temperatura do motor. É um pré-requisito o conversor ser equipado com 3-6 termistores PTC em série de acordo com a DIN 44081 ou 44082.
 - Como alternativa, pode ser usado um dispositivo de proteção de PTC aprovado pela ATEX.
- Um filtro de onda senoidal é necessário quando o seguinte for aplicável:
 - Cabos longos (picos de tensão) ou tensão de rede aumentada produzem

tensões que excedem a tensão máxima permitida nos terminais do motor.

- A frequência de chaveamento mínima do conversor não atende ao requisito declarado pelo fabricante do motor. A frequência de chaveamento mínima do conversor é mostrada como o valor padrão em *parâmetro 14-01 Frequência de Chaveamento*.

Compatibilidade do motor e do conversor

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

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

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

Ilustração 5.2 Plaqueta de identificação do motor mostrando requisitos do Conversor

Com conversor e motor correspondentes, a especificação da Danfoss irá garantir os seguintes requisitos adicionais para a correta proteção térmica do motor:

- Não exceda a relação máxima permitida entre tamanho do conversor e 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 for operado com tensão mais baixa que a indicada na característica U/f , a corrente poderá aumentar, disparando um alarme.

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

5.2.5 Queda da Rede Elétrica

Durante uma queda da rede elétrica, o conversor continua funcionando até a tensão no barramento CC cair abaixo do nível mínimo de parada. O nível mínimo de parada normalmente é 15% abaixo da tensão de alimentação nominal mais baixa. A tensão de rede, antes da queda e a carga do motor determinam quanto tempo o conversor levará para fazer parada por inércia.

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

- Bloqueado por desarme quando o barramento CC for eliminado
- Parada por inércia com flying start quando a rede elétrica retornar (*parâmetro 1-73 Flying Start*).
- Backup cinético.
- Desaceleração controlada.

Flying start

Essa seleção permite assumir o controle de um motor que esteja girando livremente devido a uma queda da rede elétrica. Essa opção é relevante para centrífugas e ventiladores.

Backup cinético

Essa seleção garante que o conversor funciona enquanto houver energia no sistema. Em queda da rede elétrica curta, a operação é restaurada após o retorno da rede elétrica, sem interromper a aplicação ou perder controle em nenhum momento. Diversas variantes de backup cinético podem ser selecionadas.

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

5.2.6 Nova Partida Automática

O conversor pode ser programado para reiniciar o motor automaticamente após um desarme com baixo grau de importância, como flutuação ou perda de energia momentânea. Esse recurso elimina a necessidade de reset manual e melhora a operação automatizada de sistemas

controlados remotamente. O número de tentativas de novas partidas e a duração entre as tentativas pode ser limitada.

5.2.7 Torque total em velocidade reduzida

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

5.2.8 Bypass de frequência

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

5.2.9 Pré-aquecimento do Motor

Para pré-aquecer um motor em ambiente frio ou molhado, uma pequena quantidade de corrente CC pode escoar continuamente para o motor para proteger contra condensação e partida a frio. Isso pode eliminar a necessidade de um aquecedor de espaço.

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)

O Smart Logic Control (SLC) é uma sequência de ações definidas pelo usuário (consulte o *parâmetro 13-52 Ação do SLC [x]*) executada pelo SLC quando o evento associado

definido pelo usuário (consulte o *parâmetro 13-51 Evento do SLC [x]*) for 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 operando um comparador se torne TRUE (Verdadeiro). A condição leva a uma ação associada conforme mostrado em *Ilustração 5.3*.

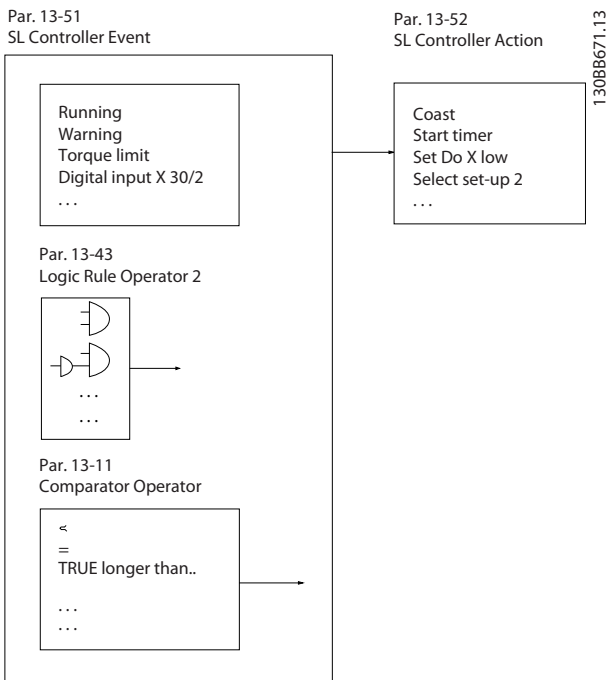


Ilustração 5.3 Evento e ação do SLC

Eventos e ações são numerados juntos e conectados em pares (estados), o que significa que quando o evento [0] é atendido (atinge o valor TRUE) a ação [0] é executada. Após a primeira ação ser executada, as condições do próximo evento são avaliadas. Se o evento for avaliado como verdadeiro, a ação correspondente será executada. Apenas um evento é avaliado a qualquer momento. Se um evento for avaliado como false (falso), não acontece nada no SLC durante o intervalo de varredura atual e nenhum outro evento é avaliado. Quando o SLC é iniciado, ele avalia somente o evento [0] em cada intervalo de varredura. Somente quando o evento [0] for avaliado como verdadeiro, o SLC executa a ação [0] e começa a avaliar o próximo evento. É possível programar de 1 a 20 eventos e ações. Quando o último evento/ação tiver sido executado, a sequência recomeça desde evento [0]/ação [0]. *Ilustração 5.4* mostra um exemplo com quatro eventos/ações:

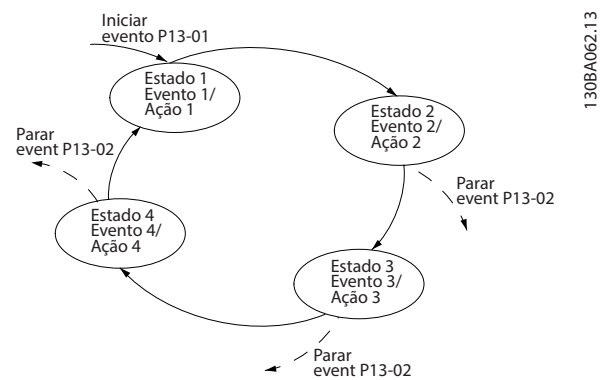


Ilustração 5.4 Ordem de execução quando 4 eventos/ações são programados

Comparadores

Comparadores são utilizados para comparar variáveis contínuas (frequência de saída, corrente de saída, entrada analógica etc.) com valores fixos predefinidos.

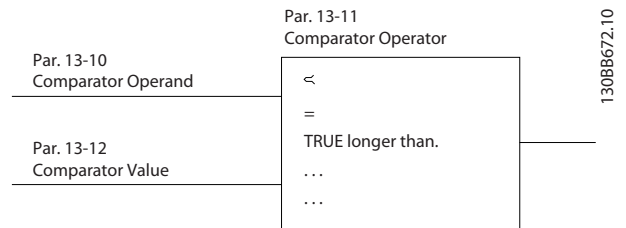


Ilustração 5.5 Comparadores

Regras lógicas

Combine até três 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.

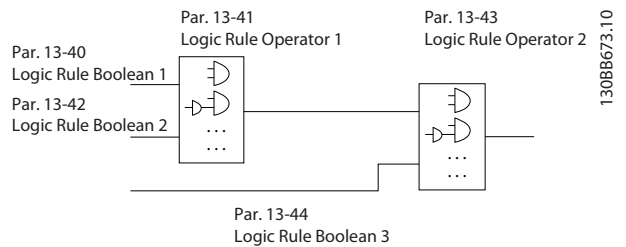


Ilustração 5.6 Regras Lógicas

5.2.12 Safe Torque Off

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

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

Condições de disponibilidade

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

- Ler e entender as normas de segurança com relação a saúde, segurança e prevenção de acidentes.
- Entender as diretrizes genéricas e de segurança fornecidas no *Guia de Operação de Safe Torque Off*.
- Ter bom conhecimento das normas genéricas e de segurança da aplicação específica.

5.3 Recursos específicos do VLT® HVAC Drive

Um conversor aproveita o fato de os ventiladores e bombas centrífugas seguirem as leis da proporcionalidade para tais aplicações. Para obter mais informações, consulte *capítulo 5.3.1 Usando um Conversor para economia de energia*.

5.3.1 Usando um Conversor para economia de energia

A clara vantagem de usar um conversor para controlar a velocidade de ventiladores e bombas reside na economia de energia. Quando comparado a sistemas e tecnologias de controle alternativos, um conversor é o sistema ideal de controle de energia para controlar sistemas de ventiladores e bombas.

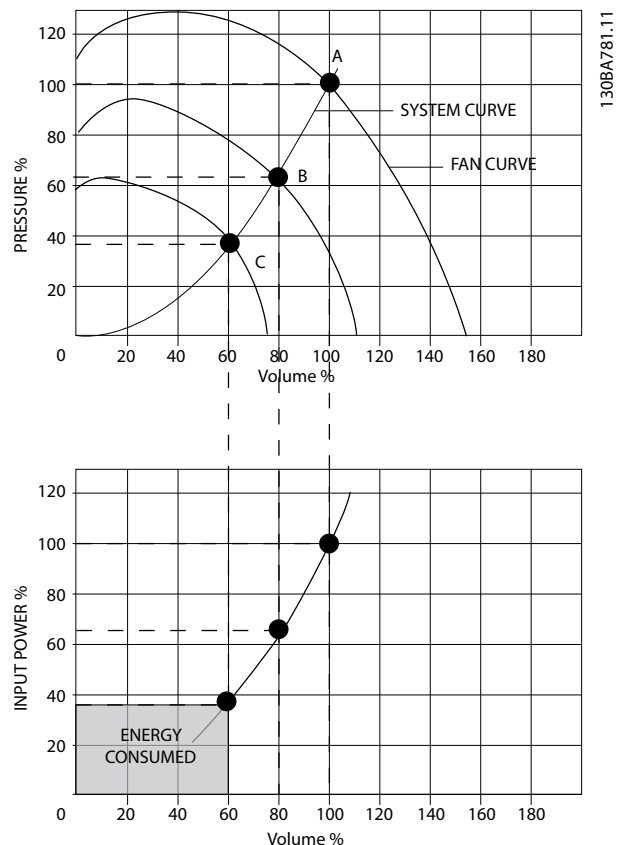


Ilustração 5.7 Economia de energia com capacidade reduzida do ventilador

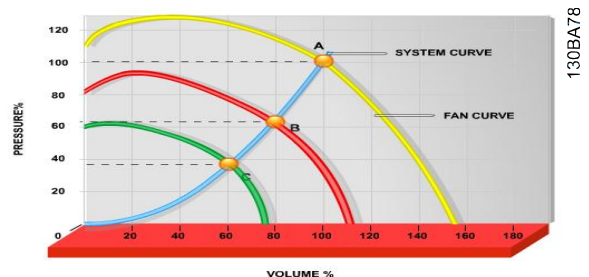


Ilustração 5.8 Curvas do ventilador para reduzir consumo.

Exemplo de economias de energia

Como mostrado em *Ilustração 5.9*, o fluxo é controlado alterando a RPM. Reduzir a velocidade apenas 20% da velocidade nominal também reduz o fluxo em 20%. O fluxo é diretamente proporcional à RPM. No entanto, verifica-se uma redução de 50% no consumo de energia.

Se o sistema funcionar com fluxo de 100% somente alguns dias por ano, enquanto a média for inferior a 80% do fluxo nominal, a quantidade de energia economizada será ainda mais que 50%.

Ilustração 5.9 descreve a dependência do fluxo, da pressão e do consumo de energia em RPM.

Q = Vazão	P = Potência
Q ₁ = Vazão nominal	P ₁ = Potência nominal
Q ₂ = Vazão reduzida	P ₂ = Potência 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 da proporcionalidade

Vazão: $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$

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

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

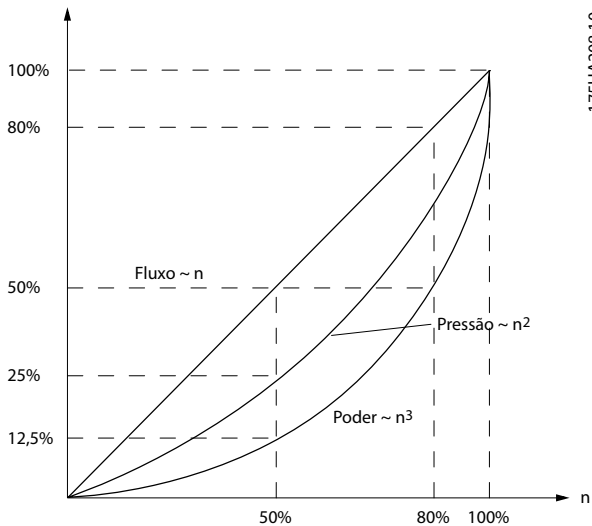


Ilustração 5.9 Leis da proporcionalidade

Comparação de economia de energia

A solução do Danfoss conversor oferece grandes economias em comparação com soluções tradicionais de economia de energia. 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 economias de energia típicas que podem ser obtidas com três soluções bastante conhecidas em que o volume do ventilador é reduzido para 60%. Como mostra o gráfico, em aplicações típicas pode-se conseguir mais de 50% da economia de energia.

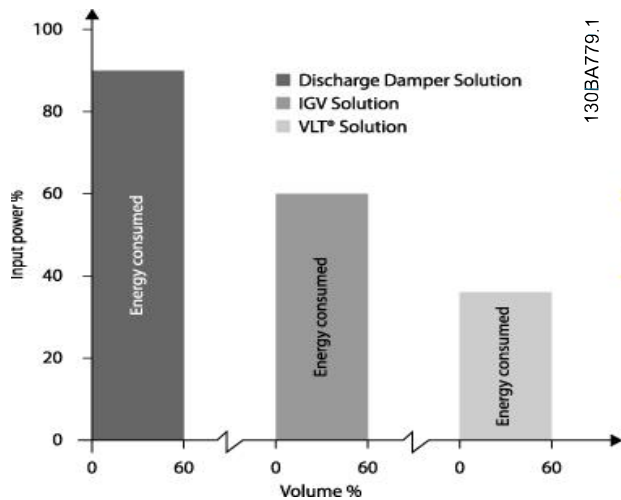
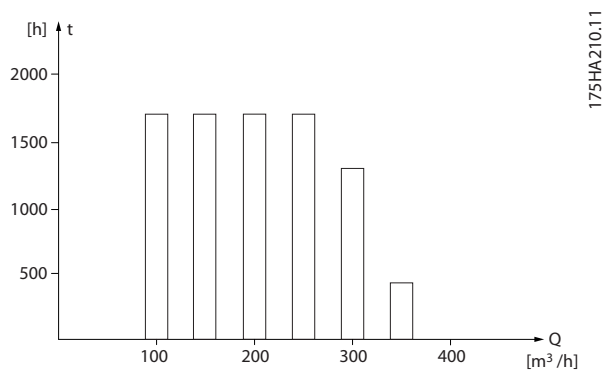


Ilustração 5.10 Três Sistemas Comuns de Economia de Energia

Os amortecedores de descarga reduzem o consumo de energia. Aletas-guia no ponto de entrada oferecem uma redução de 40%, mas a sua instalação é onerosa. A solução do Danfoss conversor reduz o consumo de energia em mais de 50% e é fácil de ser instalada.

Exemplo com fluxo variante ao longo de 1 ano

Ilustração 5.11 é baseado nas características da bomba obtidas da folha de dados de uma bomba. O resultado obtido mostra uma economia de energia superior a 50% com o fluxo determinado durante um ano. O período de retorno do investimento depende do preço por kWh e do preço do conversor. Neste exemplo é menor que um ano quando comparado com válvulas e velocidade constante.



$P_{\text{eixo}} = P_{\text{potência no eixo}}$

5

Ilustração 5.11 Distribuição do fluxo durante um ano

m³/h	Distribuição		Regulação por válvulas		Controle do drive	
	%	Horas	Potência	Consumo	Potência	Consumo
			A1-B1	kWh	A1-C1	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

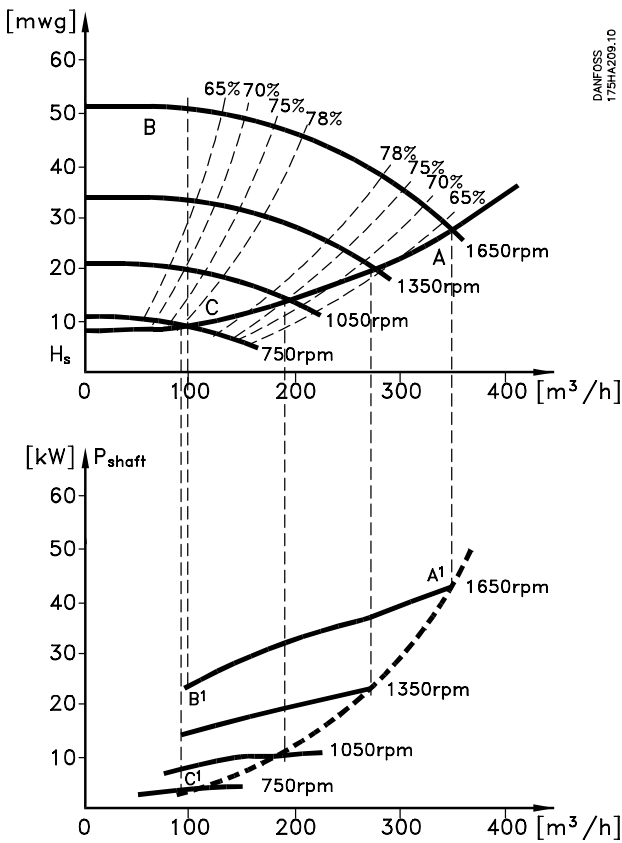
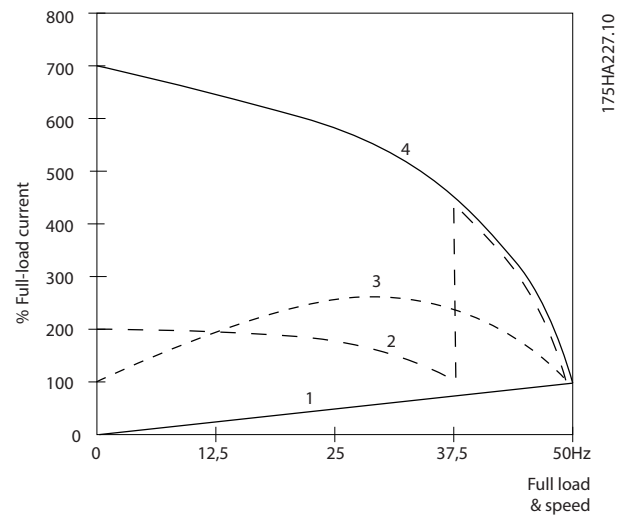


Ilustração 5.12 Economia de energia em uma aplicação com bomba



1 = VLT® Drive HVAC
2 = Dispositivo de partida estrela/delta
3 = Soft starter
4 = Partida direta pela rede elétrica

Ilustração 5.13 Consumo de corrente com um Conversor

5.3.2 Usando um Conversor para melhor controle

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

Compensação do cos φ

Tipicamente, o VLT® Drive HVAC tem um cos φ igual a 1 e fornece uma correção do fator de potência para o cos φ do motor, o que significa que não há necessidade de fazer concessões para o cos φ do motor ao dimensionar a unidade de correção do fator de potência.

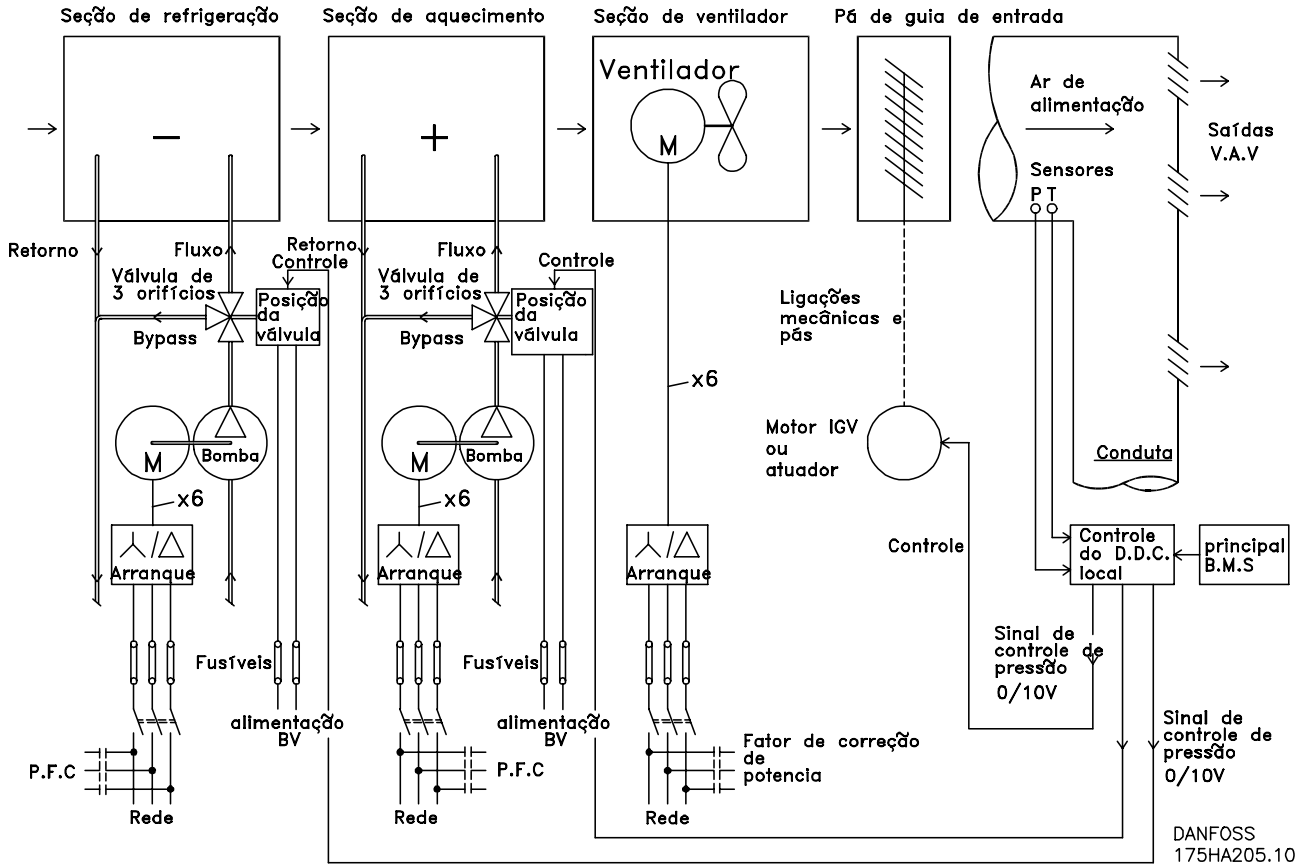
Partida em estrela/delta ou soft starter não é necessário

Em muitos países, ao dar a partida em motores grandes é necessário usar equipamento que limita a corrente de partida. Em sistemas mais tradicionais, uma partida em estrela/delta ou soft starter é amplamente utilizado. Tais partidas do motor não são necessárias se um conversor for usado. Como ilustrado em *Ilustração 5.13*, um conversor não consome mais do que a corrente nominal.

5.3.3 Usando um Conversor para economizar dinheiro

O conversor elimina a necessidade de alguns equipamentos que seriam normalmente utilizados. Os dois sistemas mostrados em *Ilustração 5.14* e *Ilustração 5.15* podem ser instalados aproximadamente pelo mesmo preço.

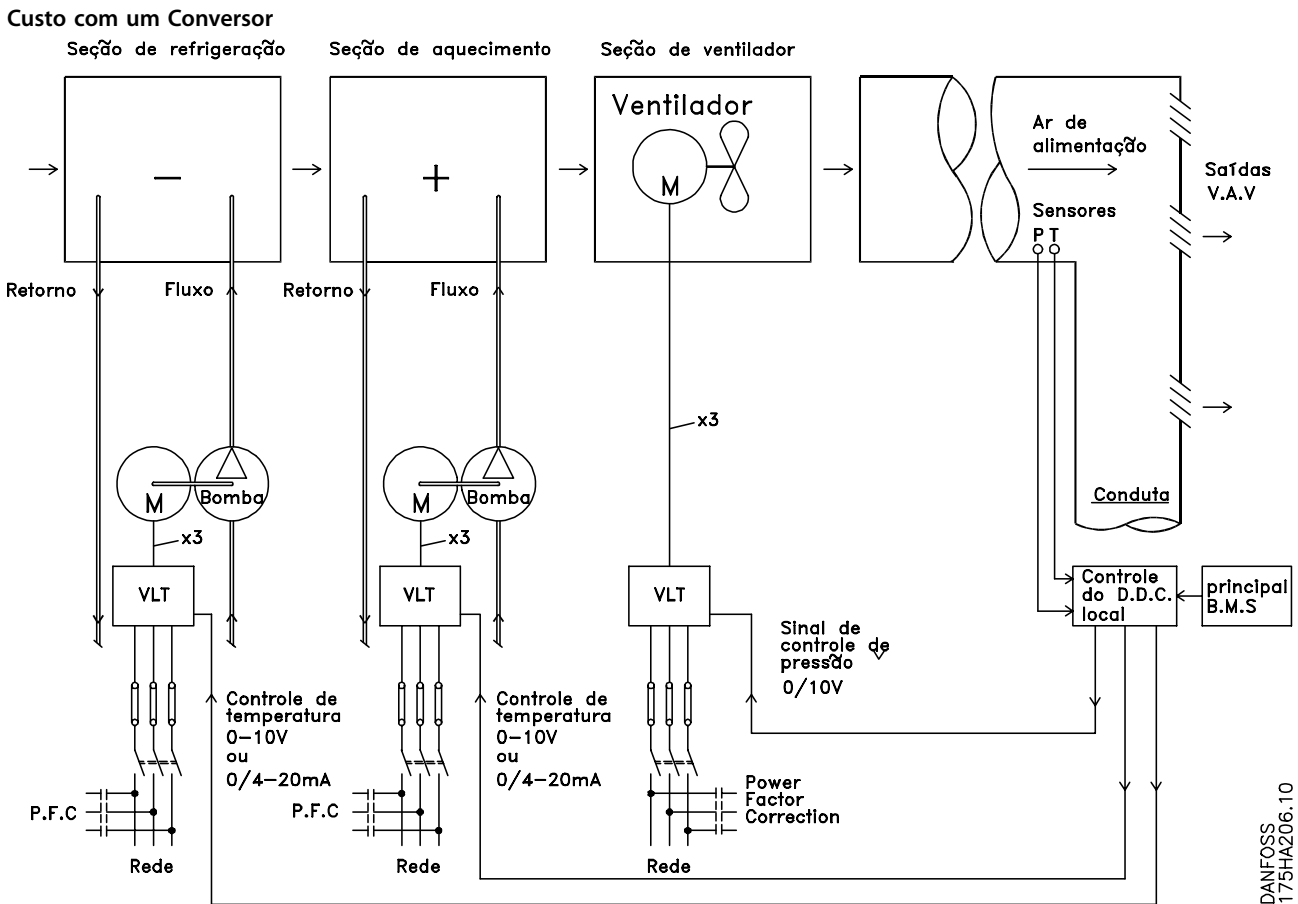
Custo sem um Conversor



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 de Ventilador Tradicional

5



DANFOSS
175HA206.10

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

Ilustração 5.15 Sistema de ventiladores controlado por Conversor

5.3.4 Soluções HVAC VLT®

5.3.4.1 Volume de ar variável (VAV)

Os sistemas de volume de ar variável (VAV) são usados para controlar a ventilação e a temperatura para atender as necessidades de um prédio. Os sistemas VAV centrais são considerados o método mais econômico no condicionamento de ar em prédios. Sistemas centrais são mais eficientes que sistemas distribuídos.

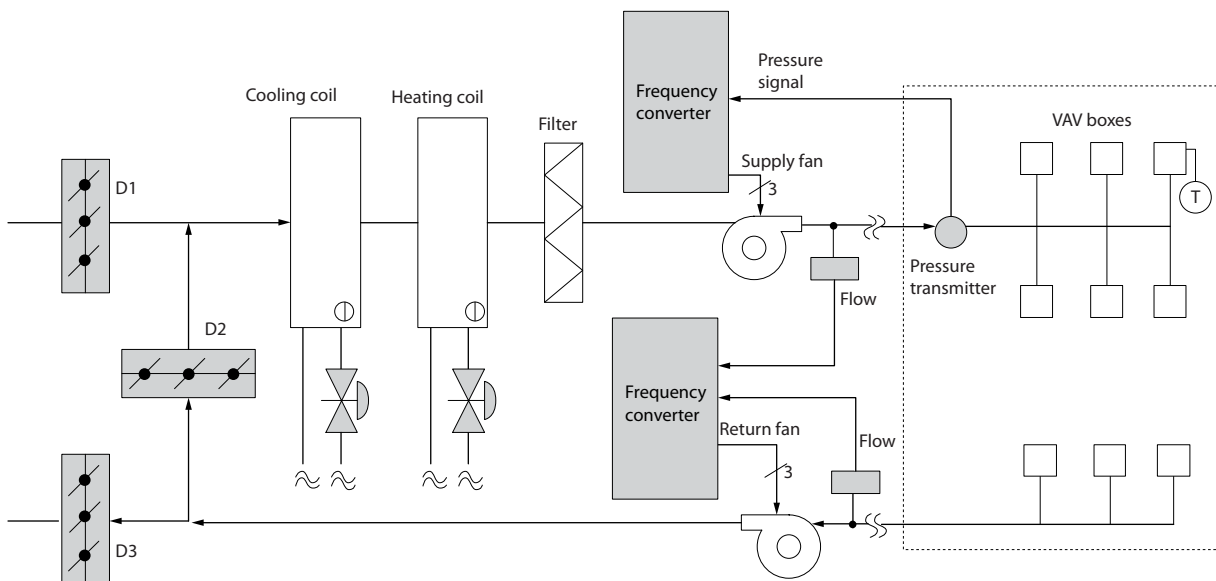
A eficiência provém do uso de ventiladores e resfriadores maiores, os quais apresentam eficiência superior à dos motores pequenos e resfriadores distribuídos refrigerados a ar. Economias também são obtidas com a redução nos requisitos de manutenção.

Solução VLT®

Enquanto amortecedores e IGVs atuam para manter uma pressão constante na tubulação, uma solução com conversor economiza mais energia e reduz a complexidade da instalação. Ao invés de criar uma queda artificial de pressão ou uma redução na eficiência do ventilador, o conversor reduz a velocidade do ventilador para proporcionar o fluxo e a pressão exigidos pelo sistema.

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

O ventilador de retorno é frequentemente controlado para manter uma diferença fixa no fluxo de ar entre a alimentação e o retorno. O controlador PID avançado do drive HVAC pode ser utilizado para eliminar a necessidade de controladores adicionais.



130BB455.10

5

Ilustração 5.16 Conversores utilizados em um sistema de Volume de ar variável

Para obter mais informações, consulte o fornecedor Danfoss do *Volume de ar variável: Melhorando Sistemas de Ventilação VAV* notas de aplicação.

5.3.4.2 Volume de Ar Constante

Sistemas de volume de ar constante (CAV) são sistemas de ventilação central usados para a alimentação de grandes áreas comuns com quantidades mínimas de ar fresco. Esses sistemas precederam os sistemas VAV e são encontrados também em prédios comerciais mais antigos. Esses sistemas pré-aquecem o ar fresco com unidades de tratamento de ar (AHUs) com bobinas de aquecimento. Muitos são também utilizados para ar condicionado de prédios e têm uma bobina de resfriamento. As unidades de bobina de ventilador frequentemente são usadas para ajudar nos requisitos de aquecimento e resfriamento nas áreas individuais.

Solução VLT®

Com um conversor, uma economia significativa de energia pode ser obtida ao mesmo tempo em que se mantém um controle adequado do prédio. Sensores de temperatura ou sensores de CO₂ podem ser usados como sinais de feedback para conversores. Seja controlando temperatura, qualidade do ar ou ambos, um sistema CAV pode ser controlado para operar com base em 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 reduz a velocidade do ventilador de alimentação. O ventilador de retorno é modulado para manter um setpoint de pressão estática ou diferença fixa entre os fluxos de ar de alimentação e de retorno.

As necessidades de controle da temperatura variam baseadas na temperatura externa e no número de pessoas na área controlada. Quando a temperatura cai abaixo do setpoint, o ventilador de abastecimento pode reduzir a sua velocidade. O ventilador de retorno modula para manter um setpoint de pressão estática. Reduzir o fluxo de ar reduz a energia usada para o aquecimento ou resfriamento do ar fresco, resultando em mais economia.

Diversos recursos do Danfoss conversor HVAC dedicado podem ser utilizados para melhorar o desempenho de um sistema CAV. Uma das preocupações quanto ao controle de um sistema de ventilação, diz respeito à qualidade deficiente do ar. A frequência mínima programável pode ser configurada para manter uma quantidade mínima de ar, independente do sinal de referência ou de feedback. O conversor também inclui um controlador PID de três zonas e três setpoints o que permite o monitoramento da temperatura e da qualidade de ar. Mesmo se os requisitos de temperatura forem atendidos, o conversor mantém alimentação de ar suficiente para atender ao sensor de qualidade do ar. O controlador pode monitorar e comparar dois sinais de feedback para controlar o ventilador de retorno mantendo um fluxo de ar diferencial fixo entre os dutos de alimentação e de retorno.

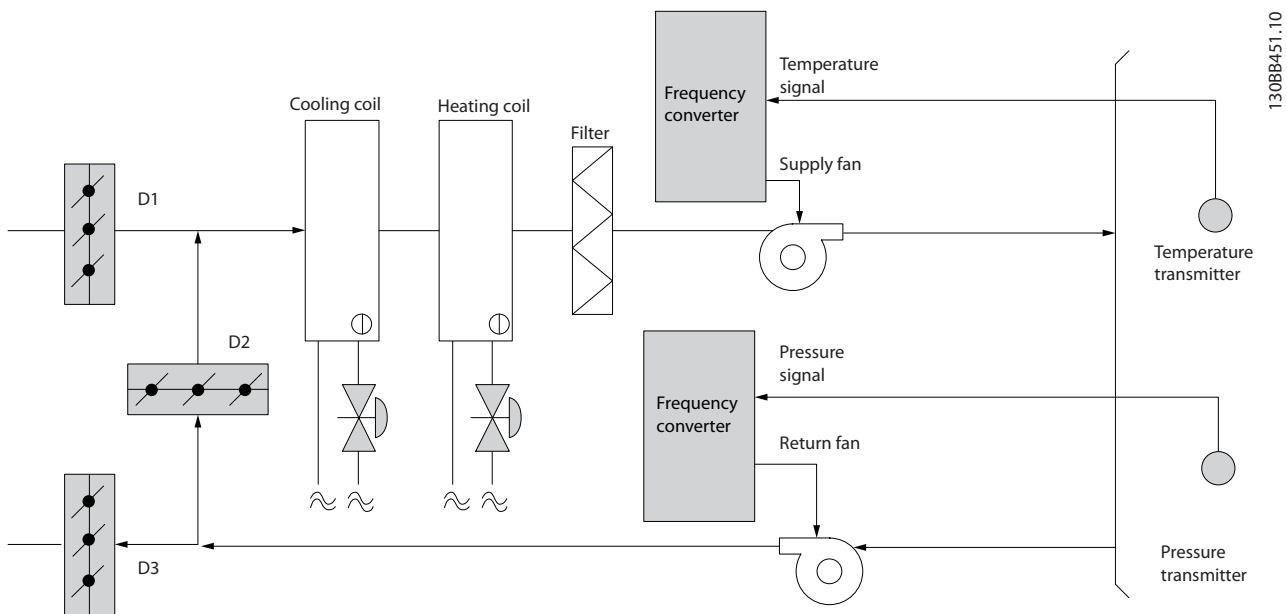


Ilustração 5.17 Conversor usado em um sistema de volume de ar constante

Para obter mais informações, consulte o fornecedor Danfoss do *Volume de ar constante: Melhorando Sistemas de Ventilação CAV* notas de aplicação.

5.3.4.3 Ventiladores de Torre de Resfriamento

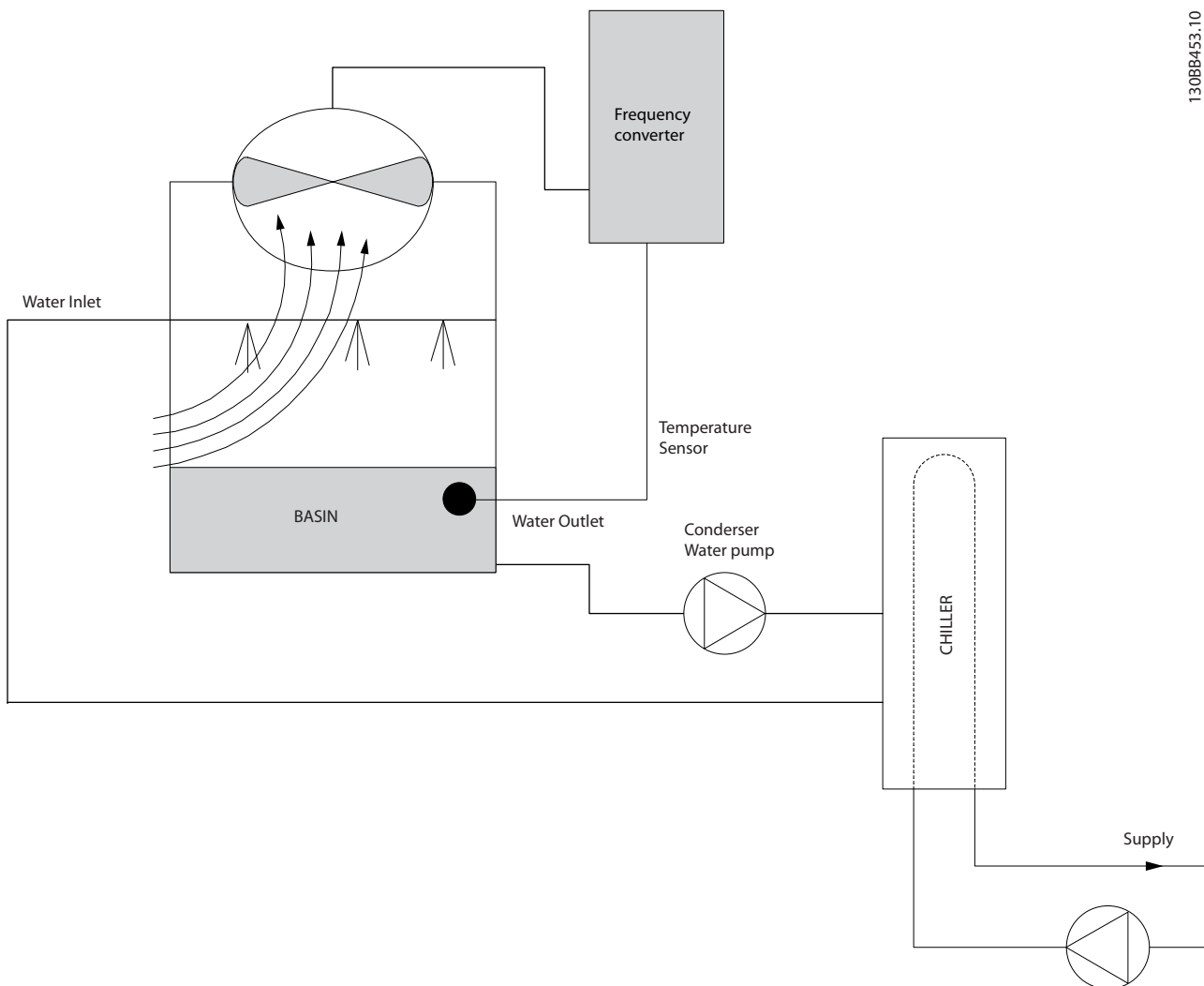
Os ventiladores de torre de resfriamento são utilizados para resfriar a água do condensador, em sistemas de resfriamento esfriados a água. Resfriadores refrigerados a água representam o meio mais eficiente de gerar água fria. Eles são até 20% mais eficientes que os resfriadores a ar. Dependendo do clima, as torres de resfriamento frequentemente são o método mais eficiente de resfriar a água do condensador dos resfriadores.

As torres de resfriamento resfriam a água do condensador por evaporação. A água do condensador é nebulizada sobre as superfícies de evaporação da torre de resfriamento, a fim de aumentar a área da superfície da torre. 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, baixando a sua temperatura. A água resfriada é coletada no tanque da torre de refrigeração, de onde é bombeada de volta ao condensador do resfriador e o processo se repete.

Solução VLT®

Com um conversor, os ventiladores da torre de resfriamento podem ser controlados na velocidade necessária para manter a temperatura da água do condensador. Os conversores também podem ser usados para ligar e desligar o ventilador conforme necessário. Com o Danfoss AQUA Drive do VLT®, à medida que os ventiladores da torre de resfriamento caem abaixo de uma determinada velocidade, o efeito do resfriamento diminui. Ao 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.

É possível programar o conversor para entrar em modo "sleep" e parar o ventilador até ser necessária uma velocidade mais alta. Além disso, alguns ventiladores de torres de resfriamento apresentam frequências indesejáveis que podem causar vibrações. Essas frequências podem ser facilmente evitadas programando as faixas de frequências de bypass no conversor.



130BB453.10

5

Ilustração 5.18 Conversores usados com um ventilador de torre de resfriamento

Para obter mais informações, consulte o fornecedor Danfoss do *Ventilador de torre de resfriamento Melhorar o controle de ventiladores em torres de resfriamento* notas de aplicação.

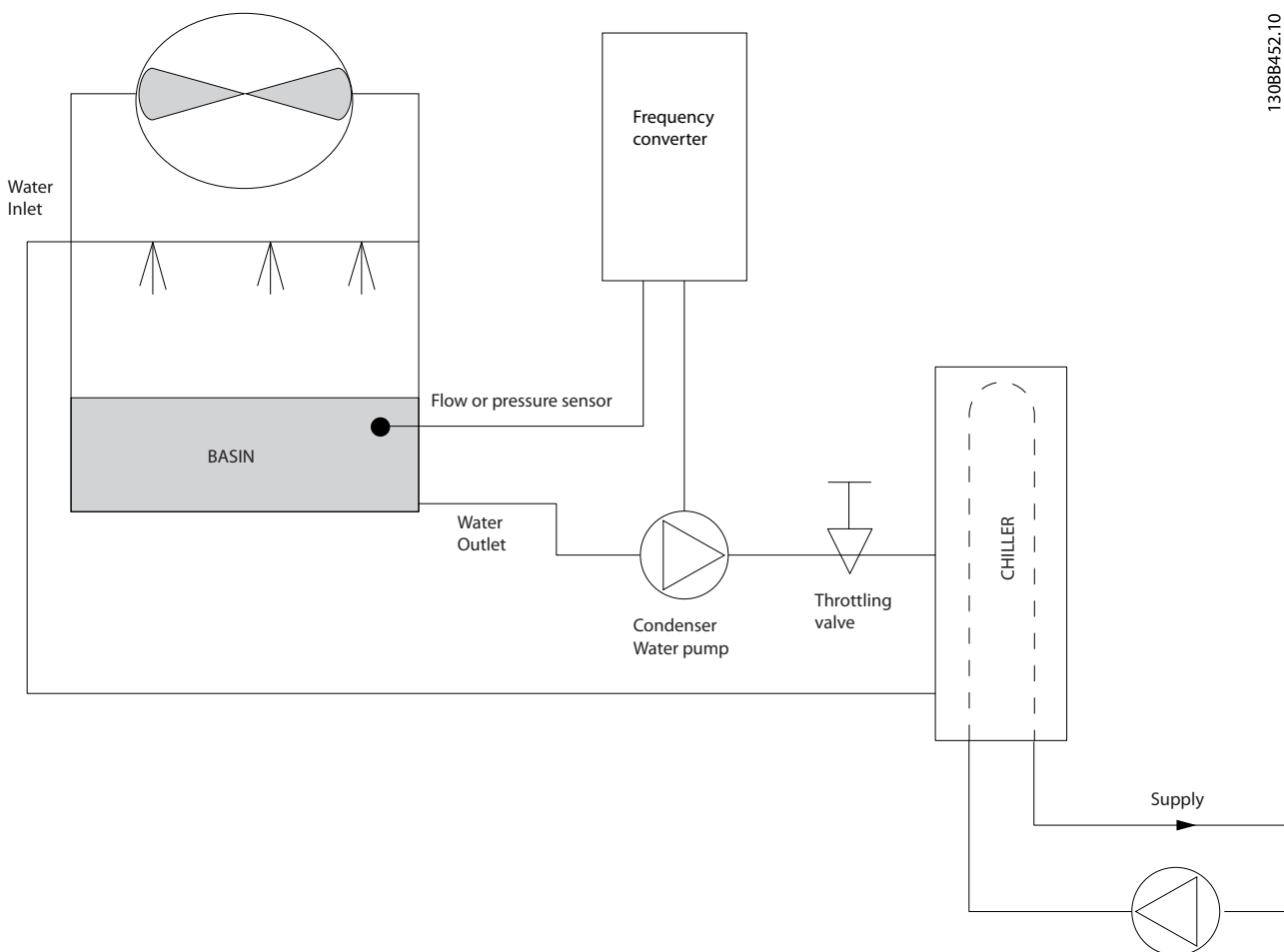
5.3.4.4 Bombas do Condensador

As bombas de água do condensador são usadas primariamente para fazer a água circular através da seção dos resfriadores de água e suas respectivas torres de resfriamento. A água do condensador absorve o calor da seção do condensador e o libera para a atmosfera da torre de resfriamento. Esses sistemas fornecem o meio mais eficiente de gerar água fria. Eles são até 20% mais eficientes que os resfriadores a ar.

Solução VLT®

Os conversores podem ser adicionados às bombas de água do condensador ao invés de equilibrar as bombas com uma válvula reguladoras ou reduzir o impulsor da bomba.

A utilização de um conversor ao invés de uma válvula reguladora economiza a energia que seria absorvida pela válvula. Essa modificação pode gerar economia de 15-20% ou mais. A redução do impulsor da bomba é irreversível. Se as condições mudarem e um fluxo maior for necessário, o impulsor deverá ser substituído.



130BB452.10

5

Ilustração 5.19 Conversor usado com uma bomba do condensador

Para obter mais informações, consulte o fornecedor Danfoss das *bombas do condensador: Melhorando sistemas de bombeamento do condensador de água* notas de aplicação.

5.3.4.5 Bombas Primárias

As bombas primárias de um sistema de bombeamento primário/secundário podem manter um fluxo constante por meio de dispositivos que encontram dificuldades de operação ou de controle quando sujeitos a um fluxo variável. A técnica de bombeamento primário/secundário desacopla o loop de produção primário do loop de distribuição secundário. O desacoplamento permite que dispositivos como resfriadores obtenham um fluxo de projeto constante e funcionem adequadamente, ao mesmo tempo em que permitem ao restante do sistema variar o fluxo. À medida que a taxa de fluxo do evaporador diminui em um resfriador, a água começa a ficar fria demais. Quando isso ocorre, o resfriador tenta diminuir a sua capacidade de resfriamento. Se a taxa de fluxo cair bastante ou muito rápido, o resfriador não consegue verter a sua carga o suficiente e o dispositivo de segurança de temperatura baixa do evaporador do resfriador desarma o resfriador, exigindo um reset manual. Essa é uma situação comum em grandes instalações, especialmente quando dois ou mais resfriadores estiverem instalados em paralelo, caso o bombeamento primário/secundário não seja usado.

Solução VLT®

Um conversor pode ser adicionado ao sistema primário, para substituir a válvula reguladora e/ou a redução dos impulsores, levando a uma redução nas despesas operacionais. Existem dois métodos comuns de controle:

- Um medidor de fluxo instalado na descarga de cada resfriador pode controlar a bomba diretamente uma vez que a taxa de fluxo desejada é conhecida e constante. Ao utilizar o controlador PID, o conversor manterá sempre a taxa

de fluxo adequada, inclusive compensando as mudanças de resistência no loop primário da tubulação, na medida em que os resfriadores e suas bombas são acoplados e desacoplados.

- O operador pode utilizar determinada velocidade local diminuindo a frequência de saída até atingir a taxa de fluxo planejada. Usar um conversor para diminuir a velocidade da bomba é semelhante à redução do impulsor da bomba, mas mais eficiente. O contrativo do balanceamento simplesmente reduz a velocidade da bomba, até que a velocidade apropriada do fluxo seja alcançada, deixando a velocidade fixa. A bomba funciona nessa velocidade sempre que o resfriador estiver conectado. Como a malha primária não tem válvulas de controle ou outros dispositivos que possam mudar a curva do sistema e a variância devida ao escalonamento e desescalonamento de resfriadores e bombas geralmente é pequena, essa velocidade fixa permanece adequada. Posteriormente, se for necessário aumentar a taxa de fluxo durante a vida útil do sistema, o conversor pode simplesmente aumentar a velocidade da bomba ao invés de exigir um novo impulsor de bomba.

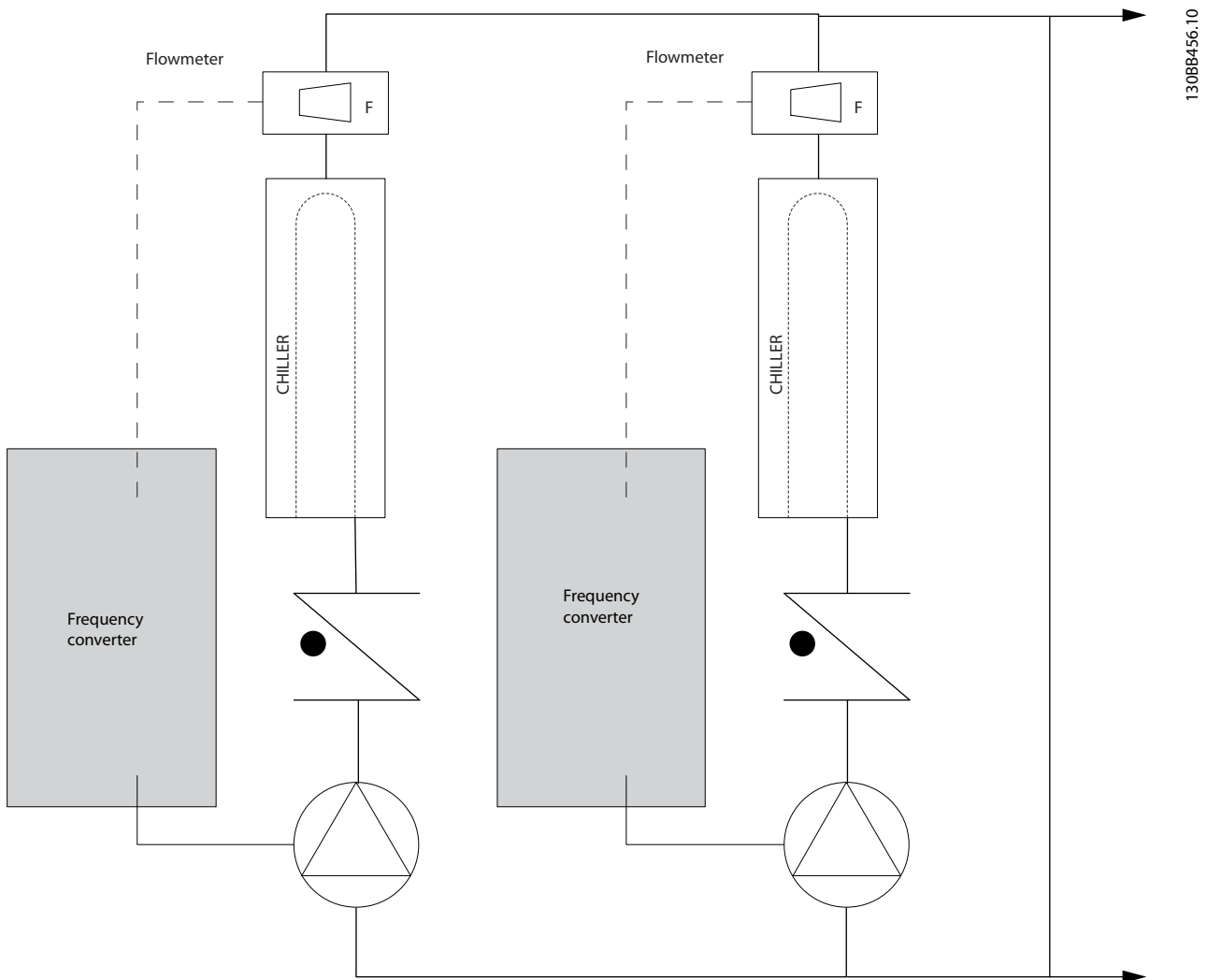


Ilustração 5.20 Conversores usados com bombas primárias em um sistema de bombas primário/secundário

Para obter mais informações, consulte o fornecedor Danfoss das *bombas primárias: Melhorando o bombeamento primário em sistema pri/sec* notas de aplicação.

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 usado para desacoplar hidronicamente uma malha de tubulação de outra. Nesse 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 do fluxo cair suficientemente ou muito rapidamente, o resfriador não consegue verter sua carga de forma adequada. O contra temperatura baixa do evaporador do resfriador desarma-o, necessitando um reset manual. Esta é uma situação comum em grandes instalações, especialmente quando dois ou mais resfriadores estão instalados em paralelo.

5

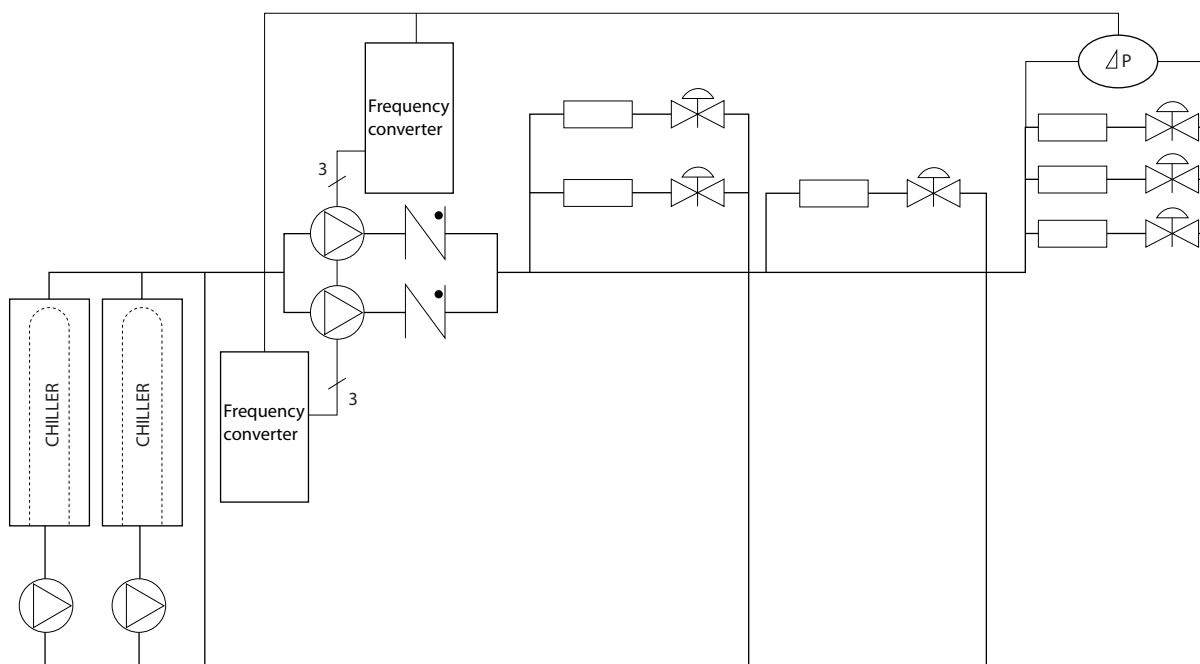
Solução VLT®

Enquanto o sistema primário/secundário com válvulas bidirecionais melhora o controle de energia e do sistema, o uso de conversores aumenta ainda mais a economia de energia e o potencial de controle. Com o posicionamento adequado dos sensores, a incorporação de conversores permite igualar a velocidade das bombas à curva dos sistema, e não à curva da bomba, o que elimina energia desperdiçada e a maior parte da sobrepressurização à qual válvulas bidirecionais podem ser submetidas.

Conforme as cargas monitoradas são atingidas, as válvula bidirecionais são fechadas, aumentando a pressão diferencial medida através da carga e da 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. Esse valor de setpoint é calculado somando a queda de pressão da carga e da válvula bidirecional, de acordo com as condições de projeto.

AVISO!

Quando houver múltiplas bombas em paralelo, devem operar na mesma velocidade para aumentar a economia de energia, com conversores individuais dedicados ou um conversor operando várias bombas em paralelo.



130BB454.10

Ilustração 5.21 Conversores usados com bombas secundárias em um sistema de bombas primário/secundário

Para obter mais informações, consulte o fornecedor Danfoss das bombas secundárias: *Melhorando o bombeamento secundário em sistema pri/sec* notas de aplicação.

5.4 Controlador em Cascata Básico

O controlador em cascata básico é usado em aplicações de bomba em que uma determinada pressão (carga hidráulica) ou nível deve ser mantido em uma faixa dinâmica ampla. 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 um ponto de vista prático, o limite é 25% da velocidade nominal da bomba com carga total.

No controlador em cascata básico, o conversor controla um motor de velocidade variável (de comando) como a bomba de velocidade variável e pode escalonar até duas bombas de velocidade constante adicionais, ligando e desligando. Conecte as bombas de velocidade constante adicionais diretamente à rede elétrica ou via 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, resultando em redução na tensão mecânica do sistema e operação mais silenciosa em sistemas de bombeamento.

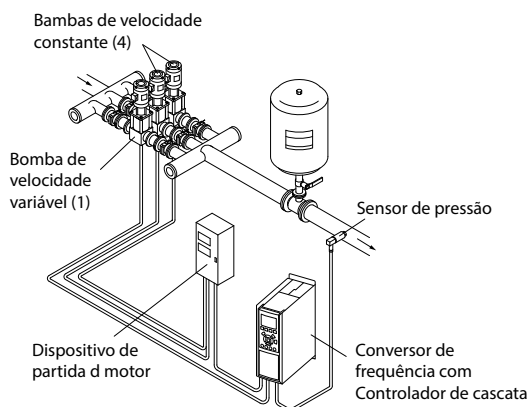


Ilustração 5.22 Controlador em Cascata Básico

Bomba de comando fixa

Os motores devem ter o mesmo tamanho. O controlador em cascata básico permite que o conversor controle até 3 bombas iguais utilizando os dois relés internos no conversor. Quando a bomba de velocidade variável (de comando) estiver conectada diretamente ao conversor, os dois relés integrados controlam as outras duas bombas. Quando as alterações da bomba de comando são ativadas, as bombas são conectadas aos relés integrados e o conversor é capaz de operar duas 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 necessária para a bomba e aumentando a confiabilidade e a 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:

- Toda vez que um temporizador de alteração expirar.
- Em uma hora predefinida do dia.
- Quando a bomba de comando entrar em sleep mode.

A carga real do sistema determina o escalonamento.

Uma alteração de limites de parâmetros separados ocorre somente se a capacidade total exigida for >50%. A capacidade total da bomba é determinada como sendo as capacidades das bombas de comando mais as das bombas de velocidade constante.

Gerenciamento da largura de banda

Em sistemas de controle em cascata, para evitar chaveamentos frequentes de bombas de velocidade constante, a pressão do sistema desejada é mantida dentro de uma largura de banda em vez de em um nível constante. A Largura da Banda de Escalonamento fornece a largura de banda necessária para a operação. Quando ocorre uma variação grande e rápida na pressão do sistema, a Largura de Banda de Sobreposição se sobrepõe à Largura de Banda de Escalonamento para impedir resposta imediata a uma variação de pressão de curta duração. Um temporizador de largura de banda de sobreposição pode ser programado para evitar escalonamento até a pressão do sistema ser estabilizada e o controle normal restabelecido.

Quando o controlador em cascata for ativado e o conversor emitir um alarme de desarme, a carga hidráulica é mantida por meio do escalonamento e desescalonamento das bombas de velocidade constante. Para evitar escalonamentos e desescalonamentos frequentes e minimizar flutuações de pressão, é usada uma largura de banda de velocidade fixa mais larga em vez da largura de banda de escalonamento.

5.4.1.1 Escalonamento de Bomba com Alternação da Bomba de Comando

Com a alteração da bomba de comando ativada, pode-se controlar no máximo duas bombas. Em um comando de alteração, o PID para a bomba de comando acelera até uma frequência mínima (f_{min}) e, após um pequeno atraso, acelera até a frequência máxima (f_{max}). Quando a velocidade da bomba de comando atinge a frequência de desescalamento, a bomba de velocidade constante é desligada (desescalada). A bomba de comando continua

a acelerar e, em seguida, desacelera até parar e os dois relés são, então, desligados.

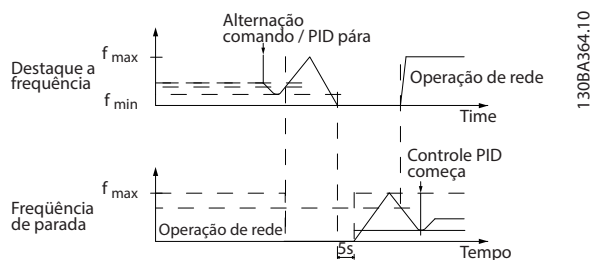


Ilustração 5.23 Alternação da Bomba de Comando

Depois de um atraso de tempo, o relé da bomba de velocidade constante é ativada (escalonada) e essa 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. Ao desacelerar e atingir a frequência de escalonamento, a bomba de comando antiga é agora ativada (escalonada) na rede elétrica como a nova bomba de velocidade constante.

Se a bomba de comando estiver funcionando com frequência mínima (f_{min}), durante um período de tempo programado, com 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 ativo, o LCP exibe o status da operação para cada bomba e para o controlador em cascata. As informações exibidas incluem:

- O status das bombas é uma leitura do status dos relés atribuídos a cada bomba. O display mostra as bombas que estão desabilitadas, desligadas, em funcionamento no conversor ou em funcionamento na rede elétrica/starter do motor.
- Status em Cascata é uma leitura do status do controlador em cascata. O display mostra o seguintes:
 - O controlador em cascata está desabilitado.
 - Todas as bombas estão desligadas.

- Uma emergência parou todas as bombas.
- Todas as bombas estão em funcionamento.
- As bombas de velocidade constante estão sendo escalonadas/desescalonadas.
- Está ocorrendo a alternância da bomba de comando

- O desescalonamento na situação de fluxo zero que todas as bombas de velocidade constante são paradas individualmente até a condição de fluxo zero desaparecer.

5.5 Visão geral de frenagem dinâmica

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

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

Nos conversores equipados com opcional de freio, há um IGBT do freio junto com os terminais 81(R-) e 82(R+) para conexão de um resistor do freio externo.

A função do IGBT do freio é limitar a tensão no barramento CC toda vez que o limite máximo de tensão for excedido. A tensão é limitada comutando o resistor montado externamente através do barramento CC para remover a tensão CC excedente presente nos capacitores do barramento.

A instalação do resistor do freio externo apresenta as vantagens de selecionar o resistor com base na necessidade da aplicação, dissipando a energia fora do painel de controle e protegendo o conversor contra

superaquecimento se o resistor do freio ficar sobrecarregado.

O sinal do gate do IGBT do freio é originado no cartão de controle e enviado ao IGBT do freio através do cartão de

potência e do cartão do drive do gate. Adicionalmente, o cartão de potência e o cartão de controle monitoram o IGBT do freio por curtos circuitos. O cartão de potência também monitora o resistor do freio por sobrecargas.

5.6 Visão geral de divisão da carga

Divisão da carga é um recurso que permite a conexão dos circuitos CC de diversos conversores, criando um sistema de múltiplos conversores para operar uma carga mecânica. Divisão da carga fornece os seguintes benefícios:

Economia de energia

Um motor funcionando em modo regenerativo pode alimentar conversores que estão funcionando em modo de motorização.

Necessidade reduzida para peças de reposição

Geralmente, somente um resistor do freio é necessário para o sistema de conversor inteiro ao invés de um resistor de freio por cada conversor.

Backup de energia

Se houver falha de rede elétrica, todos os conversores podem ser fornecidos através do barramento CC a partir de um backup. A aplicação pode continuar operando ou passar por um processo de desligamento controlado.

Pré-condições

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

- O conversor deve ser equipado com terminais de Load Sharing.
- Séries de produtos devem ser a mesma. Somente VLT® Drive HVAC conversores utilizados com outros VLT® Drive HVAC conversores.
- Conversores devem ser posicionados fisicamente perto uns dos outros para permitir que a fiação entre eles não fique maior do que 25 m (82 pés).
- Conversores devem apresentar as mesmas características nominais de tensão.
- Ao adicionar um resistor do freio em um configuração de Load Sharing, todos os conversores devem ser equipados com um circuito de frenagem.
- Fusíveis devem ser adicionados a terminais de divisão da carga.

Para obter um diagrama de uma aplicação de divisão da carga com aplicação de boas práticas, consulte *Ilustração 5.24*.

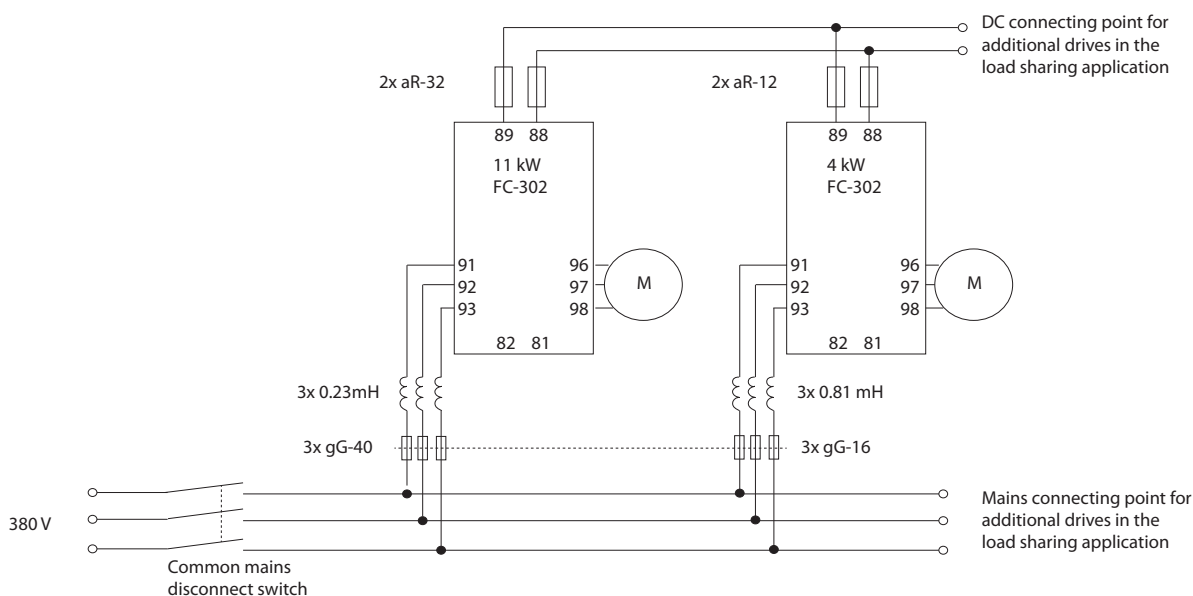


Ilustração 5.24 Diagrama de uma aplicação de divisão da carga onde melhores práticas foram aplicadas

Load Sharing

As unidades com o opcional de Load Sharing integrado contêm os terminais (+) 89 CC e (-) 88 CC. No interior do conversor, estes terminais conectam ao barramento CC na frente do reator do barramento CC e capacitores do barramento.

Os terminais de Load Sharing podem conectar em duas configurações diferentes.

- Terminais reúnem os circuitos de barramento CC de múltiplos conversores. Essa configuração permite que uma unidade em modo regenerativo compartilhe sua tensão de barramento em excesso com outra unidade que está operando um motor. Load Sharing dessa maneira pode reduzir a necessidade de resistor do freio dinâmico externo, enquanto também economiza energia. O número de unidades que podem ser conectadas dessa maneira é infinito, contanto que cada unidade tenha as mesmas características nominais de tensão. Além disso, dependendo da capacidade e do número de unidades é possível ser necessário instalar reatores CC e fusíveis CC nas conexões do barramento CC e reatores CA na rede elétrica. Tentar essa configuração exige considerações específicas.
- O conversor é alimentado exclusivamente de uma fonte CC. Essa configuração exige:
 - Uma fonte CC.
 - Um meio para carga regulada do barramento CC na energização.

5.7 Visão geral de regeneração

A regeneração geralmente ocorre em aplicações com frenagem contínua como guias/guindastes, transportadoras de desnível e centrífugas onde a energia é extraída de um motor desacelerado.

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

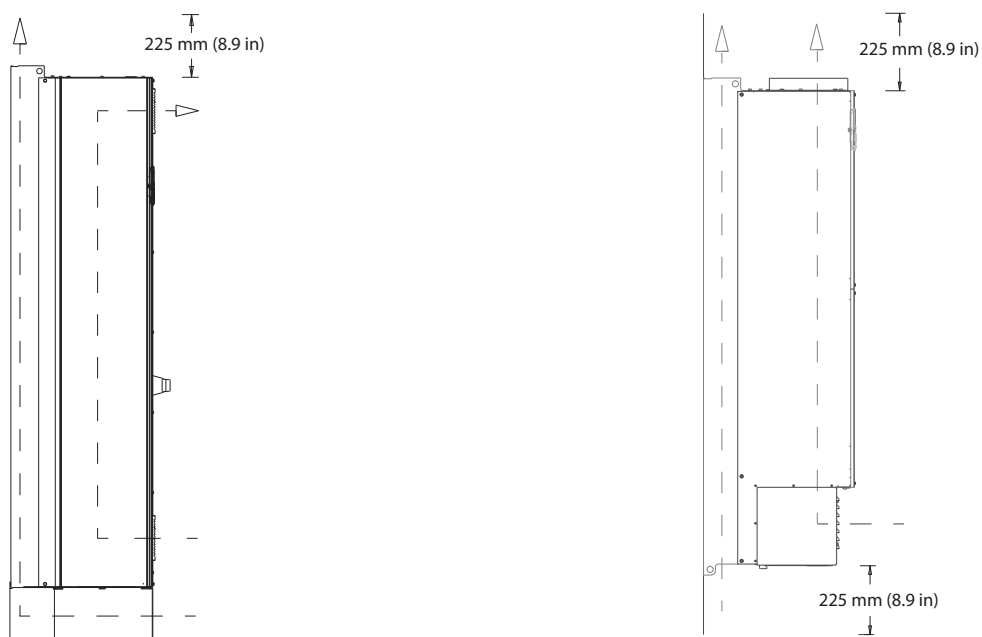
- O circuito de frenagem permite dissipar o excesso de energia em forma de calor dentro das bobinas do resistor do freio.
- Os terminais de regeneração permitem conectar no conversor uma unidade de regeneração de terceiros, permitindo que o excesso de energia retorne à rede de energia.

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

5.8 Visão geral do resfriamento do canal traseiro

Um duto de canal traseiro exclusivo passa ar de refrigeração sobre os dissipadores de calor com nível mínimo de ar passando pela área eletrônica. Há uma vedação IP54/Tipo 12 entre o duto de resfriamento do canal traseiro e a área eletrônica do conversor VLT®. Esse resfriamento do canal traseiro permite que 90% das perdas de calor sejam eliminadas diretamente fora do gabinete. Esse design melhora a confiabilidade e prolonga drasticamente a vida útil de componentes, reduzindo temperaturas internas e contaminação dos componentes eletrônicos. *Ilustração 5.25* mostra a configuração de fluxo de ar padrão para um conversor E1h–E4h.

Diferentes kits de resfriamento do canal traseiro estão disponíveis para redirecionar o fluxo de ar com base em necessidades individuais. *Ilustração 5.26* mostra duas configurações de fluxo de ar opcionais para um conversor E1h–E4h.

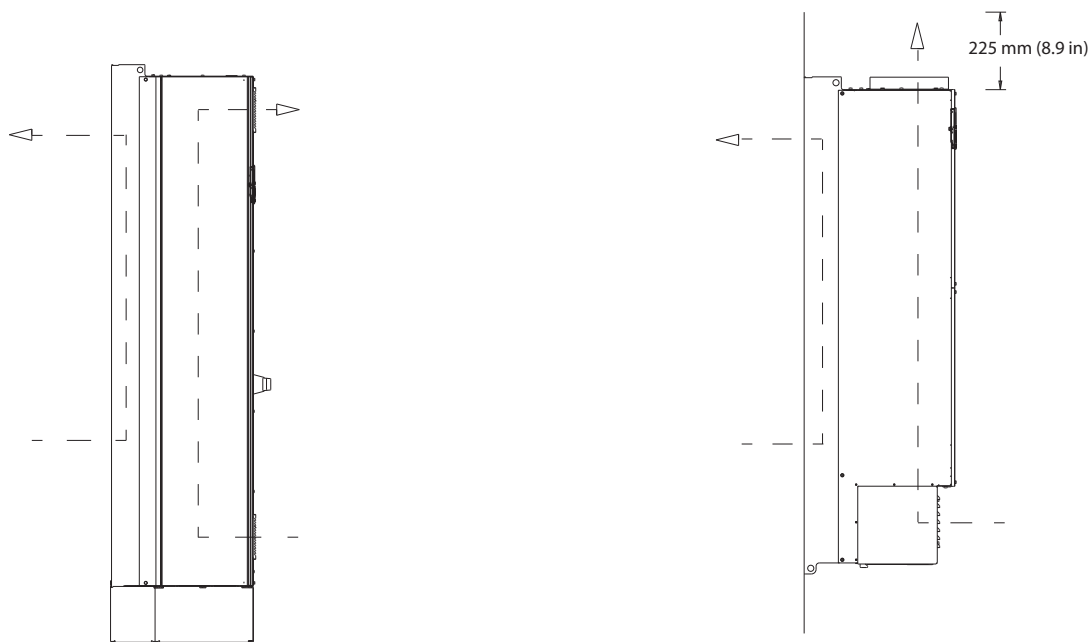


1308F699.10

5

Ilustração 5.25 Configuração de fluxo de ar padrão para E1h/E2h (esquerda) e E3h/E4h (direita)

5



130BF700.10

Ilustração 5.26 Configuração de fluxo de ar opcional através da parede traseira para E1h/E2h (esquerda) e E3h/E4h (direita)

6 Visão geral de opcionais e acessórios

6.1 Dispositivos de fieldbus

Esta seção descreve os dispositivos de fieldbus que estão disponíveis com a série VLT® Drive HVAC. Utilizar um dispositivo de fieldbus reduz custos do sistema, fornece comunicação mais rápida e eficiente e proporciona uma interface do usuário mais fácil. Para obter os códigos de compra, consulte *capítulo 13.2 Código de compra para opcionais e acessórios*.

6.1.1 VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101

O MCA 101 fornece:

- Ampla compatibilidade, alto nível de disponibilidade, suporte para os principais fornecedores de PLC e compatibilidade com versões futuras.
- Comunicação rápida e eficiente, instalação transparente, diagnóstico avançado e definição de parâmetros e autoconfiguração do processo via arquivo GSD.
- Parametrização acíclica usando o PROFIBUS DP V1, PROFIdrive ou máquinas de estado de perfil do FC Danfoss.

6.1.2 VLT® DeviceNet MCA 104

O MCA 104 fornece:

- Suporte do perfil do conversor de frequência ODVA CA suportado por instância de E/S 20/70 e 21/71 garante compatibilidade com sistemas existentes.
- Ele se beneficia das fortes políticas de teste de conformidade da ODVA, que garantem que os produtos são interoperáveis.

6.1.3 VLT® LonWorks MCA 108

LonWorks é um sistema de fieldbus desenvolvido para automação predial. Ele ativa a comunicação entre as unidades individuais no mesmo sistema (peer-to-peer) e suporta a descentralização do controle.

- Sem necessidade de estação principal (mestre/escravo).
- Unidades recebem sinais diretamente.
- Suporta a interface Echelon de topologia livre (cabearamento e instalação flexíveis).

- Suporta opcionais de E/S ou E/S integradas (fácil implementação de E/S descentralizadas).
- Sinais de sensor podem ser rapidamente transferidos para outro controlador por meio de cabos de barramento.
- Certificado em conformidade com as especificações LonMark versão 3.4.

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 opcional MCA 120 combina o mais alto desempenho com o mais alto grau de abertura. O opcional é projetado de modo que muitos dos recursos do VLT® PROFIBUS MCA 101 podem ser reutilizados, minimizando o esforço do usuário para migrar o PROFINET e protegendo o investimento em um programa PLC.

- Os mesmos tipos de PPO que o VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101 para migração fácil para PROFINET.
- Servidor da web integrado para diagnóstico remoto e leitura de parâmetros de drive básicos.
- Suporta MRP.
- Suporta DP-V1. O diagnóstico permite manipulação fácil, rápida e padronizada de

informações de aviso e falha no PLC, melhorando a largura de banda no sistema.

- Suporta PROFIsafe quando combinado com o VLT® Safety Option MCB 152.
- Implementação de acordo com Conformidade Classe B

6.1.6 VLT® EtherNet/IP MCA 121

Ethernet é o padrão futuro para comunicação no chão de fábrica. O opcional VLT® EtherNet/IP MCA 121 está baseado na mais nova tecnologia disponível para uso industrial e trata até os requisitos mais rígidos. O EtherNet/IP estende a Ethernet padrão comercial para o Common Industrial Protocol (CIP™) – o mesmo modelo de objeto e protocolo de camada superior encontrado em DeviceNet.

MCA 121 oferece recursos avançados como:

- Interruptor de alto desempenho integrado permitindo topologia de linha, eliminando a necessidade de interruptores externos.
- Anel DLR (a partir de outubro de 2015).
- Funções avançadas de interruptor e diagnóstico.
- Servidor web integrado.
- E-mail do cliente para notificação de serviço.
- Comunicação Unicast e Multicast.

6.1.7 VLT® Modbus TCP MCA 122

O opcional MCA 122 conecta a redes Modbus baseadas em TCP. Ela trata intervalos de conexão de até 5 ms nas duas direções, posicionando-a entre os dispositivos Modbus TCP de desempenho mais rápido do mercado. Para redundância mestre, apresenta troca rápida entre dois mestres. Outros recursos da unidade incluem:

- Servidor da 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 para um ou mais destinatários, quando determinados avisos ou alarmes ocorrerem ou tiverem sido eliminados.
- Conexão PLC mestre dupla para redundância.

6.1.8 VLT® BACnet/IP MCA 125

O opcional VLT® BACnet/IP MCA 125 permite a rápida e fácil integração do conversor aos sistemas de gerenciamento predial (BMS) utilizando o protocolo BACnet/IP ou executando o BACnet sobre Ethernet. Ele pode ler e compartilhar pontos de dados e transferir valores reais e solicitados de e para os sistemas.

O opcional MCA 125 possui dois conectores Ethernet, permitindo configuração de ligação em cascata sem necessidade de interruptores externos. O interruptor de 3 portas integrado do opcional VLT® BACnet/IP MCA 125 compreende duas portas Ethernet externas e uma interna. Esse interruptor permite o uso de uma estrutura linear para o cabeamento Ethernet. Esse opcional possibilita controlar múltiplos motores de imã permanente de alta eficiência em paralelo e monitora pontos necessários em aplicações HVAC típicas. Além da funcionalidade padrão, o opcional MCA 125 inclui:

- COV (mudança de valor).
- Leitura/gravação de múltiplo de propriedade.
- Notificações de alarme/advertência
- Capacidade de alterar 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 funcional que estão disponíveis com a série VLT® Drive HVAC. Para obter os códigos de compra, consulte *capítulo 13.2 Código de compra para opcionais e acessórios*.

6.2.1 VLT® General Purpose I/O Module MCB 101

O opcional MCB 101 oferece um número estendido de entradas e saídas de controle:

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

6.2.2 VLT[®] Relay Card MCB 105

O opcional MCB 105 estende as funções de relé com três saídas do relé adicionais.

- Protege a conexão de cabos de controle.
- Conexão dos fios de controle acionados por mola.

Taxa de chaveamento máxima (carga nominal/mínima)
6 minutos⁻¹/20 s⁻¹

Carga do terminal máxima

Carga resistiva CA 1: 240 V CA, 2 A

6.2.3 Opcional de E/S analógica VLT[®] MCB 109

O opcional de E/S analógica VLT[®] MCB 109 é facilmente instalado no conversor para atualizar para desempenho e controle avançados utilizando as entradas/saídas adicionais. Esse opcional também atualiza o conversor com uma alimentação reserva de bateria para o relógio integrado do conversor. Essa reserva de bateria fornece uso estável de todas as ações temporizadas utilizadas pelo conversor.

- Três entradas analógicas, cada uma configurável tanto como entrada de tensão quanto de temperatura.
- Conexão de sinais analógicos de 0–10 V, bem como entradas de temperatura PT1000 e NI1000.
- Três saídas analógicas, cada uma configurável como saídas de 0–10 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 opcional MCB 114 protege o motor contra superaquecimento monitorando a temperatura dos rolamentos e enrolamentos no motor.

- Três entradas de sensor de autodeteção para sensores PT100/PT1000 de 2 ou 3 fios.
- Uma entrada analógica adicional 4-20 mA.

6.3 Controle de movimento e placas de relé

Esta seção descreve os opcionais de controle de movimento e placa de relé que estão disponíveis com a série VLT[®] Drive HVAC. Para obter os códigos de compra, consulte *capítulo 13.2 Código de compra para opcionais e acessórios*.

6.3.1 Cartão de Relé Estendido MCB 113 do VLT[®]

O opcional MCB 113 adiciona entradas/saídas para maior flexibilidade.

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

6.4 Resistores do Freio

Em aplicações onde o motor é utilizado como freio, a energia é gerada no motor e devolvida ao conversor. Se a energia não puder ser retornada ao motor, ela aumenta a tensão na linha CC do conversor. Em aplicações com frenagens frequentes e/ou altas cargas de inércia, esse aumento pode resultar em um desarme por sobretensão no conversor e, finalmente, um desligamento. Os Resistores do Freio 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 ampla variedade de resistores diferentes que são projetados especificamente para conversores Danfoss. Para obter códigos de compra e mais informações sobre dimensionamento de resistores do freio, consulte o *Guia de Design do VLT[®] Brake Resistor MCE 101*.

6.5 Filtros de onda senoidal

Quando um conversor controla um motor, é possível ouvir ruído de ressonância do motor. Esse ruído, resultante do projeto do motor, ocorre cada vez que um interruptor do inversor é ativado no conversor. A frequência do ruído de ressonância corresponde à frequência de chaveamento do conversor.

Danfoss fornece um filtro de onda senoidal para amortecer o ruído do motor. O filtro reduz o tempo de aceleração da tensão, da tensão da carga de pico (U_{PEAK}) e do ripple de corrente (ΔI) no motor, o que significa que a corrente e a tensão tornam-se quase senoidais. O ruído acústico do motor é reduzido ao mínimo.

O ripple de corrente nas bobinas do filtro de onda senoidal também causa ruído. Resolva o problema integrando o filtro a um gabinete.

Para obter códigos de compra e mais informações sobre filtros de onda senoidal, consulte o *Guia de Design de Filtros de Saída*.

6.6 Filtros dU/dt

O Danfoss alimenta os filtros dU/dt que são filtros passa-baixa de módulo diferencial que reduzem a tensão de pico de fase para fase no terminal do motor e reduzem o tempo de subida até um nível que reduz a tensão mecânica no isolamento dos enrolamentos do motor. Esse é um problema típico com setups usando cabos de motor curtos.

Em comparação com filtros de onda senoidal, os filtros dU/dt têm uma frequência de desativação acima da frequência de chaveamento.

Para obter códigos de compra e mais informações sobre filtros dU/dt, consulte o *Guia de Design de Filtros de Saída*.

6.7 Filtros de modo comum

Núcleos de modo comum de alta frequência (Núcleos HF-CM) reduzem a interferência eletromagnética e eliminam danos no mancal por descarga elétrica. São núcleos magnéticos nanocristalinos especiais que apresentam desempenho de filtragem superior em comparação com os núcleos de ferrite comuns. O núcleo HF-CM age como um indutor de modo comum entre fases e aterramento.

Instalados em torno das três 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 de motor é reduzida.

Para obter códigos de compra consulte o *Guia de Design de Filtros de Saída*.

6.8 Filtros de Harmônicas

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

Conectando o AHF 005 ou AHF 010 na frente de um conversor Danfoss, a distorção total de correntes harmônicas gerada de volta para a rede elétrica é reduzida para 5% e 10%.

Para obter códigos de compra e mais informações sobre dimensionamento de resistores do freio, consulte o *Guia de Design do VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010*.

6.9 Kits de alta potência

Kits de alta potência, como resfriamento da parede traseira, aquecedor de espaço, blindagem da rede elétrica, estão disponíveis para esses gabinetes. Consulte *capítulo 13.2 Código de compra para opcionais e acessórios* para obter uma breve descrição e os códigos de compra para todos os kits disponíveis.

7 Especificações

7.1 Dados Elétricos, 380-480 V

VLT® Drive HVAC FC 102	N355	N400	N560
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s)	NO	NO	NO
Potência no Eixo Típica a 400 V [kW]	355	400	450
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	500	600	600
Potência no Eixo Típica a 480 V [kW]	400	500	530
Tamanho do gabinete metálico	E1h/E3h	E1h/E3h	E1h/E3h
Corrente de saída (trifásica)			
Contínua (a 400 V) [A]	658	745	800
Intermitente (60 s sobrecarga) (a 400 V) [A]	724	820	880
Contínua (a 460/480 V) [A]	590	678	730
Intermitente (60 s sobrecarga) (a 460/480 V) [A]	649	746	803
KVA contínuo (a 400 V) [kVA]	456	516	554
KVA contínuo (a 460 V) [kVA]	470	540	582
KVA contínuo (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 máximo de cabos por fase (E1h)			
- Rede elétrica e motor sem freio [mm ² (AWG)] ¹⁾	5x240 (5x500 mcm)	5x240 (5x500 mcm)	5x240 (5x500 mcm)
- Rede elétrica e motor com freio [mm ² (AWG)] ¹⁾	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)
- Freio ou regeneração [mm ² (AWG)] ¹⁾	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
Número e tamanhos máximos de cabos por fase (E3h)			
- Rede elétrica e motor [mm ² (AWG)] ¹⁾	6x240 (6x500 mcm)	6x240 (6x500 mcm)	6x240 (6x500 mcm)
- Freio [mm ² (AWG)] ¹⁾	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
- Divisão da carga ou regeneração [mm ² (AWG)] ¹⁾	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)
Fusíveis da rede elétrica externos máx. [A] ²⁾	800	800	800
Perda de energia estimada a 400 V [W] ^{3) 4)}	6928	8036	8783
Perda de energia estimada a 460 V [W] ^{3) 4)}	5910	6933	7969
Eficiência ⁴⁾	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 por 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 in-rush ativo [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabela 7.1 Especificações Técnicas, Alimentação de Rede Elétrica 3x380-480 V CA

VLT® Drive HVAC FC 102	N500	N560
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal=110% da 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 a 480 V [kW]	560	630
Tamanho do gabinete metálico	E2h/E4h	E2h/E4h
Corrente de saída (trifásica)		
Contínua (a 400 V) [A]	880	990
Intermitente (60 s sobrecarga) (a 400 V) [A]	968	1089
Contínua (a 460/480 V) [A]	780	890
Intermitente (60 s sobrecarga) (a 460/480 V) [A]	858	979
KVA contínuo (a 400 V) [kVA]	610	686
KVA contínuo (a 460 V) [kVA]	621	709
KVA contínuo (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 máximo de cabos por fase (E2h)		
- Rede elétrica e motor sem freio [mm ² (AWG)] ¹⁾	6x240 (6x500 mcm)	6x240 (6x500 mcm)
- Rede elétrica e motor com freio [mm ² (AWG)] ¹⁾	5x240 (5x500 mcm)	5x240 (5x500 mcm)
- Freio ou regeneração [mm ² (AWG)] ¹⁾	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
Número e tamanho máximo de cabos por fase (E4h)		
- Rede elétrica e motor [mm ² (AWG)] ¹⁾	6x240 (6x500 mcm)	6x240 (6x500 mcm)
- Freio [mm ² (AWG)] ¹⁾	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
- Divisão da carga ou regeneração [mm ² (AWG)] ¹⁾	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)
Fusíveis da rede elétrica externos máx. [A] ²⁾	1200	1200
Perda de energia estimada a 400 V [W] ^{3) 4)}	9473	11102
Perda de energia estimada a 460 V [W] ^{3) 4)}	7809	9236
Eficiência ⁴⁾	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 por 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 in-rush ativo [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)

Tabela 7.2 Especificações Técnicas, Alimentação de Rede Elétrica 3x380-480 V CA

1) American Wire Gauge.

2) Para saber as características nominais dos fusíveis, ver capítulo 10.5 Fusíveis e Disjuntores.

3) A perda de energia típica em condições normais é esperada estar 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 mais baixa aumentam a perda de energia no conversor. Aplica-se para dimensionamento do resfriamento do conversor. Se a frequência de chaveamento for mais alta que a configuração padrão, as perdas de energia podem aumentar. Os consumos de energia do LCP e do cartão de controle típico estão incluídos. Para saber os dados de perda de energia de acordo com EN 50598-2, consulte www.danfoss.com/vltenergyefficiency. Opcionais e carga do cliente podem acrescentar até 30 W às perdas, embora normalmente um cartão de controle totalmente carregado ou opcionais para o slot A ou slot B cada um adiciona somente 4 W.

4) Medido usando cabos de motor blindados de 5 m (16,4 pés) com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida com corrente nominal. Para saber a classe de eficiência energética, consulte capítulo 7.5 Condições ambiente. Para saber as perdas de carga parcial, consulte www.danfoss.com/vltenergyefficiency.

7.2 Dados Elétricos, 525-690 V

VLT® Drive HVAC FC 102	N450	N500	N560	N630
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s)	NO	NO	NO	NO
Potência no eixo típica a 550 V [kW]	355	400	450	500
Potência no eixo típica a 575 V [HP]	450	500	600	650
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	450	500	560	630
Tamanho do gabinete metálico	E1h/E3h	E1h/E3h	E1h/E3h	E1h/E3h
Corrente de saída (trifásica)				
Contínua (a 550 V) [A]	470	523	596	630
Intermitente (sobrecarga durante 60 s (a 550 V) [A]	517	575	656	693
Contínua (a 575/690 V) [A]	450	500	570	630
Intermitente (sobrecarga durante 60 s (a 575/690 V) [A]	495	550	627	693
KVA contínuo (a 550 V) [kVA]	448	498	568	600
KVA contínuo (a 575 V) [kVA]	448	498	568	627
KVA contínuo (a 690 V) [kVA]	538	598	681	753
Corrente de entrada máxima				
Contínua (a 550 V) [A]	453	504	574	607
Contínua (a 575 V) [A]	434	482	549	607
Contínua (a 690 V) [A]	434	482	549	607
Número e tamanho máximo de cabos por fase (E1h)				
- Rede elétrica e motor sem freio [mm ² (AWG)] ¹⁾	5x240 (5x500 mcm)	5x240 (5x500 mcm)	5x240 (5x500 mcm)	6x240 (6x500 mcm)
- Rede elétrica e motor com freio [mm ² (AWG)] ¹⁾	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	5x240 (5x500 mcm)
- Freio ou regeneração [mm ² (AWG)] ¹⁾	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
Número e tamanhos máximos de cabos por fase (E3h)				
- Rede elétrica e motor [mm ² (AWG)] ¹⁾	6x240 (6x500 mcm)	6x240 (6x500 mcm)	6x240 (6x500 mcm)	6x240 (6x500 mcm)
- Freio [mm ² (AWG)] ¹⁾	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
- Divisão da carga ou regeneração [mm ² (AWG)] ¹⁾	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)
Fusíveis da rede elétrica externos máx. [A] ²⁾	800	800	800	800
Perda de energia estimada a 600 V [W] ³⁾⁴⁾	6062	6879	8076	9208
Perda de energia estimada a 690 V [W] ³⁾⁴⁾	5939	6715	7852	8921
Eficiência ⁴⁾	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 por 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 in-rush ativo [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabela 7.3 Especificações Técnicas, alimentação de Rede Elétrica 3x525-690 V CA

VLT® Drive HVAC FC 102	N710	N800
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal=110% da corrente durante 60 s)	NO	NO
Potência no eixo típica a 550 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 metálico	E2h/E4h	E2h/E4h
Corrente de saída (trifásica)		
Contínua (a 550 V) [A]	763	889
Intermitente (sobrecarga durante 60 s (a 550 V) [A]	839	978
Contínua (a 575/690 V) [A]	730	850
Intermitente (sobrecarga durante 60 s (a 575/690 V) [A]	803	935
KVA contínuo (a 550 V) [kVA]	727	847
KVA contínuo (a 575 V) [kVA]	727	847
KVA contínuo (a 690 V) [kVA]	872	1016
Corrente de entrada máxima		
Contínua (a 550 V) [A]	735	857
Contínua (a 575 V) [A]	704	819
Contínua (a 690 V) [A]	704	819
Número e tamanho máximo de cabos por fase (E2h)		
- Rede elétrica e motor sem freio [mm ² (AWG)] ¹⁾	6x240 (6x500 mcm)	6x240 (6x500 mcm)
- Rede elétrica e motor com freio [mm ² (AWG)] ¹⁾	5x240 (5x500 mcm)	5x240 (5x500 mcm)
- Freio ou regeneração [mm ² (AWG)] ¹⁾	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
Número e tamanho máximo de cabos por fase (E4h)		
- Rede elétrica e motor [mm ² (AWG)] ¹⁾	6x240 (6x500 mcm)	6x240 (6x500 mcm)
- Freio [mm ² (AWG)] ¹⁾	2x185 (2x350 mcm)	2x185 (2x350 mcm)
- Divisão da carga ou regeneração [mm ² (AWG)] ¹⁾	4x185 (4x350 mcm)	4x185 (4x350 mcm)
Fusíveis da rede elétrica externos máx. [A] ²⁾	1200	1200
Perda de energia estimada a 600 V [W] ³⁾⁴⁾	10346	12723
Perda de energia estimada a 690 V [W] ³⁾⁴⁾	10066	12321
Eficiência ⁴⁾	0,98	0,98
Frequência de saída [Hz]	0-590	0-590
Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]	110 (230)	110 (230)
Desarme por 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 in-rush ativo [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)

Tabela 7.4 Especificações Técnicas, alimentação de Rede Elétrica 3x525-690 V CA

1) American Wire Gauge.

2) Para saber as características nominais dos fusíveis, ver capítulo 10.5 Fusíveis e Disjuntores.

3) A perda de energia típica em condições normais é esperada estar 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 mais baixa aumentam a perda de energia no conversor. Aplica-se para dimensionamento do resfriamento do conversor. Se a frequência de chaveamento for mais alta que a configuração padrão, as perdas de energia podem aumentar. Os consumos de energia do LCP e do cartão de controle típico estão incluídos. Para saber os dados de perda de energia de acordo com EN 50598-2, consulte www.danfoss.com/vltenergyefficiency. Opcionais e carga do cliente podem acrescentar até 30 W às perdas, embora normalmente um cartão de controle totalmente carregado ou opcionais para o slot A ou slot B cada um adiciona somente 4 W.

4) Medido usando cabos de motor blindados de 5 m (16,4 pés) com carga nominal e frequência nominal. Eficiência medida com corrente nominal. Para saber a classe de eficiência energética, consulte capítulo 7.5 Condições ambiente. Para saber as perdas de carga parcial, consulte www.danfoss.com/vltenergyefficiency.

7.3 Alimentação de Rede Elétrica

Alimentação de rede elétrica (L1, L2, L3)

Tensão de alimentação	380–480 V $\pm 10\%$, 525–690 V $\pm 10\%$
-----------------------	---

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 $\pm 5\%$
---------------------------	--------------------

Desbalanceamento máximo temporário entre fases de rede elétrica	3,0% da tensão de alimentação nominal ¹⁾
---	---

Fator de potência real (λ)	$\geq 0,9$ nominal com carga nominal
--------------------------------------	--------------------------------------

Fator de potência de deslocamento ($\cos \Phi$) próximo de unidade	(>0,98)
--	---------

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

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

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

1) Cálculos baseados na UL/IEC61800-3.

7.4 Saída do Motor e dados do motor

Saída do Motor (U, V, W)

Tensão de saída	0–100% da tensão de alimentação
-----------------	---------------------------------

Frequência de saída	0–590 Hz ¹⁾
---------------------	------------------------

Chaveamento na saída	Ilimitado
----------------------	-----------

Tempos de rampa	0,01–3600 s
-----------------	-------------

1) Dependente da tensão e da potência.

Características do torque

Torque de partida (torque constante)	Máximo 150% durante 60 s ¹⁾²⁾
--------------------------------------	--

Torque de sobrecarga (torque constante)	Máximo 150% durante 60 s ¹⁾²⁾
---	--

1) A porcentagem está relacionada à corrente nominal do conversor.

2) Uma vez a cada 10 minutos.

7.5 Condições ambiente

Ambiente

Gabinete metálico E1h/E2h	IP21/Tipo 1, IP54/Tipo 12
---------------------------	---------------------------

Gabinete metálico E3h/E4h	IP20/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 operação)
------------------	---

Ambiente agressivo (IEC 60068-2-43) teste com H ₂ S	Classe Kd
--	-----------

Gases agressivos (IEC 60721-3-3)	Classe 3C3
----------------------------------	------------

Método de teste de acordo com IEC 60068-2-43	H2S (10 dias)
--	---------------

Temperatura ambiente (no modo de chaveamento SFAVM)	
---	--

- com derating	Máximo 55 °C (131 °F) ¹⁾
----------------	-------------------------------------

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

- em corrente de saída total do FC	Máximo 45 °C (113 °F) ¹⁾
------------------------------------	-------------------------------------

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

Temperatura ambiente mínima em desempenho reduzido	10 °C (50 °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	1000 m (3281 ft)
---	------------------

Altitude máxima acima do nível do mar, sem derating	3000 m (9842 pés)
---	-------------------

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

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

1) Determinada de acordo com EN50598-2 em:

- Carga nominal.
- 90% frequência nominal.
- Configuração de fábrica da frequência de chaveamento.
- Configuração de fábrica do padrão de chaveamento.

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 mm ² /16 AWG (2x0,75 mm ²)
Seção transversal máxima para terminais de controle, cabo flexível	1 mm ² /18 AWG
Seção transversal máxima para terminal de controle, cabo com núcleo embutido	0,5 mm ² /20 AWG
Seção transversal mínima para terminais de controle	0,25 mm ² /23 AWG

1) Para cabos de energia, consulte capítulo 7.1 Dados Elétricos, 380-480 V e capítulo 7.2 Dados Elétricos, 525-690 V.

7.7 Entrada/Saída de controle e dados de controle

Entradas digitais

Entradas digitais programáveis	4 (6)
Número do terminal	18, 19, 27 ¹⁾ , 29 ¹⁾ , 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 das entradas analógicas	Erro máx. 0,5% da escala total

Largura de banda

100 Hz

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

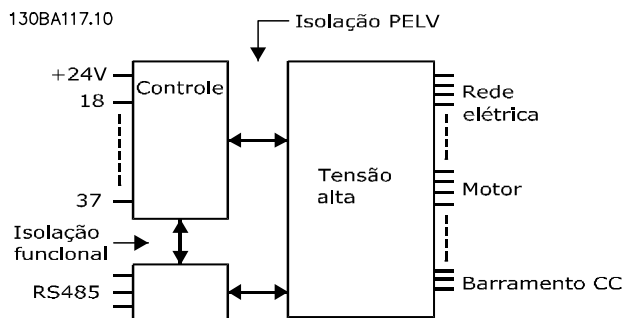


Ilustração 7.1 Isolamento PELV

Entradas de pulso

Entradas de pulso programáveis	2
Número do terminal do pulso	29, 33
Frequência máxima nos terminais 29 e 33 (acionada por push-pull)	110 kHz
Frequência máxima nos terminais 29 e 33 (coletor aberto)	5 kHz
Frequência mínima nos terminais 29, 33	4 Hz
Nível de tensão	Consulte capítulo 7.7.1 Entradas Digitais
Tensão máxima na entrada	28 V CC
Resistência de entrada, R _i	Aproximadamente 4 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

Saída digital/pulso programável	2
Número do terminal	27, 29 ¹⁾
Nível de tensão na saída de frequência/digital	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 de saída mínima na saída de frequência	0 Hz
Frequência de saída máxima na saída de frequência	32 kHz
Precisão da saída de frequência	Erro máximo: 0,1% do fundo de escala
Resolução das saídas de frequência	12 bit

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

A saída digital está isolada galvanicamente 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 do relé

Saídas do 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 descascado	8 mm (0,3 pol)
Número do terminal do Relé 01	1-3 (desabilitado), 1-2 (ativado)
Carga do terminal máxima (CA-1) ¹⁾ em 1-2 (NO) (Carga resistiva) ²⁾³⁾	400 V CA, 2 A
Carga do terminal máxima (CA-15) ¹⁾ em 1-2 (NO) (Carga indutiva @ cosφ 0,4)	240 V CA 0,2 A
Carga do terminal máxima (CC-1) ¹⁾ em 1-2 (NO) (Carga resistiva)	80 V CC, 2 A
Carga do terminal máxima (CC-13) ¹⁾ em 1-2 (NO) (Carga indutiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga do terminal máxima (CA-1) ¹⁾ em 1-3 (NC) (Carga resistiva)	240 V CA, 2 A
Carga do terminal máxima (CA-15) ¹⁾ em 1-3 (NO) (Carga indutiva @ cosφ 0,4)	240 V CA 0,2 A
Carga do terminal máxima (CC-1) ¹⁾ em 1-3 (NC) (Carga resistiva)	50 V CC, 2 A
Carga do terminal máxima (CC-13) ¹⁾ em 1-3 (NO) (Carga indutiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga do terminal mínima em 1-3 (NC), 1-2 (NO)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 2 mA
Ambiente de acordo com EN 60664-1	Categoria de sobretensão III/grau de poluição 2
Número do terminal do Relé 02	4-6 (desabilitado), 4-5 (ativado)
Carga do terminal máxima (CA-1) ¹⁾ em 4-5 (NO) (Carga resistiva) ²⁾³⁾	400 V CA, 2 A
Carga do terminal máxima (CA-15) ¹⁾ em 4-5 (NO) (Carga indutiva @ cosφ 0,4)	240 V CA 0,2 A
Carga do terminal máxima (CC-1) ¹⁾ em 4-5 (NA) (Carga resistiva)	80 V CC, 2 A
Carga do terminal máxima (CC-13) ¹⁾ em 4-5 (NA) (Carga indutiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga do terminal máxima (CA-1) ¹⁾ em 4-6 (NC) (Carga resistiva)	240 V CA, 2 A
Carga do terminal máxima (CA-15) ¹⁾ em 4-6 (NO) (Carga indutiva @ cosφ 0,4)	240 V CA 0,2 A
Carga do terminal máxima (CC-1) ¹⁾ em 4-6 (NC) (Carga resistiva)	50 V CC, 2 A
Carga do terminal máxima (CC-13) ¹⁾ em 4-6 (NA) (Carga indutiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga do terminal mínima em 4-6 (NC), 4-5 (NO)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 2 mA
Ambiente de acordo com EN 60664-1	Categoria de sobretensão III/grau de poluição 2

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

- 1) IEC 60947 partes 4 e 5.
- 2) Categoria de sobretensão II.
- 3) Aplicações UL 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 em 0-1000 Hz	±0,003 Hz
Tempo de resposta do sistema (terminais 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤2 ms
Faixa de controle da velocidade (malha aberta)	1:100 da velocidade síncrona
Precisão da velocidade (malha aberta)	30-4000 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 ms
------------------------	------

Cartão de controle, comunicação serial USB

Padrão USB

1,1 (velocidade total)

Plugue USB

Plugue de dispositivo USB tipo B

AVISO!

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

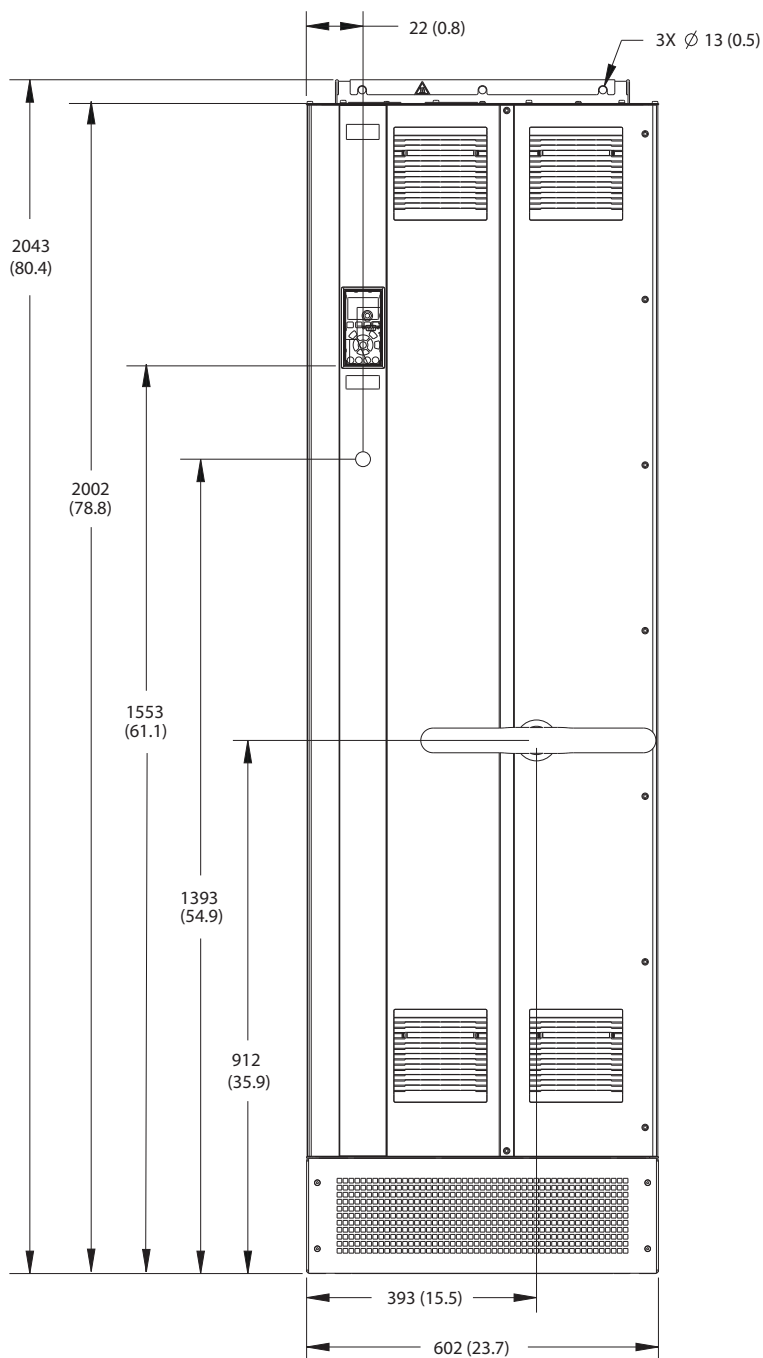
A conexão USB está isolada galvanicamente da tensão de alimentação (PELV) e de outros terminais de alta tensão.

A conexão do USB não está isolada galvanicamente do ponto de aterramento. Utilize somente laptop/PC isolado para conectar-se à porta USB do conversor ou um conversor/cabo USB isolado.

8 Dimensões externas e do terminal

8.1 Dimensões externas do E1h e do terminal

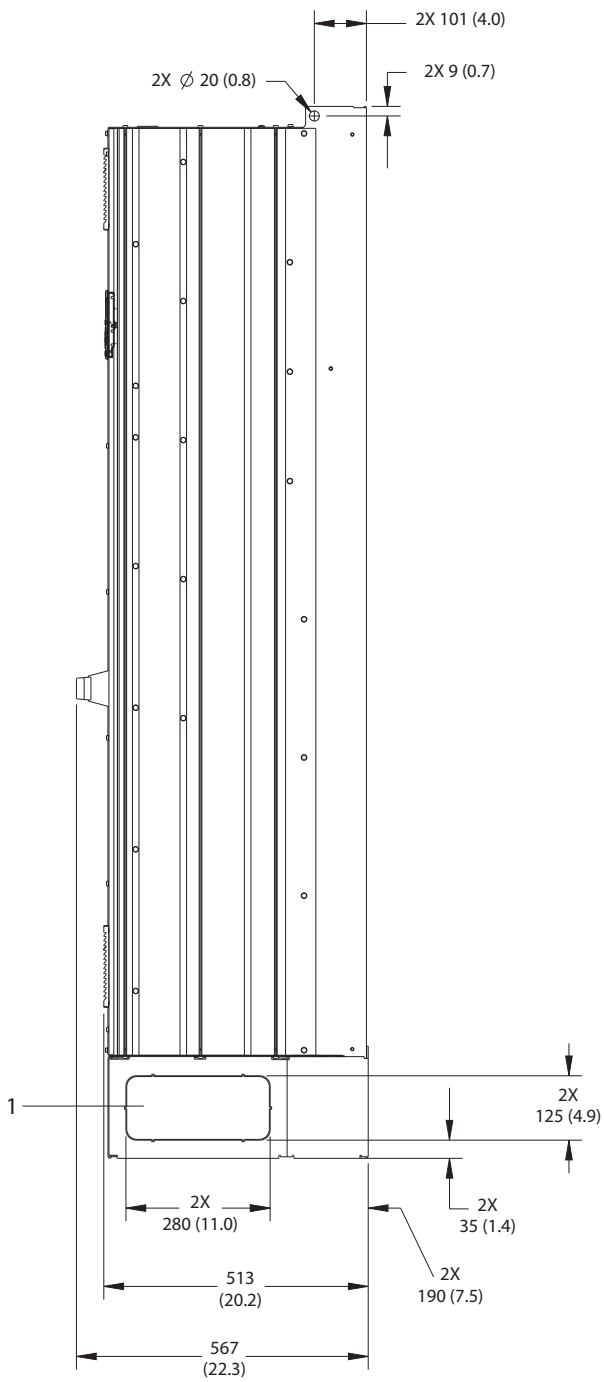
8.1.1 Dimensões Externas do E1h



130BF648.10

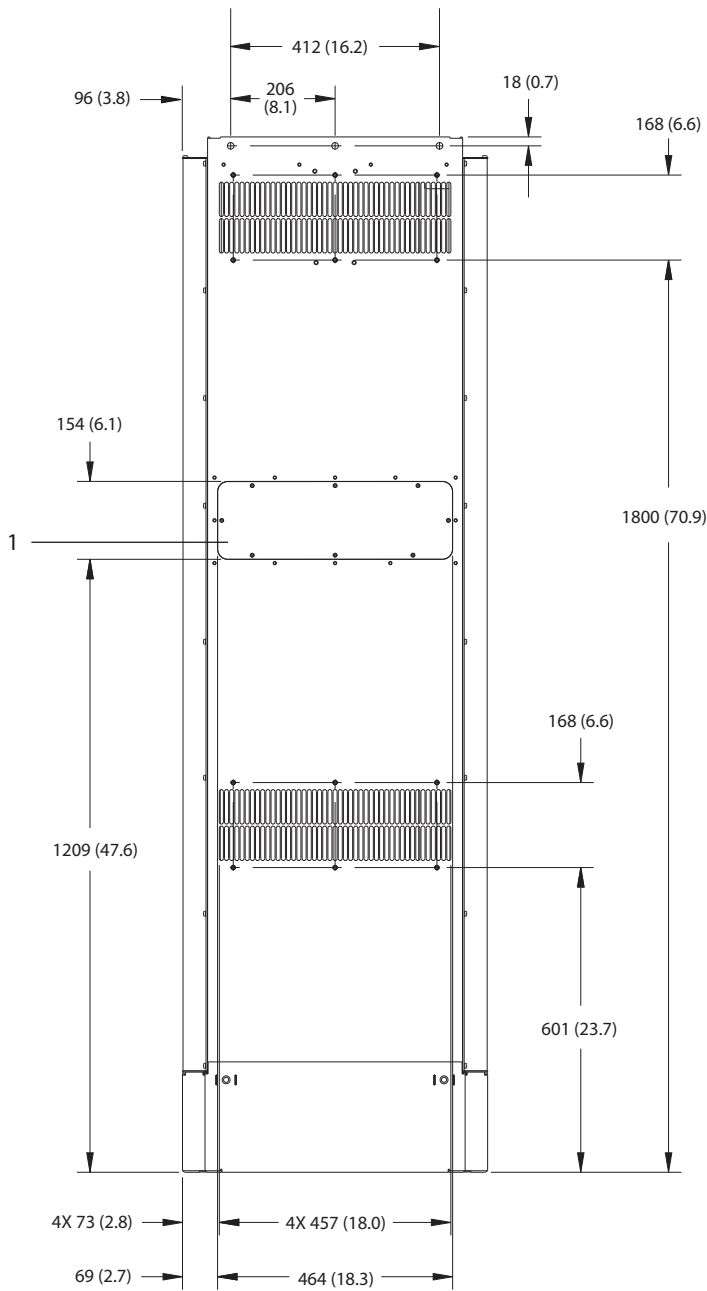
8

Ilustração 8.1 Vista frontal do E1h



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

Ilustração 8.2 Vista lateral de E1h

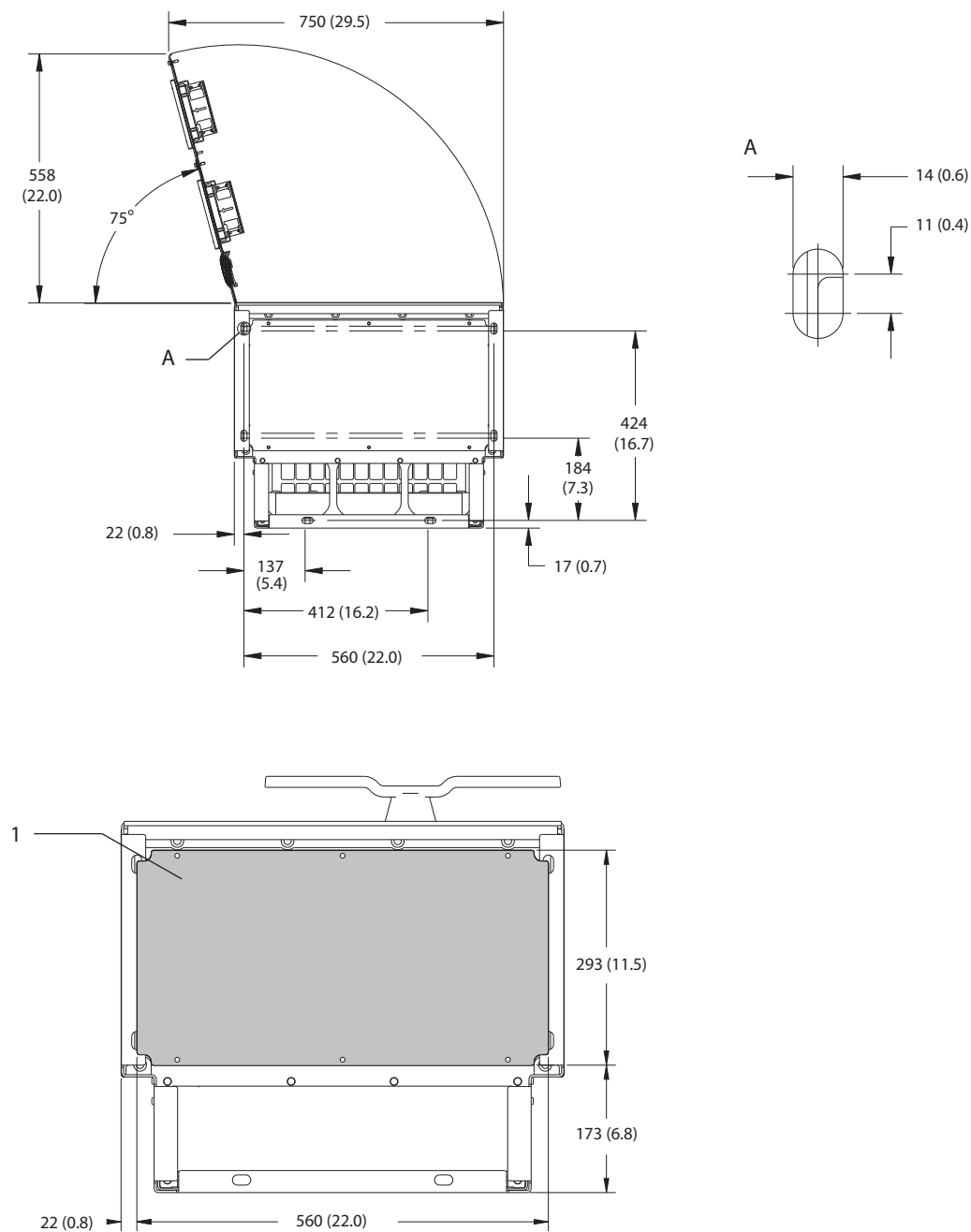


8

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

Ilustração 8.3 Vista traseira do E1h

130BF651.10

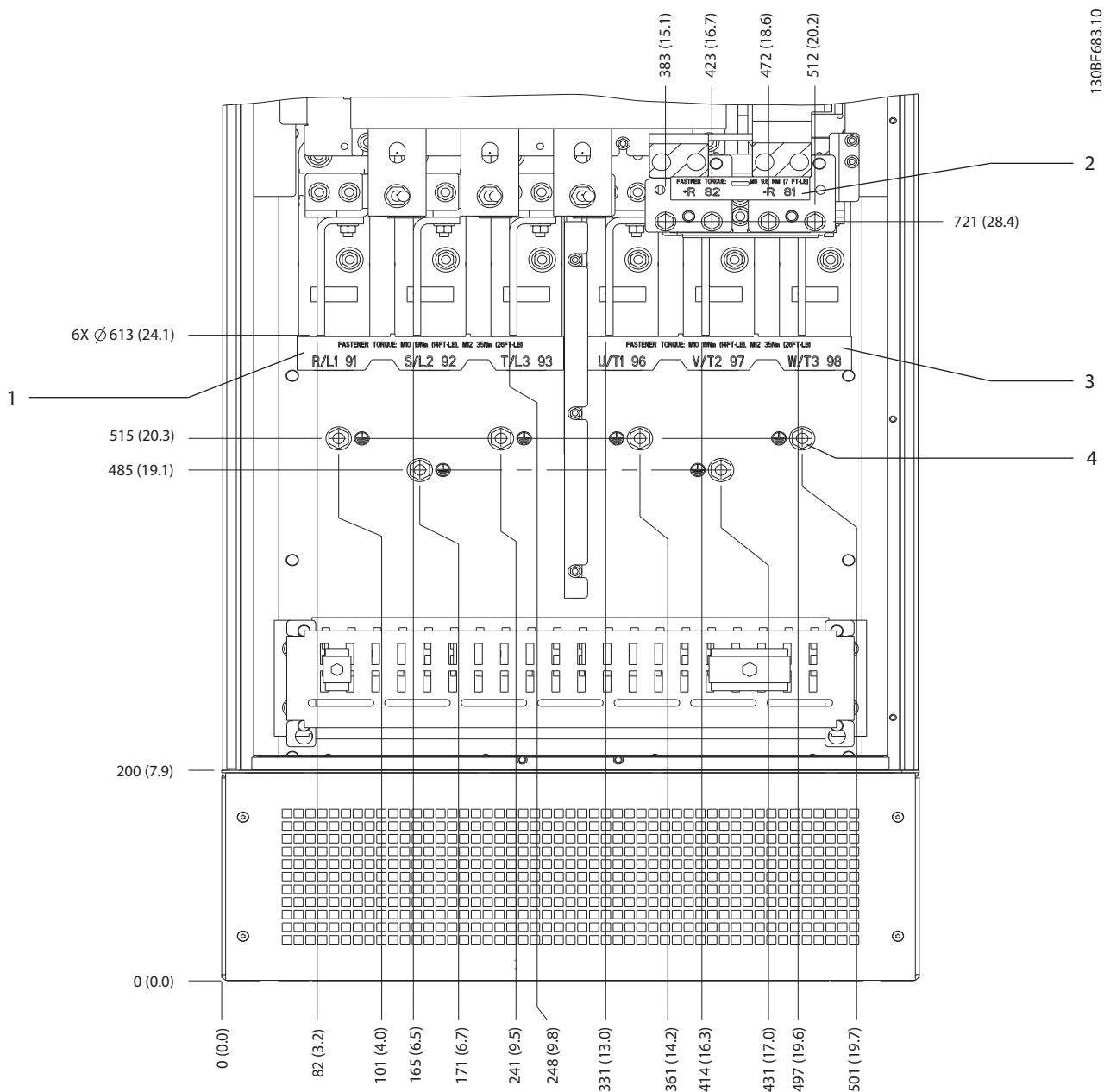


8

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

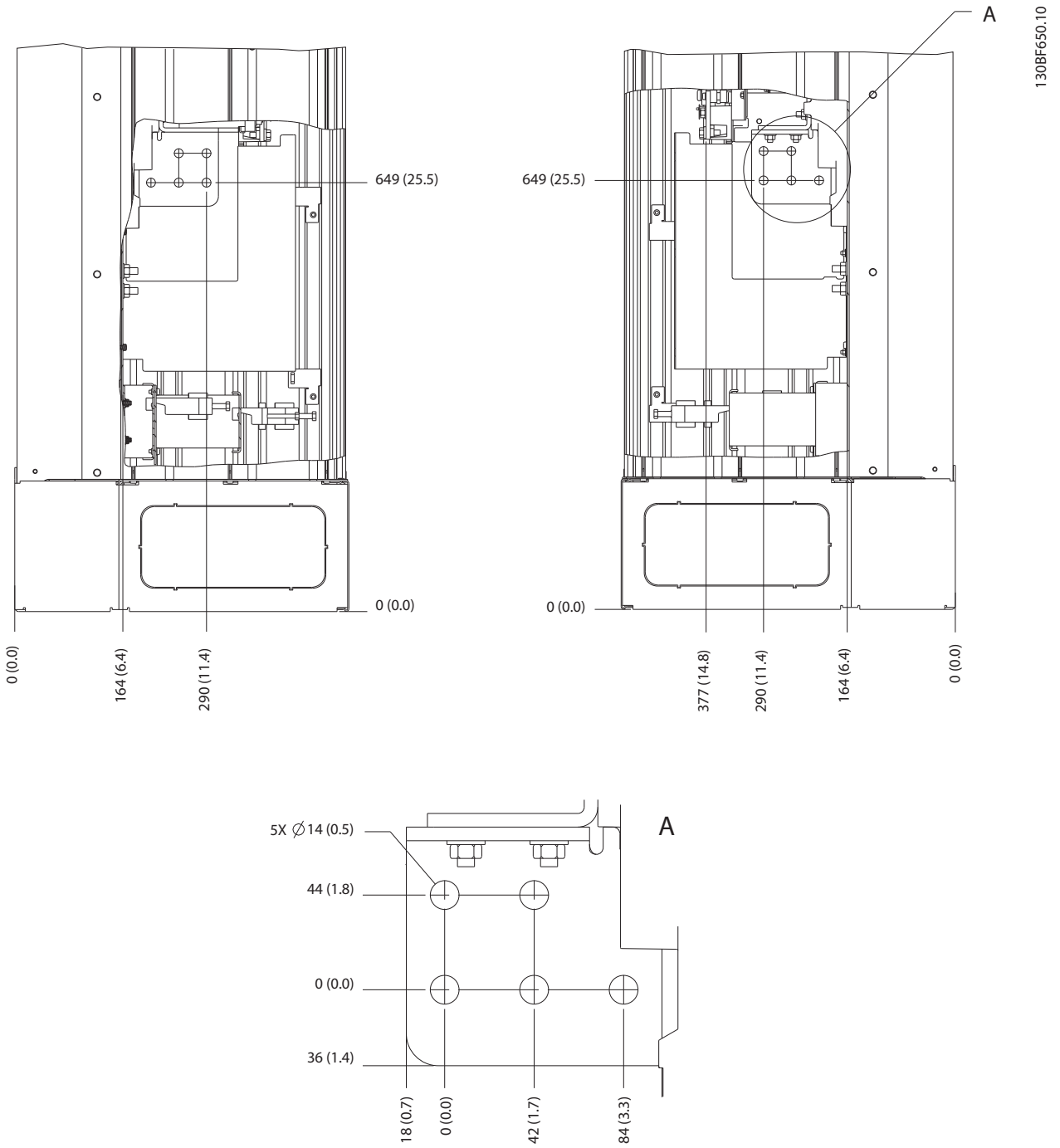
Ilustração 8.4 Espaço livre da porta e dimensões da placa para passagem de cabos do E1h

8.1.2 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 8.5 Dimensões do Terminal E1h (vista frontal)

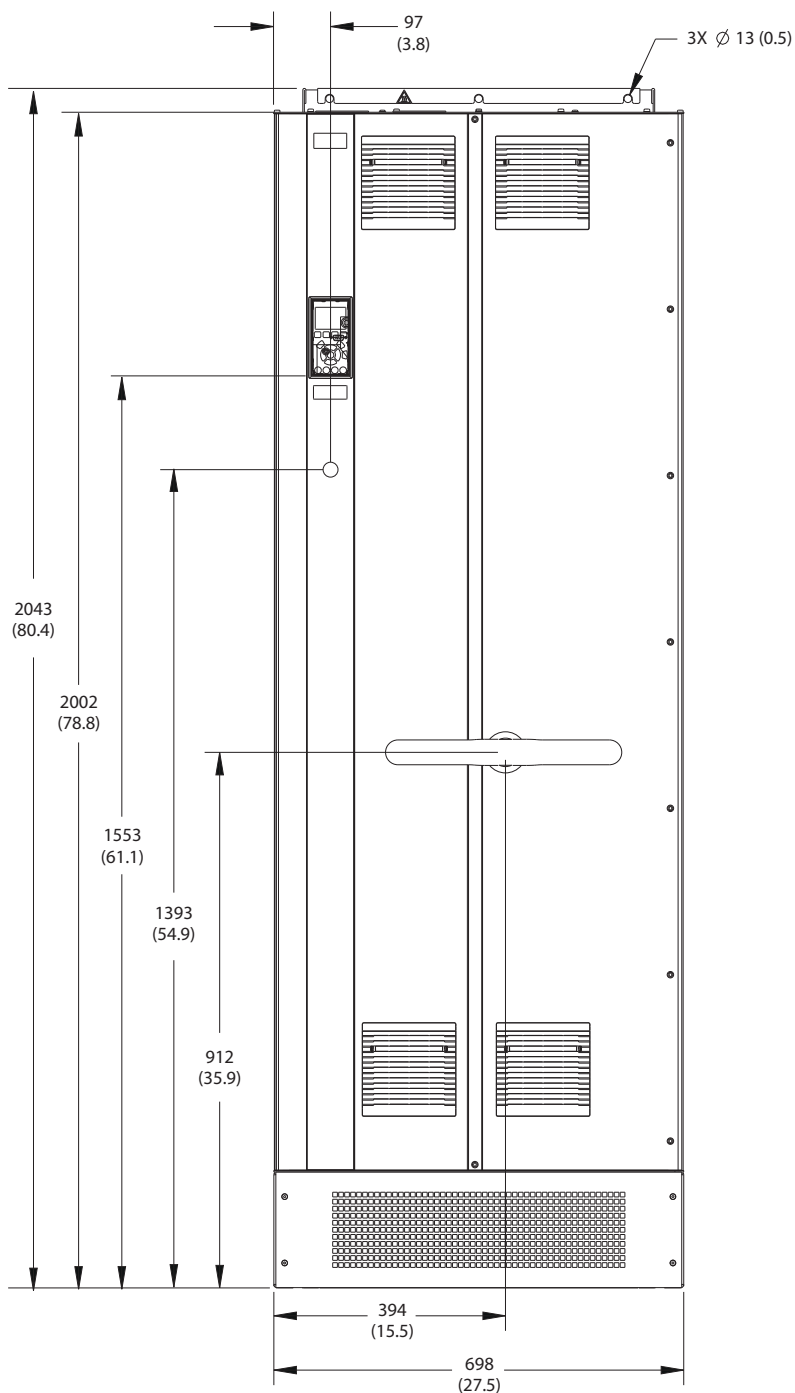


8

Ilustração 8.6 Dimensões do terminal E1h (visão lateral)

8.2 Dimensões externas do E2h e do terminal

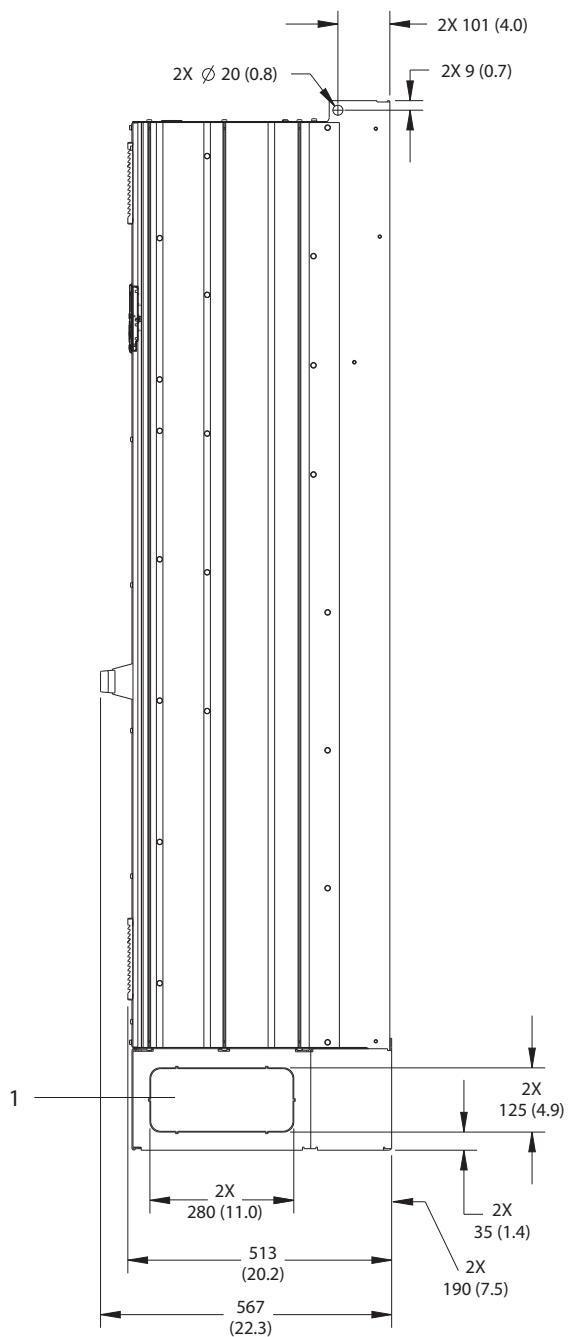
8.2.1 Dimensões Externas do E2h



130BF654.10

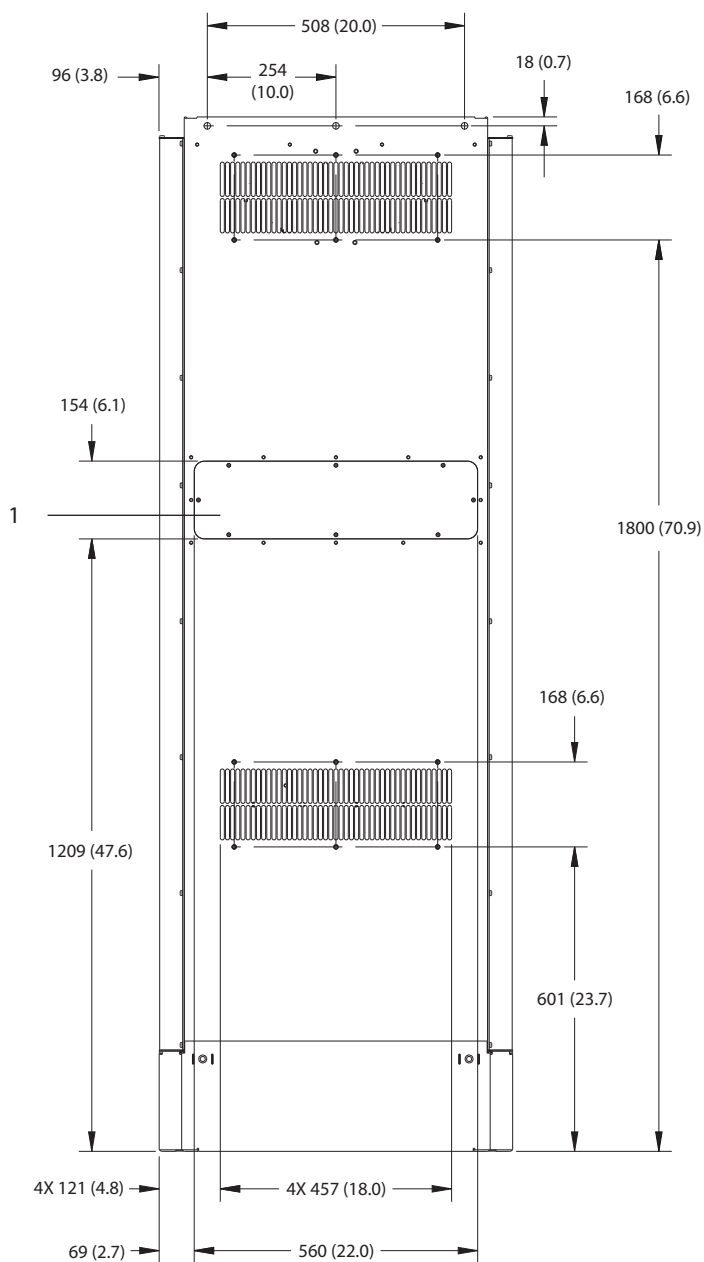
8

Ilustração 8.7 Vista frontal do E2h



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

Ilustração 8.8 Vista lateral do E2h

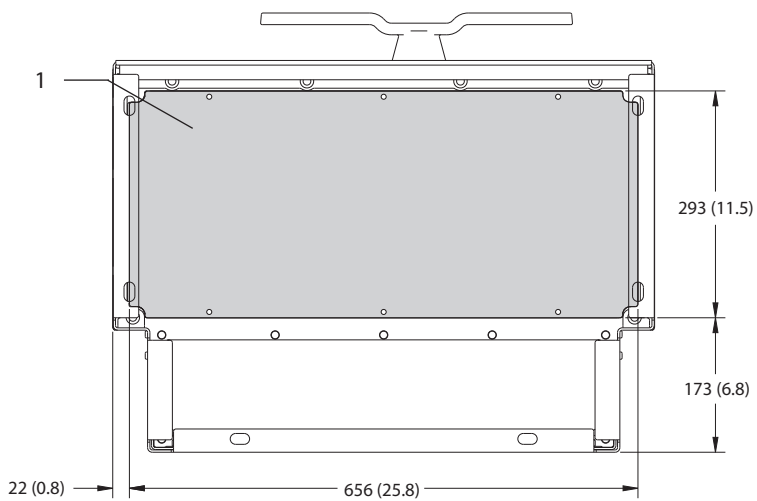
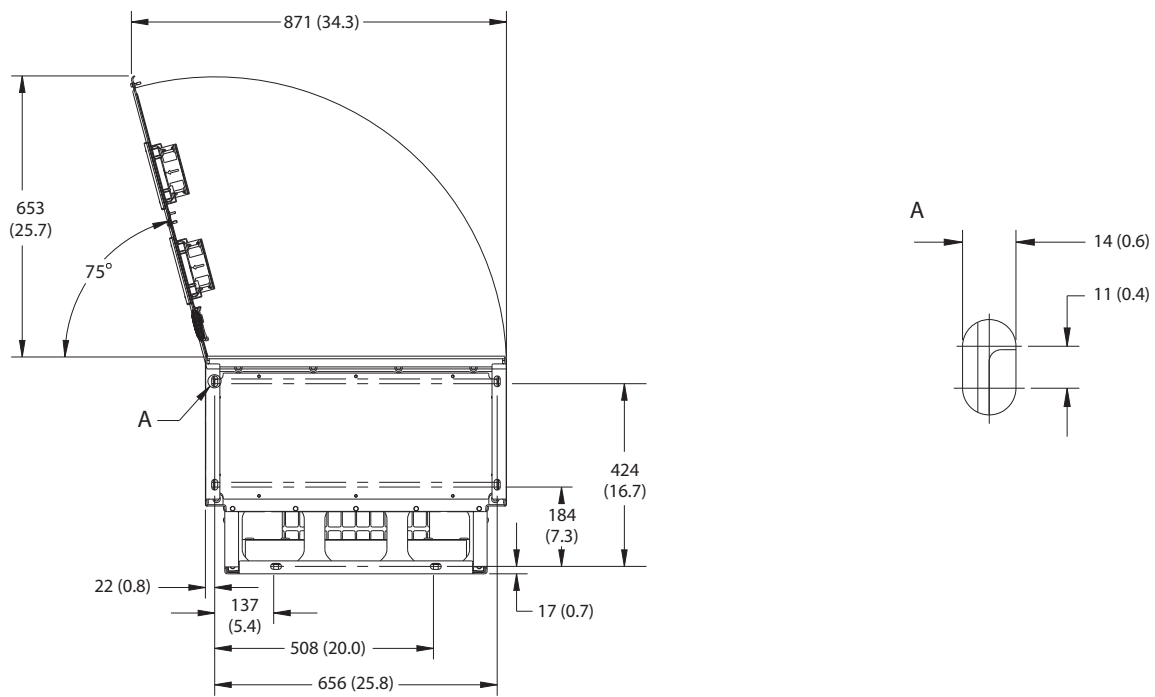


8

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

Ilustração 8.9 Vista traseira do E2h

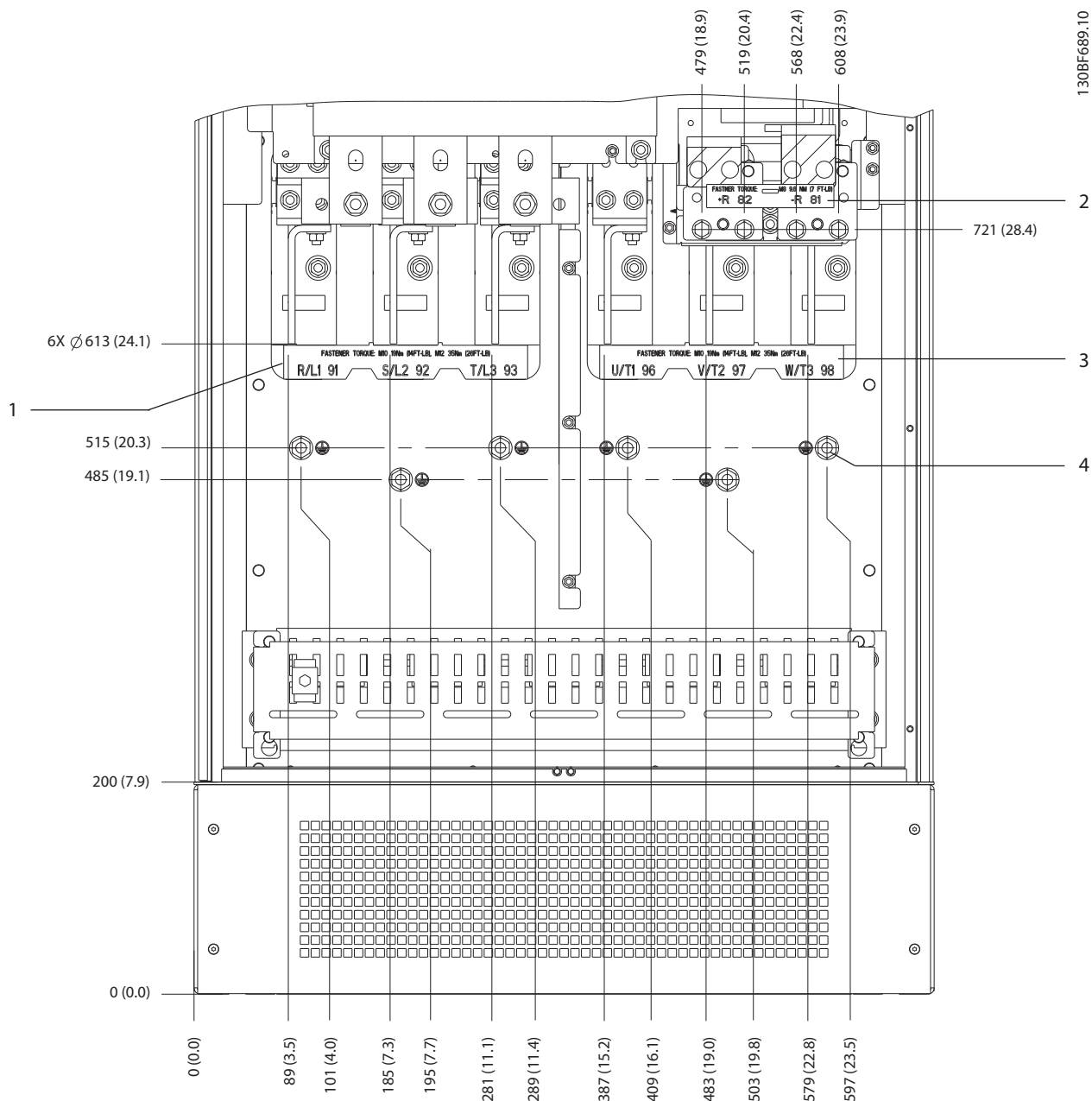
1308F652.10



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

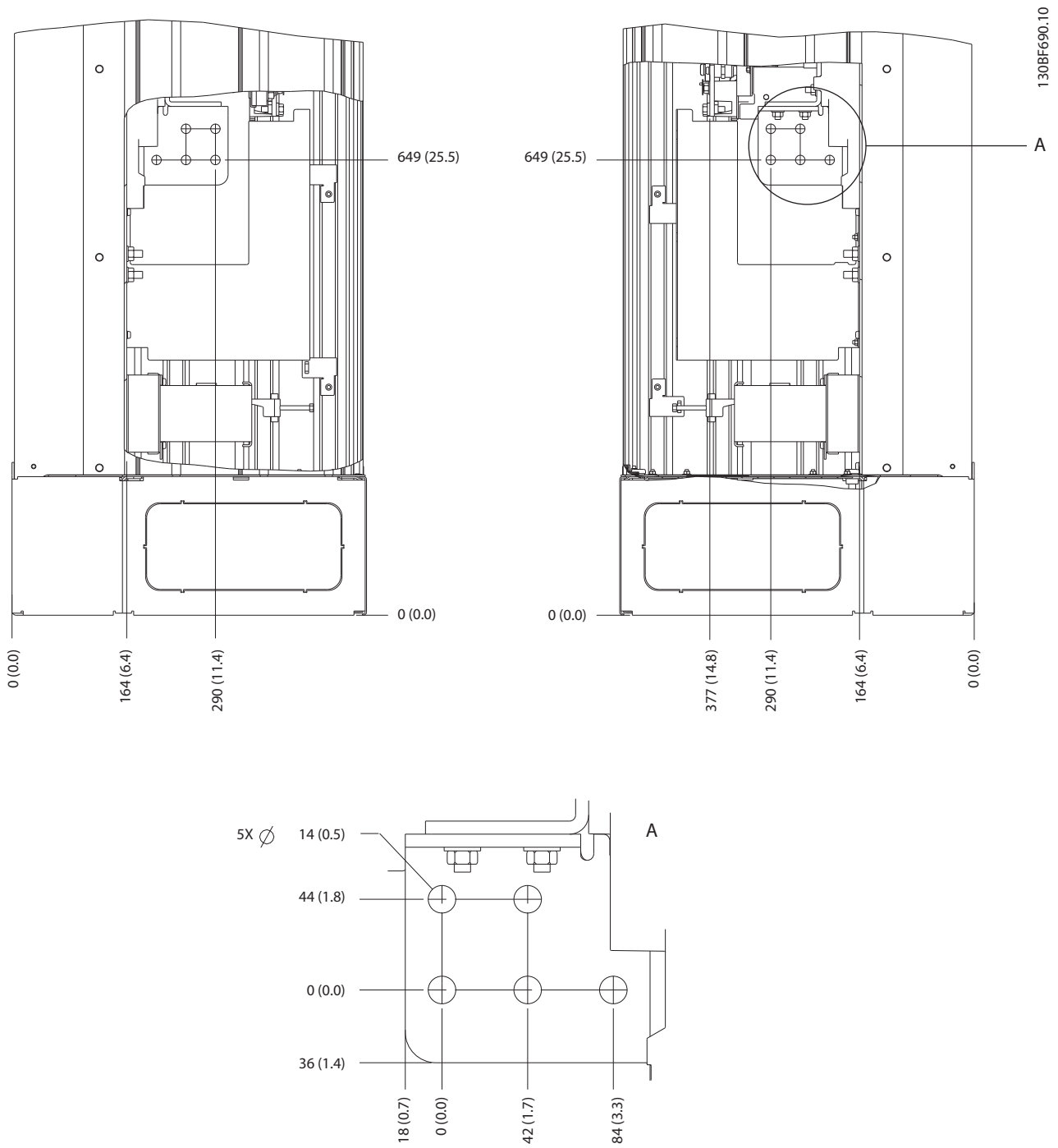
Ilustração 8.10 Espaço livre da porta e dimensões da placa para passagem de cabos do E2h

8.2.2 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 8.11 Dimensões do Terminal E2h (vista frontal)

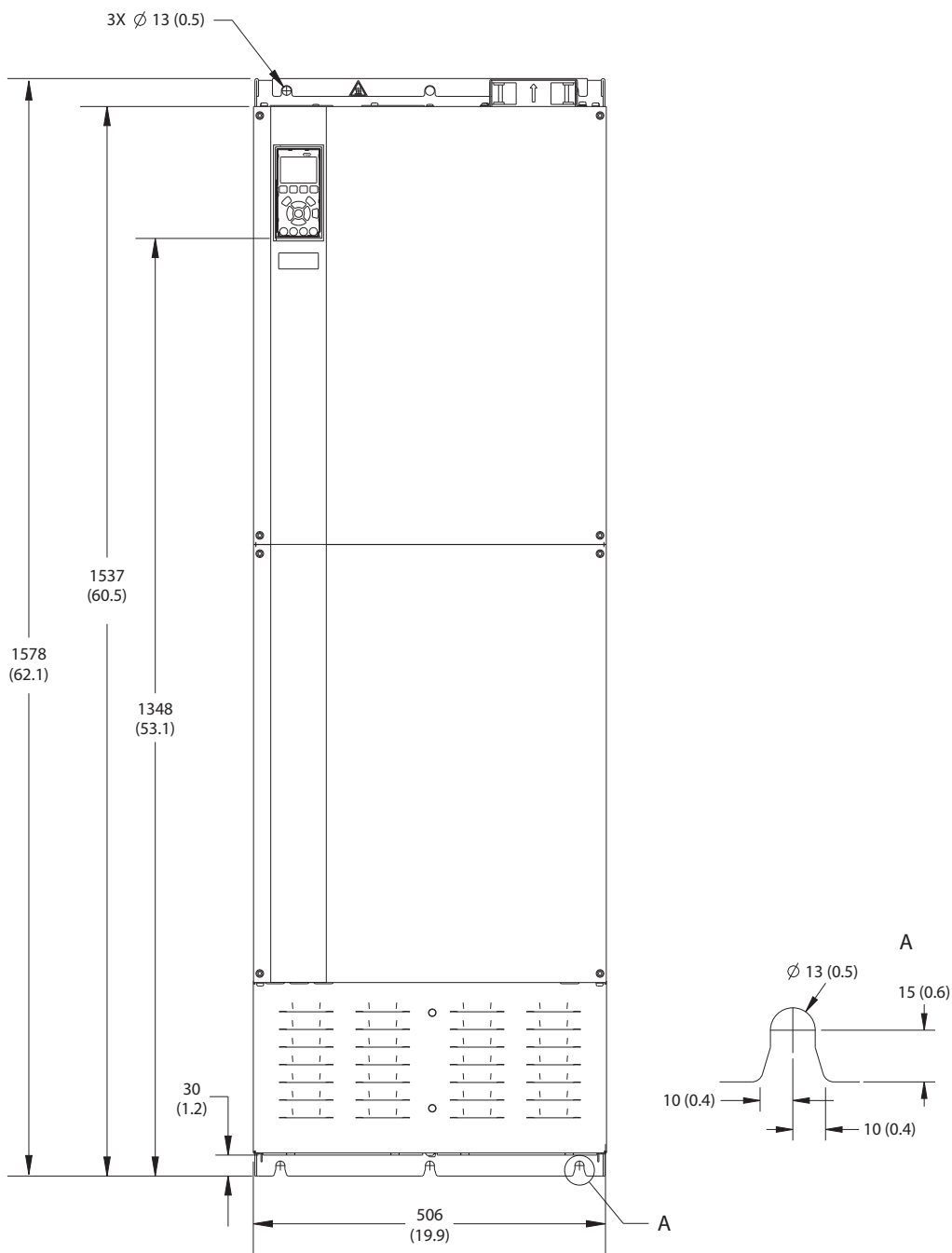


8

Ilustração 8.12 Dimensões do terminal E2h (vista lateral)

8.3 Dimensões externas do E3h e do terminal

8.3.1 Dimensões Externas do E3h



130BF656.10

8

Ilustração 8.13 Vista frontal do E3h

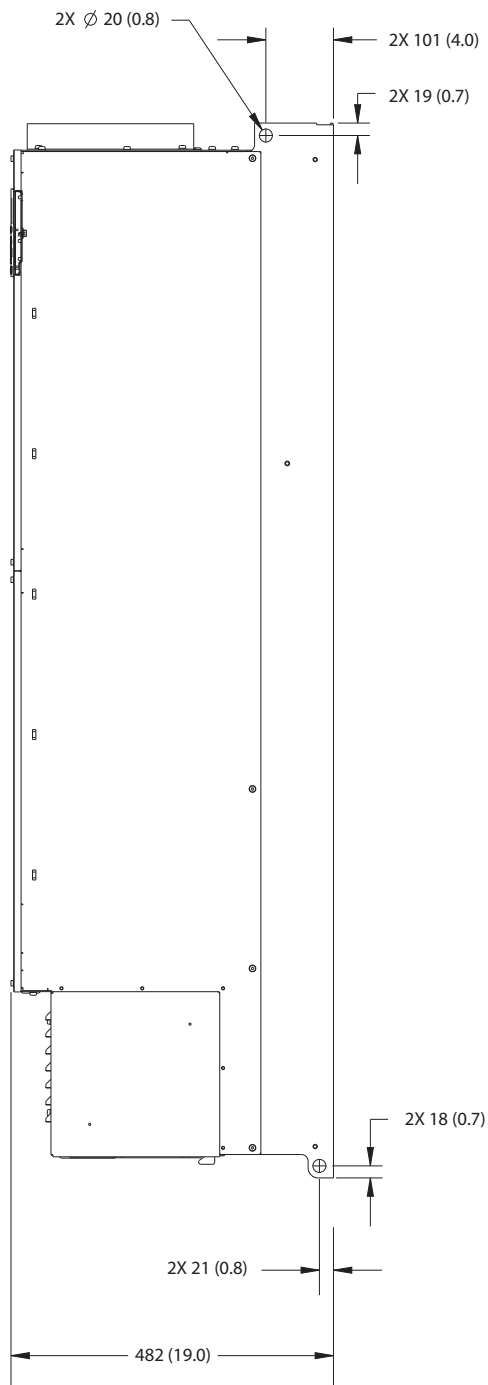
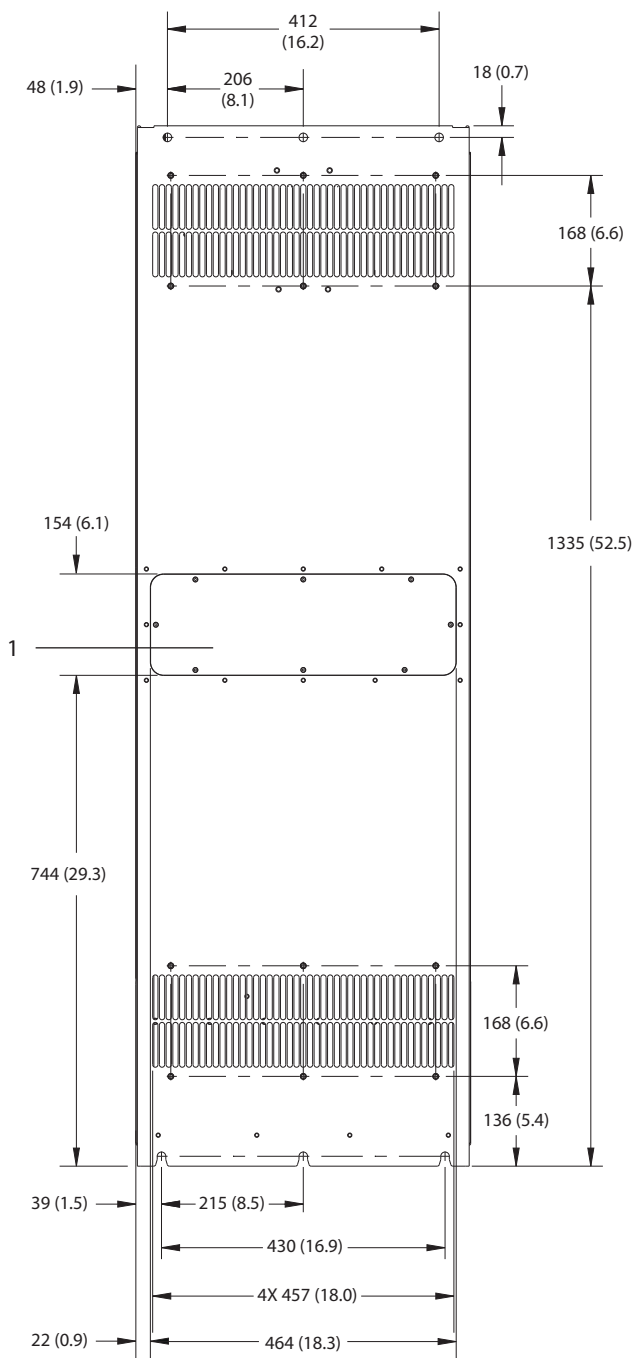


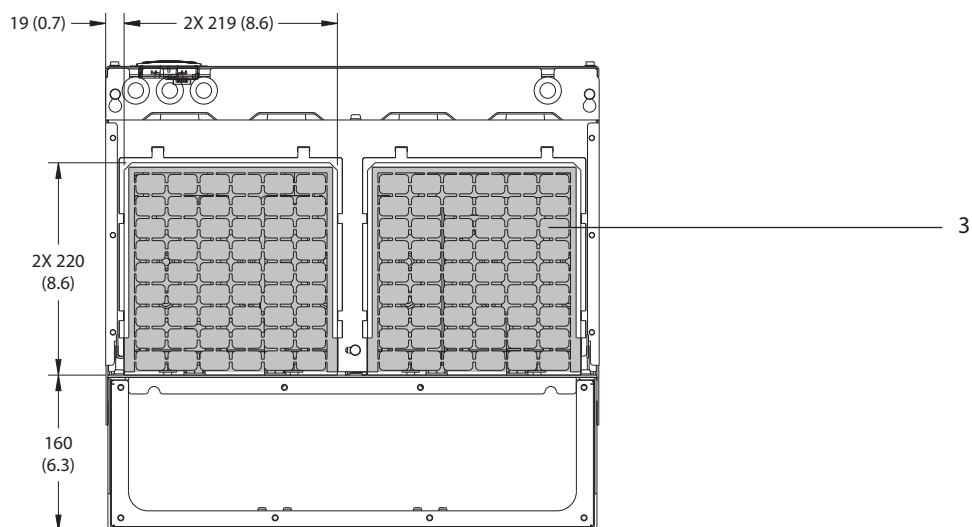
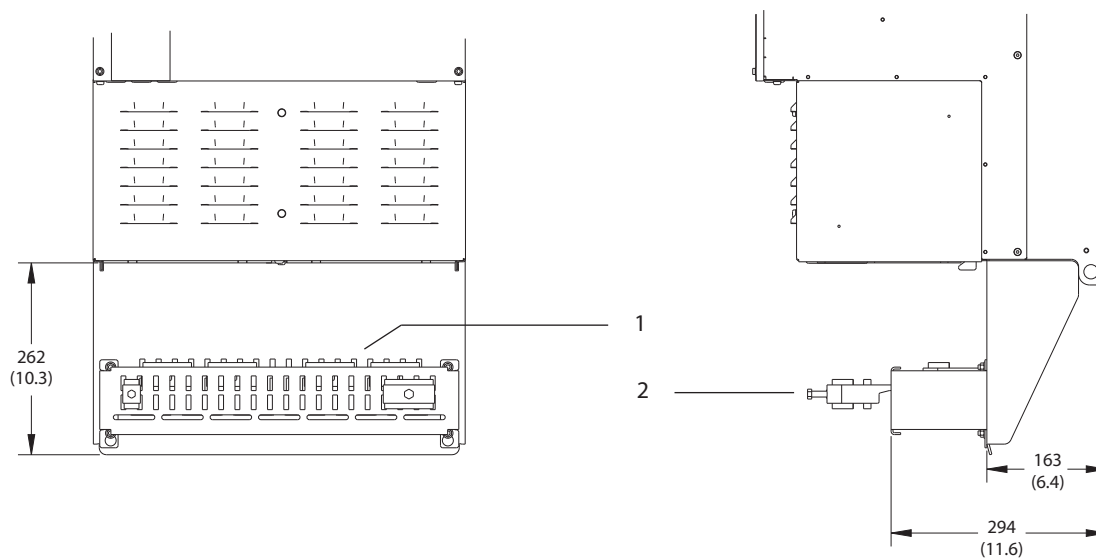
Ilustração 8.14 Vista lateral de E3h

8



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

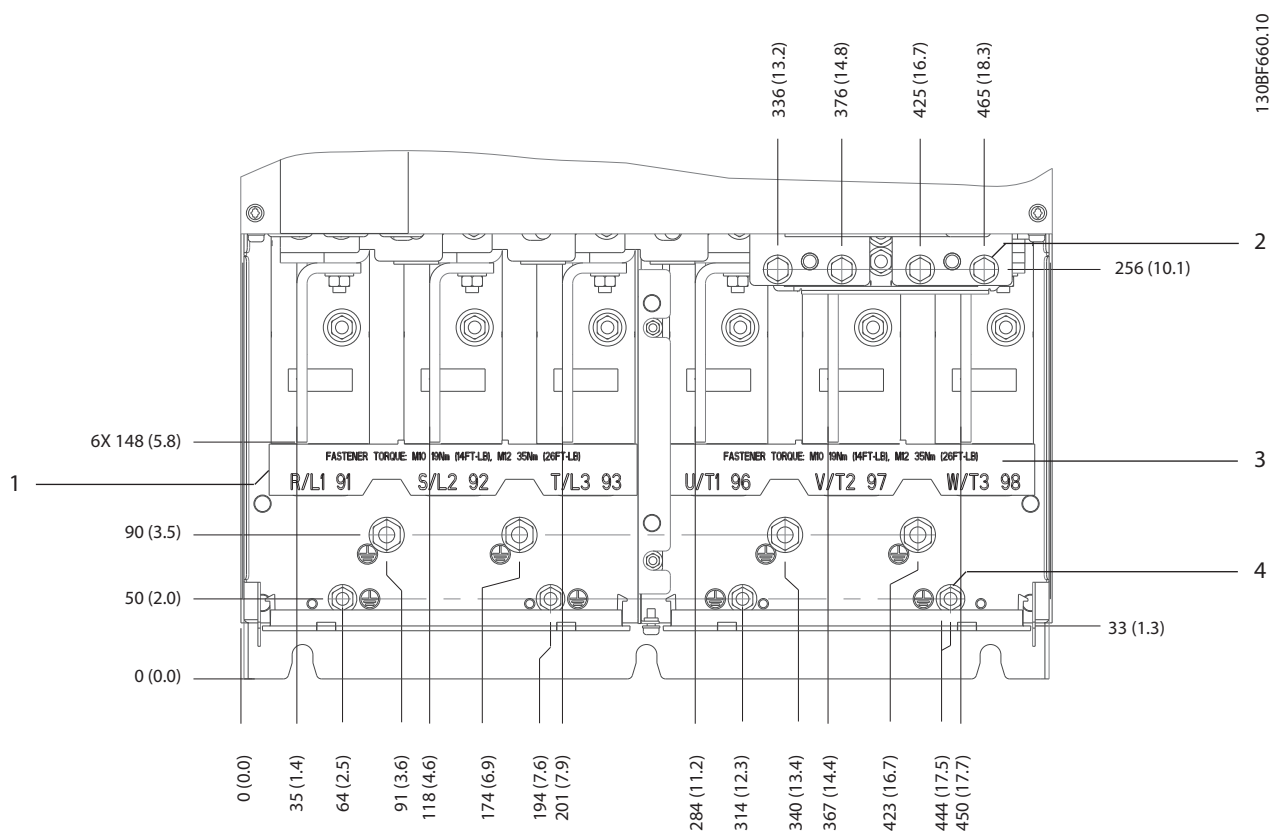
Ilustração 8.15 Vista traseira do E3h



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

Ilustração 8.16 Terminação de blindagem de RFI e dimensões da chapa para entrada de cabos do E3h

8.3.2 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 8.17 Dimensões do Terminal E3h (vista frontal)

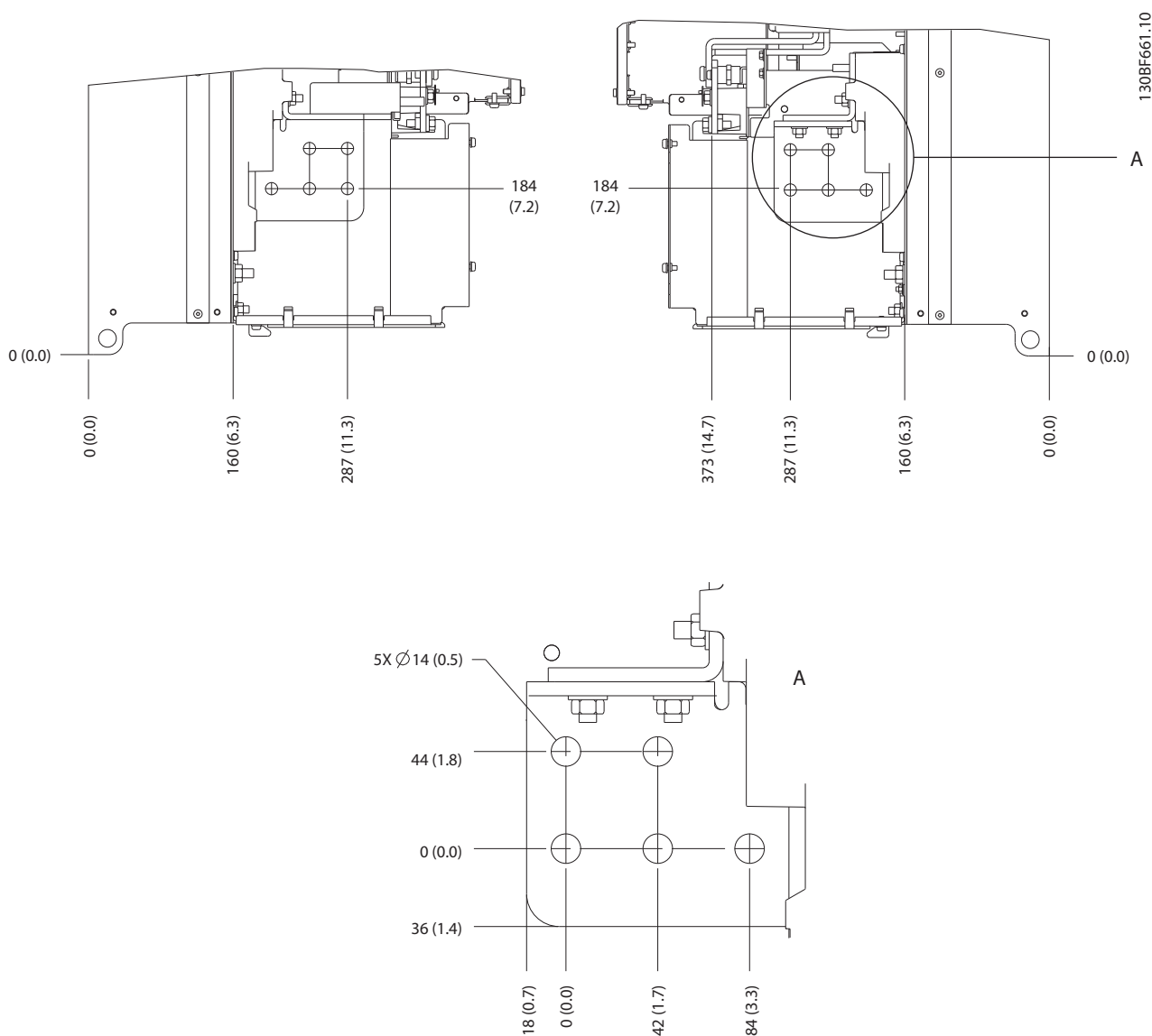
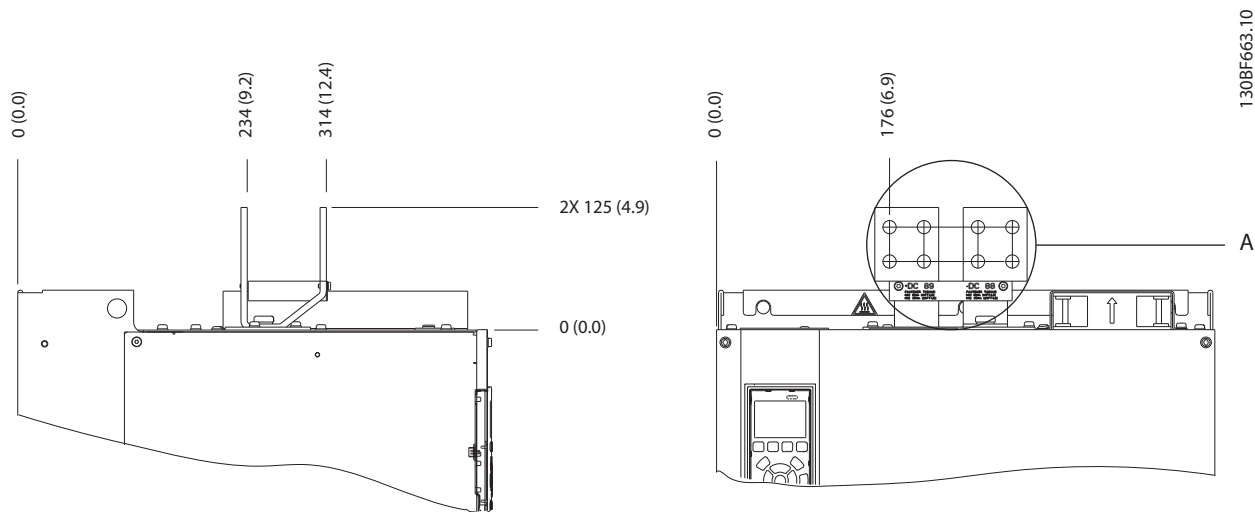


Ilustração 8.18 Dimensões de rede elétrica motor e ponto de aterramento do E3h (vista lateral)



8

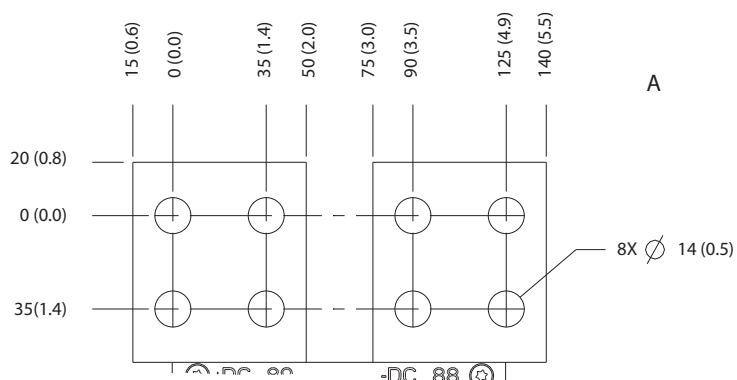
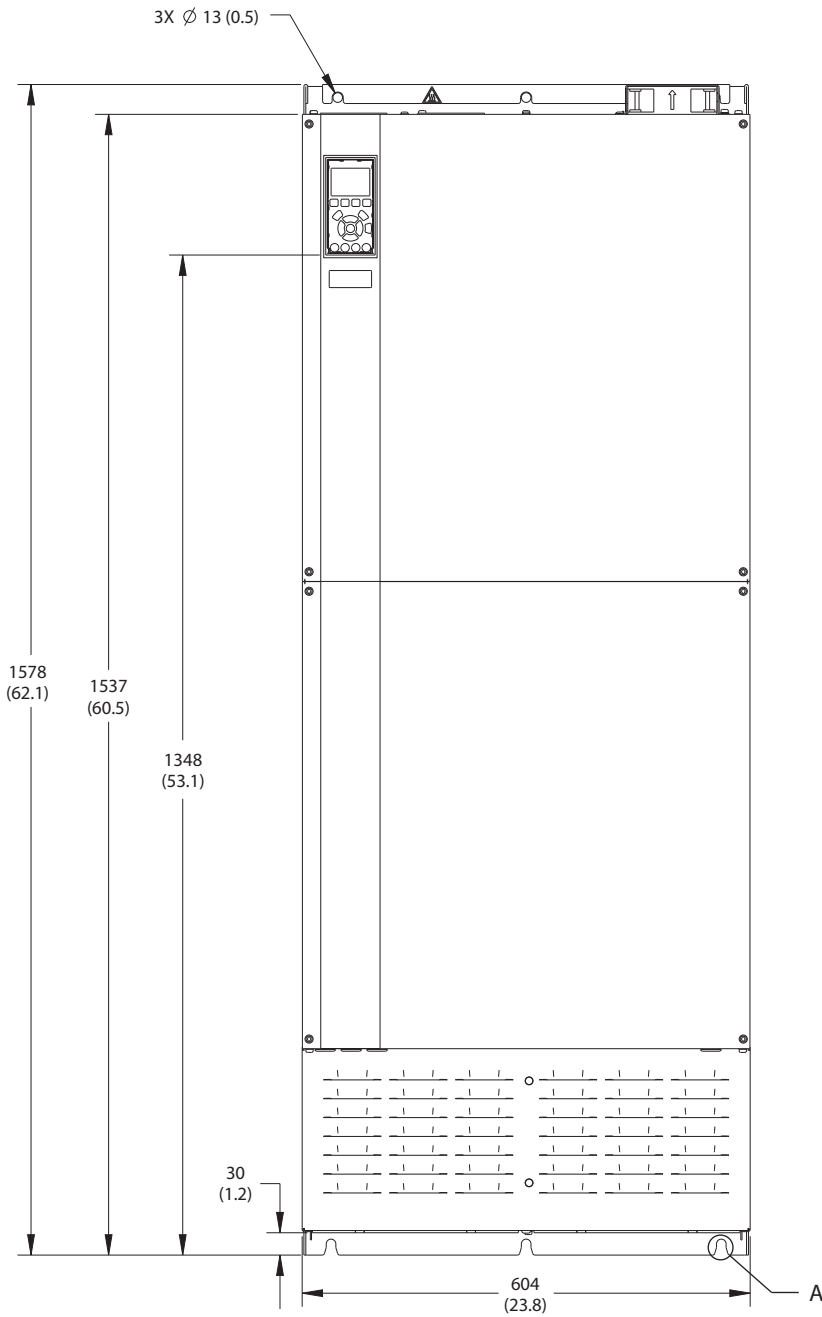


Ilustração 8.19 Dimensões de terminal de regeneração/divisão da carga do E3h

8.4 Dimensões externas do E4h e do terminal

8.4.1 Dimensões Externas do E4h



130BF664.10

Ilustração 8.20 Vista frontal do E4h

8

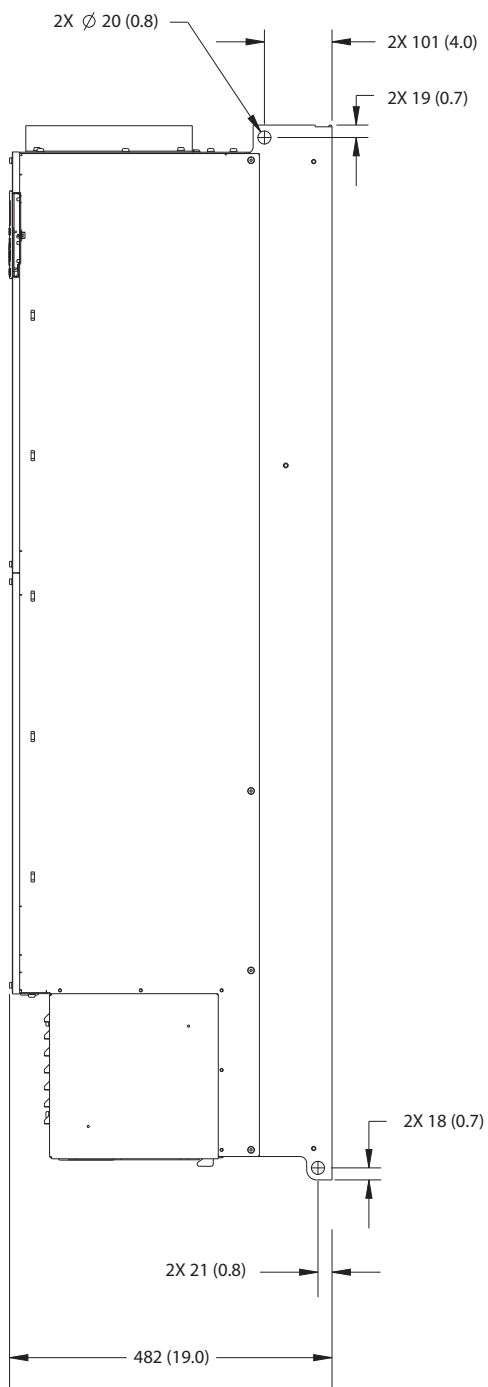
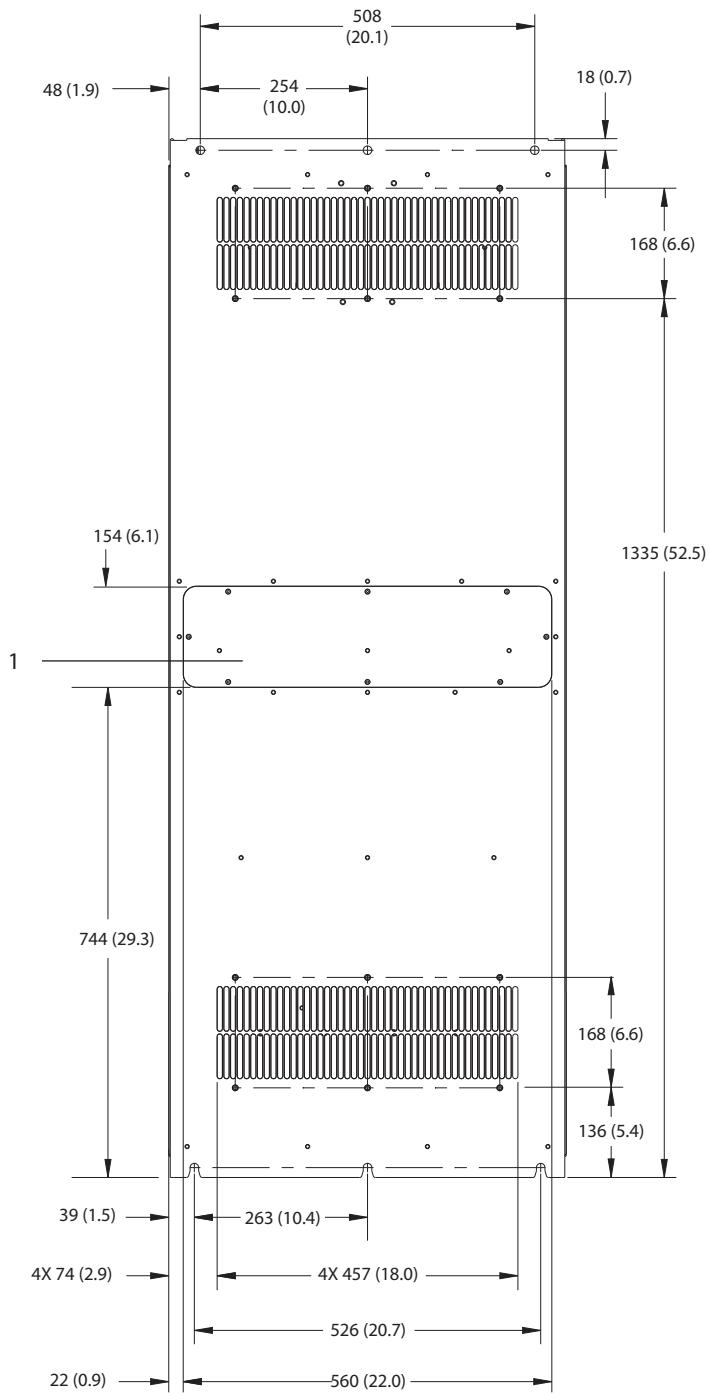


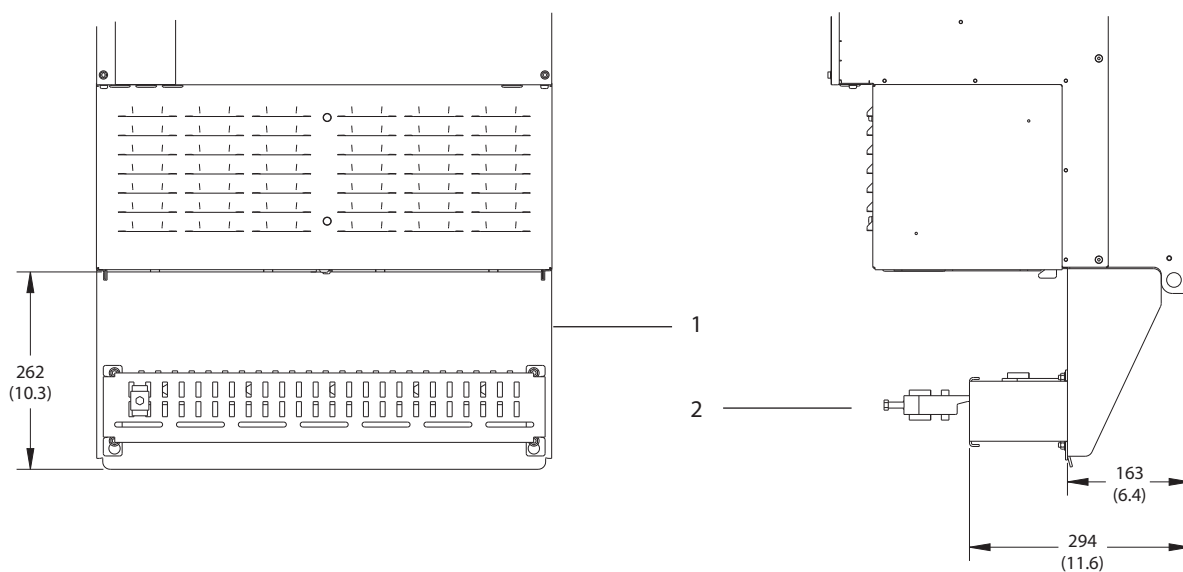
Ilustração 8.21 Vista lateral do E4h



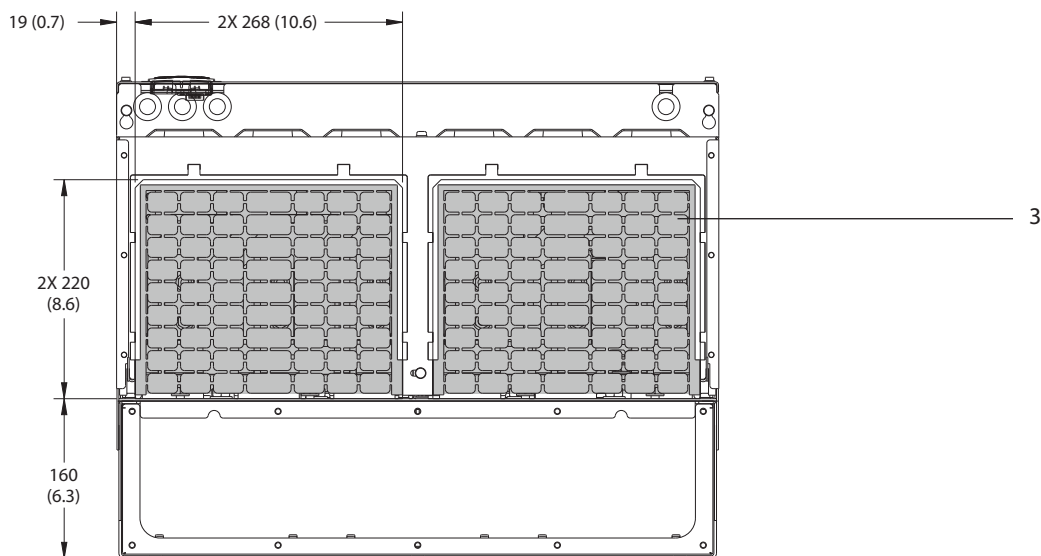
8

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

Ilustração 8.22 Vista traseira do E4h



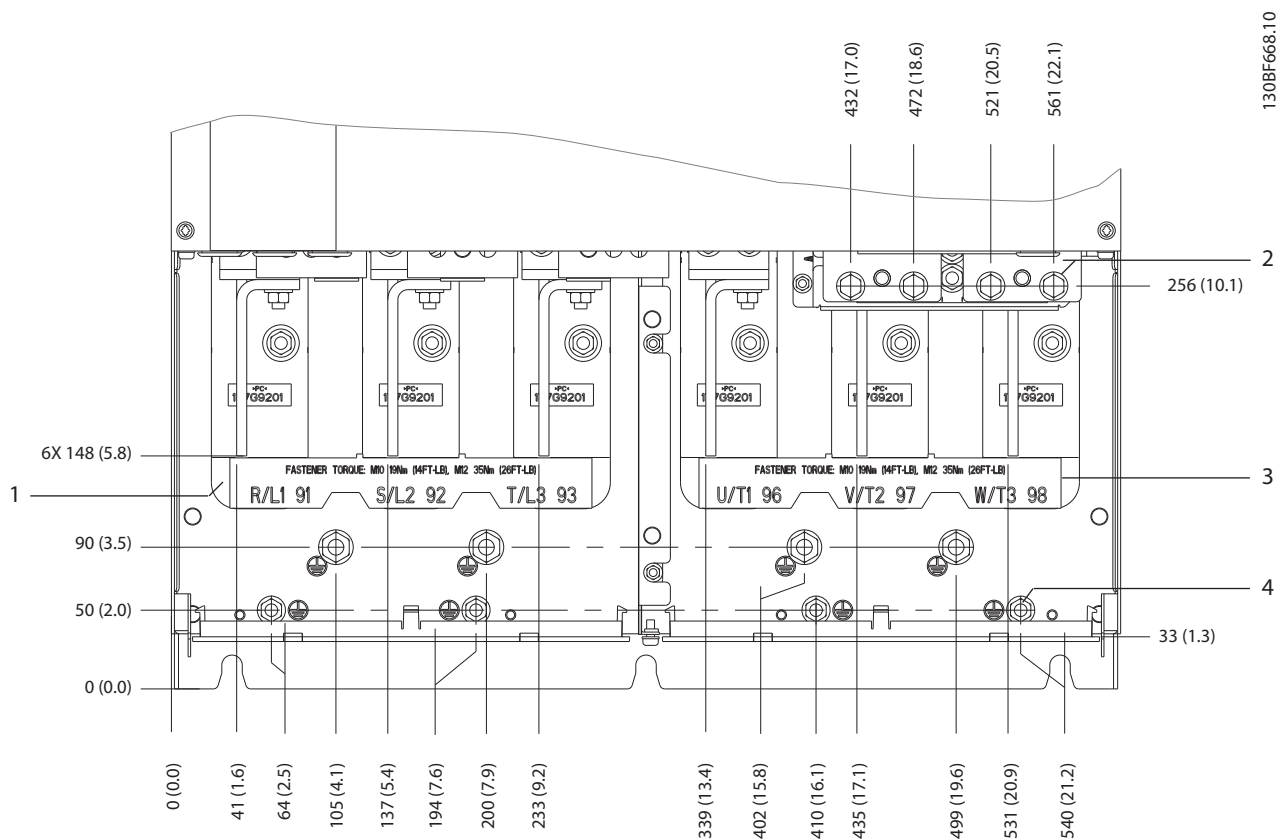
8



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

Ilustração 8.23 Terminação de blindagem de RFI e dimensões da chapa para entrada de cabos do E4h

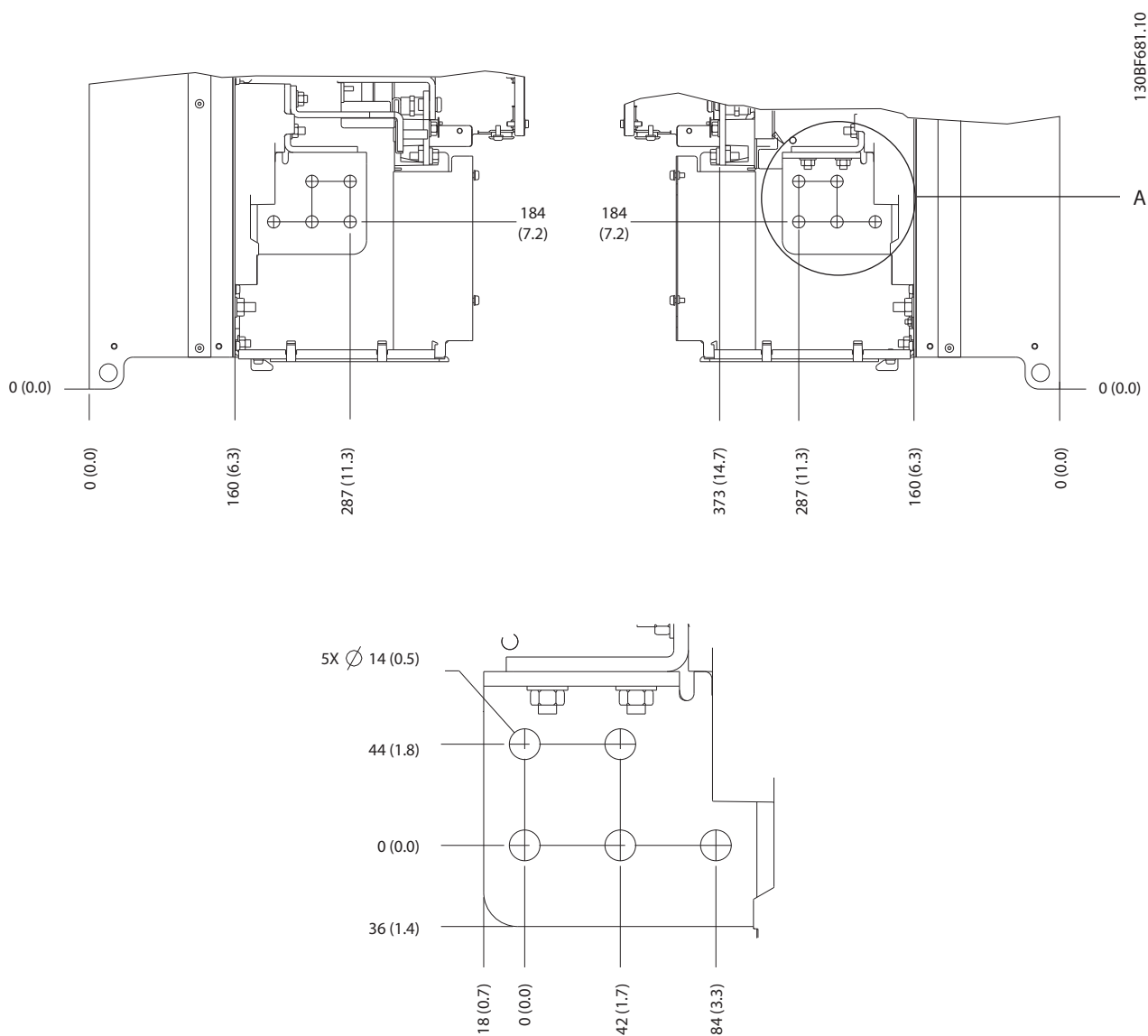
8.4.2 Dimensões do Terminal E4h



8

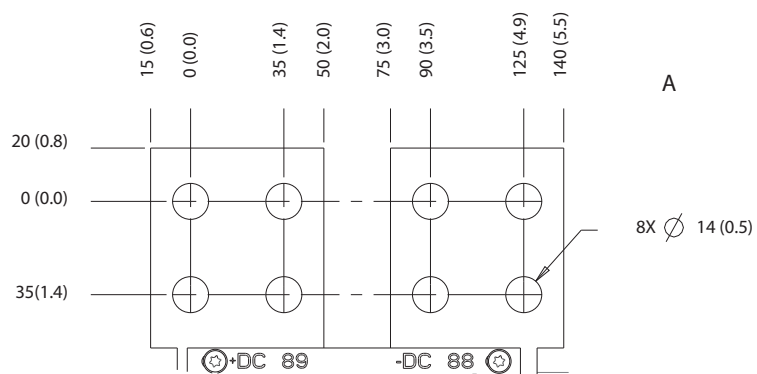
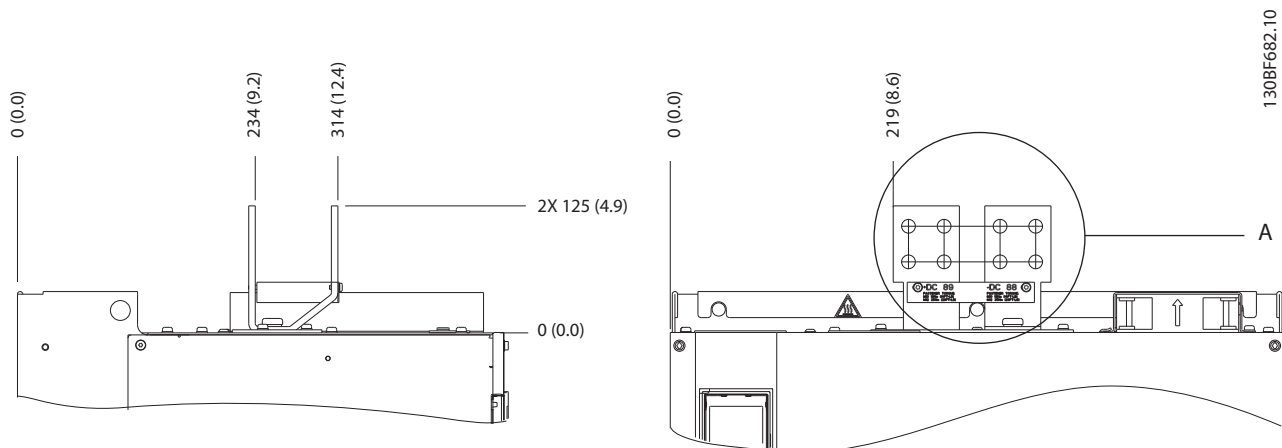
1	Terminais da rede elétrica	3	Terminais do motor
2	Terminais do freio ou de regeneração	4	Terminais de ponto de aterramento, porcas M8 e M10

Ilustração 8.24 Dimensões do Terminal E4h (vista frontal)



8

Ilustração 8.25 Dimensões de rede elétrica, motor e terminal do ponto de aterramento E4h (visão lateral)



8

Ilustração 8.26 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.

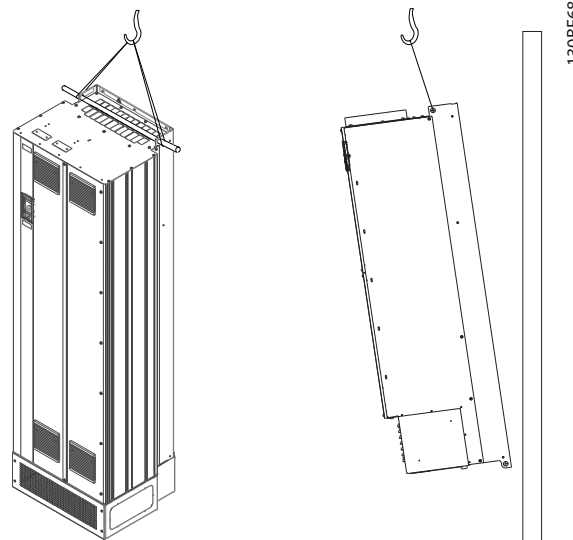


Ilustração 9.1 Método de Elevação Recomendado

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, observe o seguinte:

Manutenção periódica

Quando a poeira acumula em componentes eletrônicos, age como uma camada de isolamento. Essa camada reduz a capacidade de resfriamento dos componentes e os componentes ficam mais quentes. O ambiente mais aquecido reduz a vida útil dos componentes eletrônicos.

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

Ventiladores de resfriamento

Ventiladores fornecem fluxo de ar para refrigerar o conversor. Quando ventiladores são expostos a ambientes empoeirados, a poeira pode danificar os rolamentos do ventilador e causam falha prematura do motor. Além disso, a poeira também pode acumular nas lâminas do ventilador, provocando desbalanceamento que impede que os ventiladores refrigerem a unidade adequadamente.

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

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

AVISO!

A montagem incorreta pode resultar em superaquecimento e desempenho reduzido.

Montagem	E1h	E2h	E3h	E4h
Pedestal	X	X	-	-
Parede	-	-	X	X

Tabela 9.1 Configurações de montagem para gabinetes E1h-E4h

Considerações de 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.
- Assegure estabilidade da unidade montando-a em uma superfície sólida.
- Gabinetes metálicos E3h e E4h podem ser montados:
 - Verticalmente na placa traseira do painel (instalação típica).
 - Verticalmente de cabeça para baixo na placa traseira do painel.¹⁾
 - Horizontalmente na sua parte de trás montado na placa traseira do painel.¹⁾
 - Horizontalmente de lado, montado no piso do painel.¹⁾
- Certifique-se de que a resistência do local de montagem suporta o peso da unidade
- Assegure que há espaço suficiente em volta da unidade para refrigeração adequada. 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.

1) Para instalação não típica, entre em contato com a fábrica.

9.5 Refrigeração

AVISO!

A montagem incorreta pode resultar em superaquecimento e desempenho reduzido. Para montagem correta, consulte capítulo 9.4 *Configurações de montagem*.

- Certifique-se de que seja fornecido o espaço inferior e superior para o resfriamento do ar. Requisito de espaçamento: 225 mm (9 pol).
- Forneça taxa de fluxo de ar suficiente. Veja Tabela 9.2.
- Derating deve ser considerado para temperaturas começando entre 45 °C (113 °F) e 50 °C (122 °F) e elevação de 1.000 m (3.300 pés) acima do nível do mar. Consulte capítulo 9.6 *Derating* para obter informações detalhadas sobre derating.

O conversor utiliza um conceito de resfriamento do canal traseiro que remove ar de refrigeração 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 da sala usando:

- **Resfriamento do duto**
Existem kits para o resfriamento do canal traseiro disponíveis para direcionar o ar de resfriamento do dissipador de calor para fora do painel quando houver conversores de chassi/IP20 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**
Instalar cobertura superior e na base da unidade permite que o ar de refrigeração do canal traseiro seja ventilado para fora da sala.

AVISO!

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

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

Chassi	Ventilador da porta/ ventilador superior [m ³ /hr (cfm)]	Ventilador do dissipador de calor [m ³ /hr (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 9.2 Taxa de fluxo de ar

9.6 Derating

Derating é utilizado para reduzir a corrente de saída em determinadas situações, impedindo o conversor de gerar calor excessivo dentro do gabinete. Considere derating quando qualquer das condições a seguir estiver presente:

- Operação em baixa velocidade.
- Baixa pressão do ar (operando a altitudes altas).
- Alta temperatura ambiente.
- Alta frequência de chaveamento.
- Cabos de motor longos.
- Cabos com seção transversal grande.

Se essas condições estiverem presentes, a Danfoss recomenda aumentar um tamanho de potência.

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 é adequado. O nível de resfriamento depende da carga do motor, da velocidade de operação e do tempo de funcionamento.

Aplicações de torque constante

Poderá ocorrer um problema em valores baixos de RPM em aplicações de torque constante. Em uma aplicação de torque constante, um motor pode superaquecer em velocidades baixas devido à escassez de ar de resfriamento fornecido pelo ventilador dentro do motor.

Se o motor for operado continuamente a um valor de RPM inferior à metade do valor nominal, o motor deve ser alimentado com resfriamento de ar adicional. Se o resfriamento de ar adicional não puder ser fornecido, um motor projetado para aplicações de baixa RPM/torque constante pode ser usado.

Aplicações de torque variável (quadrático)

Resfriamento adicional ou derating do motor não é necessário 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 de torque variável comuns.

9.6.2 Derating para altitude

A capacidade de resfriamento de ar diminui com pressão do ar mais baixa.

Não é necessário derating a 1000 m (3281 pés) ou abaixo. Acima de 1.000 m (3.281 pés), a temperatura ambiente (T_{AMB}) ou corrente de saída máxima (I_{MAX}) deve ser reduzida. Veja *Ilustração 9.2*.

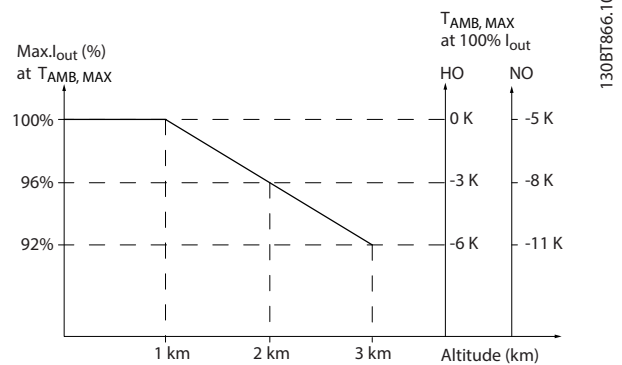


Ilustração 9.2 Derating da corrente de saída baseada na altitude em $T_{AMB, MAX}$

Ilustração 9.2 mostra que a 41,7 °C (107 °F), 100% da corrente de saída nominal fica disponível. A 45 °C (113 °F) ($T_{AMB, MAX} - 3$ K), 91% da corrente de saída nominal está disponível.

9.6.3 Derating para a Temperatura Ambiente e Frequência de Chaveamento

AVISO!

DERATING DE FÁBRICA

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

Utilize os gráficos em *Tabela 9.3* a *Tabela 9.4* para determinar se a corrente de saída deve ser reduzida com base na frequência de chaveamento e na temperatura ambiente. Referente aos gráficos, *I_{out}* indica a porcentagem da corrente de saída nominal e *f_{sw}* indica a frequência de chaveamento.

Gabinete metálico	Padrão de chaveamento	Sobrecarga alta HO, 150%	Sobrecarga normal NO, 110%
E1h-E4h N355 a N560 380-480 V	60 AVM		
	SFAVM		

Tabela 9.3 Tabelas de derating para conversores classificados para 380-480 V

Gabinete metálico	Padrão de chaveamento	Sobrecarga alta HO, 150%	Sobrecarga normal NO, 110%
E1h-E4h N450 a N800 525-690 V	60 AVM		
	SFAVM		

Tabela 9.4 Tabelas de derating para conversores classificados para 525-690 V

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 em estendidos juntos pode carregar os capacitores do equipamento mesmo com o equipamento desligado e bloqueado. Se os cabos de motor de saída não forem estendidos separadamente ou não forem utilizados cabos blindados, o resultado poderá ser morte ou lesões graves.

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

⚠️ ADVERTÊNCIA

PERIGO DE CHOQUE

O conversor pode causar uma corrente CC no condutor do ponto de aterramento e resultar em morte ou lesão grave.

- Quando um dispositivo de proteção operado por corrente residual (RCD) for usado para proteção contra choque elétrico, somente um RCD do Tipo B é permitido no lado da alimentação.

A falha em seguir as recomendações significa que o RCD pode não fornecer a proteção pretendida.

Proteção de sobrecorrente

- Equipamento de proteção adicional, como proteção contra curto-circuito ou proteção térmica do motor entre o conversor e o motor é necessário para aplicações com vários motores.
- É necessário um fusível de entrada para fornecer proteção contra curto-circuito e proteção de sobrecorrente. Se os fusíveis não forem fornecidos de fábrica, devem ser fornecidos pelo instalador. Consulte as características nominais dos fusíveis em *capítulo 10.5 Fusíveis e Disjuntores*.

Tipos e características nominais dos fios

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

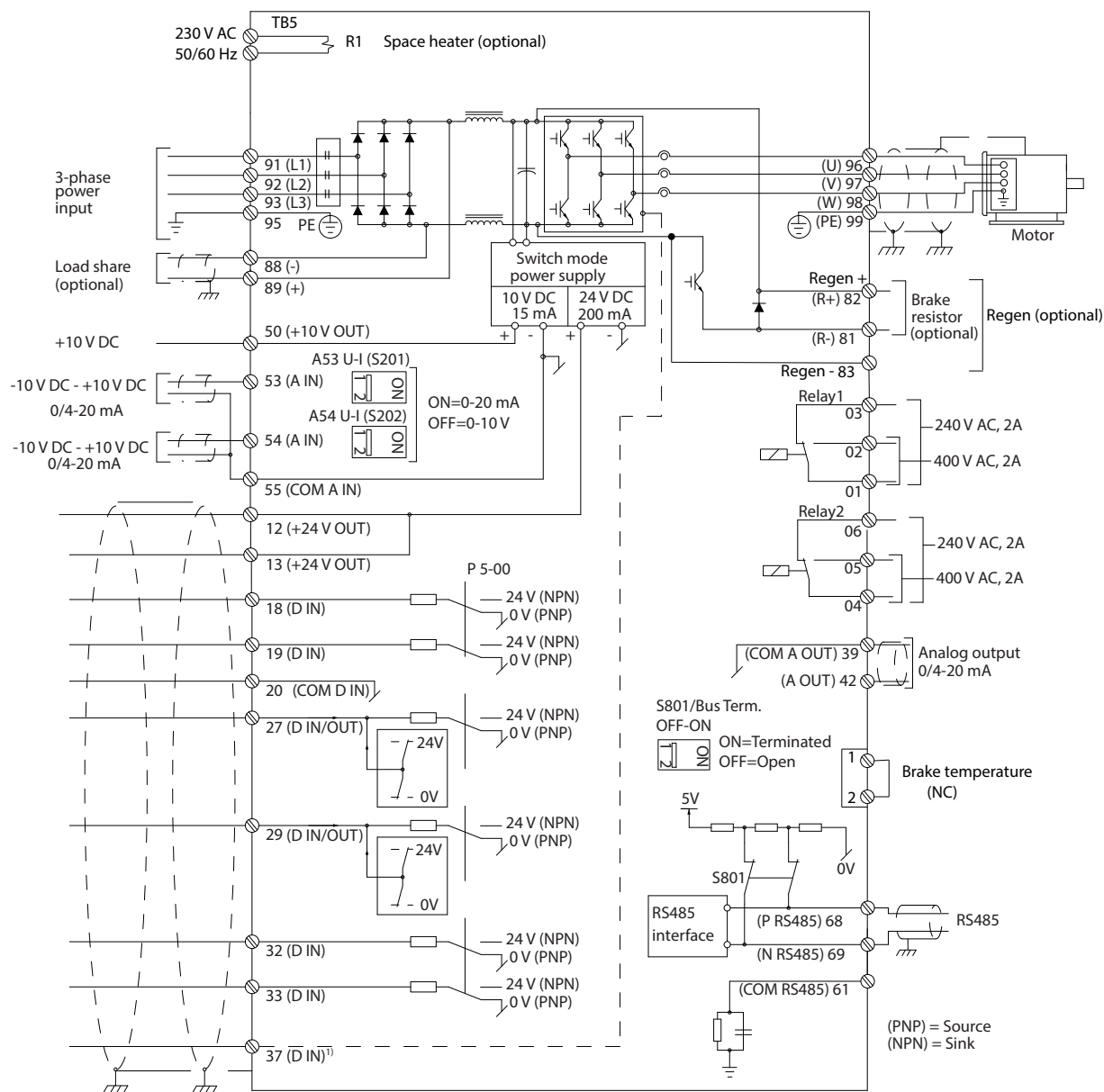
Para obter tamanhos e tipos de fio recomendados, consulte *capítulo 7.6 Especificações de Cabo*.

⚠️ CUIDADO

DANOS À PROPRIEDADE!

A proteção contra sobrecarga do motor não está incluída na configuração padrão. Para incluir essa função, programe *parâmetro 1-90 Proteção Térmica do Motor* para [Desarme do ETR] ou [Advertência do ETR]. Para o mercado norte-americano, a função ETR oferece proteção de sobrecarga do motor classe 20 em conformidade com a NEC. A falha em programar *parâmetro 1-90 Proteção Térmica do Motor* para [desarme do ETR] ou [Advertência do ETR] significa que a proteção de sobrecarga do motor não foi fornecida e danos à propriedade podem ocorrer em caso de superaquecimento do motor.

10.2 Diagrama da fiação para E1h-E4h



130BFI11.11

10

Ilustração 10.1 Diagrama da fiação para E1h-E4h

A = analógica, D = digital

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

10.3 Conexões

10.3.1 Conexões de Potência

AVISO!

Todo o cabeamento deve estar em conformidade com as normas nacionais e locais sobre seção transversal do cabo e temperatura ambiente. Aplicações UL exigem condutores de cobre para 75 °C (167 °F). Aplicações não UL podem utilizar condutores de cobre para 75 °C (167 °F) e 90 °C (194 °F).

As conexões do cabo de energia estão localizadas como mostrado em *Ilustração 10.2*. Para obter o dimensionamento correto do comprimento e da seção transversal do cabo de motor, consulte *capítulo 7.1 Dados Elétricos, 380-480 V* e *capítulo 7.2 Dados Elétricos, 525-690 V*.

Para proteção do conversor, utilize os fusíveis recomendados exceto quando a unidade possuir fusíveis integrados. Os fusíveis recomendados estão listados em *capítulo 10.5 Fusíveis e Disjuntores*. Certifique-se de que o fusível adequado está em conformidade com as regulamentações locais.

A conexão de rede elétrica é encaixada no interruptor de rede elétrica, quando incluído.

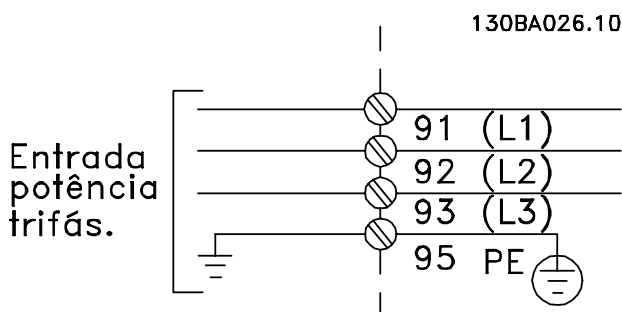


Ilustração 10.2 Conexões do Cabo de Energia

AVISO!

O cabo de motor deve ser blindado. Se um cabo não blindado for usado, alguns dos requisitos de EMC não serão atendidos. Use um cabo de motor blindado/encapado metalicamente para atender as especificações de emissão EMC. Para obter mais informações, ver *capítulo 10.15 Instalação compatível com EMC*.

Blindagem de cabos

Evite instalação com extremidades da blindagem torcidas (rabichos). Elas diminuem o efeito da blindagem em frequências mais altas. Se for necessário romper a blindagem para instalar um isolador ou contator do motor, a blindagem deve ser continuada com a impedância de HF mais baixa possível.

Conecte a blindagem do cabo de motor à placa de desacoplamento do conversor e ao compartimento metálico do motor.

Faça as conexões da blindagem com a maior área de superfície possível (braçadeira de cabo) usando os dispositivos de instalação 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 conversores são usados junto com filtros de onda senoidal para reduzir o ruído acústico de um motor, a frequência de chaveamento deverá ser programada de acordo com as instruções em *parâmetro 14-01 Frequência de Chaveamento*.

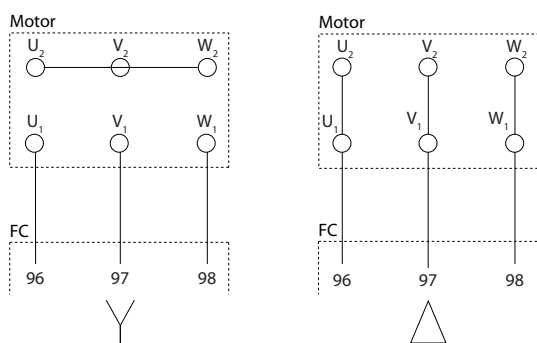
Terminal número	96	97	98	99	
-	U	V	W	PE ¹⁾	Tensão do motor 0-100 % da tensão de rede. 3 fios de saída do motor.
-	U1 W2	V1 U2	W1 V2	PE ¹⁾	Ligados em delta. 6 fios de saída do motor.
-	U1	V1	W1	PE ¹⁾	U2, V2, W2 ligados em estrela U2, V2 e W2 para ser interconectado separadamente.

Tabela 10.1 Conexão do Cabo de Motor

1) Conexão do terra protegida

AVISO!

Em motores sem isolamento de fase, papel ou outro reforço de isolamento adequado para operação com alimentação de tensão, instale 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

Os terminais de comunicação serial CC são utilizados para backup CC, com o barramento CC alimentado a partir de uma fonte externa.

Terminal	Função
88, 89	Barramento CC

Tabela 10.2 Terminais de comunicação serial CC

10.3.3 Load Sharing

O Load Sharing liga os circuitos intermediários CC de vários conversores. Para obter uma visão geral, consulte capítulo 5.6 *Visão geral de divisão da carga*.

O recurso de Load Sharing exige considerações de equipamento e segurança adicionais. Consulte a Danfoss para obter recomendações de compra e instalação.

Terminal número	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 é limitado em 25 m (82 pés).

10.3.4 Cabo do Freio

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

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

Terminal	Função
81, 82	Terminais do resistor do freio

Tabela 10.4 Terminais do resistor do freio

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

AVISO!

Se ocorrer um curto circuito no IGBT do freio, evite dissipação de energia no resistor do freio utilizando um interruptor ou contator de rede elétrica para desconectar o conversor da rede elétrica. Somente o conversor deverá controlar o contator.

10.4 Terminais e fiação de controle

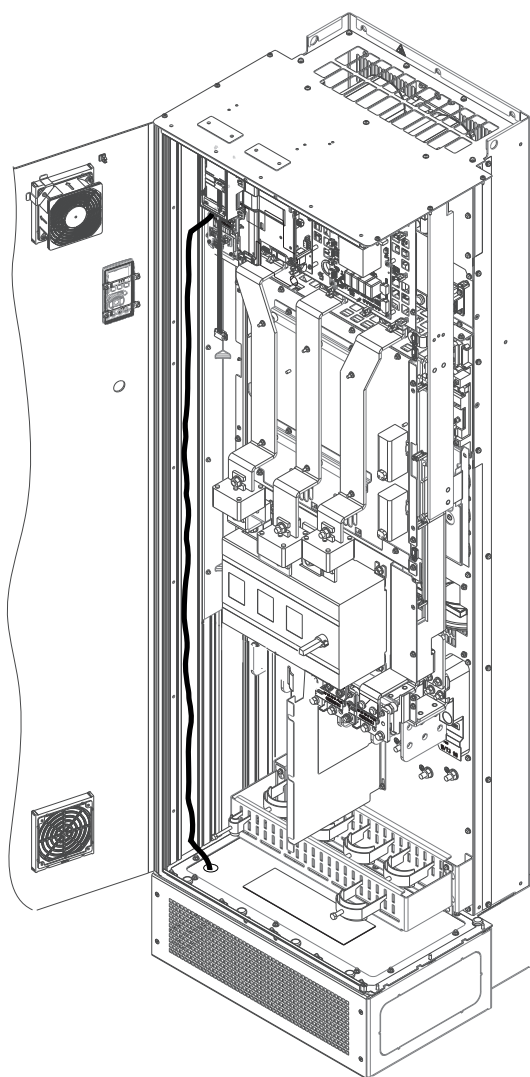
10.4.1 Percurso dos Cabos de Controle

Fixe e encaminhe todos os fios de controle como mostrado em *Ilustração 10.4*. Lembre-se de conectar as blindagens de modo apropriado para garantir imunidade elétrica ideal.

- 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 tenha isolamento reforçado/duplo. Uma tensão de alimentação de 24 V CC é recomendável.

Conexão do fieldbus

As conexões são feitas para os opcionais apropriados no cartão de controle. Consulte as instruções de fieldbus adequadas. O cabo deve estar fixado e conduzido junto com outros fios de controle dentro da unidade. Consulte *Ilustração 10.4*.

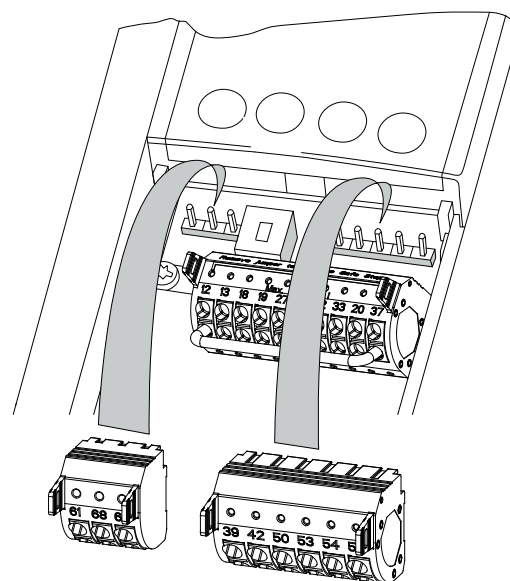


E30BF888.10

Ilustração 10.4 Caminho da Fiação do Cartão de Controle

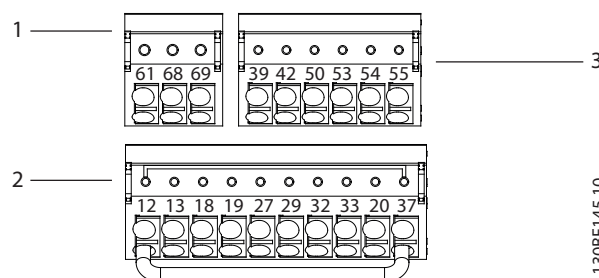
10.4.2 Terminais de Controle

Ilustração 10.5 mostra os conectores de conversor removíveis. As funções de terminal e as configurações padrão estão resumidas em Tabela 10.5 – Tabela 10.7.



130BF144.10

Ilustração 10.5 Locais do Terminal de Controle



130BF145.10

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

Ilustração 10.6 Números dos terminais localizados nos conectores

Terminais de comunicação serial			
Terminal número	Parâmetro	Configuração padrão	Descrição
61	-	-	Filtro de RC integrado para blindagem do cabo. SOMENTE para conectar a blindagem em caso de problemas de EMC.

Terminais de comunicação serial			
Terminal número	Parâmetro	Configuração padrão	Descrição
68 (+)	<i>Grupo do parâmetro 8-3*</i> <i>Definições da porta do FC</i>	–	Interface RS485. Um interruptor (BUS TER.) é fornecido no cartão de controle para resistência da terminação do bus serial. Consulte o <i>Guia de design do AQUA Drive do VLT® FC 202 110–1400 kW</i> .
69 (-)	<i>Grupo do parâmetro 8-3*</i> <i>Definições da porta do FC</i>	–	
Relés			
01, 02, 03	<i>Parâmetro 5-40</i> <i>Função do Relé</i> [0]	[0] <i>Sem operação</i>	Saída do relé de forma C. Para tensão CC ou CA e carga indutiva ou resistiva.
04, 05, 06	<i>Parâmetro 5-40</i> <i>Função do Relé</i> [1]	[0] <i>Sem operação</i>	

Tabela 10.5 Descrições dos terminais de comunicação serial

Terminais de entrada/saída digital			
Terminal número	Parâmetro	Configuração padrão	Descrição
20	–	–	Comum para entradas digitais e potencial de 0 V CC para alimentação de 24 V CC.
37	–	STO	Quando não estiver usando o recurso opcional STO, um fio de jumper é necessário entre o terminal 12 (ou 13) e o terminal 37. Esse setup permite ao conversor operar com valores de programação padrão de fábrica.

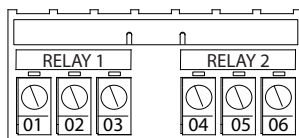
Tabela 10.6 Descrições de Terminais de Entrada/Saída Digital

Terminais de entrada/saída digital			
Terminal número	Parâmetro	Configuração padrão	Descrição
12, 13	–	+24 V CC	Fonte de alimentação de 24 V CC para entradas digitais e transdutores externos. Corrente de saída máxima 200 mA total para todas as cargas de 24 V.
18	<i>Parâmetro 5-10</i> <i>Terminal 18</i> <i>Entrada Digital</i>	[8] <i>Partida</i>	Entradas digitais.
19	<i>Parâmetro 5-11</i> <i>Terminal 19,</i> <i>Entrada Digital</i>	[10] <i>Reversão</i>	
32	<i>Parâmetro 5-14</i> <i>Terminal 32,</i> <i>Entrada Digital</i>	[0] <i>Sem operação</i>	
33	<i>Parâmetro 5-15</i> <i>Terminal 33</i> <i>Entrada Digital</i>	[0] <i>Sem operação</i>	
27	<i>Parâmetro 5-12</i> <i>Terminal 27,</i> <i>Entrada Digital</i>	[2] <i>Parada por inércia inversa</i>	
29	<i>Parâmetro 5-13</i> <i>Terminal 29,</i> <i>Entrada Digital</i>	[14] <i>JOG</i>	Para entrada digital ou saída digital. A configuração padrão é entrada.

Terminais de entrada/saída analógica			
Terminal número	Parâmetro	Configuração padrão	Descrição
39	–	–	Comum para saída analógica.
42	<i>Parâmetro 6-50</i> <i>Terminal 42</i> <i>Saída</i>	[0] <i>Sem operação</i>	Saída analógica programável. 0-20 mA ou 4-20 mA com máximo de 500 Ω
50	–	+10 V CC	Tensão de alimentação analógica de 10 V CC para potenciômetro ou termistor. 15 mA máximo.
53	<i>Grupo do parâmetro 6-1*</i> <i>Entrada analógica 1</i>	Referência	Entrada analógica. Para tensão ou corrente. Terminais A53 e A54 selecione mA ou V.
54	<i>Grupo do parâmetro 6-2*</i> <i>Entrada Analógica 2</i>	Feedback	
55	–	–	Comum para entrada analógica.

Tabela 10.7 Descrições de Terminais de Entrada/Saída Analógica

Terminais do relé:



130BF156.10

Ilustração 10.7 Terminais do relé 1 e relé 2

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

10.5 Fusíveis e Disjuntores

Fusíveis garantem que os possíveis danos no conversor fiquem limitados a danos dentro da unidade. Para estar em conformidade com EN 50178, use fusíveis Bussmann idênticos ao substituir. Veja *Tabela 10.8*.

AVISO!

O uso de fusíveis no lado de alimentação é obrigatório para o IEC 60364 (CE) e instalações de conformidade com a NEC 2009 (UL).

Tensão de entrada (V)	Código de compra Bussmann
380–480	170M7309
525–690	170M7342

Tabela 10.8 Opcionais de fusível

Os fusíveis indicados em *Tabela 10.8* são apropriados para uso em um circuito capaz de fornecer 100000 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 100000 A_{rms}. Os conversores E1h e E2h são fornecidos com fusíveis internos do conversor para atender a SCCR de 100 kA para conformidade com requisitos de conversor confinado da UL 61800-5-1. Os conversores E3h e E4h devem ser equipados com fusíveis Tipo aR para atender a SCCR de 100 kA.

AVISO!

CHAVE DE DESCONEXÃO

Todas as unidades recomendadas e fornecidas com chave de desconexão instalada na fábrica devem ter fusíveis de circuito de derivação Classe L para atender a SCCR de 100 kA do conversor. Se for usado um disjuntor, as características nominais de SCCR são 42 kA. A tensão de entrada e o valor nominal da potência do conversor determina o fusível específico Classe L. 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)	Características nominais de curto-circuito (A)	Proteção necessária
380–480	315–400	42000	Disjuntor
		100000	Fusível Classe L, 800 A
380–480	450–500	42000	Disjuntor
		100000	Fusível Classe L, 1200 A
525–690	355–560	40000	Disjuntor
		100000	Fusível Classe L, 800 A
525–690	630–710	42000	Disjuntor
		100000	Fusível Classe L, 1200 A

10

10.6 Motor

10.6.1 Cabo de Motor

Todos os tipos de motores trifásicos assíncronos padrão podem ser usados com uma unidade de conversor. O motor deve ser conectado aos seguintes terminais:

- U/T1/96
- V/T2/97
- W/T3/98
- Ponto de aterramento para terminal 99

A configuração de fábrica é para rotação no sentido horário com a saída do conversor conectado da seguinte maneira:

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

Tabela 10.9 Terminais do Cabo de Motor

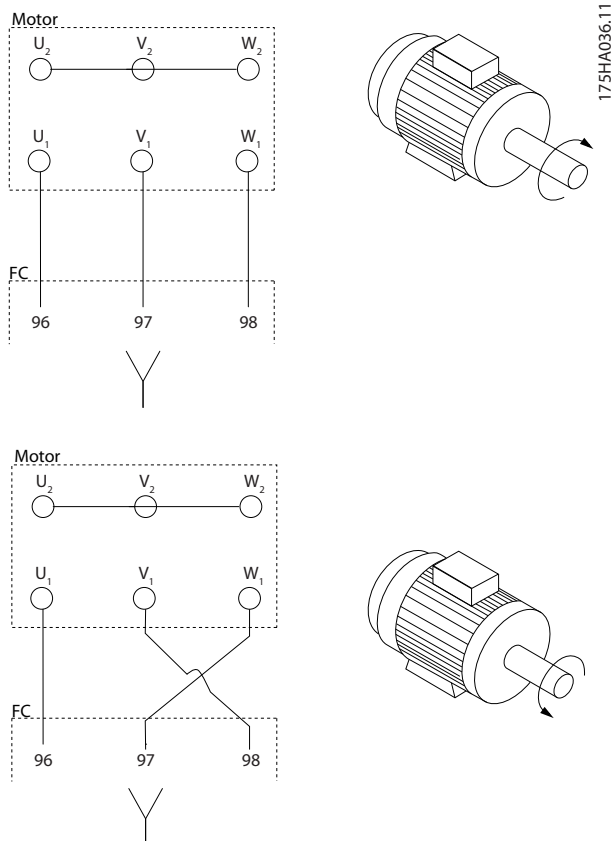


Ilustração 10.8 Alteração da rotação do motor

- Terminal U/T1/96 conectado à fase U
- Terminal V/T2/97 conectado à fase V
- Terminal V/T3/98 conectado à fase W

O sentido de rotação pode ser alterado invertendo duas fases no cabo de motor ou alterando a configuração do parâmetro 4-10 Sentido de Rotação do Motor.

A verificação da rotação do motor pode ser executada utilizando parâmetro 1-28 Verificação da Rotação do motor e seguindo a configuração mostrada em Ilustração 10.8.

10.6.2 Proteção Térmica do Motor

O relé térmico eletrônico do conversor recebeu a aprovação UL para a proteção de sobrecarga do motor de um único motor, quando parâmetro 1-90 Proteção Térmica

do Motor for programado para Desarme do ETR e parâmetro 1-24 Corrente do Motor for programado para a corrente nominal do motor (consulte a plaqueta de identificação do motor).

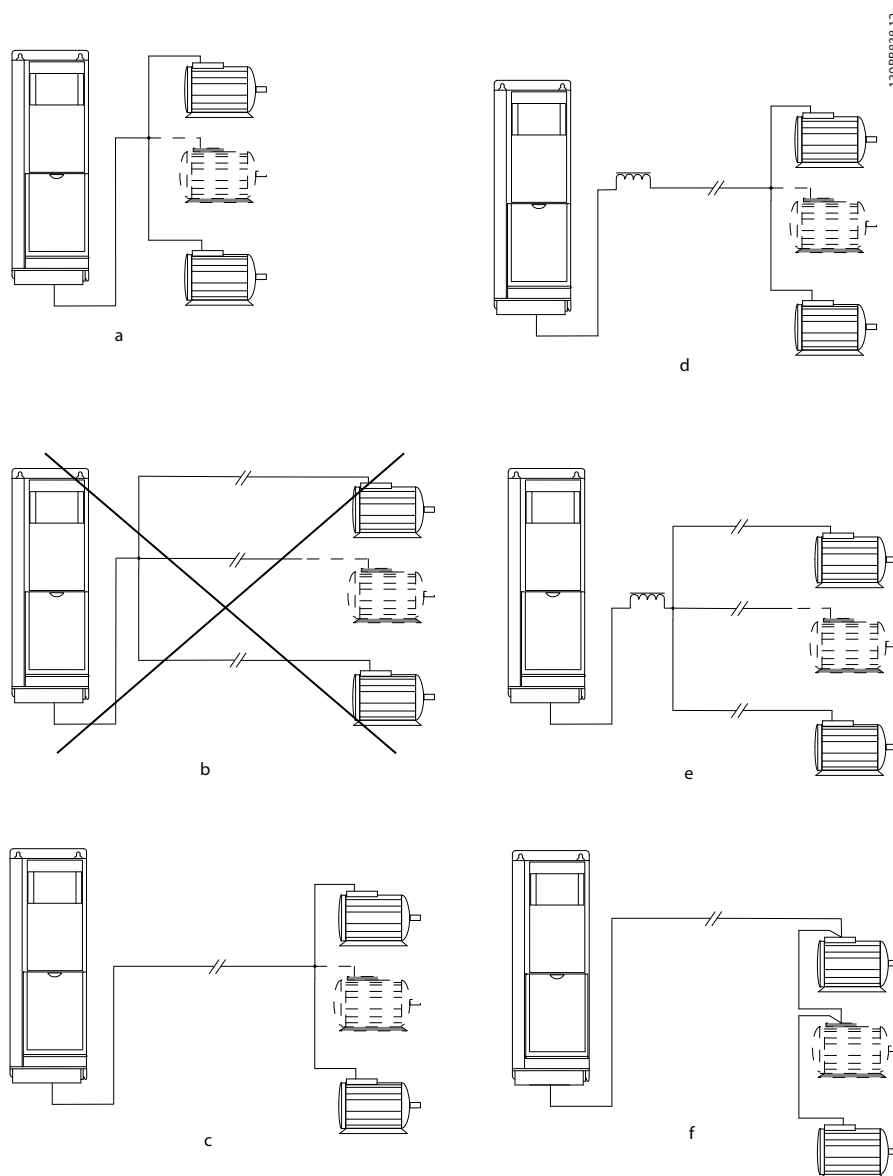
Para proteção térmica do motor, também é possível usar o opcional VLT® PTC Thermistor Card MCB 112. Esse cartão fornece certificado ATEX para proteger motores em áreas com perigo de explosão, Zona 1/21 e Zona 2/22. Quando parâmetro 1-90 Proteção Térmica do Motor, programado para [20] ATEX ETR, estiver combinado com o uso de MCB 112, é possível controlar um motor Ex-e em áreas com risco de explosão. Consulte a guia de programação para obter detalhes sobre como configurar o conversor para operação segura de motores Ex-e.

10.6.3 Conexão de Motores em Paralelo

O conversor pode controlar vários motores conectados em paralelo. Para configurações diferentes de motores conectados em paralelo, consulte Ilustração 10.9.

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

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



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

Ilustração 10.9 Diferentes conexões paralelas de motores

10.6.4 Isolação do Motor

Para comprimentos de cabo de motor menores ou iguais ao comprimento de cabo máximo indicado em *capítulo 7.6 Especificações de Cabo*, utilize as características nominais de isolamento de motor mostradas em *Tabela 10.10*. Se um motor tiver características nominais de isolamento inferiores, a Danfoss recomenda usar filtro dU/dt ou filtro de onda senoidal.

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

Tabela 10.10 Características nominais do isolamento do motor

10.6.5 Correntes de Mancal do Motor

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

Estratégias de atenuação padrão:

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

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

10.7 Frenagem

10.7.1 Seleção do Resistor do Freio

Em determinadas aplicações, como em sistemas de ventilação de túneis ou estações ferroviárias subterrâneas, é conveniente fazer o motor parar mais rapidamente que controlando por meio do desaceleração ou por inércia. Nessas aplicações, geralmente é utilizado um freio dinâmico com um resistor de frenagem. Usar um resistor do freio garante que a energia é absorvida no resistor e não no conversor. Para obter mais informações, consulte o *Guia de Design do Resistor do Freio MCE 101 do VLT®*.

Se a quantidade de energia cinética transferida ao resistor em cada período de frenagem não for conhecida, 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 10.10* mostra um ciclo de frenagem típico.

Os fabricantes de motores geralmente utilizam S5 ao divulgar a carga permissível, 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 segundos (do tempo de ciclo)

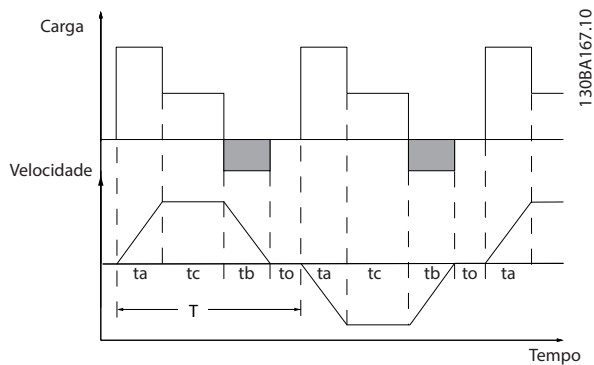


Ilustração 10.10 Ciclo da Frenagem Típico

		Potência				
		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 10.11 Capacidade de frenagem, 380–480 V

		Potência					
		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	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	600
	Corrente (%)	89	79	63	63	71	63
	Tempo de frenagem (s)	240	240	240	240	240	240
Frenagem de sobrecarga	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 10.12 Capacidade de frenagem, 525–690 V

A Danfoss oferece resistores de frenagem com ciclo útil de 5%, 10% e 40%. Se for aplicado um ciclo útil de 10%, os resistores do freio são capazes de absorver a potência de frenagem durante 10% do tempo de ciclo. Os 90% restantes do tempo de ciclo são utilizados para dissipar o excesso de calor.

AVISO!

Certifique-se de que o resistor está projetado para lidar com o tempo de frenagem necessário.

A carga máxima permitida no resistor do freio é indicada como a potência de pico em um determinado ciclo útil intermitente. A resistência do freio é calculada da seguinte maneira:

$$R_{br} [\Omega] = \frac{U_{cc}^2}{P_{pico}}$$

onde

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

Como pode ser observado, a resistência do freio depende da tensão do barramento CC (U_{cc}).

Tamanho	Freio ativo	Advertência antes do corte	Corte (desarme)
380–480 V ¹⁾	810 V	828 V	855 V
525–690 V	1084 V	1109 V	1130 V

Tabela 10.13 Limites de Freio do FC 202

Tamanho	Freio ativo	Advertência antes do corte	Corte (desarme)
380–480 V ¹⁾	810 V	828 V	855 V
525–690 V	1084 V	1109 V	1130 V

Tabela 10.14 Limites de Freio do FC 202

1) Dependente do tamanho da potência

AVISO!

Verifique se o resistor do freio pode suportar uma tensão de 410 V, 820 V, 850 V, 975 V ou 1130 V. Danfoss resistores do freio são classificados para uso em todos os conversores Danfoss .

A Danfoss recomenda a resistência de frenagem R_{rec} . Esse cálculo garante que o conversor é capaz de frear no mais alto torque de frenagem ($M_{br}(\%)$) de 150%. A fórmula pode ser escrita como:

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

η_{motor} é tipicamente a 0,90

η_{VLT} é tipicamente a 0,98

Para conversores de 200 V, 480 V, 500 V e 600 V , um torque de frenagem de R_{rec} a 160% 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 selecionada do resistor do circuito de freio não deverá ser maior do que a recomendada pela Danfoss. Tamanhos de gabinete E1h–E4h contêm 1 circuito de frenagem.

AVISO!

Se ocorrer um curto-circuito no transistor do freio, a dissipação de energia no resistor do freio somente poderá ser evitada por meio de um interruptor de rede elétrica ou um contator que desconecte a rede elétrica do conversor, ou um contato no circuito de frenagem. A dissipação de energia ininterrupta no resistor do freio pode causar superaquecimento, danos ou um incêndio.

⚠️ ADVERTÊNCIA

RISCO DE INCÊNDIO

Os resistores do freio esquentam durante/após a frenagem e devem ser colocados em um ambiente seguro para evitar risco de incêndio.

10.7.2 Controle com a Função de Frenagem

Uma saída digital/de relé pode ser usada para proteger o resistor do freio contra sobrecarga ou superaquecimento gerando uma falha no conversor. Se o IGBT do freio for sobrecarregado ou superaquecido, o sinal do relé/digital do freio para o conversor desliga o IGBT do freio. Esse sinal de relé/digital não protege contra um curto-circuito no IGBT do freio. A Danfoss recomenda uma maneira de desconectar o freio em caso de curto-circuito no IGBT do freio.

Além disso, o freio possibilita a leitura da potência momentânea e da potência média dos últimos 120 segundos. O freio pode monitorar a energização da potência e assegurar que não exceda o limite selecionado em *parâmetro 2-12 Limite da Potência de Frenagem (kW)*. *Parâmetro 2-13 Monitoramento da Potência de Frenagem* seleciona qual função ocorre quando a energia transmitida ao resistor do freio exceder o limite programado em *parâmetro 2-12 Limite da Potência de Frenagem (kW)*.

AVISO!

O monitoramento da potência de frenagem não é uma função de segurança; para essa finalidade é necessário um interruptor térmico conectado a um contator externo. O circuito do resistor do freio é protegido contra fuga para o terra.

Controle de sobretensão (OVC) pode ser selecionado como função de frenagem alternativa em *parâmetro 2-17 Controle de Sobretensão*. Essa função está ativa para todas as

unidades e garante que se a tensão do barramento CC aumentar, a frequência de saída também aumenta para limitar a tensão do barramento CC, evitando um desarme.

AVISO!

OVC não pode ser ativado ao operar um motor PM, enquanto que *parâmetro 1-10 Construção do Motor* está programado para [1] SPM não saliente PM.

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 locais e nacionais com relação ao ponto de aterramento de proteção de equipamento com corrente de fuga acima de 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 de várias contribuições e depende de diversas configurações do sistema, incluindo:

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

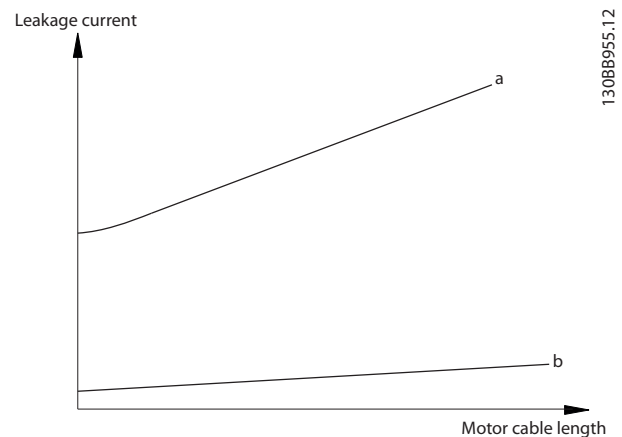


Ilustração 10.11 O comprimento de cabo de motor e a potência influenciam a corrente de fuga. Potência a > Potência b.

A corrente de fuga também depende da distorção da linha.

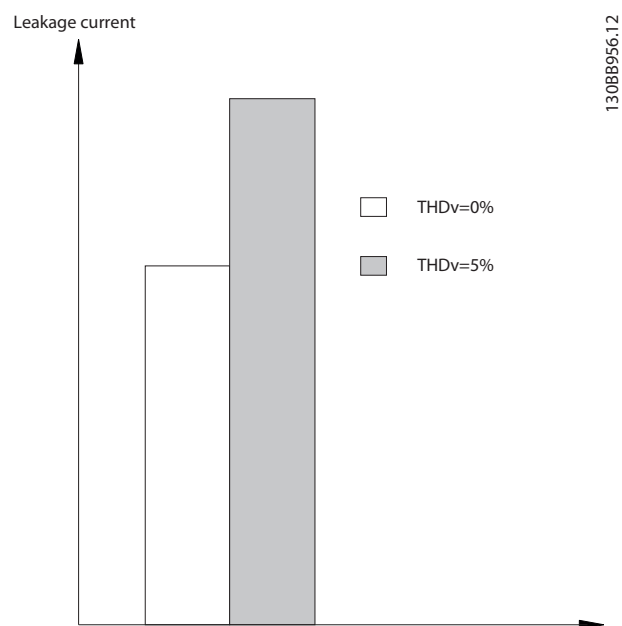


Ilustração 10.12 Distorção da Linha Influencia a Corrente de Fuga

Se a corrente de fuga exceder 3,5 mA, para ficar em conformidade com a EN/IEC61800-5-1 (norma para produtos de sistema de drive de potência) é necessário cuidado especial.

Reforce o aterramento com os seguintes requisitos de conexão do ponto de aterramento de proteção:

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

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

Usando RCDs

Onde dispositivos de corrente residual (RCDs), também conhecidos como disjuntores para a corrente de fuga à terra, forem utilizados, atenda ao seguinte:

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

A corrente de fuga inclui várias frequências originárias tanto da frequência da rede elétrica quanto da frequência de chaveamento. Se a frequência de chaveamento é detectada depende do tipo de RCD usado.

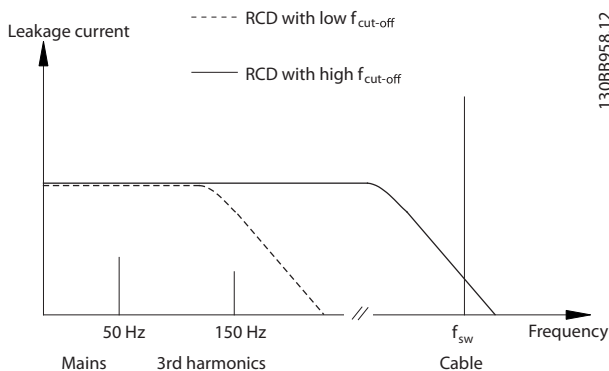


Ilustração 10.13 Principais Contribuições para a Corrente de Fuga

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

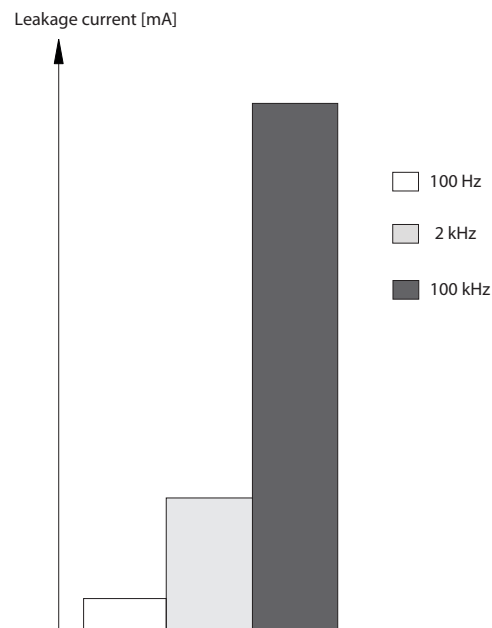


Ilustração 10.14 Influência da frequência de corte de RCD na corrente de fuga

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 elétrica de TI, delta flutuante ou delta aterrado) ou rede elétrica TT/TN-S com perna aterrada, é recomendável desligar o interruptor de RFI por meio do *parâmetro 14-50 Filtro de RFI* no conversor e *parâmetro 14-50 Filtro de RFI* no filtro. Para obter mais detalhes, consulte a IEC 364-3. Quando desligado, os capacitores do filtro entre o chassi e o barramento CC são desativados para evitar danos no barramento CC e reduzir as correntes capacitivas do terra, de acordo com a IEC 61800-3.

Caso for necessário desempenho de EMC ideal ou se os motores estiverem conectados em paralelo ou se o comprimento de cabo de motor for maior que 25 m, a Danfoss recomenda programar o *parâmetro 14-50 Filtro de RFI* para [ON] (Ligado). Consulte também as *Notas de Aplicação, VLT® em Rede Elétrica de TI*. É importante utilizar monitores de isolamento classificados para uso em conjunto com a eletrônica de potência (IEC 61557-8).

A Danfoss não recomenda utilizar 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 na sua eficiência. Em geral, a eficiência é a mesma na frequência nominal do motor $f_{M,N}$, independente de o motor fornecer 100% do torque nominal de eixo ou apenas 75%, em caso de cargas parciais.

A eficiência do conversor não se altera, mesmo selecionando outras características U/f. Entretanto, as características U/f influem na eficiência do motor.

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

Cálculo da eficiência do conversor

Calcule a eficiência do conversor com cargas e velocidades diferentes com base em *Ilustração 10.15*. O fator neste gráfico deve ser multiplicado pelo fator de eficiência específico indicado nas tabelas de especificação em *capítulo 7.1 Dados Elétricos, 380-480 V* e *capítulo 7.2 Dados Elétricos, 525-690 V*.

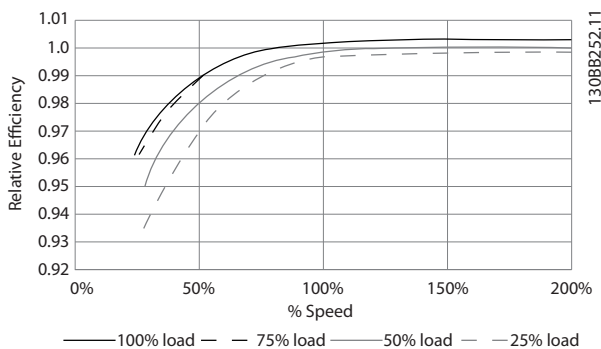


Ilustração 10.15 Curvas de Eficiência Típicas

Exemplo: Presuma um conversor de frequência de 160 kW, 380-480 V CA com carga de 25% e 50% da velocidade. *Ilustração 10.15* mostra 0,97 - a eficiência nominal de um conversor de 160 kW é 0,98. Assim, 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 de 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 controlado pelo conversor quanto quando funciona diretamente na rede elétrica.

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

Geralmente, a frequência de chaveamento não afeta a eficiência de motores pequenos. Motores de 11 kW (14,75 hp) ou mais têm sua eficiência melhorada (1-2%) porque a forma da onda senoidal da corrente do motor é quase perfeita em alta frequência de chaveamento.

Eficiência do sistema (η_{SYSTEM})

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

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

10.12 Ruído Acústico

O ruído acústico do conversor provém de três fontes:

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

Tabela 10.15 indica os valores de ruído acústico típicos medidos à uma distância de 1 m (9 pés) da unidade.

Tamanho do gabinete metálico	dBa a plena velocidade do ventilador
E1h-E4h	80

Tabela 10.15 Ruído Acústico

Resultados de testes realizados de acordo com a ISO 3744 para magnitude de ruído audível em um ambiente controlado. O tom do ruído foi quantificado para registro de dados de engenharia do desempenho do hardware de acordo com a 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 permitindo ao operador selecionar diferentes modos de operação do ventilados com base em condições específicas. Para obter mais informações, consulte *parâmetro 30-50 Heat Sink Fan Mode*.

10.13 Condições de dU/dt

AVISO!

Para evitar envelhecimento precoce de motores não projetados para operação com conversores, como os motores sem papel de isolamento de fase ou outro reforço de isolamento, a Danfoss recomenda enfaticamente a instalação de um filtro dU/dt ou filtro de onda senoidal na saída do conversor. Para obter mais informações sobre filtro dU/dt e filtro de onda senoidal, consulte o *Guia de Design de Filtros de Saída*.

Quando um transistor na ponte do inversor comuta, a tensão através do motor aumenta de acordo com uma relação dU/dt que depende:

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

A indução natural causa um overshoot U_{PEAK} na tensão do motor antes de o motor estabilizar em um nível que depende da tensão do circuito intermediário. O tempo de subida e a tensão de pico U_{PEAK} afetam a vida útil do motor. São afetados principalmente os motores sem isolamento da bobina de fase se a tensão de pico for muito alta. O comprimento de cabo de motor afeta o tempo de subida e a tensão de pico. Por exemplo, se o cabo de motor for curto (alguns metros), o tempo de subida e a tensão de pico são mais baixos. Se o cabo de motor for longo (100 m (328 pés)), o tempo de subida e a tensão de pico serão maiores.

A tensão de pico nos terminais do motor é causada pelo chaveamento dos IGBTs. O conversor está em confor-

midade com as exigências da IEC 60034-25 a respeito de motores projetados para ser controlados por conversores. O conversor também está em conformidade com a IEC 60034-17 com relação a motores Norm controlados por conversores.

Faixa de alta potência

As capacidades de potência em *Tabela 10.16* a *Tabela 10.21* nas tensões de rede adequadas atendem os requisitos da IEC 60034-17 com relação a motores normais controlados por conversores, da IEC 60034-25 com relação a motores projetados para serem controlados por conversores e da NEMA MG 1-1998 Parte 31.4.4.2 para motores alimentados por inversor. As capacidades de potência em *Tabela 10.16* a *Tabela 10.21* não atendem a NEMA MG 1-1998 Parte 30.2.2.8 para motores de uso geral.

380–480 V

10

Potência [kW (hp)]	Cabo [m (ft)]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [μ s]	Tensão de pico [V]	dU/dt [V/ μ s]
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 10.16 Resultados de testes NEMA dU/dt para E1h–E4h com cabos não blindados e sem filtro de saída, 380–480 V

Potência [kW (hp)]	Cabo [m (ft)]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [μ s]	Tensão de pico [V]	dU/dt [V/ μ s]
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 10.17 Resultados de testes IEC dU/dt para E1h–E4h com cabos não blindados e sem filtro de saída, 380–480 V

Potência [kW (hp)]	Cabo [m (ft)]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [μ s]	Tensão de pico [V]	dU/dt [V/ μ s]
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 10.18 Resultados de testes NEMA dU/dt para E1h–E4h com cabos blindados e sem filtro de saída, 380–480 V

Potência [kW (hp)]	Cabo [m (ft)]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [μ s]	Tensão de pico [V]	dU/dt [V/ μ s]
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 10.19 Resultados de testes IEC dU/dt para E1h–E4h com cabos blindados e sem filtro de saída, 380–480 V

525–690 V

Potência [kW (hp)]	Cabo [m (ft)]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [μ s]	Tensão de pico [V]	dU/dt [V/ μ s]
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 10.20 Resultados de testes IEC dU/dt para E1h–E4h com cabos não blindados e sem filtro de saída, 525–690 V

Potência [kW (hp)]	Cabo [m (ft)]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [μ s]	Tensão de pico [V]	dU/dt [V/ μ s]
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 10.21 Resultados de testes IEC dU/dt para E1h–E4h com cabos blindados e sem filtro de saída, 525–690 V

AVISO!**RESULTADOS DO TESTE**

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

10.14 Visão geral da Compatibilidade Eletromagnética (EMC)

Dispositivos elétricos geram interferência e são afetados pela interferência gerada por outras fontes. A compatibilidade eletromagnética (EMC) desses efeitos depende da potência e das características harmônicas do dispositivo.

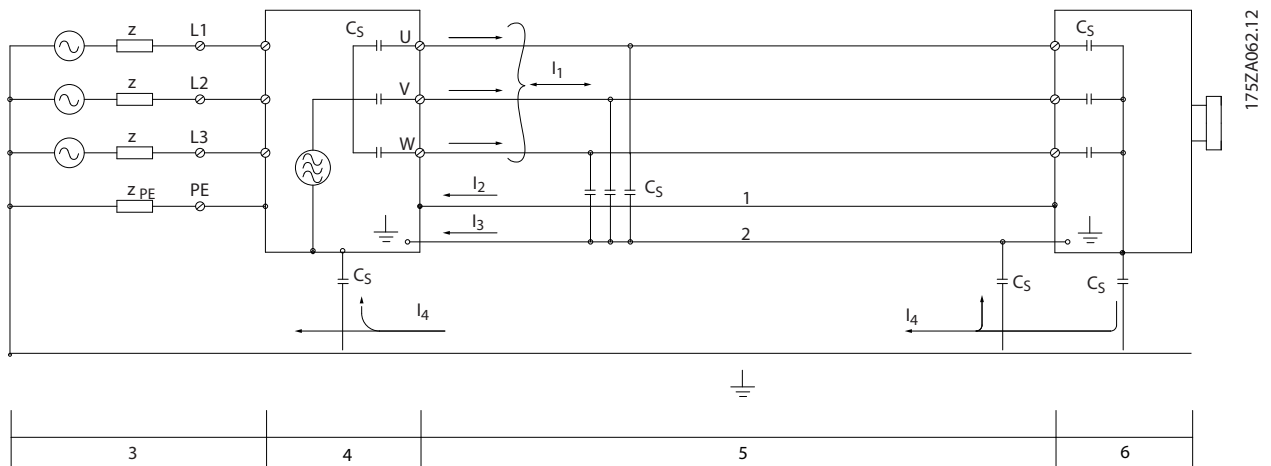
A falta de controle de interação entre os dispositivos elétricos em um sistema pode prejudicar a compatibilidade e danificar a operação confiável. Interferência toma as seguintes formas:

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

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

As correntes capacitivas do cabo de motor acopladas a um alto dU/dt da tensão do motor geram correntes de fuga. Consulte *Ilustração 10.16*. Cabos de motor blindados possuem maior capacitância entre os fios de fase e a blindagem e entre a blindagem e o ponto de aterramento. Essa capacitância adicional do cabo, juntamente com outra capacitância parasítica e indutância do motor, muda a assinatura de emissão eletromagnética produzida pela unidade. A mudança na assinatura de emissão eletromagnética ocorre principalmente em emissões menores que 5 MHz. A maior parte da corrente de fuga (I_1) é levada de volta à unidade por meio do PE (I3), deixando apenas um pequeno campo eletromagnético (I_4) do cabo de motor blindado. A blindagem reduz a interferência irradiada, mas aumenta a interferência de baixa frequência na rede elétrica.

10



1	Fio terra	Cs	Caminhos de capacitância parasítica de desvio (varia com instalações diferentes)
2	Blindagem	I1	Corrente de fuga de modo comum
3	Alimentação de rede elétrica CA	I2	Cabo de motor blindado
4	Drive	I3	Ponto de aterramento de segurança (quarto condutor em cabos de motor)
5	Cabo de motor blindado	I4	Corrente de modo comum acidental
6	Motor	-	-

Ilustração 10.16 Modelo elétrico mostrando possíveis correntes de fuga

10.14.1 Resultados de teste de EMC

Os resultados de testes a seguir foram obtidos usando um conversor (com opcionais quando relevante), cabos de controle blindados, uma caixa de controle com potenciômetro, um motor e um cabo de motor blindado .

Tipo do filtro de RFI	Normas e requisitos	Emissão conduzida			Emissão irradiada	
		Classe B Residências, comércio e indústrias leves	Classe A grupo 1 Ambiente industrial	Classe A grupo 2 Ambiente industrial	Classe B Residências, comércio e indústrias leves	Classe A grupo 1 Ambiente industrial
	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
H2						
FC 102	355–560 kW 380–480 V	Não	Não	150 m (492 pés)	Não	Não
	450–800 kW 525–690 V	Não	Não	150 m (492 pés)	Não	Não
H4						
FC 102	355–560 kW 380–480 V	Não	150 m (492 pés)	150 m (492 pés)	Não	Sim
	450–800 kW 525–690 V	Não	30 m (98 pés)	150 m (492 pés)	Não	Não

Tabela 10.22 Resultados de Teste de EMC (Emissão e Imunidade)

AVISO!

Esse tipo de sistema de conversor não é destinado a ser usado em uma rede pública de baixa tensão que alimenta estabelecimentos domésticos. Interferência de radiofrequência é esperada se usado em tal rede e medidas de atenuação complementares poderão ser necessárias.

10

10.14.2 Requisitos de emissão

De acordo com a norma para produto de EMC para conversores de velocidade ajustável EN/IEC 61800-3:2004, os requisitos de EMC dependem do ambiente em que o conversor estiver instalado. Esses ambientes junto com os requisitos de alimentação de tensão de rede são definidos em *Tabela 10.23*.

Os conversores estão em conformidade com requisitos de EMC descritos da IEC/EN 61800-3 (2004)+AM1 (2011), categoria C3, para equipamento com retirada de energia maior do que 100 A por fase, instalado 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 escritório) com tensão de alimentação menor que 1000 V	Classe B
C2	Ambiente inicial (residencial e escritório) com tensão de alimentação inferior a 1000 V, que não são conectados nem móveis e são destinados a ser instalados e colocados em funcionamento por um profissional.	Classe A Grupo 1
C3	Segundo ambiente (industrial) com tensão de alimentação inferior a 1000 V.	Classe B Grupo 2
C4	Segundo ambiente com o seguinte: <ul style="list-style-type: none"> Tensão de alimentação igual ou acima de 1000 V Corrente nominal igual ou acima de 400 A Destinado a uso em sistemas complexos 	Sem linha limite. Deve ser realizado um plano de EMC.

Tabela 10.23 Requisitos de emissão

Quando normas de emissão genérica forem usadas, é exigido que os conversores estejam em conformidade com *Tabela 10.24*

Ambiente	Norma genérica	Requisito de emissão conduzida de acordo com os limites em EN55011
Ambiente inicial (residência e escritório)	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 ambiente industrial.	Classe A Grupo 1

Tabela 10.24 Limites das normas de emissão genérica

10

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 da Danfoss estão em conformidade com os requisitos tanto para ambiente industrial quanto para ambiente residencial e de escritório.

Para documentar a imunidade contra o transiente de ruptura, os testes de imunidade a seguir foram realizados em um conversor (com opcionais quando relevante), cabos de controle blindados e uma caixa de controle com potenciômetro, cabo de motor e motor. Os testes foram executados de acordo com as normas básicas a seguir. Para mais detalhes, consulte *Tabela 10.25*

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** Descargas eletrostáticas (ESD): Simulação de descargas eletrostáticas dos seres humanos.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** Radiação de campo magnético de incidência, simulação modulada de amplitude dos efeitos de radar, equipamentos de radiocomunicação e de comunicações móveis.
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Transiente por fásca elétrica Simulação da interferência originada pelo chaveamento de um contator, relé ou dispositivos semelhantes.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Transientes de sobretensão: Simulação de transientes originados por relâmpagos que atingem instalações próximas.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** Modo comum de RF: Simulação do efeito de equipamento de radiotransmissão, ligado aos cabos de conexão.

Padrão básico	Ruptura IEC 61000-4-4	Sobretensão 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}
Fios 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}
Fios 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 metálico	–	–	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	–

Tabela 10.25 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 de ar; 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 conversores de velocidade variável, o operador é responsável por garantir a conformidade 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.

Existem duas opções para garantir a compatibilidade eletromagnética.

- Eliminar ou minimizar a interferência na fonte da interferência emitida.
- Aumentar a imunidade a interferência em dispositivos afetados por essa recepção.

Filtros de RFI

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

AVISO!

INTERFERÊNCIA NAS FREQUÊNCIAS DE RÁDIO

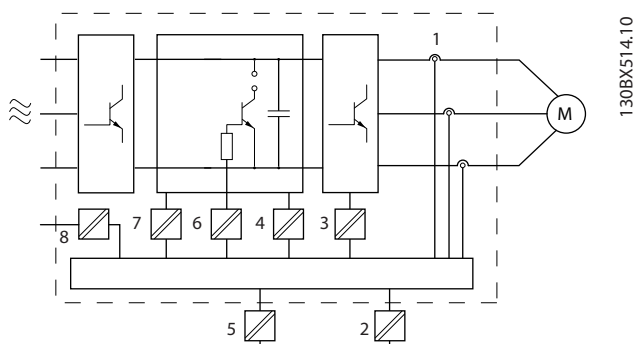
Em um ambiente doméstico, este produto pode causar interferência nas frequências de rádio e, nesse caso, podem ser necessárias medidas complementares de atenuação.

Conformidade de isolamento galvânica e PELV

Todos os terminais de relé e de controle dos conversores E1h–E4h estão em conformidade com a PELV (com exceção da fase Delta aterrada acima de 400 V).

A isolamento galvânica (garantida) é obtida atendendo os requisitos de isolamento mais alta e fornecendo as distâncias de espaço livre/perda gradativa de corrente relevantes. Esses requisitos são descritos na norma EN 61800-5-1.

O isolamento elétrico é fornecido conforme mostrado (consulte *Ilustração 10.17*). Os componentes descritos estão em conformidade com os requisitos da PELV e da isolamento galvânica.



130BX514.10

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

Ilustração 10.17 Isolação Galvânica

10

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 em conformidade com EMC, consulte *Ilustração 10.18*.

AVISO!

EXTREMIDADES DA BLINDAGEM TORCIDAS (RABICHOS)

Extremidades da blindagem retorcidas aumentam a impedância da blindagem em frequências mais altas, o que reduz o efeito da blindagem e aumenta a corrente de fuga. Evite extremidades de blindagem trançadas usando braçadeiras de blindagem integradas.

- Para usar com relés, cabos de controle, interface de sinal, fieldbus ou freio, conecte a blindagem no gabinete em ambas as extremidades. Se o caminho de aterramento tiver alta impedância, muito ruído ou estiver transportando corrente, quebre a conexão da blindagem em uma extremidade para evitar malhas de corrente de aterramento.
- Transporte as correntes de volta para a unidade usando uma placa de montagem metálica.

Garanta bom contato elétrico da placa de montagem através dos parafusos de montagem no chassi do conversor.

- Use cabos blindados para cabos de saída do motor. Uma alternativa é cabos de motor não blindados dentro de um conduíte metálico.

AVISO!

CABOS BLINDADOS

Se não forem usados cabos blindados ou conduítes metálicos, a unidade e a instalação não atendem os limites regulamentares dos níveis de emissão de radiofrequência (RF).

- Assegure que o cabo de motor e o cabo do freio sejam tão curtos quanto possível para reduzir o nível de interferência do sistema inteiro.
- Evite colocar cabos com nível de sinal sensível junto com o cabo do freio e do motor.
- Para linhas de comando/controle e comunicação, siga as normas de protocolos de comunicação específicas. Por exemplo, USB deve usar cabos blindados, mas RS485/ethernet pode usar cabos UTP blindados ou cabos UTP não blindados.
- Assegure que todas as conexões dos terminais de controle sejam PELV.

AVISO!

INTERFERÊNCIA DE EMC

Use cabos blindados para fiação do motor e de controle e cabos separados para entrada da rede elétrica, fiação do motor e fiação de controle. A falha em isolar a potência, o motor e os cabos de controle pode resultar em comportamento acidental ou desempenho reduzido. É necessário um espaço livre mínimo de 200 mm (7,9 pol) entre os cabos de controle, de entrada de rede elétrica e de motor.

AVISO!

INSTALAÇÃO EM ALTITUDES ELEVADAS

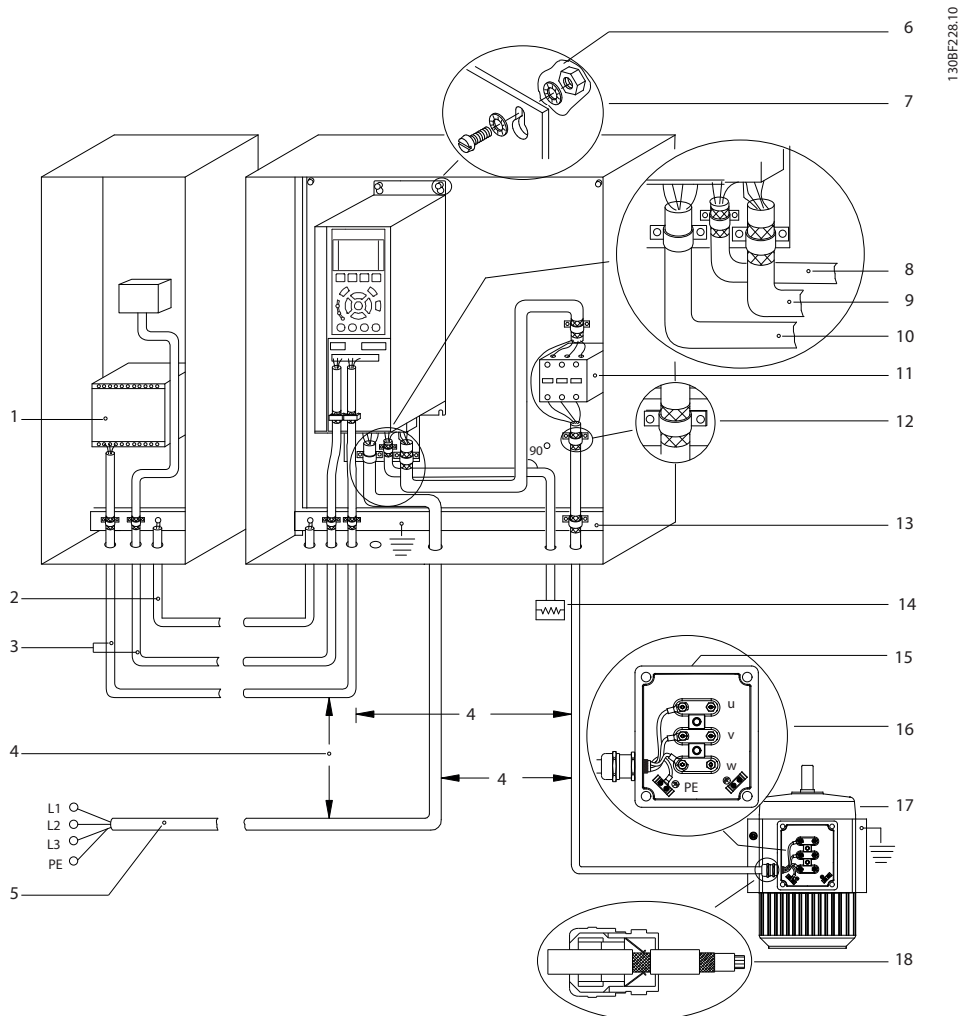
Há um risco de sobretensão. O isolamento entre os componentes e peças críticas poderá ser insuficiente e pode não atender aos requisitos de PELV. Reduza o risco de sobretensão usando dispositivos de proteção externos ou isolação galvânica.

Para instalações em altitudes acima de 2000 m (6500 pés), entre em contato com a Danfoss com relação à conformidade PELV.

AVISO!

CONFORMIDADE COM A PELV

Evite choque elétrico usando alimentação elétrica com Tensão Extra Baixa Protetiva (PELV) e atendendo às normas de PELV locais e nacionais.



10

1	PLC	10	Cabo de rede elétrica (não blindado)
2	Cabo de equalização mínimo de 16 mm ² (6 AWG)	11	Contator de saída etc.
3	Os cabos de controle	12	Isolamento do cabo descascado
4	Mínimo de 200 mm (7,9 pol) entre cabos de controle, cabos de motor e cabos de rede elétrica.	13	Barramento de aterramento comum. Siga os requisitos locais e nacionais de aterramento de gabinete.
5	Alimentação de rede elétrica	14	Resistor do freio
6	Superfície descoberta (não pintada)	15	Caixa metálica
7	Arruelas estrela	16	Conexão com o motor
8	Cabo do freio (blindado)	17	Motor
9	Cabo de motor (blindado)	18	Bucha de cabo de EMC

Ilustração 10.18 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 10.26 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 10.27 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 10.28 Correntes Harmônicas Comparadas com a Entrada RMS Corrente

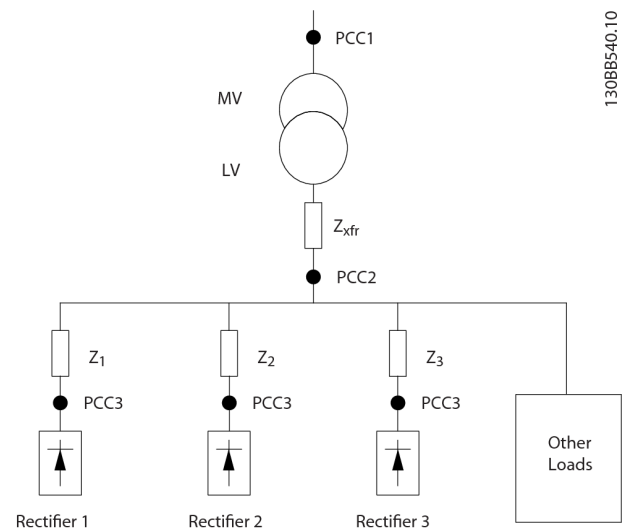
A distorção de tensão de alimentação de rede elétrica depende da amplitude das correntes harmônicas, multiplicada pela impedância de rede elétrica, para a frequência em questão. A distorção de tensão total (THDi)

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 10.19* 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 10.19 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

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

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

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 harmônicas IEC

Na maior parte da Europa, a base da avaliação objetiva da qualidade da rede elétrica é a Lei de Compatibilidade Eletromagnética de Dispositivos (EMVG). Estar em conformidade com essas regulamentações assegura que todos os dispositivos e redes conectados a sistemas de distribuição elétrica atendam aos seus propósitos sem causar problemas.

Standard	Definição
EN 61000-2-2, EN 61000-2-4, EN 50160	Define os limites da tensão de rede necessários em grades de energia públicas e industriais.
EN 61000-3-2, 61000-3-12	Regula a interferência de rede elétrica gerada por dispositivos conectados a produtos de corrente mais baixa.
EN 50178	Monitora equipamentos eletrônicos para uso em instalações elétricas.

Tabela 10.29 Normas de design EN de qualidade da rede elétrica

Há duas normas europeias que atendem as harmônicas na faixa de frequência de 0 Hz a 9 kHz:

EN 61000–2–2 (níveis de compatibilidade para distúrbios conduzidos de baixa frequência e sinalização em sistemas públicos de fonte de alimentação de baixa tensão)

A norma EN 61000-2-2 declara os requisitos para níveis de compatibilidade para PCC (ponto de acoplamento comum) de sistemas CA de baixa tensão em uma rede de alimentação pública. Os limites são especificados somente para tensão harmônica e distorção harmônica total da tensão. EN 61000–2–2 não define limites para correntes

harmônicas. Em situações em que a distorção harmônica total THD(V)=8%, os limites do 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 instalações industriais)

A norma EN 61000–2–4 declara os requisitos para níveis de compatibilidade em redes industriais e privadas. A norma ainda define as três classes seguintes de ambientes eletromagnéticos:

- A classe 1 é relacionada aos níveis de compatibilidade que são menores do que a rede de alimentação pública, o que afeta a sensibilidade do equipamento para distúrbios (equipamentos de laboratório, alguns equipamentos de automação e determinados dispositivos de proteção).
- A classe 2 é relacionada aos níveis de compatibilidade que são iguais à rede de alimentação pública. A classe é aplicável aos PCCs na rede de alimentação pública e aos IPCs (pontos internos de acoplamento) em redes de alimentação industriais ou outras privadas. Qualquer equipamento projetado para operação em uma rede de alimentação pública é permitido nessa classe.
- A classe 3 é relacionada aos níveis de compatibilidade maiores do que a rede de alimentação pública. Esta classe é aplicável somente aos IPCs em ambiente industrial. Use esta classe em que os seguintes equipamentos são encontrados:
 - Conversores grandes.
 - Máquinas de solda.
 - Motores grandes com partida frequente.
 - Cargas que alteram rapidamente.

Geralmente, uma classe não pode ser definida previamente sem a consideração do equipamento e os processos pretendidos a serem usados no ambiente. Os conversores de alta potência VLT® observam os limites da Classe 3 sob as condições típicas do sistema de alimentação ($R_{sc} > 10$ ou $V_k \text{ Linha} < 10\%$).

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 10.30 Níveis de compatibilidade das harmônicas

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

Tabela 10.31 Níveis de compatibilidade da distorção de tensão harmônica total THDv

10.16.4 Conformidade de harmônica

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 onde for necessária supressão adicional de harmônicas, a Danfoss oferece os seguintes equipamentos de atenuação:

- Conversores de 12 pulsos VLT®
- Filtros de AHF VLT®
- Conversores de harmônicas baixas VLT®
- Filtros ativos VLT®

Escolher a solução correta depende de diversos fatores:

- A grade (distorção de segundo plano, desbalanceamento da rede elétrica, ressonância e tipo de alimentação (transformador/gerador).
- Aplicação (perfil de carga, número de cargas e tamanho da carga).
- Requisitos/regulamentações 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 livre da Danfoss MCT 31 para determinar o grau de poluição da tensão na grade e a precaução necessária. O VLT® *Harmonic Calculation MCT 31* está disponível como 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 energia CA a um motor de indução trifásico. Ao fornecer frequência e tensão variáveis ao motor, o conversor controla a velocidade do motor ou mantém a velocidade constante à medida em que a carga do motor é alterada. O conversor também pode parar e dar partida em um motor sem o estresse mecânico associado a uma partida de linha.

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

Retificador

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

Barramento CC

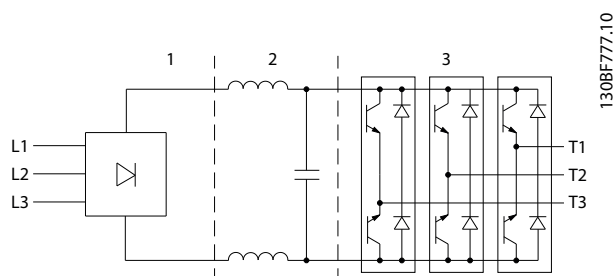
O barramento CC consiste em indutores e bancos de capacitores que estabilizam a tensão CC pulsante.

Inversor

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

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
3	Inversor (IGBTs)

Ilustração 11.1 Processamento interno

11.2 Controles do drive

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

- Entrada/referência do usuário.
- Tratamento do 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 sensorless, fluxo com feedback de motor e controle de corrente interno VVC⁺).

11.2.1 Entradas/Referências do usuário

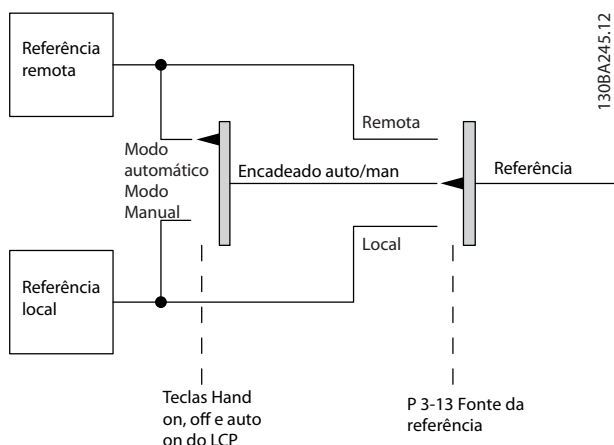
O conversor usa uma fonte de entrada (também chamada de referência) para controlar e regular o motor. O conversor recebe essa entrada por

- Manualmente via LCP. Esse método é referido como local [Hand On] (Manual Ligado).
- Remotamente via entradas analógicas/digitais e diversas interfaces seriais (RS485, USB ou fieldbus opcional). Esse método é referido como remoto [Auto On] (Automático Ligado) e é a configuração de entrada padrão.

Referência ativa

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

Para obter mais informações, consulte o *guia de programação*.



1308A245.12

Ilustração 11.2 Selecionar Referência Ativa

Teclas do LCP	Parâmetro 3-13 Tipo de Referência	Ativo Referência
[Hand on]	Vinculado a manual/automático	Local
[Hand On]⇒(Off)	Vinculado a manual/automático	Local
[Auto On]	Vinculado a manual/automático	Remota
[Auto On]⇒(Off)	Vinculado a manual/automático	Remota
Todas as teclas	Local	Local
Todas as teclas	Remota	Remota

Tabela 11.1 Configurações de referência remota e local

11.2.2 Tratamento das Referências Remoto

O tratamento das referências remoto é aplicável na operação de malha fechada e de malha aberta. Consulte Ilustração 11.3.

Até 8 referências predefinidas internas podem ser programadas no conversor. A referência predefinida interna ativa pode ser selecionada externamente usando as entradas de controle digitais ou o 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 da referência e a referência de barramento são adicionadas para produzir a referência externa total. A referência ativa pode ser selecionada em um dos seguintes:

- Referência Externa
- Referência predefinida
- Setpoint
- Soma da referência externa, referência predefinida e setpoint

A referência pode ser graduada. 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 delas e Y é parâmetro 3-14 Referência Relativa Pré-definida em [%].

Se Y, parâmetro 3-14 Referência Relativa Pré-definida, está configurado para 0%, a escala não afeta a referência.

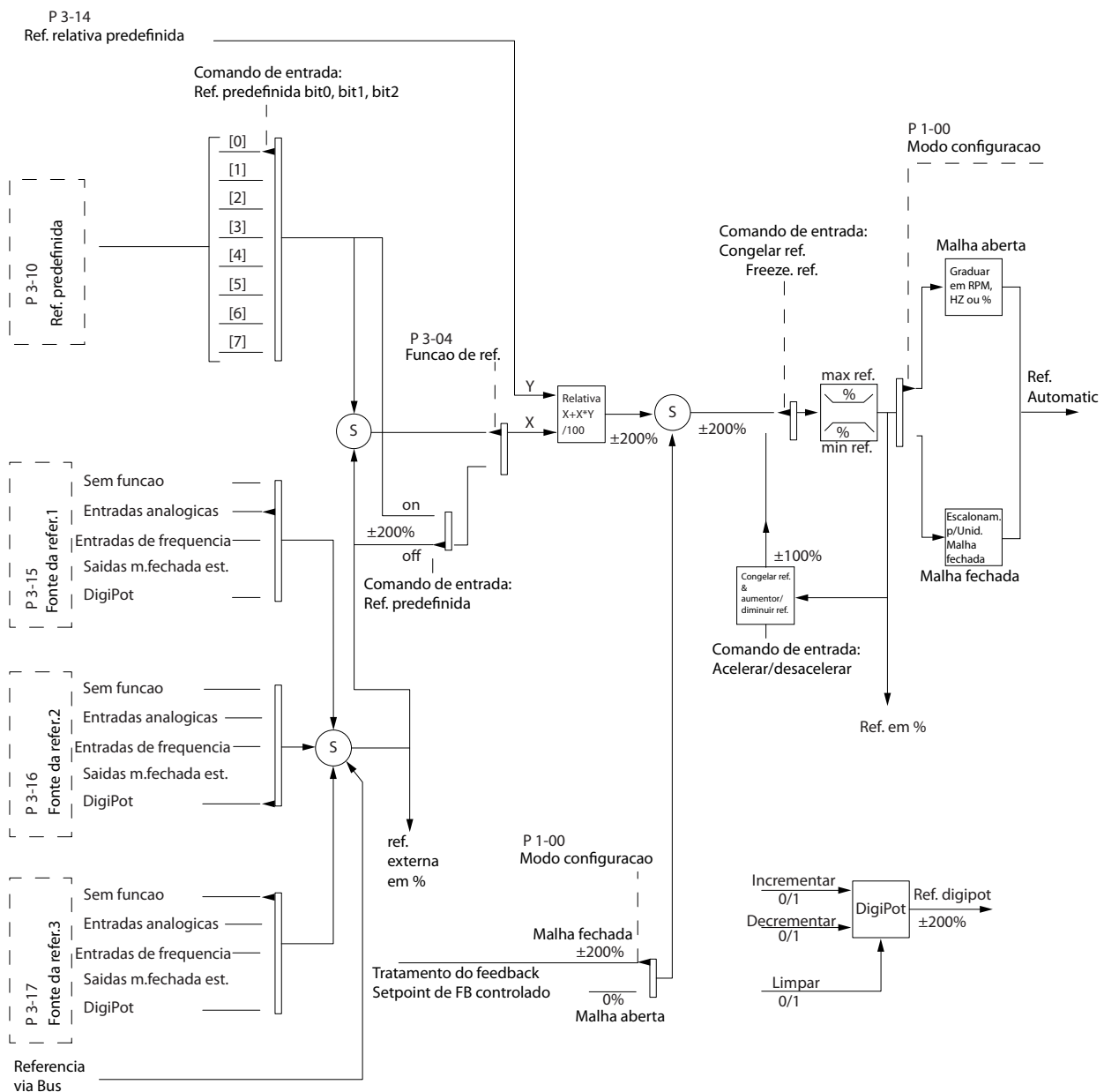


Ilustração 11.3 Tratamento Remoto da Referência

11.2.3 Tratamento do Feedback

O tratamento de feedback pode ser configurado para trabalhar com aplicações que requerem controle avançado, como setpoints múltiplos e múltiplos tipos de feedbacks. Consulte *Ilustração 11.4*. Três tipos de controle são comuns:

Zona única (setpoint único)

Este tipo do controle é uma configuração de feedback básico. O setpoint 1 é adicionado a qualquer outra referência (se houver) e o sinal de feedback é selecionado.

Multizonas (setpoint único)

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

Multizonas (setpoint/feedback)

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

Exemplo

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

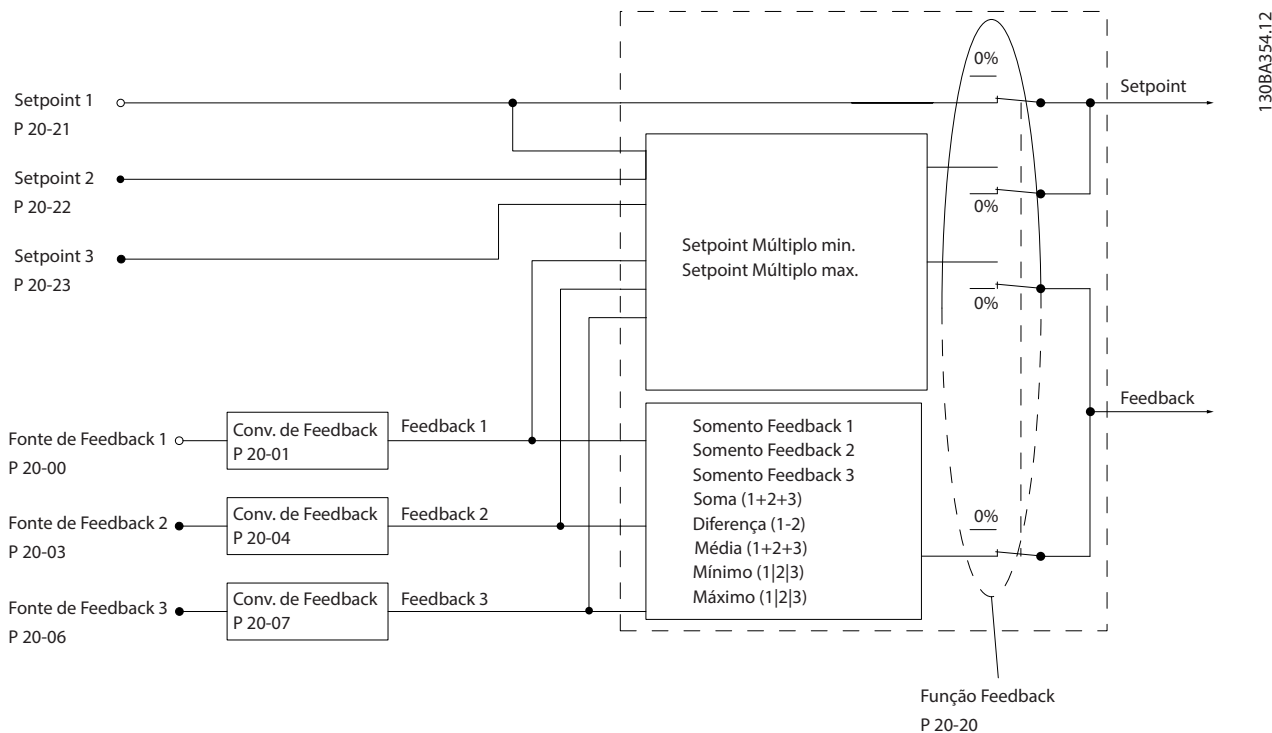
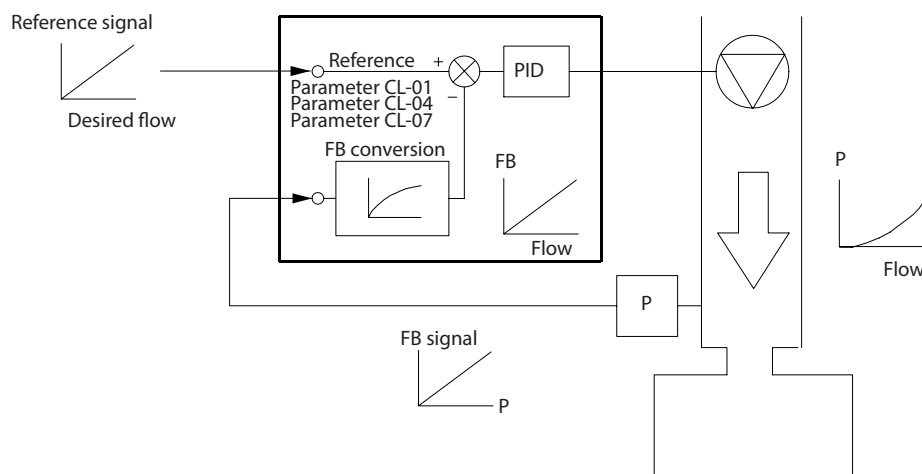


Ilustração 11.4 Diagrama de Blocos de Processamento de Sinal de Feedback

Conversão de feedback

Em algumas aplicações, é útil converter o sinal de feedback. Um exemplo é usar um sinal de pressão para fornecer feedback do fluxo. Uma vez que a raiz quadrada da pressão é proporcional à vazão, essa raiz quadrada produz um valor que é proporcional à vazão, consulte *Ilustração 11.5*.



130BF834.10

Ilustração 11.5 Conversão de Feedback

11.2.4 Visão geral da estrutura de controle

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

As estruturas de controle são as seguintes:

Estrutura de controle de malha aberta

- Velocidade (RPM)
- Torque (Nm)

Estrutura de controle de malha fechada

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

11.2.5 Estrutura de controle de malha aberta

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

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

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

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

- Sentido de rotação do motor.

A referência é passada para controlar o motor.

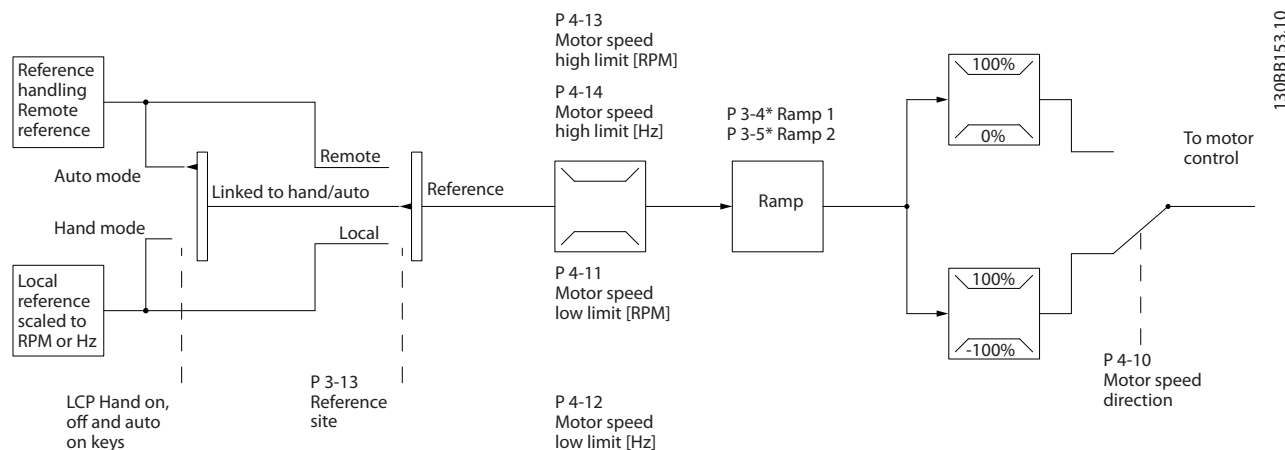


Ilustração 11.6 Diagrama de bloco de uma estrutura de controle de malha aberta

11.2.6 Estrutura de controle de malha fechada

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

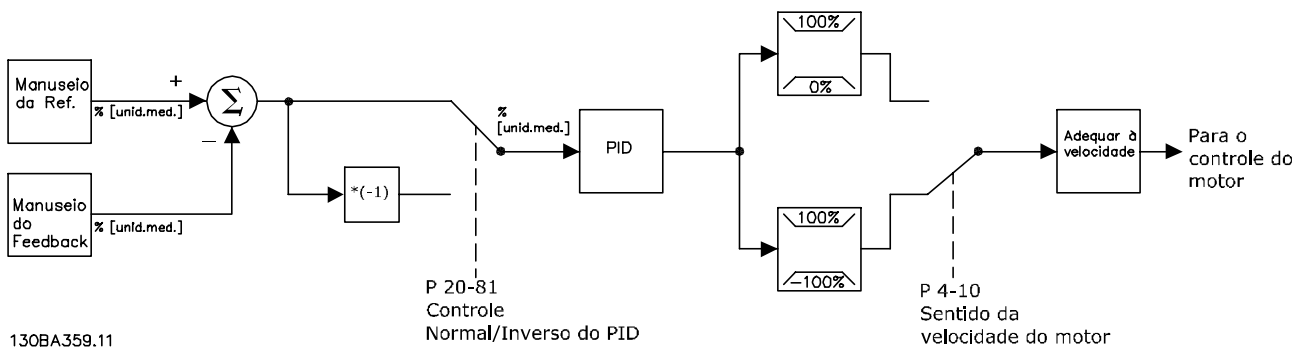
Por exemplo, considere uma aplicação de bomba em que a velocidade da bomba é controlada de modo que a pressão estática em um tubo seja constante (consulte *Ilustração 11.7*). O conversor recebe um sinal de feedback de um sensor do sistema. Ele compara esse feedback com um valor de referência de setpoint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

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

Existem três tipos de controle de malha fechada:

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

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



130BA359.11

Ilustração 11.7 Diagrama do bloco do controlador de malha fechada

Recursos programáveis

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

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

11.2.7 Processamento de controle

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

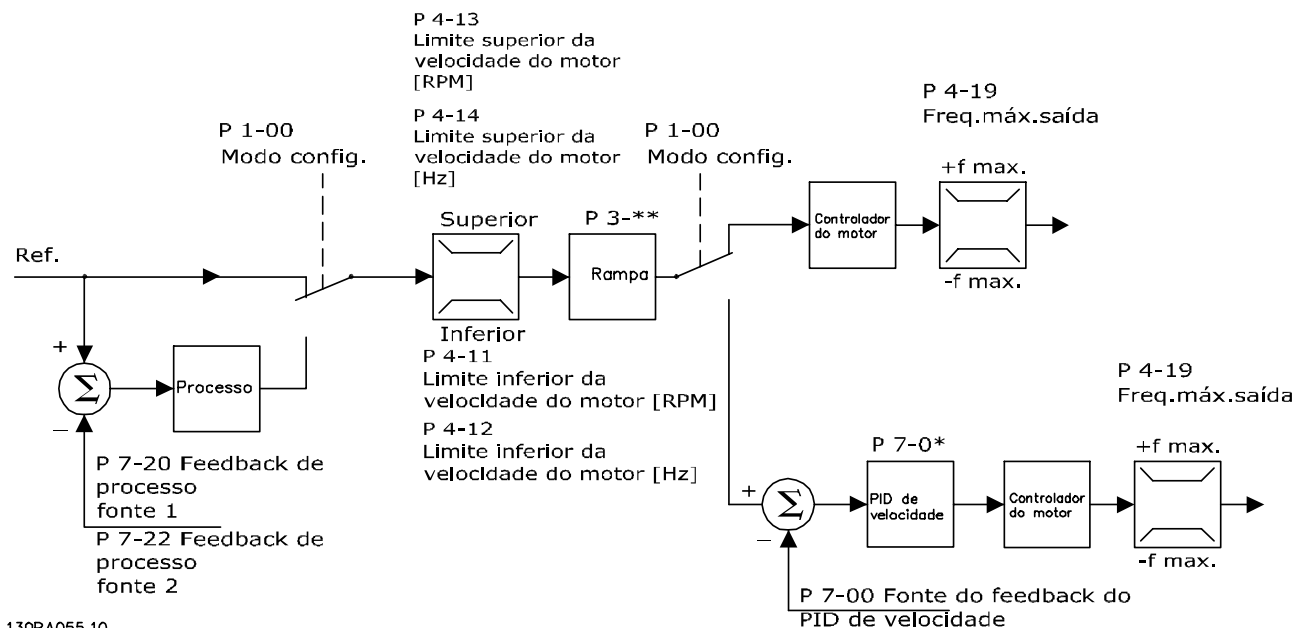
11.2.7.1 Estrutura de Controle em VVC⁺

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

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

Parâmetro 1-01 Princípio de Controle do Motor está programado para [1] VVC⁺ e *parâmetro 1-00 Modo Configuração* está programado para [0] Malha aberta de velocidade. Se *parâmetro 1-00 Modo Configuração* estiver programado para [1] Malha fechada de velocidade, a referência resultante é passada de limitação de rampa e limitação de velocidade para controle do PID de Velocidade. Os parâmetros de controle do PID de velocidade estão localizados no grupo do parâmetro 7-0* Controle do PID de Velocidade. A referência resultante do controle do PID de velocidade é enviada ao controle do motor, limitada pelo limite de frequência.

Selecione [3] Processo em *parâmetro 1-00 Modo Configuração* para utilizar o controle do PID de processo para controle de malha fechada da velocidade ou pressão na aplicação controlada, por exemplo. Os parâmetros do PID de processo estão nos grupos do parâmetro 7-2* Controle de Processo. Feedback e 7-3* Controle do PID de Processo.

11.2.7.2 Estrutura de Controle em Fluxo Sensorless

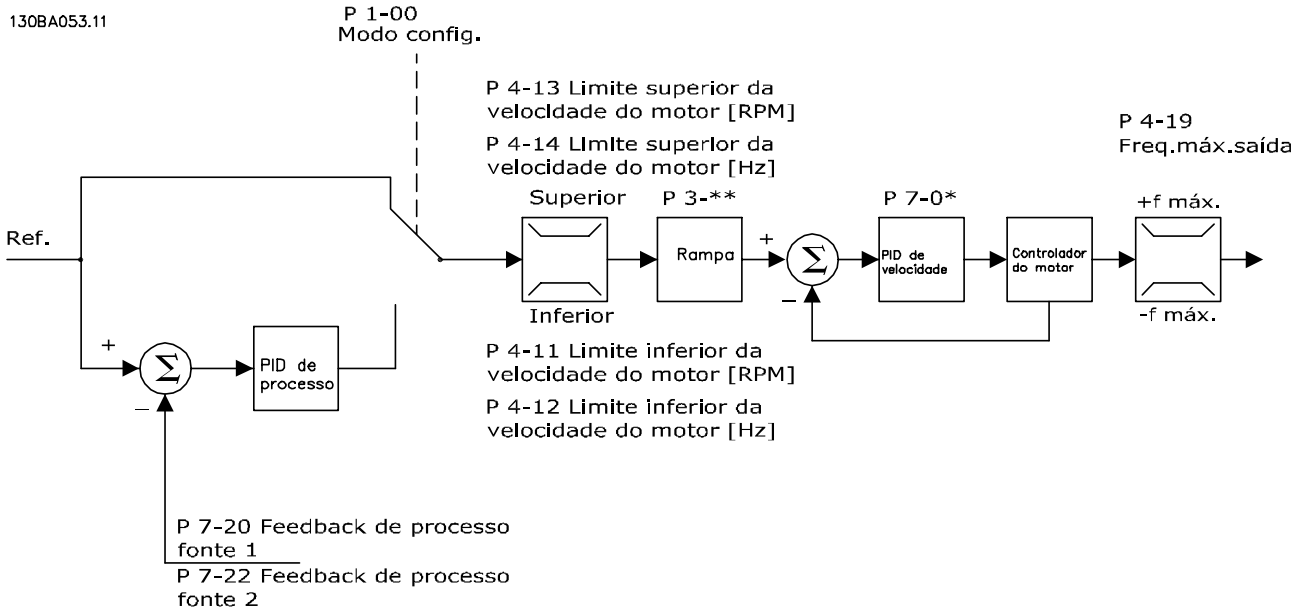


Ilustração 11.9 Estrutura de controle nas configurações de malha fechada e malha aberta do fluxo sensorless

Em *Ilustração 11.9*, a referência resultante do sistema de tratamento da referência é alimentada por meio das limitações de rampa e de velocidade, conforme determinado pelas programações do parâmetro indicadas.

Parâmetro 1-01 Princípio de Controle do Motor está programado para [2] Fluxo sensorless e parâmetro 1-00 Modo Configuração está programado para [0] Malha aberta de velocidade. Um feedback de velocidade estimada é gerado para o PID de velocidade para controlar a frequência de saída. O PID de velocidade deve ser programado com seus parâmetros P, I e D (grupo do parâmetro 7-0* Controle do PID de Velocidade).

Selecione [3] Processo em parâmetro 1-00 Modo Configuração para usar o controle do PID de processo para controle de malha fechada de velocidade ou pressão na aplicação controlada. Os parâmetros do PID de processo são encontrados no grupo do parâmetro 7-2* Ctrl. Process Feedback e 7-3* Controle do PID de Processo.

11.2.7.3 Estrutura de Controle em Fluxo com Feedback de Motor

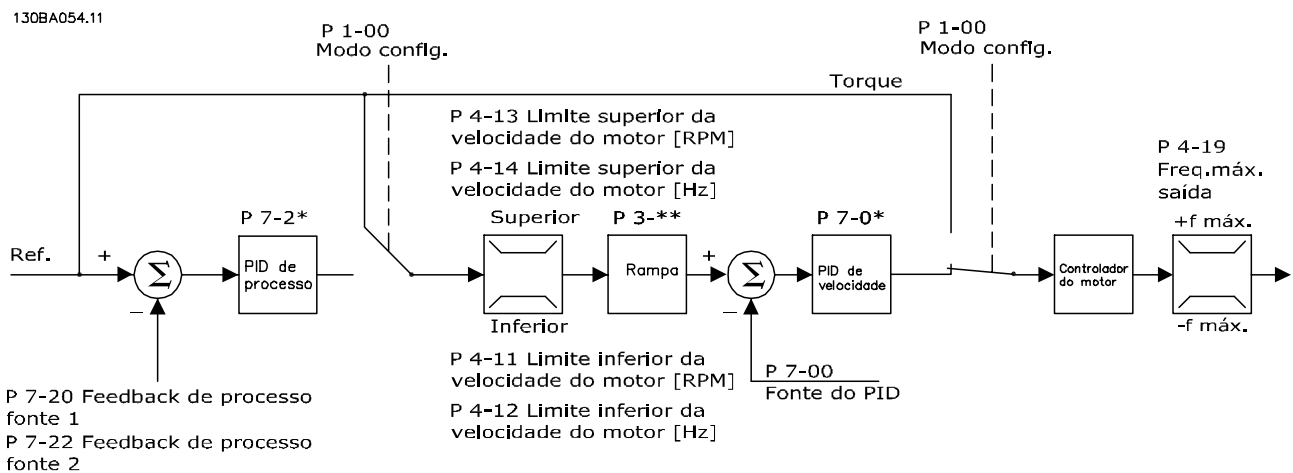


Ilustração 11.10 Estrutura de Controle na Configuração do Fluxo com Feedback de Motor

Em *Ilustração 11.10*, o controle do motor nessa configuração está baseado em um sinal de feedback de um encoder ou resolver montado diretamente no motor (programado em *parâmetro 1-02 Fonte Feedbck.Flux Motor*). A referência resultante pode ser usada como entrada para o controle do PID de velocidade ou diretamente como uma referência de torque.

Parâmetro 1-01 Principio de Controle do Motor está programado para [3] *Fluxo com feedback de motor* e *parâmetro 1-00 Modo Configuração* está programado para [1] *Malha fechada de velocidade*. 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 *Fluxo com feedback de motor* (*parâmetro 1-01 Principio de Controle do Motor*). Quando esse modo for selecionado, a referência usa a unidade Nm. Não requer feedback de torque, pois o torque real é calculado com base na medição de corrente do conversor.

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

11.2.7.4 Controle de Corrente Interno no Modo VVC⁺

Quando a corrente do motor/torque exceder os limites de torque programados em *parâmetro 4-16 Limite de Torque do Modo Motor*, *parâmetro 4-17 Limite de Torque do Modo Gerador* e *parâmetro 4-18 Limite de Corrente*, o controle de limite de corrente integral está ativo.

Quando o conversor estiver no limite de corrente durante a operação do motor ou durante a operação regenerativa, o conversor tenta chegar abaixo do limite de torque predefinido o mais rápido possível sem perder o controle do motor.

12 Exemplos de Aplicações

Os exemplos nesta seção têm a finalidade de referência rápida para aplicações comuns.

- A programação do parâmetro são os valores padrão regionais, a menos que indicado de outro modo (selecionados em *parâmetro 0-03 Definições Regionais*).
- Os parâmetros associados aos terminais e suas configurações estão mostrados ao lado dos desenhos
- Quando for necessário alterar a posição das chaves dos terminais analógicos A53 ou A54, esses ajustes também são mostrados.
- Para STO, um fio de jumper pode ser necessário entre o terminal 12 e o 37 ao 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 Adaptação Automática do Motor (AMA)	[1] Ativar AMA completa
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20	Parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital	[2]* Parada por inércia inversa
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33	*=Valor padrão	
D IN	37	Notas/comentários: Programe o grupo do parâmetro 1-2* Dados do motor de acordo com a plaqueta de identificação do motor.	
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabela 12.1 Configuração de fiação para AMA com T27 conectado

		Parâmetros	
FC		Função	Configuração
+24 V	12	Parâmetro 1-29 Adaptação Automática do Motor (AMA)	[1] Ativar AMA completa
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20	Parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital	[0] Sem operação
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33	*=Valor padrão	
D IN	37	Notas/comentários: Programe o grupo do parâmetro 1-2* Dados do motor de acordo com a plaqueta de identificação do motor.	
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabela 12.2 Configuração de fiação para AMA sem T27 conectado

12.2 Configurações de fiação para referência de velocidade analógica

		Parâmetros	
FC		Função	Configuração
+10 V	50	Parâmetro 6-10 Terminal 53 Tensão Baixa	0,07 V*
A IN	53		
A IN	54	Parâmetro 6-11 Terminal 53 Tensão Alta	10 V*
COM	55		
A OUT	42	Parâmetro 6-14 Terminal 53 Ref./ Feedb. Valor Baixo	0 rpm
COM	39		
		Parâmetro 6-15 Terminal 53 Ref./ Feedb. Valor Alto	1500 rpm
		*=Valor padrão	
		Notas/comentários:	

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

		Parâmetros	
		Função	Configuração
	Parâmetro 6-12	4 mA*	
	Terminal 53	Corrente Baixa	
	Parâmetro 6-13	20 mA*	
	Terminal 53	Corrente Alta	
	Parâmetro 6-14	0 rpm	
	Terminal 53 Ref./	Feedb. Valor	
	Baixo		
	Parâmetro 6-15	1500 rpm	
	Terminal 53 Ref./	Feedb. Valor Alto	
		*=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	[8] Partida*	
	Terminal 18	Entrada Digital	
	Parâmetro 5-12	[0] Sem operação	
	Terminal 27,	Entrada Digital	
	Parâmetro 5-19	[1] Alarme de	
	Terminal 37	Parada Segura	
		*=Valor padrão	
		Notas/comentários:	
		Se parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital estiver ajustado para [0] Sem Operação, não é necessário um fio de jumper para o terminal 27.	

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

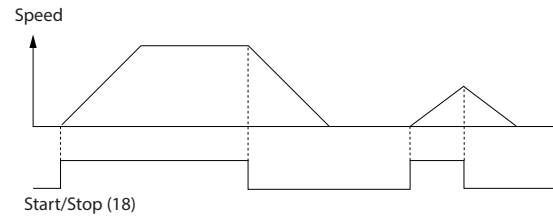


Ilustração 12.1 Partida/Parada com Safe Torque Off

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

Tabela 12.6 Configuração de fiação para partida/parada por pulso

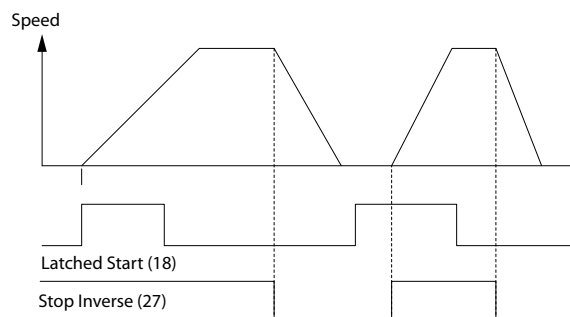


Ilustração 12.2 Partida por pulso/parada por inércia inversa

		Parâmetros	
FC		Função	Configuração
+24 V	12	Parâmetro 5-10	[8] Partida
+24 V	13	Terminal 18	
D IN	18	Entrada Digital	
D IN	19	Parâmetro 5-11	[10] Reversão*
COM	20	Terminal 19,	
D IN	27	Entrada Digital	
D IN	29	Parâmetro 5-12	[0] Sem
D IN	32	Terminal 27,	operação
D IN	33	Entrada Digital	
+10 V	50	Parâmetro 5-14	[16] Ref
A IN	53	Terminal 32,	predefinida bit
A IN	54	Entrada Digital	0
COM	55	Parâmetro 5-15	[17] Ref
A OUT	42	Terminal 33	predefinida bit
COM	39	Entrada Digital	1
		Parâmetro 3-10	
		Referência	
		Predefinida	
		Ref. predefinida	25%
		0	50%
Ref. predefinida	75%		
1	100%		
Ref. predefinida			
2			
Ref. predefinida			
3			
		*=Valor padrão	
		Notas/comentários:	

Tabela 12.7 Configuração de fiação para partida/parada com reversão e 4 velocidades pré-programadas

12.4 Configuração de fiação para um reset de alarme externo

		Parâmetros	
FC		Função	Configuração
+24 V	12	Parâmetro 5-11	[1]
+24 V	13	Terminal 19,	Reinicializar
D IN	18	Entrada Digital	
D IN	19	*=Valor padrão	
COM	20	Notas/comentários:	
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
		130BB928.11	

Tabela 12.8 Configuração de fiação para um reset de alarme externo

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

		Parâmetros	
		Função	Configuração
	FC +10 V 50 A IN 53 A IN 54 COM 55 A OUT 42 COM 39 U - I A53	Parâmetro 6-10 Terminal 53 Tensão Baixa	0,07 V*
	Parâmetro 6-11 Terminal 53 Tensão Alta	10 V*	
	Parâmetro 6-14 Terminal 53 Ref./ Feedb. Valor Baixo	0 rpm	
	Parâmetro 6-15 Terminal 53 Ref./ Feedb. Valor Alto	1500 rpm	
	* = Valor padrão		
Notas/comentários:			

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

12.6 Configuração de fiação para aceleração/desaceleração

		Parâmetros	
		Função	Configuração
	FC +24 V 12 +24 V 13 D IN 18 D IN 19 COM 20 D IN 27 D IN 29 D IN 32 D IN 33 D IN 37	Parâmetro 5-10 Terminal 18 Entrada Digital	[8] Partida*
	Parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital	[19] Congelar referência	
	Parâmetro 5-13 Terminal 29, Entrada Digital	[21] Aceleração	
	Parâmetro 5-14 Terminal 32, Entrada Digital	[22] Desaceleração	
	* = Valor padrão		
Notas/comentários:			

Tabela 12.10 Configuração de fiação para aceleração/desaceleração

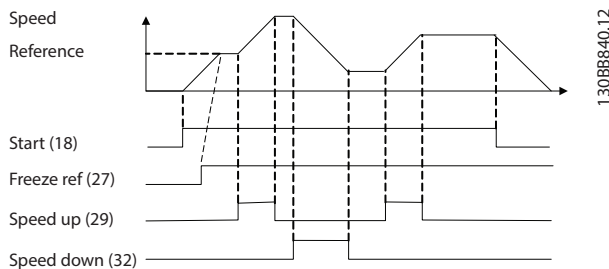


Ilustração 12.3 Aceleração/desaceleração

12.7 Configuração de fiação para conexão de rede RS485

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

Tabela 12.11 Configuração de fiação para conexão de rede RS485

12.8 Configuração de fiação para um termistor do motor

AVISO!

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

		Parâmetros	
		Função	Configuração
		Parâmetro 1-90 <i>Proteção Térmica do Motor</i>	[2] Desarme do termistor
		Parâmetro 1-93 <i>Fonte do Termistor</i>	[1] entrada analógica 53
		* = Valor padrão	
		Notas/comentários: Se apenas uma advertência for desejável, programe parâmetro 1-90 <i>Proteção Térmica do Motor</i> para [1] <i>Advertência do termistor</i> .	

Tabela 12.12 Configuração de fiação para um termistor do motor

12.9 Configuração de fiação para um controlador em cascata

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

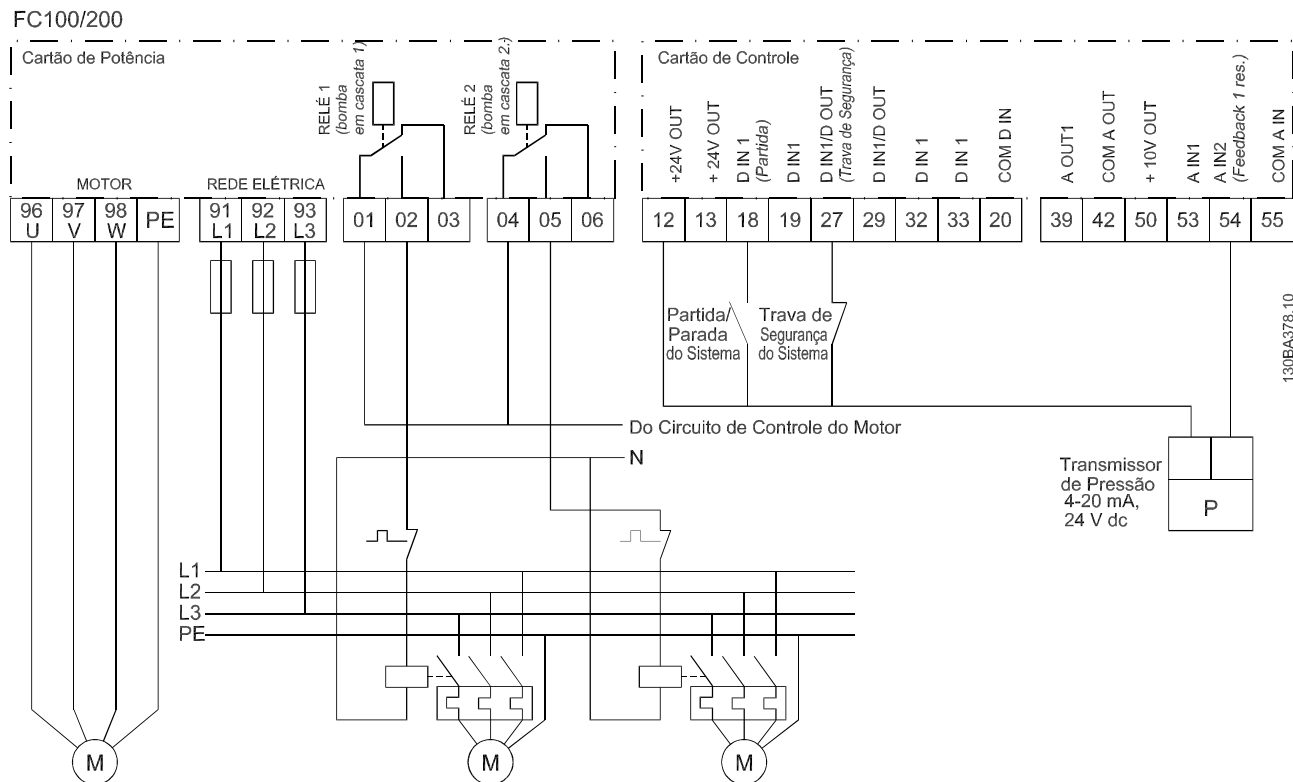


Ilustração 12.4 Diagrama da Fiação do Controlador em Cascata

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

		Parâmetros	
FC		Função	Configuração
+24 V	120	Parâmetro 4-30	[1]
+24 V	130	Função Perda Fdbk do Motor	Advertência
D IN	180	Parâmetro 4-31	100 rpm
D IN	190	Erro Feedb Veloc. Motor	
COM	200	Parâmetro 4-32	5 s
D IN	270	Timeout Perda Feedb Motor	
D IN	290	Parâmetro 7-00	[2] MCB 102
D IN	320	Fonte do Feedb. do PID de Veloc.	
D IN	330	Parâmetro 17-11	1024*
D IN	370	Resolução (PPR)	
+10 V	500	Parâmetro 13-00	[1] On
A IN	530	Modo do SLC	
A IN	540	Parâmetro 13-01	[19]
COM	550	Iniciar Evento	Advertência
A OUT	420	Parâmetro 13-02	[44] Tecla
COM	390	Parar Evento	Reinicializar
		Parâmetro 13-10	[21]
		Operando do Comparador	Advertência nº.
		Parâmetro 13-11	[1] ≈ (igual)*
		Operador do Comparador	
		Parâmetro 13-12	90
		Valor do Comparador	
		Parâmetro 13-51	[22]
		Evento do SLC	Comparador 0
		Parâmetro 13-52	[32] Definir
		Ação do SLC	saída digital A baixa
		Parâmetro 5-40	[80] Saída
		Função do Relé	digital do SL A
		* = Valor padrão	

Notas/comentários:
 Se o limite no monitor de feedback for excedido, a advertência 90 Monitoramento de feedback é emitida. O SLC monitora a advertência 90, Monitor de feedback e se a advertência passar a ser true (verdadeiro), o relé 1 é acionado.
 O equipamento externo pode requerer serviço. Se o erro de feedback ficar abaixo do limite novamente dentro de 5 s, o drive 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 constante

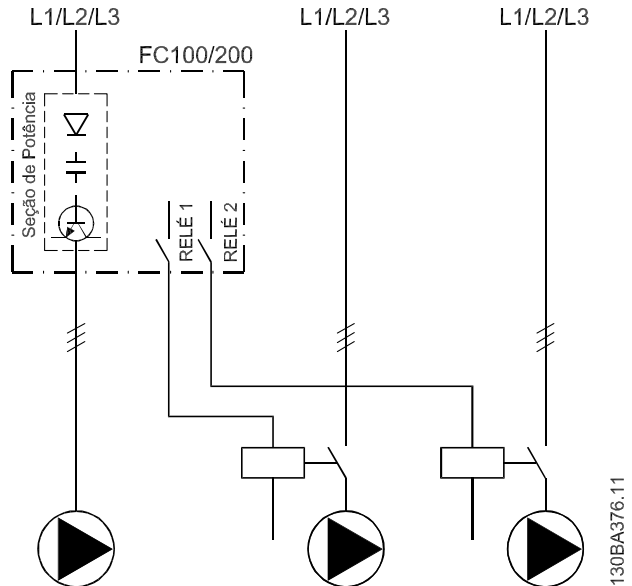


Ilustração 12.5 Diagrama da Fiação da Bomba de Velocidade Fixa/Variável

12.12 Configuração de fiação para alternância da bomba de comando

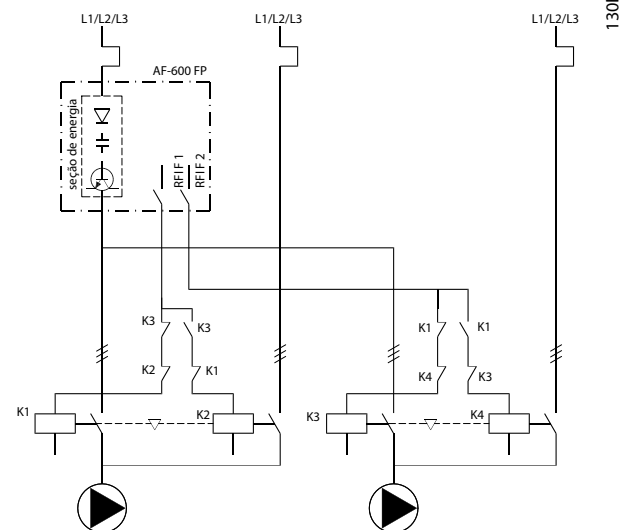


Ilustração 12.6 Diagrama de fiação para alternância da bomba de comando.

Cada bomba deve estar conectada a dois contadores (K1/K2 e K3/K4) com bloqueio mecânico. Os relés térmicos ou outros dispositivos de proteção de sobrecarga do motor

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

- Relé 1 (R1) e Relé 2 (R2) são os relés integrados no conversor.
- Quando todos os relés estiverem desenergizados, o primeiro relé integrado a ser energizado ativa o contator correspondente à bomba controlada pelo relé. Por exemplo, o relé 1 ativa o contator K1, que passa a ser a bomba de comando.
- K1 bloqueia para K2 por meio do bloqueio mecânico, evitando que a rede elétrica seja conectada à saída do conversor (via K1).
- O contato de interrupção auxiliar em K1 impede que K3 seja ativado.
- Relé 2 controla o contator K4 para controle liga/desliga da bomba de velocidade constante.
- Na alternância, os dois relés são desenergizados e agora o relé 2 é energizado como o primeiro 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

Grupos de produto	1-3	
Série do conversor	4-6	
Código de geração	7	
Valor nominal da potência	8-10	
Fases	11	
Tensão de Rede	12	
Gabinete metálico Tipo de gabinete metálico Classe do Gabinete Metálico Tensão de alimentação de controle	13-15	
Configuração do hardware	16-23	
Filtro de RFI/Conversor de harmônicas baixas/12 pulsos	16-17	
Freio	18	
Display (LCP)	19	
Revestimento de PCB	20	
Opcional de rede elétrica	21	
Adaptação A	22	
Adaptação B	23	
Release de software	24-27	
Idioma do software	28	
Opcional A	29-30	
Opcionais B	31-32	
Opcionais C0, MCO	33-34	
Opcionais C1	35	
Software do opcional C	36-37	
Opcionais D	38-39	

Tabela 13.2 Exemplo de código do tipo para solicitação de pedido de um Conversor

Configure o conversor adequado para a aplicação certa usando o configurador do drive baseado na Internet. O configurador do drive pode ser encontrado na internet no site global: www.danfoss.com/conversores. O configurador gera automaticamente um string do código do tipo e um número de vendas de oito dígitos, que pode ser encaminhado ao escritório de vendas local. Também é possível estabelecer uma lista de projeto com diversos produtos e enviá-la a um representante de vendas da Danfoss.

Um exemplo de string do código do tipo é:

FC-102N355T5E20H4BGCXXXSXXXXA0BXCXXXX0

O significado dos caracteres na string são definidos em Tabela 13.3. No exemplo acima, um PROFIBUS DP-V1 e um opcional de backup de 24 V estão integrados.

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

Pacote de Idiomas 1

Inglês, Alemão, Francês, Dinamarquês, 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 fazer pedido de conversores com um pacote de idiomas diferente, entre em contato com o escritório de vendas local da Danfoss.

Descrição	Posição	Opcional possível
Grupo de produto	1–3	FC-
Série do conversor	4–6	102: FC 102
Valor nominal da potência	8–10	N355: 355 kW (500 hp) N400: 400 kW (600 hp) N450: 450 kW (450–600 hp) N500: 500 kW (500–650 hp) N560: 560 kW (600–750 hp) N630: 630 kW (650 hp) N710: 710 kW (750 hp) N800: 800 kW (950 hp)
Fases	11	Trifásico (T)
Tensão de rede	11–12	T5: 380–480 V CA T7: 525–690 V CA
Gabinete metálico	13–15	E00: IP00/Chassi (somente gabinetes E3h/E4h com regeneração superior/loadshare) E20: IP20/Chassi E21: IP21/Tipo 1 E54: IP54/Tipo 12 E2M: IP21/Tipo 1 + proteção de rede elétrica E5M: IP54/Tipo 12 + proteção de rede elétrica H21: IP21/Tipo 1 + aquecedor de espaço H54: IP54/Tipo 12 + aquecedor de espaço 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 de espaço + canal traseiro de aço inoxidável C5H: IP54/Tipo 12 + aquecedor de espaço + 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) U: Circuito de frenagem + Safe Torque Off R: Terminais Regenerativos S: Circuito de frenagem + terminais de regen (somente gabinetes E3h/E4h)
Display.	19	X: Sem LCP G: LCP gráfico (LCP-102) J: Sem LCP + USB através da porta L: LCP gráfico + USB através da 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: Release mais recente - software padrão S009: Software da transportadora
Idioma do software	28	X: Pacote de idioma standard

Tabela 13.3 Código do tipo de solicitação de pedido para gabinetes E1h–E4h

Descrição	Posição	Opcional possível
Opcional 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: Opcional de E/S analógica VLT® MCB 109 B2: VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 B4: VLT® Opcional de Entrada de Sensor 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: Cartão de Relé Estendido MCB 113 do VLT®
Software do opcional C/opcionais E1	36–37	XX: Sem opção de software
Opcionais D	38–39	DX: Sem opcionais D0: Alimentação de 24 V CC do VLT® MCB-107

Tabela 13.4 Opções de solicitação de pedido de tipo para gabinetes E1h–E4h

13.2 Código de compra para opcionais e acessórios

Tipo	Descrição	Código de compra
Hardwares diversos		
Entrada superior do PROFIBUS	Entrada superior para características nominais de proteção do gabinete IP54.	176F1742
USB na porta	Kit de cabo de extensão USB para permitir acesso aos controles do drive via laptop sem abrir o conversor.	130B1156
Barra do ponto de aterramento	Mais ponto de aterramento para conversores E1h e E2h.	176F6609
Blindagem da rede elétrica, E1h	A blindagem (revestimento) montada em frente aos terminais de energia para prevenir contra contato acidental.	176F6619
Blindagem da rede elétrica, E2	A blindagem (revestimento) montada em frente aos terminais de energia para prevenir contra contato acidental.	176F6620
Blocos dos terminais	Rosqueie os blocos dos terminais para substituir os terminais acionados por molas. (conectores de 1 pç 10 pinos, 1 pç 6 pinos e 1 pç 3 pinos)	130B1116
Kits de refrigeração do canal traseiro		
Entrada inferior/saída superior, E3h	Permite direcionar o ar de resfriamento entrando pela parte inferior e saindo pela parte superior do conversor. Esse kit é usado somente para gabinete E3h com placa base de 600 mm (21,6 pol).	176F6606
Entrada inferior/saída superior, E3h	Permite direcionar o ar de resfriamento entrando pela parte inferior e saindo pela parte superior do conversor. Esse kit é usado somente para gabinete E3h com placa base de 800 mm (31,5 pol).	176F6607
Entrada inferior/saída superior, E4h	Permite direcionar o ar de resfriamento entrando pela parte inferior e saindo pela parte superior do conversor. Esse kit é usado somente para gabinete E4h com placa base de 800 mm (31,5 pol).	176F6608
Entrada traseira/saída traseira, E1h	Permite direcionar o ar de resfriamento entrando e saindo pela parte traseira do conversor. Esse kit é usado somente para gabinetes E1h.	176F6617
Entrada traseira/saída traseira, E2h	Permite direcionar o ar de resfriamento entrando e saindo pela parte traseira do conversor. Esse kit é usado somente para gabinetes E2h.	176F6618

Entrada traseira/saída traseira, E3h	Permite direcionar o ar de resfriamento entrando e saindo pela parte traseira do conversor. Esse kit é usado somente para gabinetes E3h.	176F6610	
Entrada traseira/saída traseira, E4h	Permite direcionar o ar de resfriamento entrando e saindo pela parte traseira do conversor. Esse kit é usado somente para gabinetes E4h.	176F6611	
Entrada inferior/saída traseira, E3h	Permite direcionar o ar de resfriamento entrando pela parte inferior e saindo pela parte traseira do conversor. Esse kit é usado somente para gabinete E3h com placa base de 600 mm (21,6 pol).	176F6612	
Entrada inferior/saída traseira, E3h	Permite direcionar o ar de resfriamento entrando pela parte inferior e saindo pela parte traseira do conversor. Esse kit é usado somente para gabinete E3h com placa base de 800 mm (31,5 pol).	176F6613	
Entrada inferior/saída traseira, E4h	Permite direcionar o ar de resfriamento entrando pela parte inferior e saindo pela parte traseira do conversor. Esse kit é usado somente para gabinete E4h com placa base de 800 mm (31,5 pol).	176F6614	
Entrada traseira/saída superior, E3h	Permite direcionar o ar de resfriamento entrando pela parte traseira e saindo pela parte superior do conversor. Esse kit é usado somente para gabinetes E3h.	176F6615	
Entrada traseira/saída superior, E4h	Permite direcionar o ar de resfriamento entrando pela parte traseira e saindo pela parte superior do conversor. Esse kit é usado somente para gabinetes 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, presilhas, cabo de 3 m (9 pés) e guarnição.	130B1113	
Kit do LCP, IP21	Kit de montagem do painel incluindo LCP numérico, presilhas e guarnição.	130B1114	
Kit do LCP, IP21	Kit de montagem do painel para todos os LCPs, incluindo presilhas, cabo de 3 m (9 pés) e guarnição.	130B1117	
Opcionais para slot A (Dispositivos de fieldbus)		Sem camada de verniz	Revestido
MCA 101	Opcional de PROFIBUS DP V0/V1.	130B1100	130B1200
MCA 104	Opcional DeviceNet.	130B1102	130B1202
MCA 108	Opcional LonWorks.	130R1106	130R1206
MCA 109	Opcional BACNet.	130R1144	130R1244
MCA 120	Opcional PROFINET.	130B1135	130B1235
MCA 121	Opcional EtherNet/IP.	130B1119	130B1219
MCA 122	Opcional Modbus TCP.	130B1196	130B1296
MCA 125	Opcional BACNet/IP		
Opcionais para o slot B (Extensões funcionais)			
MCB 101	Opcional de entrada e saída de uso geral.	130B1125	130B1212
MCB 105	Opcional de relé.	130B1110	130B1210
MCB 109	Opcional de E/S analógica.	130B1143	130B1243
MCB 112	Cartão do termistor do PTC ATEX.	-	130B1137
MCB 114	Entrada do sensor PT100.	130B1172	130B1272
Opcionais para o slot C (cartões de controle de movimento e de relé)			
MCB 113	Cartão de relé estendido.	130B1164	130B1264
Opcional para o slot D		Sem camada de verniz	Revestido
MCB 107	Backup de 24 V CC.	130B1108	130B1208
Opcionais externos			
EtherNet/IP	Mestre Ethernet.	175N2584	

Tabela 13.5 Opcionais e Acessórios

Tipo	Descrição	Código de compra
Software de PC		
MCT 10	Software de Setup MCT 10 - 1 usuário.	130B1000
MCT 10	Software de Setup MCT 10 - 5 usuários.	130B1001
MCT 10	Software de Setup MCT 10 - 10 usuários.	130B1002
MCT 10	Software de Setup MCT 10 - 25 usuários.	130B1003
MCT 10	Software de Setup MCT 10 - 50 usuários.	130B1004
MCT 10	Software de Setup MCT 10 - 100 usuários.	130B1005
MCT 10	Software de Setup MCT 10 - sem limite de usuários.	130B1006

Tabela 13.6 Opcionais de Software

Os opcionais podem ser encomendados como opcionais instalados na fábrica. Para obter informações sobre o fieldbus e compatibilidade do opcional da aplicação com versões de software anteriores, entre em contato com o fornecedor Danfoss.

13.3 Códigos de compra para filtros e resistores do freio

Consulte os seguintes guias de design para obter especificações de dimensionamento e códigos de compra para filtros e resistores do freio:

- *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 VLT® ou o Configurador do Drive (www.danfoss.com/drives) para peças de reposição disponíveis para sua aplicação.

14 Apêndice

14.1 Abreviações e símbolos

AVM de 60°	Modulação Vetorial Assíncrona de 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: Conversor, seção de alimentação e auxiliares
CE	Conformidade Europeia (Normas de segurança europeias)
CM	Modo comum
TC	Torque constante
CC	Corrente contínua
DI	Entrada digital
DM	Módulo diferencial
TIPO D	Depende do drive
EMC	Compatibilidade eletromagnética
FEM Força Eletro Motriz	Força eletromotriz
ETR	Relé térmico eletrônico
°F	Graus Fahrenheit
f _{IOG}	Frequência do motor quando a função jog é ativada
f _M	Frequência do motor
f _{MAX}	Frequência de saída máxima que o conversor aplica à sua saída
f _{MIN}	Frequência do motor mínima do conversor
f _{M,N}	Frequência do motor nominal
FC	Conversor de frequência (conversor)
HIPERFACE®	HIPERFACE® é uma marca registrada da Stegmann
HO	Sobrecarga Alta
Hp	Cavalos de força
HTL	Encoder HTL (10-30 V) pulsos - Transistor lógico 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 de saída nominal fornecida pelo conversor
kHz	kiloHertz
LCP	Painel de controle local

Lsb	O bit menos significativo
m	Metro
mA	Miliampère
MCM	Mille circular mil
MCT	Motion Control Tool
mH	Indutância em milli Henry
mm	Milímetro
ms	Milissegundo
Msb	O bit mais significativo
η_{VLT}	Eficiência do conversor definida como a relação entre a potência de saída e a potência de entrada
nF	Capacitância em nano Farad
NLCP	Painel de controle local numérico
Nm	Newton metro
NO	Sobrecarga normal
n _s	Velocidade do motor síncrono
Parâmetros Online/Offline	As alterações nos parâmetros online 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 do processo
PDS	Sistema de drive de potência CDM e um motor
PELV	Tensão extra baixa protetiva
P _m	Potência de saída nominal como sobrecarga alta (HO) do conversor
P _{M,N}	Potência do motor nominal
Motor PM	Motor de ímã permanente
PID de processo	Regulador do PID (diferencial proporcional integrado) que mantém a velocidade, pressão, temperatura etc.
R _{br,nom}	Valor nominal do resistor que garante potência de frenagem no eixo do motor de 150/160% durante 1 minuto
RCD	Dispositivo de corrente residual
Regenerativo	Terminais regenerativos
R _{min}	Valor do resistor do freio mínimo permitido pelo conversor
RMS	Raiz quadrada média
RPM	Rotações por minuto
R _{rec}	Resistência recomendada do resistor do freio de Danfoss resistores do freio
s	Segundo
SCCR	Características nominais da corrente de curto-circuito
SFAVM	Modulação vetorial assíncrona orientada a 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 de transistor
U _{M,N}	Tensão do motor nominal
UL	Underwriters Laboratories (Organização do EUA para a certificação de segurança)
V	Volts
VT	Torque variável
VVC+	Controle vetorial de tensão mais

Tabela 14.1 Abreviações e símbolos

14.2 Definições

Resistor do freio

O resistor do freio é um módulo capaz de absorver a potência de frenagem gerada na frenagem regenerativa. Essa potência de frenagem regenerativa aumenta a tensão no barramento CC e um circuito de frenagem garante que a potência seja transmitida para o resistor do freio.

Torque de segurança

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

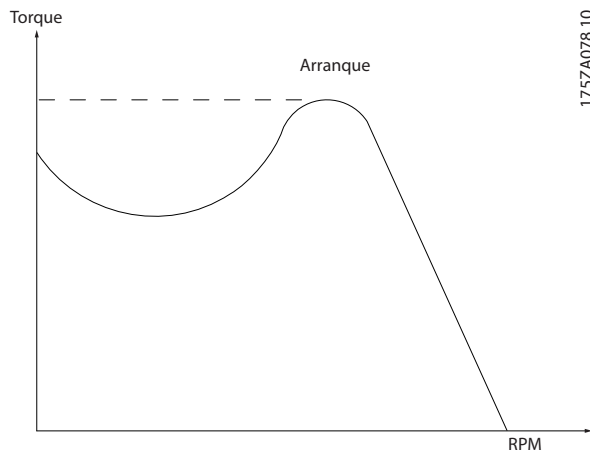


Ilustração 14.1 Gráfico do Torque de Segurança

Parada por inércia

O eixo do motor está em modo livre. Nenhum torque no motor.

Características de TC

Características do torque constante usadas por todas as aplicações, como esteiras, bombas de deslocamento e guindastes.

Inicialização

Se a inicialização for executada (*parâmetro 14-22 Modo Operação*), o conversor retorna à configuração padrão.

Ciclo útil intermitente

As características nominais intermitentes referem-se a uma sequência de ciclos úteis. Cada ciclo consiste em um período com carga e outro sem carga. A operação pode ser de ciclo periódico ou de ciclo não periódico.

Fator de potência

O fator de potência real (lambda) leva todas as harmônicas em consideração e é sempre menor que o fator de potência (cosphi) que considera somente as primeiras harmônicas de corrente e tensão.

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

Cosphi também é conhecido como fator de potência de deslocamento.

Tanto lambda quanto cosphi são determinados 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 alimentação de 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 integradas no barramento CC para ter um fator de potência alto e reduzir o THD na alimentação de rede elétrica.

Entrada de pulso/Encoder incremental

É um sensor digital externo, utilizado para informações de feedback sobre a velocidade do motor e o seu sentido. Encoders são utilizados para feedback de precisão de alta velocidade e em aplicações de dinâmica alta.

Setup

Salve a programação do parâmetro em 4 setups. Alterne entre os quatro setups de parâmetro e edite um setup, enquanto outro setup estiver ativo.

Compensação de escorregamento

O conversor compensa o deslizamento do motor acrescentando um suplemento à frequência que acompanha a carga do motor medida, mantendo a velocidade do motor praticamente constante.

Smart logic control (SLC)

O SLC é uma sequência de ações definidas pelo usuário que é executada quando os eventos associados definidos pelo usuário são avaliados como verdadeiros pelo SLC. (*Grupo do parâmetro 13-** Smart Logic*).

Bus padrão do CF

Inclui o barramento RS485 protocolo Danfoss FC ou protocolo MC. Consulte *parâmetro 8-30 Protocolo*.

Termistor

Um resistor dependente de temperatura posicionado onde a temperatura deverá ser monitorada (conversor ou motor).

Desarme

Um estado que ocorre em situações de falha, como quando há superaquecimento no conversor ou quando proteger o motor, o processo ou o mecanismo. A reinicialização é prevenida até a causa da falha ter desaparecido e o estado de desarme ser cancelado. Cancelar o estado de desarme por:

- Acionando o reset.
- Programando o conversor para reinicializar automaticamente.

Não use o desarme para segurança pessoal.

Bloqueio por desarme

Um estado que ocorre em situações de falha quando o conversor está se protegendo e requer intervenção física. Um desarme bloqueado somente poderá ser cancelado desconectando a rede elétrica, removendo a causa da falha e reconectando o conversor. A reinicialização é prevenida até o estado de desarme ser cancelado ativando o reset.

Características do TV

Características de torque variável das bombas e dos ventiladores.

Índice

A

Abreviações.....	133
Adaptação automática do motor	
Configuração da fiação.....	119
Visão geral.....	17
Advertências.....	5, 83
Alimentação de 24 V CC.....	88
Alta tensão.....	5
Altitude.....	81
Ambiente.....	47, 78
Ambiente comercial.....	101
Ambiente residencial.....	101
Amortecedores.....	26
Amortecimento de ressonância.....	16
Análise da série Fourier.....	106
Analógica	
Configuração de fiação para referência de velocidade... ..	119
Descrições e configurações padrão de entrada/saída.....	88
Especificações da entrada.....	48
Especificações da saída.....	49
Aprovação CSA/cUL.....	8
Aquecedor	
Diagrama da fiação.....	84
Uso.....	78
Armazenagem.....	78
Armazenamento do capacitor.....	78
Aterramento.....	16, 95
Atmosfera explosiva.....	79
Auto on (Automático ligado).....	109

B

Backup cinético.....	19
Baixa tensão	
Diretiva.....	7
Rede pública.....	101
Barramento CC	
Descrição da operação.....	109
Terminais.....	86
Blindagem	
Cabos.....	85
Extremidades trançadas.....	104
Rede elétrica.....	5
Terminação de RFI.....	67
Bomba	
Condensador.....	29
Eficiência.....	33
Escalonamento.....	34
Primário.....	30
Secundário.....	32
Bombas do condensador.....	29

Bombas primárias.....	30
Bombas secundárias.....	32
Bypass de frequência.....	19

C

Cabos	
Abertura.....	52
Blindado.....	104
Blindagem.....	85
de motor.....	89
Conexões de potência.....	85
Especificações.....	48
Estendendo.....	86
Freio.....	86
Número e tamanho máximo por fase.....	43, 44
Tipos e características nominais dos cabos.....	83
Cálculos	
Ciclo útil do resistor.....	92
Referência escalonada.....	110
Relação de curto-circuito.....	107
Resistência do freio.....	93
Software de harmônicas.....	108
THDi.....	106
Torque de frenagem.....	94
Características nominais de IP.....	9
Características nominais de proteção NEMA.....	9
Cartão de controle	
Desarme do ambiente.....	43
Especificações.....	50
Especificações RS485.....	49
Cartão de relé estendido.....	41
Cartão do Termistor do PTC.....	41
Certificação marítima.....	8
Certificado TUV.....	8
Certificado UKrSEPRO.....	8
Chapa para entrada de cabos.....	52
Chaves	
A53 e A54.....	48, 88
Desconexão.....	89
Ciclo útil	
Cálculo.....	92
Definição.....	133
Código de tipo.....	127
Compensação de escorregamento.....	133
Compensação do $\cos \phi$	24
Comunicação serial.....	88
Condensação.....	78
Condições ambiente	
Especificações.....	47
Visão geral.....	78
Configuração de fiação de partida/parada.....	120, 121
Configuração de fiação para reset de alarme externo.....	121
Configurações de montagem.....	80

Conformidade		Dimensões	
Com ADN.....	6	Exterior do E1h.....	52
Diretivas.....	7	Exterior do E2h.....	58
Controlador em cascata		Exterior do E3h.....	64
Diagrama da fiação.....	124	Exterior do E4h.....	71
Controle		Terminal E1h.....	56
Características.....	50	Terminal E2h.....	62
Descrição da operação.....	109	Terminal E3h.....	68
Estruturas.....	113	Terminal E4h.....	75
Tipos de.....	114, 115	Visão geral da série de produtos.....	12
Controle de processo.....	115	Dimensões do terminal	
Convenções.....	4	E1h.....	56
Conversor		E2h.....	62
Configurador.....	127	E3h.....	68
Dimensões da série de produtos.....	12	E4h.....	75
Requisitos de espaçamento.....	80	Dimensões Externas	
Valor nominal da potência.....	12	E1h.....	52
Corrente		E2h.....	58
Atenuação do motor.....	92	E3h.....	64
Controle de corrente interna.....	118	E4h.....	71
de fuga.....	95	Diretiva de maquinaria.....	7
de saída nominal.....	132	Diretiva ErP.....	8
fundamental.....	106	Disjuntor.....	14, 89, 96
Correntes harmônicas.....	106	Dispositivo de corrente residual.....	95, 96
Distorção.....	107	Dissipador de calor	
Fórmula do limite de corrente.....	132	Desarme por superaquecimento.....	43
Ponto de aterramento transiente.....	96	Fluxo de ar necessário.....	81
Corrente de fuga.....	5, 95	Limpeza.....	79
Curto circuito		Painel de acesso.....	54
Frenagem.....	35	Divisão da carga	
Proteção contra curto-circuito.....	14	Advertência.....	5
Curto-circuito		Diagrama da fiação.....	84
Cálculo da relação.....	107	Proteção contra curto-circuito.....	14
Características nominais de SCCR.....	89	Terminais.....	36, 86
Definição.....	134	Visão geral.....	35
Frenagem.....	94	DU/dt.....	97
D		E	
Delta.....	24	Eficiência	
Derating.....	15, 16, 47, 80, 81	Cálculo.....	97
Desbalanceamento da tensão.....	15	Fórmula da eficiência do conversor.....	132
Desconexão.....	89	Utilizando a AMA.....	17
Determinação de velocidade local.....	31	Elevação.....	78
DeviceNet.....	39, 130	EMC	
Diagrama da fiação		Aspectos gerais.....	100
Alternação da bomba de comando.....	125	Compatibilidade.....	103
Bomba de velocidade variável fixada.....	125	Diretiva.....	7
Controlador em cascata.....	124	Instalação.....	105
E1h–E4h.....	84	Interferência.....	104
Digital		Resultados do teste.....	101
Descrições e configurações padrão de entrada/saída.....	88	Emissão conduzida.....	101
Especificações da entrada.....	48	Emissão irradiada.....	101
Especificações da saída.....	49	Energia	
		Classe de eficiência.....	47
		Economia.....	21, 22
		Entrada do usuário.....	109

Espaço livre da porta.....	52		
Especificações da entrada.....	48	G	
Especificações USB.....	51	Gases.....	79
EtherNet/IP.....	40	Gerenciamento da largura de banda.....	33
Exportar as normas de controle.....	8	Guia de Programação.....	4
		Guia de Utilização.....	4
F			
Feedback		H	
Conversão.....	112	Hand On (Manual Ligado).....	109
Sinal.....	114	Harmônicas	
Tratamento.....	111	Atenuação.....	108
Fieldbus.....	39, 86	Definição do fator de potência.....	133
Filtro de modo comum.....	42	Filtro.....	42
Filtro de onda senoidal.....	41, 85	Normas EN.....	107
Filtros		Normas IEC.....	107
Filtro de harmônicas.....	42	Visão geral.....	106
Filtro de modo comum.....	42		
Filtro de onda senoidal.....	41, 85	I	
Filtro de RFI.....	103	IGVs.....	26
Filtro dU/dt.....	42	Instalação	
Solicitação de pedido.....	131	Elétrica.....	83
Fios.....	83	Pessoal qualificado.....	5
consulte também <i>Cabos</i>		Requisitos.....	80
Fluxo		Instalação em altitudes elevadas.....	104
Estrutura de controle em fluxo com feedback de motor.....	117	Interferência de radiofrequência.....	16
Estrutura de controle em fluxo sensorless.....	117	Interferência eletromagnética.....	16
Fluxo de ar		Inversor.....	109
Configurações.....	37	Isolação.....	92
Taxas.....	81	Isolação galvânica.....	16, 49, 103
Flying start.....	15, 16, 19		
Formação periódica.....	78	K	
Fórmula		Kits.....	42
Corrente de saída.....	132		
Eficiência do conversor.....	132	L	
Limite de Corrente.....	132	Leis da proporcionalidade.....	22
Potência nominal do resistor do freio.....	132		
Freio CA.....	34	M	
Freio CC.....	34	Manutenção.....	79
Frenagem		Marcação CE.....	7
Controle com a função de frenagem.....	94	Marcação EAC.....	8
dinâmica.....	34	Marcação RCM.....	8
Gráfico da capacidade.....	93	Modbus.....	40
Limites.....	94	Modo malha aberta	
Uso como função de frenagem alternativa.....	94	Diagrama de blocos.....	113
Frequência de chaveamento		Visão geral.....	113
Conexões de potência.....	85	Modo malha fechada	
Derating.....	15, 82	Diagrama de blocos.....	114
Filtro de onda senoidal.....	41, 85	Visão geral.....	113
Uso com RCDs.....	96	Modulação.....	16, 132
Fusíveis		Modulação da frequência de chaveamento automática.....	16
Especificações.....	89		
Para uso com conexões de potência.....	85		
Proteção de sobrecorrente.....	83		
Recomendações para alimentação de rede elétrica.....	14		

Módulo opcional de E/S de uso geral.....	40	PROFIBUS.....	39, 130
Monitoramento ATEX.....	18, 79	PROFINET.....	39
Motor		Proteção	
Atenuação de correntes de mancal.....	92	Classificação do gabinete.....	12
Cabos.....	85, 89, 95	Curto circuito.....	14
Classe de proteção.....	79	Desbalanceamento da tensão de alimentação.....	15
Conexão em paralelo.....	90	Função de Frenagem.....	14
Configuração da fiação do termistor.....	123	Sobrecarga.....	15
Corrente de fuga.....	95	Sobrecorrente.....	83
Definição de torque de segurança.....	133	Sobretensão.....	14
Detecção de fase ausente.....	15	Térmico do motor.....	17
Diagrama da fiação.....	84	Proteção de sobrecorrente.....	83
Especificações da saída.....	47	Proteção do gabinete metálico.....	9
Ex-d.....	41	Pulso	
Ex-e.....	18	Configuração de fiação para partida/parada.....	120
Feedback.....	117	Especificações da entrada.....	49
Isolação.....	92		
Plaqueta de identificação.....	18	R	
Proteção térmica.....	17, 90	Rabichos.....	104
Rotação.....	90	Rede elétrica	
Torque total.....	19	Blindagem.....	5
N		Especificações.....	47
Nova partida.....	19	Especificações da alimentação.....	47
		Flutuações.....	16
O		Queda.....	19
Opcionais		Rede elétrica IT.....	96
Controle de movimento.....	41	Referência	
Disponibilidade do gabinete metálico.....	12	Entrada de velocidade.....	119, 120
Extensões funcionais.....	40	ativa.....	109
Fieldbus.....	39	Remota.....	110
Placas de relé.....	41	Tratamento remoto de.....	110
Solicitação de pedido.....	128, 129, 130	Referência ativa.....	109
Opcional de entrada do sensor.....	41	Referência escalonada.....	110
Operação em baixa velocidade.....	81	Referência Remota.....	110
Otimização Automática de Energia.....	16	Refrigeração	
		Advertência de poeira.....	79
P		Requisitos.....	80
Pacotes de idiomas.....	127	Ventilador da torre.....	28
Painel de distribuição.....	53	Visão geral do resfriamento do canal traseiro.....	37
Peças de reposição.....	131	Refrigeração Back-Channel.....	37, 80
PELV.....	16, 49, 103	Regenerativo	
Pessoal qualificado.....	5	Disponibilidade.....	12
PID		Terminais.....	56
Controlador.....	17, 112, 115	Visão geral.....	36
Controlador PID de três setpoints.....	27	Relé	
Controle.....	24	Cartão.....	41
Ponto de acoplamento comum.....	106	Especificações.....	50
Potência		Instalação compatível com ADN.....	6
Características nominais.....	11	Opcional.....	41
Conexões.....	85	Opcional de cartão de relé estendido.....	41
Especificações.....	43	Terminais.....	89
Potência.....	133	Relé térmico eletrônico (ETR).....	83
Potenciômetro.....	88, 122	Requisitos de emissão.....	101
Pré-aquecimento.....	19	Requisitos de imunidade.....	102
		Resfriamento do duto.....	80

Resistor do freio		Soft starter.....	24
Definição.....	133	Solicitação de pedido.....	127
Diagrama da fiação.....	84	STO.....	4
Fórmula da potência nominal.....	132	consulte também <i>Safe Torque Off</i>	
Guia de Design.....	4	T	
Selecionando.....	92	Temperatura.....	79, 82
Solicitação de pedido.....	131	Tempo de descarga.....	5
Terminais.....	86	Tempo de subida.....	98
Visão geral.....	41	Terminais	
Resistor do freio.....	34	Comunicação serial.....	88
Retificador.....	109	Descrições de controle e configurações padrão.....	87
RFI		Divisão da carga.....	86
Filtro.....	103	Entrada digital/saída.....	88
Localização da terminação da blindagem do E3h.....	67	Entrada/saída analógica.....	88
Localização da terminação da blindagem do E4h.....	74	Resistor do freio.....	86
Utilizando interruptor com rede elétrica de TI.....	96	RS485.....	88
Rotor.....	15	do relé.....	89
RPM.....	21	Terminal 37.....	88
RS485		Terminais de controle.....	87
Bus padrão do CF.....	133	Termistor	
Configuração da fiação.....	123	Configuração da fiação.....	123
Diagrama da fiação.....	84	Definição.....	133
Terminais.....	88	Disposição dos cabos.....	86
Ruído Acústico.....	97	Localização dos terminais.....	88
S		Torque	
Safe Torque Off		Característica.....	47
Configuração da fiação.....	120	Controle.....	114
Conformidade com a diretiva de maquinaria.....	7	Torque de segurança.....	133
Diagrama da fiação.....	84	Transdutor.....	88
Guia de Design.....	4	Transformador.....	106
Localização dos terminais.....	88	U	
Visão geral.....	21	UL	
Saída		Características nominais de proteção do gabinete metálico	9
Chave.....	15	Marcação da classificação.....	8
Contator.....	96, 105	Umidade.....	78
Especificações.....	49	V	
Segurança		VAV.....	26
Instruções.....	5, 83	Velocidade	
Sensor de CO2.....	27	Configuração de fiação para aceleração/desaceleração.....	122
Sistema CAV.....	27	Configuração de fiação para referência de velocidade... ..	122
Sistema de gerenciamento predial (BMS).....	22	Controle.....	114
Sistemas VAV centrais.....	26	Feedback do PID.....	114
Smart logic control		Ventiladores	
Configuração da fiação.....	125	Fluxo de ar necessário.....	81
Visão geral.....	20	controlados por temperatura.....	16
Sobrecarga		Versões de software.....	131
Emissão com harmônica.....	106	Volume de ar constante.....	27
Limites.....	15	Volume de ar variável.....	26
térmica eletrônica.....	17		
Sobrecarga térmica eletrônica.....	17		
Sobretensão.....	134		
Sobretensão			
Frenagem.....	41		
Função de frenagem alternativa.....	94		
Proteção.....	14		

VVC+..... 116, 118



.....
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

