ENGINEERING TOMORROW

Guia de Design

VLT® Parallel Drive Modules

250–1200 kW

vlt-drives.danfoss.com

Índice

1 Introdução 5

1.1 Objetivo do Guia de Design 5

1.2 Documento e versão de software 5

1.3 Recursos adicionais 5

2 Segurança 6

2.1 Símbolos de Segurança 6

2.2 Pessoal qualificado 6

2.3 Precauções de segurança 6

3 Aprovações e certificações 8

3.1 Marcação CE 8

3.2 Diretiva de Baixa Tensão 8

3.3 Diretiva EMC 8

3.4 Diretiva de maquinaria 8

3.5 Em conformidade com o UL 8

3.6 Conformidade com marcação RCM 8

3.7 Exportar as normas de controle 9

4 Visão Geral do Produto 10

4.1 Folha de dados para módulo de conversor 10

4.2 Folha de dados para um sistema de 2 conversores 11

4.3 Folha de dados para um sistema de 4 conversores 12

4.4 Componentes Internos do 12

4.5 Exemplos de resfriamento do canal traseiro 14

5 Recursos do produto 16

5.1 Funções automatizadas 16

5.2 Funções programáveis 18

5.3 Safe Torque Off (STO) 20

5.4 Monitoramento do sistema 21

6 Especificações 23

6.1 Dimensões do Módulo de Conversor 23

6.2 Dimensões da prateleira de controle 26

6.3 Dimensões do sistema de 2 conversores 27

6.4 Dimensões do sistema de 4 conversores 31

6.5 Especificações dependente da potência. 39

6.5.1 Drive HVAC VLT® FC 102 39

6.5.2 VLT® AQUA Drive FC 202 43

6.5.3 VLT® AutomationDrive FC 302 48

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

6.6 Alimentação de Rede Elétrica para Módulo de Drive 53
6.7 Saída do Motor e dados do motor 53
6.8 Especificações de Transformador de 12 Pulsos 53
6.9 Condições Ambiente para Módulos de Drive 53
6.10 Especificações de Cabo 54
6.11 Entrada/Saída de controle e dados de controle 54
6.12 Especificações de derating 58

7 Informação sobre a solicitação de pedido 61
7.1 Formulário de Pedido 61
7.2 Configurador do conversor 61
7.3 Opcionais e Acessórios 67
7.3.1 General Purpose Input Output Module MCB 101 67
7.3.2 Isolação galvânica do VLT® General Purpose I/O MCB 101 68
7.3.3 Entradas Digitais - Terminal X30/1-4 69
7.3.4 Entradas Analógicas - Terminais X30/11, 12 69
7.3.5 Saídas digitais - Terminal X30/6, 7 69
7.3.6 Saída Analógica - Terminal X30/8 69
7.3.7 Encoder Input VLT® MCB 102 70
7.3.8 Resolver Input VLT® MCB 103 71
7.3.9 Relay Card MCB 105 do VLT® 73
7.3.10 VLT® 24 V DC Supply MCB 107 75
7.3.11 VLT® PTC Thermistor Card 76
7.3.12 VLT® Extended Relay Card MCB 113 77
7.3.13 Resistores do Freio 78
7.3.14 Filtros de onda senoidal 78
7.3.15 Filtros dU/dt 79
7.3.16 Kit p\r\ Montagem Remota do LCP 79
7.4 Lista de verificação de design do sistema 80

8 Considerações durante a instalação 82
8.1 Ambiente Operacional 82
8.2 Requisitos Mínimos do Sistema 83
8.3 Requisitos elétricos para certificações e aprovações 85
8.4 Fusíveis e Disjuntores 86

9 EMC e Harmônicas 88
9.1 Aspectos Gerais das Emissões EMC 88
9.2 Resultados de teste de EMC 89
9.3 Requisitos de emissão 93
9.4 Requisitos de Imunidade 94

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

9.5 Recomendações de EMC 95
9.6 Aspectos gerais de Harmônicas 98
9.7 Análise de harmônicas 98
9.8 O efeito de harmônicas em um sistema de distribuição de energia 99
9.9 Normas e Requisitos de Limitação de Harmônicas 100
9.10 Conformidade de Harmônicas do VLT® Parallel Drive Modules 100
9.11 Isolação Galvânica 100

10 Motor 102
10.1 Cabos de Motor 102
10.2 Isolação da Bobina do Motor 102
10.3 Correntes de Mancal do Motor 102
10.4 Proteção Térmica do Motor 103
10.5 Conexões do terminal do motor 105
10.6 Condições de Funcionamento Extremas 109
10.7 Condições de dU/dt 111
10.8 Conexão de Motores em Paralelo 111

11 Rede elétrica 114
11.1 Configurações de rede elétrica 114
11.2 Conexões do Terminal da Rede Elétrica 114
11.3 Configuração do disjuntor de 12 pulsos 114

12 Fiação de Controle 117
12.1 Percurso dos Cabos de Controle 117
12.2 Terminais de Controle 118
12.3 Saída do relé 121

13 Frenagem 122
13.1 Tipos de frenagem 122
13.2 Resistência de Frenagem 122

14 Controladores 127
14.1 Visão geral de controle de torque e velocidade 127
14.2 Princípio de controle 127
14.3 Estrutura de Controle em VVC+ Controle Vetorial Avançado 130
14.4 Estrutura de Controle em Fluxo Sensorless 131
14.5 Estrutura de Controle em Fluxo com Feedback de Motor 131
14.6 Controle de Corrente Interno em VVC+ 132
14.7 Controle Local e Remoto 132
14.8 Smart Logic Controller 133

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

15 Tratamento das Referências 135
15.1 Limites de Ref. 136
15.2 Escala de referências predefinidas 137
15.3 Escala de Referências de Pulso e Analógicas e Feedback 137
15.4 Banda Morta em Torno de Zero 138

16 Controles do PID 142
16.1 Controles do PID de Velocidade 142
16.2 Controles do PID de Processo 145
16.3 Otimização de controles do PID 150

17 Exemplos de Aplicações 151
17.1 Adaptação Automática do Motor (AMA) 151
17.2 Referência de Velocidade Analógica 151
17.3 Partida/Parada 152
17.4 Reset do Alarme Externo 153
17.5 Referência de velocidade com potenciômetro Manual 153
17.6 Aceleração/desaceleração 154
17.7 Conexão de Rede da RS-485 154
17.8 Termistor do motor 154
17.9 Setup do relé com Smart Logic Control 155
17.10 Controle do Freio Mecânico 156
17.11 Conexão do Encoder 156
17.12 Sentido do encoder 157
17.13 Sistema de Drive de Malha Fechada 157
17.14 Programação do Limite de Torque e Parada 157

18 Apêndice 159
18.1 Renúncia de responsabilidade 159
18.2 Convenções 159
18.3 Glossário 159

Índice 163

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

1

1 Introdução

1.1 Objetivo do Guia de Design

Este guia de design destina-se a engenheiros de projeto e de sistema, consultores de projeto e especialistas de produto e aplicação. Informações técnicas são fornecidas para entender as capacidades do conversor de frequência para integração no controle de motor e sistemas monitoramento. Detalhes referentes a operação, requisitos e recomendações para integração de sistemas são descritas. São fornecidas informações sobre características de potência de entrada, saída do controle do motor e condições de operacionais ambiente do conversor de frequência.

Também estão incluídos recursos de segurança, monitoramento de condição de falha, relatório de status operacional, capacidades de comunicação serial e opções programáveis. Detalhes de design como requisitos de local, cabos, fusíveis, fiação de controle, tamanho e peso de unidades e outras informações críticas necessárias para a integração do sistema também são fornecidos.

A revisão das informações detalhadas do produto no estágio de design permite o desenvolvimento de um sistema bem concebido com funcionalidade e eficiência ótimas.

VLT® é uma marca registrada.

1.2 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
MG37N2xx	Especificações atualizadas	7.5x

Tabela 1.1 Documento e versão de software

1.3 Recursos adicionais

Recursos estão disponíveis para entender a programação e as funções avançadas do conversor de frequência:

- O VLT® Parallel Drive Modules *Guia de Instalação 250-1200 kW* fornece instruções para a instalação mecânica e elétrica desses módulos de conversores.
- O *Guia do Usuário do VLT® Parallel Drive Modules 250–1200 kW* contém procedimentos detalhados de inicialização, programação operacional básica e teste funcional. Informações complementares descrevem a interface do usuário, exemplos de aplicação, resolução de problemas e especificações.
- Consulte o guia de programação do VLT® Drive HVAC FC 102, AQUA Drive do VLT® FC 202 e VLT® AutomationDrive FC 302 aplicável à série VLT® Parallel Drive Modules específica utilizada na criação do sistema de conversores. O guia de programação descreve com maiores detalhes como trabalhar com parâmetros e fornece exemplos de aplicação.
- O *Manual de serviço de VLT® FC Series, D-frame* contém informações de serviço detalhadas, incluindo informações aplicáveis ao VLT® Parallel Drive Modules.
- O *Guia de Utilização VLT® Frequency Converters – Safe Torque Off* contém diretrizes de segurança e descreve a operação e especificações da função Safe Torque Off.
- O *Guia de Design VLT® Brake Resistor MCE 101* descreve como selecionar o resistor do freio para qualquer aplicação.
- O *Guia de Design VLT® FC-Series Output Filter* descreve como selecionar o filtro de saída adequado para qualquer aplicação.
- As *Instruções de instalação do Kit de Barramento do VLT® Parallel Drive Modules* contém informações detalhadas sobre a instalação do kit de barramento opcional.
- As *Instruções de instalação do Kit de Duto do* VLT® Parallel Drive Modules contém informações detalhadas sobre a instalação do kit de duto.

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

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

2 Segurança

2

2.1 Símbolos de Segurança

Os seguintes símbolos são usados neste manual:

⚠ADVERTÊNCIA

Indica uma situação potencialmente perigosa que pode 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 no equipamento ou na propriedade.

2.2 Pessoal qualificado

Transporte correto e confiável, armazenagem e instalação são necessários para a operação segura e sem problemas do VLT® Parallel Drive Modules. Somente pessoal qualificado tem permissão de instalar este equipamento.

Pessoal qualificado é definido como pessoal treinado, autorizado a instalar equipamento, 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

O conversor de frequência possui alta tensão quando conectado à rede elétrica CA. A falha em garantir que apenas pessoal qualificado instale o sistema de conversores pode resultar em morte ou lesões graves.

- Somente pessoal qualificado tem permissão de instalar o sistema de conversores.

⚠ADVERTÊNCIA

TEMPO DE DESCARGA

O módulo de conversor contém capacitores de barramento CC. Após a aplicação da energia da rede elétrica no conversor, esses capacitores podem permanecer carregados mesmo após remover a energia. Pode haver alta tensão presente mesmo quando as luzes indicadoras de advertência estiverem apagadas. A falha em aguardar 20 min após a energia ter sido removida antes de executar serviço de manutenção ou reparo poderá resultar em lesões 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 bloqueie o motor PM.**
4. **Aguarde 20 minutos para os capacitores descarregarem completamente antes de realizar qualquer serviço de manutenção.**

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

⚠ADVERTÊNCIA

RISCO DE CORRENTE DE FUGA (>3,5 mA)

As correntes de fuga excedem 3,5 mA. Se o sistema de conversores não for aterrado corretamente, o resultado poderá ser morte ou lesões graves. Siga os códigos locais e nacionais com relação ao ponto de aterramento de proteção do equipamento com corrente de fuga > 3,5 mA. A tecnologia do conversor de frequência implica no chaveamento de alta frequência em alta potência. Esse chaveamento gera uma corrente de fuga na conexão do terra. Uma falha de corrente no sistema de conversor nos terminais de energia de saída pode conter um componente CC que pode carregar os capacitores do filtro e causar uma corrente de fuga transiente para o terra. A corrente de fuga para o terra depende de várias configurações do sistema, incluindo filtro de RFI, cabo de motor blindado e potência do sistema de conversores. Se a corrente de fuga exceder 3,5 mA, a EN/IEC 61800-5-1 (Norma de produto de sistema de conversor de potência) exige cuidado especial.

O ponto de aterramento deve ser reforçado de uma destas maneiras:

- **Assegure o aterramento correto do equipamento por um eletricista certificado.**
- **Fio terra de no mínimo 10 mm^2 (6 AWG).**
- **Dois fios do ponto de aterramento separados, ambos em conformidade com as regras de dimensionamento.**

Consulte EN 60364-5-54 § 543.7 para obter mais informações.

3 Aprovações e certificações

Os conversores de frequência são projetados em conformidade com as diretivas descritas nesta seção.

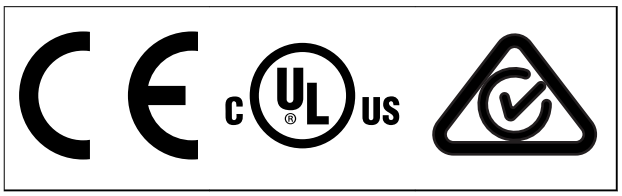


Tabela 3.1 Aprovações

3.1 Marcação CE

A Marcação CE (Communauté européenne) indica que fabricante do produto atende todas as diretivas da UE aplicáveis. As três diretivas da UE aplicáveis ao projeto e à fabricação de conversores de frequência são a Diretiva de baixa tensão, a Diretiva EMC e (para unidades com função de segurança integrada) a Diretiva de maquinaria.

A marcação CE é destinada a eliminar barreiras técnica para liberar o comércio entre a CE e os estados da EFTA dentro da UCE. A marcação CE não regula a qualidade do produto. Especificações técnicas não pode ser deduzidas da marcação CE.

3.2 Diretiva de Baixa Tensão

Os conversores de frequência são classificados como componentes eletrônicos e devem ter certificação CE de acordo com a Diretiva de Baixa Tensão 2014/35/EU. A diretiva é aplicável a todos os equipamentos elétricos nas faixas de tensão de 50-1000 V CA e 75-1500 V CC.

A diretiva determina que o projeto do equipamento deve garantir a segurança e a saúde das pessoas, que os animais domésticos não fiquem em perigo e que haja preservação do valor material desde que o equipamento seja devidamente instalado, mantido e usado como previsto. Danfoss As certificações CE estão em conformidade com a Diretiva de baixa tensão e fornecem uma declaração de conformidade mediante solicitação.

3.3 Diretiva EMC

Compatibilidade eletromagnética (EMC) significa que a interferência eletromagnética entre aparelhos não prejudica seu desempenho. O requisito de proteção básico da Diretiva EMC 2014/30/EU determina que dispositivos que geram interferência eletromagnética (EMI) ou cuja operação poderia ser afetada pela EMI devem ser projetados para limitar a geração de interferência eletromagnética e deverão ter grau de imunidade a EMI adequado quando instalados e mantidos corretamente e usados como previsto.

Um conversor de frequência pode ser usado como dispositivo independente ou como parte de uma instalação mais complexa. Dispositivos usados como independentes ou como parte de um sistema devem conter a marcação CE. Os sistemas não precisam ter marcação CE, mas devem atender os requisitos básicos de proteção da diretiva EMC.

3.4 Diretiva de maquinaria

Conversores de frequência são classificados como componentes eletrônicos sujeitos à diretiva de baixa tensão, porém, conversores de frequência com função de segurança integrada devem atender a diretiva de maquinaria 2006/42/EC. Os conversores de frequência sem função de segurança não são classificados na Diretiva de Maquinaria. Se um conversor de frequência for integrado no sistema da máquina, a Danfoss fornece informações sobre aspectos de segurança com relação ao conversor de frequência.

A Diretiva de Maquinaria 2006/42/EC cobre uma máquina que consiste em um agregado de componentes ou dispositivos interconectados em que ao menos um é capaz de movimento mecânico. A diretiva determina que o projeto do equipamento deve garantir a segurança e a saúde das pessoas, que os animais domésticos não fiquem em perigo e que haja preservação do valor material desde que o equipamento seja devidamente instalado, mantido e usado como previsto.

Quando conversores de frequência 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. Danfoss As certificações CE atendem a diretiva de maquinaria para conversores de frequência com função de segurança integrada e fornecem uma declaração de conformidade por solicitação.

3.5 Em conformidade com o UL

Para garantir que o conversor de frequência atenderá aos requisitos de segurança do UL, consulte *capétulo 8.3 Requisitos elétricos para certificações e aprovações*.

3.6 Conformidade com marcação RCM

A etiqueta RCM Mark indica que está em conformidade com as normas técnicas aplicáveis para Compatibilidade eletromagnética (EMC). A etiqueta RCM Mark é necessária para a colocação dos dispositivos elétricos e eletrônicos no

mercado na Austrália e Nova Zelândia. Os contratos regulatórios da marcação RCM lidam apenas com emissão conduzida e irradiada. Para conversores de frequência, são aplicados os limites de emissão especificados no EN/IEC 61800-3. Uma declaração de conformidade pode ser fornecida mediante solicitação.

3.7 Exportar as normas de controle

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

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

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

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

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

4 Visão Geral do Produto

4.1 Folha de dados para módulo de conversor

- Valor nominal da potência para 380–500 V
  - HO: 160–250 kW (250–350 hp).
- Valor nominal da potência para 525–690 V
  - HO: 160–315 kW (200–450 hp).
- Peso
  - 125 kg (275 lb).
- Características nominais de proteção
  - IP 00.
  - NEMA Tipo 00.

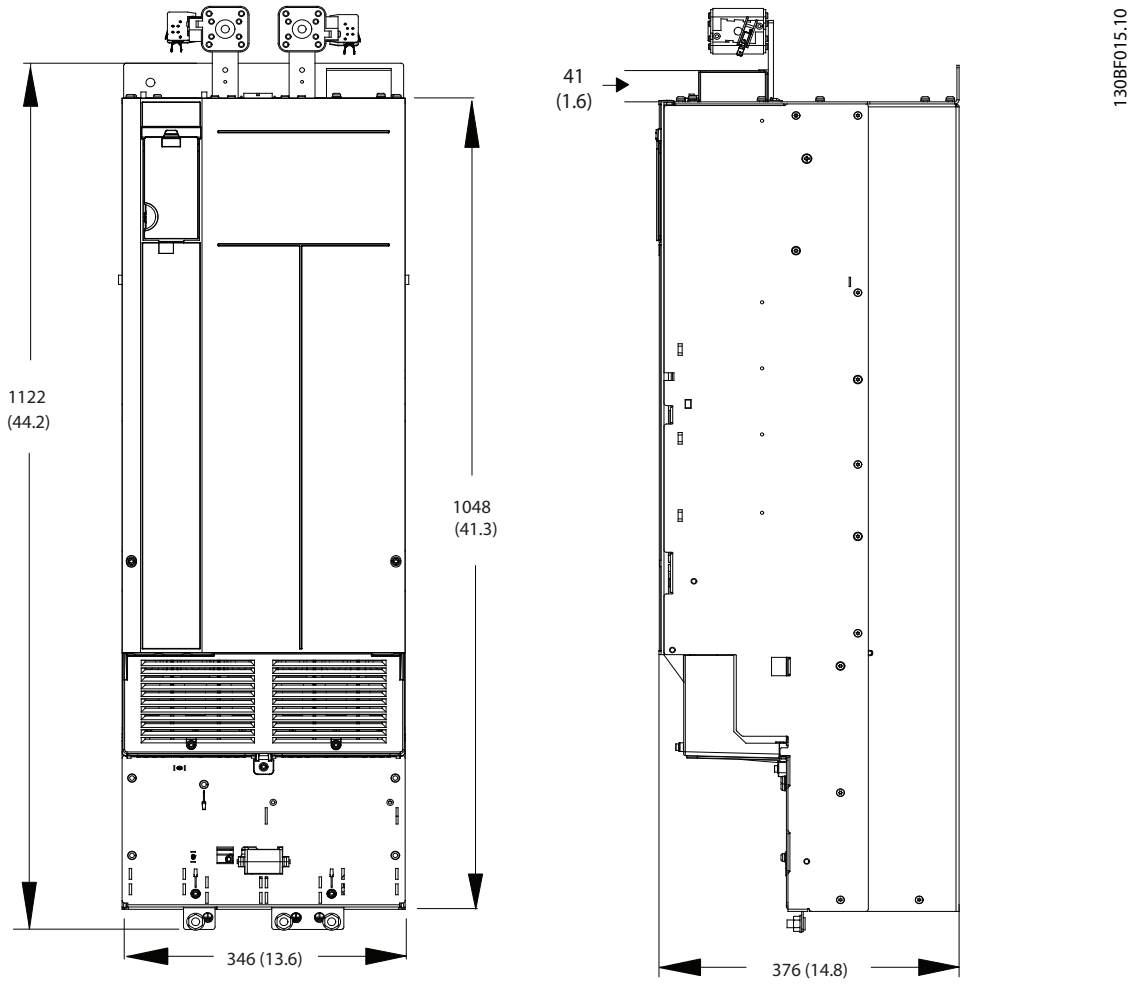


Ilustração 4.1 Dimensões do Módulo de Conversor

Opções Danfoss disponíveis:

- Sistema de módulo de 2 conversores
- Sistema de módulo de 4 conversores

4.2 Folha de dados para um sistema de 2 conversores

- Valor nominal da potência para 380–500 V
  - HO: 250–450 kW (350–600 hp).
  - NO: 315–500 kW (450–600 hp).
- Valor nominal da potência para 525–690 V
  - HO: 250–560 kW (300–600 hp).
  - NO: 315–630 kW (350–650 hp).
- Peso
  - 450 kg (992 lb).
- Características nominais de proteção
  - IP54 (mostrado). Características nominais do IP determinadas por requisito do cliente.
  - NEMA Tipo 12 (mostrado).

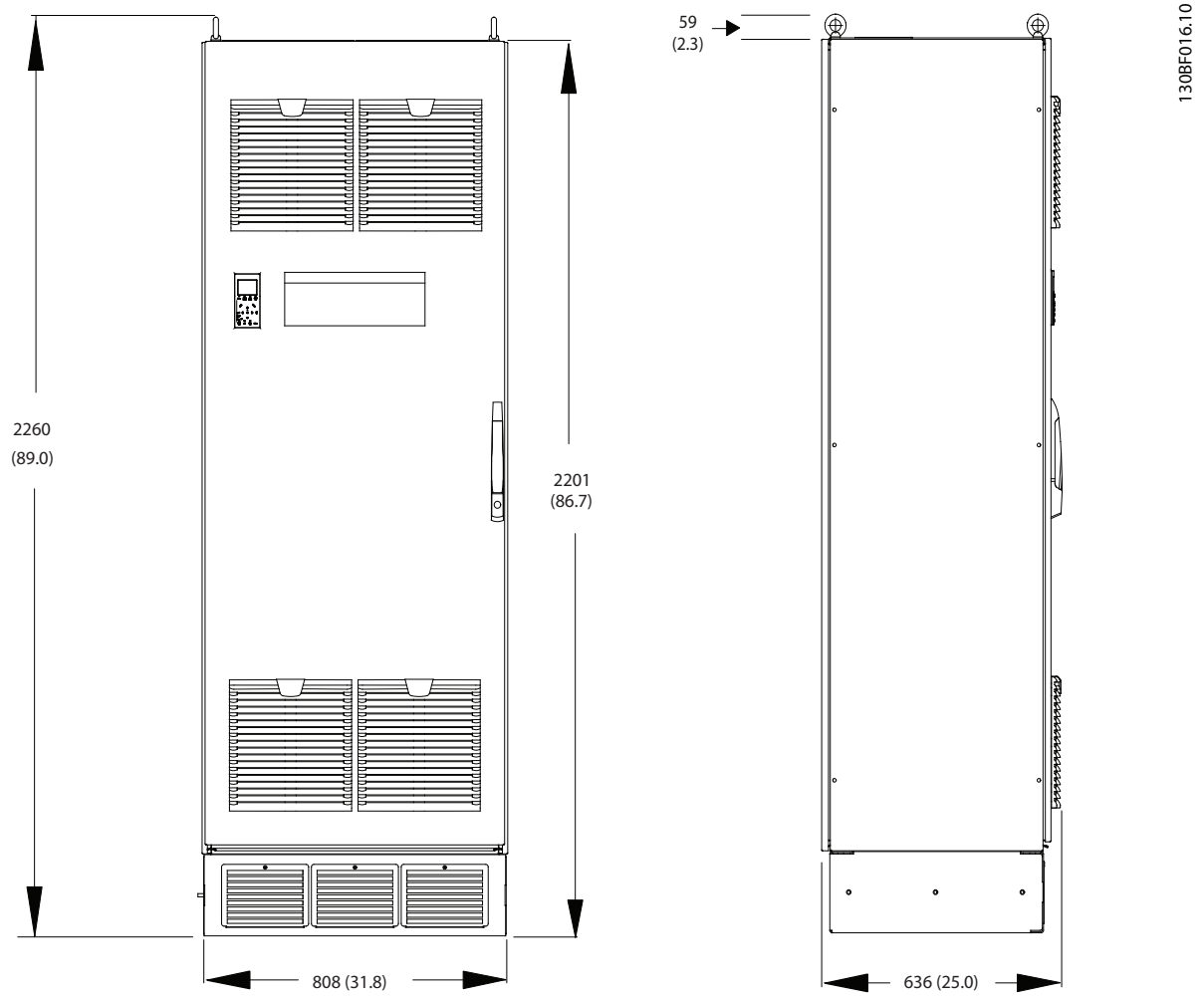


Ilustração 4.2 Sistema de 2 conversores com gabinete para dimensões mínimas

Opções Danfoss disponíveis:

- Kit de barramento de 6 pulsos
- Kit de barramento de 12 pulsos
- Kit de resfriamento de entrada/saída traseiros
- Kit de resfriamento de entrada traseiro/saída superior
- Kit de resfriamento de entrada inferior/saída traseira
- Kit de resfriamento de entrada inferior/saída superior

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

4.3 Folha de dados para um sistema de 4 conversores

- Valor nominal da potência para 380–500 V
  - HO: 500–800 kW (650–1200 hp).
  - NO: 560–1000 kW (750–1350 hp).
- Valor nominal da potência para 525–690 V
  - HO: 630–1000 kW (650–1150 hp).
  - NO: 710–1200 kW (750–1350 hp).
- Peso
  - 910 kg (2000 lb).
- Características nominais de proteção
  - IP54 (mostrado). Características nominais do IP determinadas por requisito do cliente.
  - NEMA Tipo 12 (mostrado).

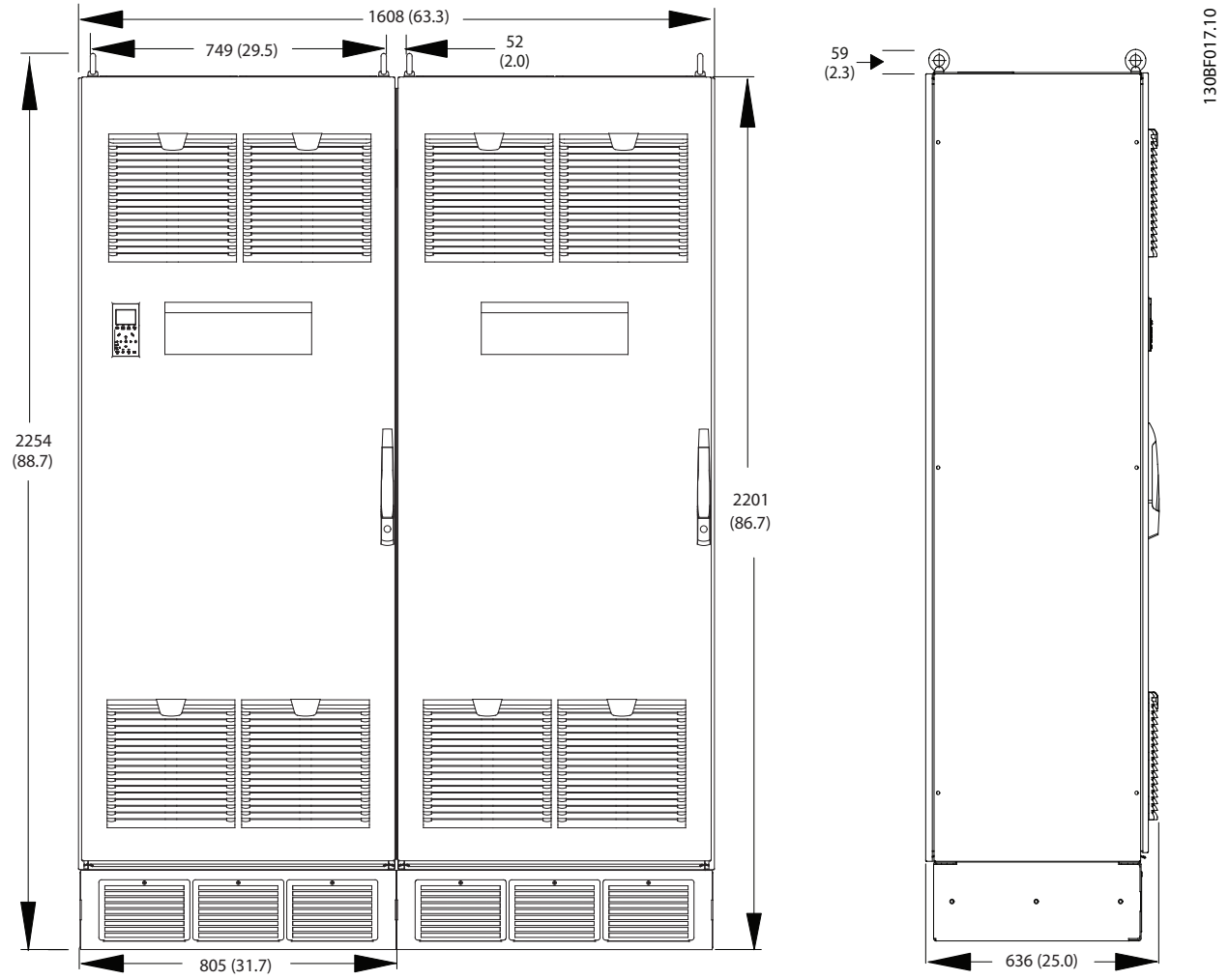


Ilustração 4.3 Sistema de 4 conversores com gabinete para dimensões mínimas

Opções Danfoss disponíveis:

- Kit de barramento de 6 pulsos
- Kit de barramento de 12 pulsos
- Kit de resfriamento de entrada/saída traseiros
- Kit de resfriamento de entrada traseiro/saída superior
- Kit de resfriamento de entrada inferior/saída traseira
- Kit de resfriamento de entrada inferior/saída superior

4.4 Componentes Internos do

O sistema de conversores é projetado pelo instalador para atender a requisitos de potência especificados, utilizando o kit básico VLT® Parallel Drive Modules e qualquer kit opcional selecionado. O kit básico consiste em hardware de conexão e 2 ou 4 módulos de conversores de frequência, que são conectados em paralelo.

O kit básico contém os seguintes itens:

- Módulos Conversores
- Prateleira de controle
- Fiação
    - Cabo em fita com conector de 44 pinos (nas duas extremidades do cabo).
    - Cabo de relé com conector de 16 pinos (em uma extremidade do cabo).
    - Cabo de microinterruptor de fusível CC com conectores de 2 pinos (em uma extremidade do cabo).
- Fusíveis CC
- Microinterruptores

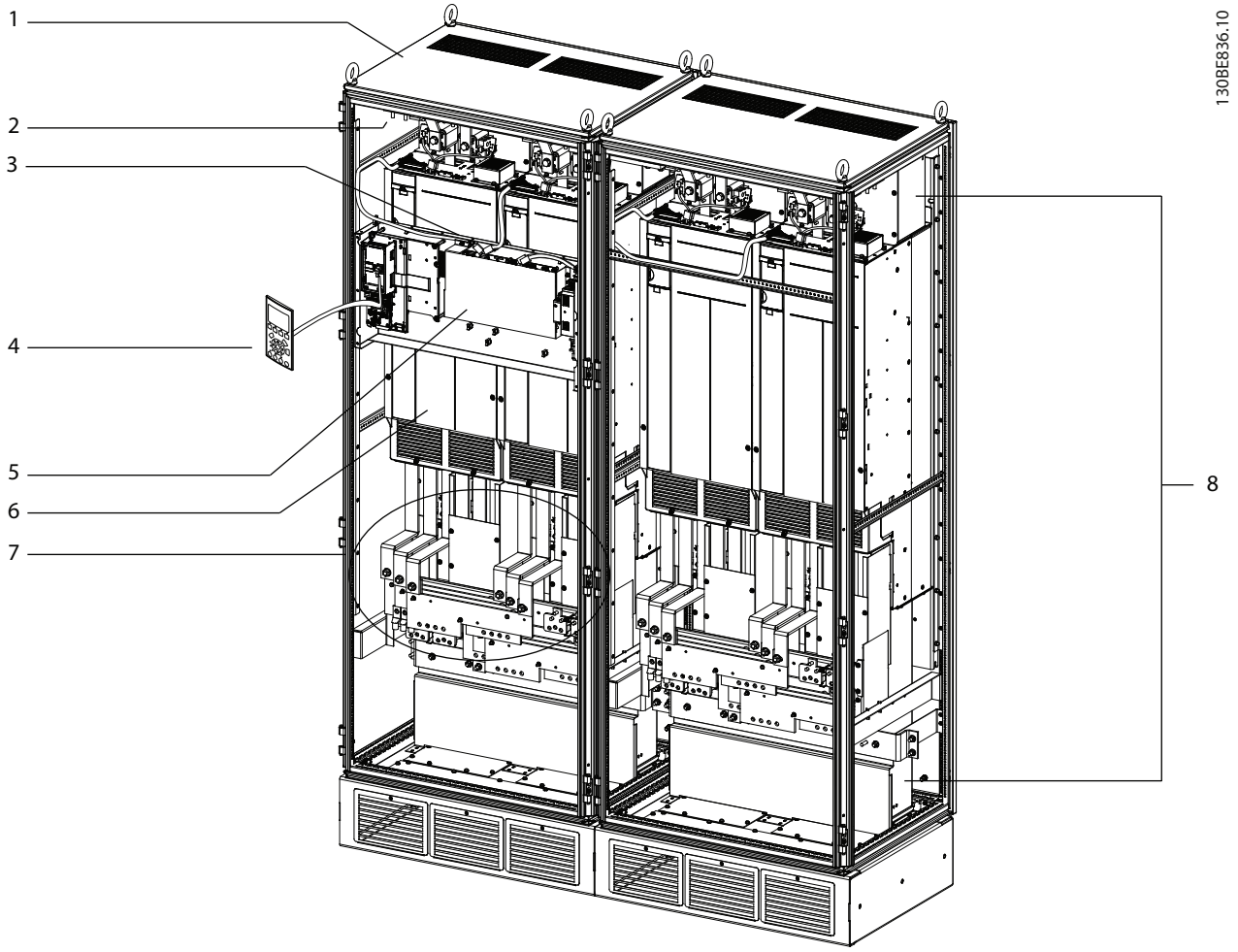
Outros componentes, como kits de barramento e kits de duto de resfriamento de canal traseiro, estão disponíveis como opcionais para customizar o sistema de conversor.

O sistema de conversores em *Ilustração 4.4* mostra um sistema utilizando 4 módulos de conversores. Um sistema utilizando dois módulos de conversores é semelhante, exceto pelo hardware de conexão utilizado. O sistema de conversor ilustrado mostra o kit de resfriamento e o kit do opcional de barramento. No entanto, o instalador pode utilizar outros métodos de conexão, incluindo barramentos ou cabos elétricos fabricados de maneira personalizada.

4

AVISO!

O instalador é responsável pelos detalhes da construção do sistema de conversores, incluindo conexões. Além disso, se o instalador não utilizar o design recomendado pela Danfoss, o instalador deverá obter aprovações regulamentares separadas.



Área	Título	Funções
1	Gabinete (fornecido pelo instalador)	Utilizado para alojar os módulos conversores e outros componentes do sistema de conversores.
2	Barramentos CC (parte do kit opcional de barramento)	Utilizado para conectar os terminais CC dos módulos de conversores em paralelo. O kit pode ser solicitado na Danfoss ou fabricado pelo fabricante do painel.
3	Fiação	Utilizado para conectar diversos componentes à prateleira de controle.
4	LCP	O módulo de controle local, mostrado montado na porta do gabinete. Permite ao operador monitorar e controlar o sistema e o motor.
5	Prateleira de controle	Consiste em um MDCIC (Cartão de interface de controle de múltiplos conversores), um cartão de controle, um LCP, um relé de segurança e uma SMPS (fonte de alimentação chaveada). O MDCIC faz a interface do LCP e do cartão de controle com o cartão de potência em cada módulo conversor.
6	Módulos Conversores	É possível instalar 2 ou 4 módulos conversores em paralelo para criar um sistema de conversores.
7	Kit de barramento (opcional)	Utilizado para conectar o motor, a rede elétrica e os terminais de aterramento dos módulos conversores em paralelo. O kit pode ser solicitado na Danfoss como um kit opcional ou fabricado pelo fabricante do painel.
8	Resfriamento de entrada inferior/saída traseira (opcional)	Utilizado para direcionar o ar de entrada pela base do gabinete, através do canal traseiro do módulo de conversor e através do topo do gabinete. Reduz o calor dentro do gabinete em 85%. O kit pode ser solicitados na Danfoss como um kit opcional. Veja *capétulo 4.5.1 Exemplos de resfriamento do canal traseiro*.

Ilustração 4.4 Visão geral do sistema de 4 conversores sem blindagens de EMI/EMC

4.5 Exemplos de resfriamento do canal traseiro

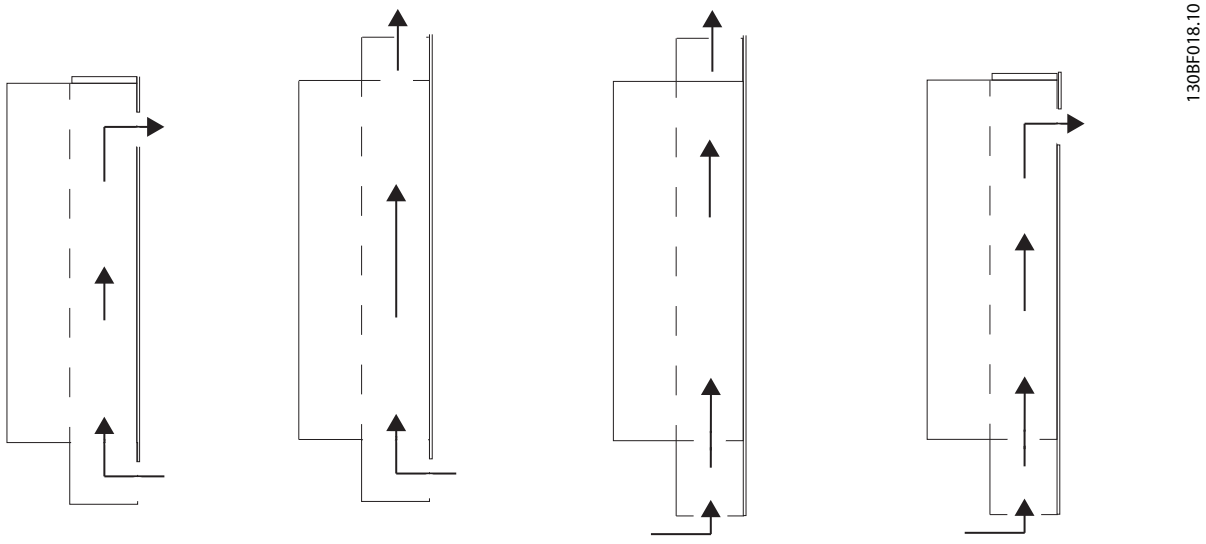
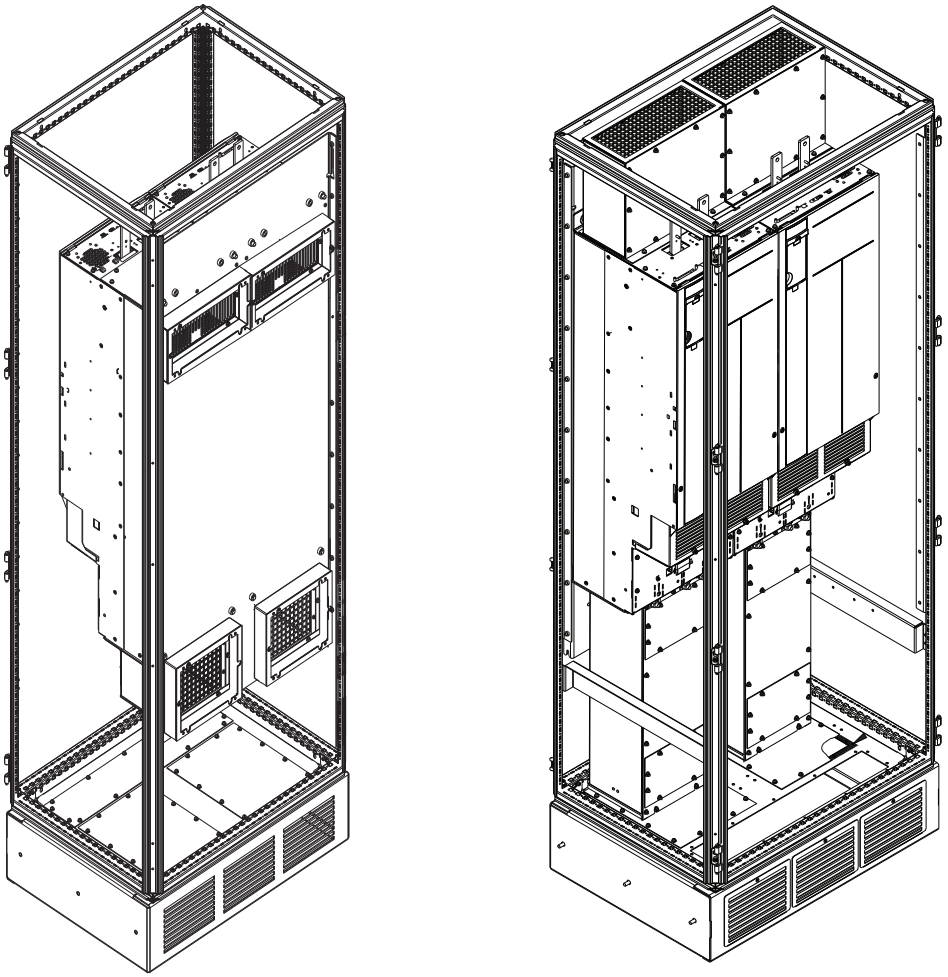


Ilustração 4.5 Fluxo de ar do kit de resfriamento (da esquerda para a direita), entrada traseira/saída superior, entrada inferior/saída superior, entrada inferior/saída traseira



130BF019.11

Ilustração 4.6 Gabinete de 2 conversores com kit de resfriamento de entrada traseira/saída traseira (esquerda) e entrada inferior/saída superior (direita)

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

5 Recursos do produto

5.1 Funções automatizadas

Essas funções automatizadas são divididas em 3 categorias:

- Ativadas por padrão, porém, podem ser desabilitadas por programação.
- Desabilitadas por padrão, porém, podem ser ativadas por programação.
- Sempre ativadas.

5.1.1 Otimização Automática de Energia

Otimização automática de energia (AEO) é utilizada em aplicações de HVAC. Este dispositivo orienta o conversor de frequência para continuamente monitorar a carga do motor 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 pela maior eficiência, aquecimento reduzido e operação mais silenciosa. Não há necessidade de selecionar uma curva V/Hz porque o conversor de frequência ajusta automaticamente a tensão do motor.

5.1.2 Modulação da frequência de chaveamento automática

O conversor de frequência gera pulsos elétricos curtos para formar um padrão de onda CA. A frequência da portadora é a taxa desses pulsos. Uma frequência da portadora baixa (taxa de pulso baixa) causa ruído no motor, tornando preferível uma frequência da portadora mais alta. Uma frequência da portadora alta, no entanto, gera calor no conversor de frequência que pode limitar a quantidade de corrente disponível ao motor. O uso de transistores bipolares do gate isolados (IGBT) significa chaveamento de velocidade alta.

A modulação de frequência de chaveamento automática regula essas condições automaticamente para fornecer a frequência da portadora mais alta sem causar sobreaquecimento ao conversor de frequência. Fornecendo uma frequência da portadora alta 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 a demanda solicitar.

5.1.3 Derating automático para frequência da portadora alta

O conversor de frequência foi projetado para a operação de carga total contínua entre frequências da portadora entre as frequências mínimas e máximas mostradas em *Tabela 5.1*. Se a frequência da portadora for maior que a frequência máxima, a corrente de saída do conversor de frequência será reduzida automaticamente.

Potência kW (hp)	frequência de chaveamento Hz	Mínimo Hz	Máximo Hz	Configuração de fábrica Hz
250 (350)	3000	2000	8000	3000
315 (450)	2000	1500	6000	2000
355 (500)	2000	1500	6000	2000
400 (550)	2000	1500	6000	2000
450 (600)	2000	1500	6000	2000
500 (650)	2000	1500	6000	2000
560 (750)	2000	1500	6000	2000
630 (900)	2000	1500	6000	2000
710 (1000)	2000	1500	6000	2000
800 (1200)	2000	1500	6000	2000

Tabela 5.1 Faixas operacionais de frequência da portadora para 380-500 V

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Potência kW (hp)	frequência de chaveamento Hz	Mínimo Hz	Máximo Hz	Configuração de fábrica Hz
250 (300)	3000	2000	8000	3000
315 (350)	2000	1500	6000	2000
355 (400)	2000	1500	6000	2000
400 (400)	2000	1500	6000	2000
500 (500)	2000	1500	6000	2000
560 (600)	2000	1500	6000	2000
630 (650)	2000	1500	6000	2000
710 (750)	2000	1500	6000	2000
800 (950)	2000	1500	6000	2000
900 (1050)	2000	1500	6000	2000
1000 (1150)	2000	1500	6000	2000

Tabela 5.2 Faixas operacionais de frequência da portadora para 525-690 V

5.1.4 Derating automático para superaquecimento

O derating de superaquecimento automático funciona para evitar o desarme do conversor de frequência em alta temperatura. Os sensores de temperatura interna medem as condições para proteger os componentes de potência de superaquecimento. O conversor pode reduzir automaticamente a frequência da portadora para manter sua temperatura operacional dentro dos limite de segurança. Após a redução da frequência de chaveamento, o conversor de frequência também pode reduzir a frequência de saída e a corrente em até 30% para evitar um desarme por superaquecimento.

5.1.5 Rampa automática

Um motor tentando acelerar uma carga muito rapidamente para a corrente disponível pode causar o desarme do conversor de frequência. O mesmo é verdadeiro para uma desaceleração muito rápida. A rampa automática protege contra esse cenário estendendo a taxa de rampa do motor (aceleração ou desaceleração) para corresponder com a corrente disponível.

5.1.6 Controle de limite de corrente

Quando uma carga exceder a capacidade da corrente de operação normal do conversor de frequência (de um conversor ou motor subdimensionado), o limite de corrente reduz a frequência de saída para diminuir a velocidade do motor e reduzir a carga. Um temporizador ajustável está disponível para limitar a operação nessa condição durante 60 s ou menos. O limite padrão da fábrica é 110% da corrente nominal do motor para minimizar a tensão da sobrecarga de corrente.

5.1.7 Proteção contra Curto-Circuito

O conversor de frequência fornece proteção inerente contra curto-circuito com um circuito de desarme por falha de atuação rápida. A corrente é medida em cada uma das três fases de saída. Após 5–10 ms, se a corrente exceder o valor permitido, todos os transistores do inversor são desabilitados. Esse circuito fornece a detecção de corrente mais rápida e a melhor proteção contra desarme por distúrbios. Um curto-circuito entre duas fases de saída pode causar um desarme de sobrecarga de corrente.

5.1.8 Proteção de falha de aterramento

Após receber feedback de sensores de corrente, o circuito de controle soma as correntes trifásicas de cada módulo de conversor. Se a soma de todas as três correntes de fase for diferente de 0, indica uma corrente de fuga. Se o desvio de 0 exceder uma quantidade predeterminada, o conversor de frequência emite um alarme de falha de aterramento.

5.1.9 Desempenho de flutuação de potência

O conversor de frequência resiste às flutuações da rede elétrica, como:

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

O conversor de frequência compensa automaticamente para tensões de entrada de ±10% da nominal para fornecer torque e tensão nominal do motor total. Com a nova partida automática selecionada, o conversor de frequência é energizado automaticamente após um desarme da tensão. E com o flying start, o conversor de frequência sincroniza a rotação do motor antes da partida.

5.1.10 Motor de partida suave

O conversor de frequência fornece a quantidade correta de corrente para o motor para superar a inércia da carga e fazer o motor adquirir velocidade. Isso evita que a tensão de rede total seja aplicada a um motor parado ou em funcionamento lento, o que gera uma corrente alta e calor. Este recurso de partida suave herdado reduz a carga térmica e o estresse mecânico, prolonga a vida útil do motor e fornece uma operação do sistema mais silenciosa.

5

5.1.11 Amortecimento de ressonância

O ruído de ressonância do motor de alta frequência pode ser eliminado através de amortecimento de ressonância. Está disponível o amortecimento de frequência selecionado manualmente ou automaticamente.

5.1.12 Ventiladores controlados por temperatura

Os ventiladores de resfriamento internos são controlados por temperatura por sensores no conversor de frequência. O ventilador de resfriamento com frequência não está em funcionamento durante a operação de carga baixa ou quando estiver no sleep mode ou no modo de espera. Esse recurso reduz o ruído, aumenta eficiência e prolonga a vida operacional do ventilador.

5.1.13 Conformidade com o EMC

A Interferência eletromagnética (EMI) ou a Interferência de radiofrequência (RFI) é um distúrbio que pode afetar um circuito elétrico devido a indução eletromagnética ou a radiação ou de uma fonte externa. O conversor de frequência foi projetado para atender a norma para produtos de EMC para IEC/EN 61800-3. Para obter mais informações sobre o desempenho de EMC, consulte *capétulo 9.2 Resultados de teste de EMC*.

5.2 Funções programáveis

As funções a seguir são as funções mais comuns programadas para uso no conversor de frequência para desempenho melhorado do sistema. Eles exigem o mínimo de programação ou configuração. Saber que essas funções estão disponíveis pode otimizar o projeto do sistema e possivelmente evitar a introdução de componentes ou funcionalidades redundantes. Consulte o *Guia de Programação* específico do produto 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 usado para medir as características do motor. A AMA fornece um modelo eletrônico preciso do motor. Isso permite que o conversor de frequência calcule o desempenho ideal e a eficiência do motor. Realizar o procedimento AMA também maximiza o recurso de otimização de energia automática do conversor de frequência. A AMA é realizada sem o motor em rotação e sem desacoplar a carga do motor.

5.2.2 Proteção Térmica do Motor

A proteção térmica do motor pode ser fornecida de duas maneiras:

Um método usa um termistor do motor. O conversor de frequência monitora a temperatura do motor conforme a velocidade e a carga variam para detectar condições de superaquecimento.

O outro método calcula a temperatura do motor medindo a corrente, a frequência e o tempo de operação. O conversor de frequência 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 de frequência parar o motor, reduzir a saída ou ignorar a condição. Mesmo em velocidades baixas, o conversor de frequência atende os padrões de sobrecarga do motor eletrônica I^2t Classe 20.

5.2.3 Controlador PID incorporado

O controlador proporcional, integral, derivativo (PID) integrado está disponível, eliminando 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 de frequência pode fornecer controle autoconfiante da velocidade do motor em resposta ao sinal de feedback de sensores remotos.

O conversor de frequência acomoda dois sinais de feedback de dois dispositivos diferentes. Esse recurso permite regular um sistema com diferentes requisitos de feedback. O conversor de frequência toma decisões de controle comparando os dois sinais para otimizar o desempenho do sistema.

5.2.4 Nova Partida Automática

O conversor de frequência pode ser programado para reiniciar o motor automaticamente após um desarme de pouca gravidade, 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

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

novas partidas e a duração entre as tentativas pode ser limitada.

5.2.5 Flying Start

O flying start permite ao conversor de frequência sincronizar com um motor em operação girando até a velocidade total, em qualquer sentido. Esse recurso evita desarme devido à retirada de sobrecarga de corrente. Ele minimiza a tensão mecânica para o sistema, pois o motor não recebe mudança repentina de velocidade quando o conversor de frequência é iniciado.

5.2.6 Sleep Mode

O Sleep mode para o motor automaticamente quando a demanda estiver em um nível baixo durante um intervalo de tempo especificado. Quando a demanda do sistema aumentar, o conversor reinicia o motor. O sleep mode fornece economia de energia e reduz o desgaste do motor. Ao contrário de um relógio setback, o conversor está sempre disponível para operar quando a demanda de despertar predefinida for alcançada.

5.2.7 Funcionamento permissivo

O conversor pode aguardar por um sinal de sistema pronto antes de iniciar. Quando este recurso estiver ativo, o conversor permanece parado até receber permissão para iniciar. O funcionamento permissivo garante que o sistema ou equipamento auxiliar está no estado adequado antes do conversor ter permissão para dar partida no motor.

5.2.8 Torque total em velocidade reduzida

O conversor de frequência 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. Essa curva de torque variável é diferente dos conversores de torque variável que fornecem torque do motor reduzido em velocidade baixa ou conversores de torque constante que fornecem tensão, calor e ruído do motor em excesso a menos que a velocidade total.

5.2.9 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 de frequência tem 4 larguras de banda de frequência de bypass programáveis. Essas larguras de banda permitem que o motor desenvolva velocidades que induzem ressonância do sistema.

5.2.10 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 protegê-lo de condensação e de partida a frio. Isso pode eliminar a necessidade de um aquecedor de espaço.

5.2.11 4 Setups Programáveis

O conversor de frequência tem 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. A configuração ativa é mostrada no LCP.

Os dados de setup podem ser copiados de conversor de frequência para conversor de frequência por download das informações do LCP removível.

5.2.12 Freio CC

Algumas aplicações podem exigir a frenagem de um motor até reduzir ou parar. Aplicar corrente CC ao motor freia o motor e pode eliminar a necessidade de um freio de motor separado. O freio CC pode ser programado para ativar a uma frequência predeterminada ou após receber um sinal. A taxa de frenagem também pode ser programada.

5.2.13 Torque de partida elevado

Para alta inércia ou altas cargas de atrito, há torque extra disponível para partida. A corrente dissidente de 110% ou 160% do máximo pode ser configurada para um período limitado de tempo.

5.2.14 Bypass

Um bypass automático ou manual é uma opção disponível. O bypass permite ao motor operar em velocidade total quando o conversor de frequência não estiver em operação e permite a manutenção de rotina ou bypass de emergência.

5.2.15 Ride-through da perda de energia

Durante uma perda de energia, o conversor de frequência continua a girar o motor até a tensão do barramento CC cair abaixo do nível mínimo operacional, que corresponde a 15% abaixo da tensão nominal mais baixa do conversor. Conversores de frequência são classificados para operação a 380–460 V, 550–600 V e alguns a 690 V. O tempo de ride-through da perda de energia depende, após a carga,

do conversor de frequência e da tensão de rede no momento da perda de energia.

5.2.16 Sobrecarga

Quando o torque necessário para manter ou acelerar para a uma determinada de frequência exceder o limite de corrente, o conversor de frequência tenta continuar a operação. Ele reduz automaticamente a taxa de de aceleração ou reduz a frequência de saída. Se a demanda de sobrecorrente não for reduzida o suficiente, o conversor de frequência desliga e exibe uma falha dentro de 1,5 s. O nível do limite de corrente é programável. O atraso do desarme de sobrecorrente é utilizado para especificar o tempo que o conversor de frequência opera no limite de corrente antes de ser desligado. O nível do limite pode ser programado entre 0–60 s, ou para operação infinita, sujeito ao conversor de frequência e à proteção térmica do motor.

5.3 Safe Torque Off (STO)

O VLT® AutomationDrive FC 302 está disponível com a funcionalidade Safe Torque Off via terminal de controle 37. A função STO está disponível em VLT® Drive HVAC FC 102 e AQUA Drive do VLT® FC 202.

O STO desabilita a tensão de controle dos semicondutores de potência do estágio de saída do conversor de frequência, o que por sua vez impede a geração da tensão necessária para girar o motor. Quando Safe Torque Off (T 37) for ativado, o conversor de frequência emite um alarme, desarma a unidade e faz parada por inércia do motor. É necessário nova partida manual. A função Safe Torque Off pode ser usada para parar o conversor de frequência em situações de parada de emergência. No modo de operação normal, quando o Safe Torque Off não for necessário, use a função de parada normal. Quando nova partida automática for utilizada, os requisitos de acordo com a ISO 12100-2 parágrafo 5.3.2.5 deverão ser atendidos.

A função Safe Torque Off com VLT® AutomationDrive FC 302 pode ser usada em motores assíncronos, síncronos e de ímã permanente. É possível ocorrer duas falhas nos semicondutores de potência. Ao ocorrerem duas falhas no semicondutor de potência ao utilizar motores de imã permanente síncronos, podem causar uma rotação residual no motor. A rotação pode ser calculada como ângulo = 360/(número de polos). A aplicação que usar motores síncronos ou motor de imã permanente deve levar essa possibilidade em consideração e assegurar que esse cenário não seja um problema crítico de segurança. Esta situação não é aplicável a motores assíncronos.

5.3.1 Condições de Disponibilidade

O usuário é responsável por garantir que os técnicos saibam como instalar e operar a função 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 nesta descrição e a descrição estendida no *Guia de Operação VLT® Frequency Converters – Safe Torque Off* .
- Ter bom conhecimento das normas genéricas e de segurança da aplicação específica.

O usuário é definido como integrador, operador, serviço e equipe de manutenção.

5.3.2 Informações Complementares

Para obter mais informações sobre Safe Torque Off, incluindo instalação e colocação em funcionamento, consulte o *Guia de Operação dos VLT® Frequency Converters – Safe Torque Off.*

5.3.3 Instalação de Dispositivo de Segurança Externo Combinado com VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

Se o módulo MCB 112 de termistor ex-certificado, que utiliza o terminal 37 como canal de desligar relacionado à segurança, estiver conectado, a saída X44/12 do MCB 112 deve ser combinada com um sensor relacionado à segurança (tecla de parada de emergência ou chave de proteção de segurança) que ativa o Safe Torque Off. A saída para o terminal 37 de Safe Torque Off está alta (24 V) somente se tanto o sinal da saída MCB 112 X44/12 quanto o sinal do sensor relacionado a segurança estiverem altos. Se pelo menos um dos dois sinais estiverem baixos, a saída para terminal 37 também deverá estar baixa. O dispositivo de segurança com essa lógica E deve estar em conformidade com a IEC 61508, SIL 2. A conexão da saída do dispositivo de segurança com lógica E segura ao terminal 37 de Safe Torque Off deve ser protegida contra curto-circuito. *Ilustração 5.1* mostra uma entrada de nova partida do dispositivo de segurança externo. Nessa instalação, por exemplo, programe *[7] PTC 1 e Relé W* ou *[8] PTC 1 e Relé A/W* em *parâmetro 5-19 Terminal 37 Parada Segura*. Consulte as *Instruções de utilização do VLT® PTC Thermistor Card MCB 112* para obter mais detalhes.

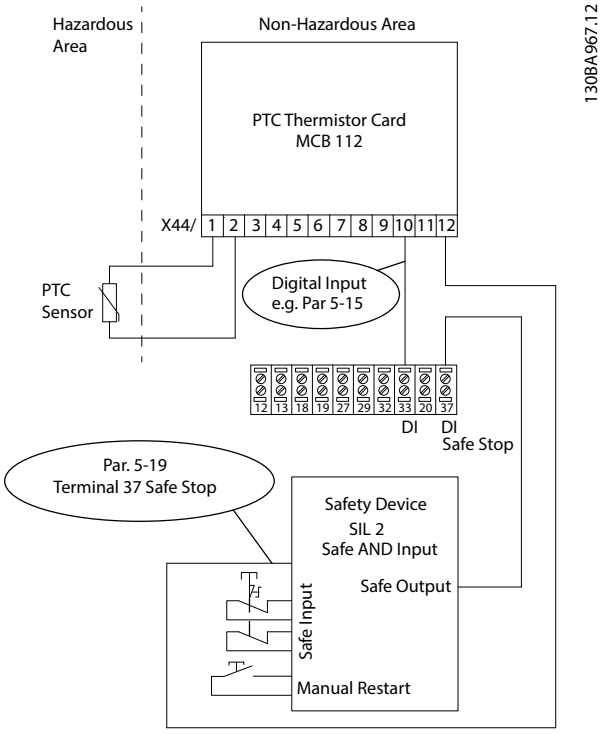


Ilustração 5.1 A ilustração dos aspectos essenciais para instalar uma combinação de aplicação de Safe Torque Off e uma aplicação de MCB 112

Programação do parâmetro para dispositivo de segurança externo com MCB 112

Se MCB 112 estiver conectado, as seleções adicionais *[4]* a *[9]* tornam-se possíveis para *parâmetro 5-19 Terminal 37 Parada Segura* (Terminal 37 Safe Torque Off).

As seleções *[1]* Alarme de parada segura* e *[3] Advertência de parada segura* em *parâmetro 5-19 Terminal 37 Parada Segura* ainda estão disponíveis, mas são para instalações sem MCB 112 ou quaisquer dispositivos de segurança externos. Se *[1]* Alarme de parada segura* ou *[3] Advertência de parada segura* em *parâmetro 5-19 Terminal 37 Parada Segura* forem selecionados por engano e MCB 112 for disparado, o conversor de frequência responde com o *alarme 72, Falha perigosa* e realiza parada por inércia do conversor de frequência com segurança, sem nova partida automática.

As seleções *[4] PTC 1 Alarme* e *[5] PTC 1 Advertência* em *parâmetro 5-19 Terminal 37 Parada Segura* são selecionadas quando MCB 112 usa o Safe Torque Off. Se a seleção *[4]* ou *[5]* em *parâmetro 5-19 Terminal 37 Parada Segura* for escolhida acidentalmente e o dispositivo de segurança externo disparar Safe Torque Off, o conversor de frequência responde com um *alarme 72, Falha Perigosa* e faz parada por inércia do conversor de frequência com segurança, sem nova partida automática.

As seleções *[6]* a *[9]* em *parâmetro 5-19 Terminal 37 Parada Segura* devem ser escolhidas para a combinação de dispositivo de segurança externo com MCB 112.

AVISO!

***[7] O PTC 1 e Relé W* e o *[8] PTC 1 e Relé A/W* em *parâmetro 5-19 Terminal 37 Parada Segura* abrem a nova partida automática quando o dispositivo de segurança externo for novamente desabilitado.**

A nova partida automática somente é permitida nos seguintes casos:

- A prevenção de nova partida acidental é implementada por outras partes da instalação do Safe Torque Off.
- Uma presença na zona de perigo pode ser fisicamente excluída quando Safe Torque Off não estiver ativado. Em particular, o parágrafo 5.3.2.5 of ISO 12100-2 2003 deve ser observado.

Consulte *capétulo 7.3.11 VLT® PTC Thermistor Card* e o *Guia de Operação do VLT® PTC Thermistor Card MCB 112* para obter mais informações sobre MCB 112.

5.4 Monitoramento do sistema

O conversor de frequência monitora diversos aspectos da operação do sistema, incluindo:

- Condições da rede elétrica.
- Carga do motor e desempenho.
- Status do conversor de frequência.

Uma advertência ou um alarme não indica necessariamente um problema no próprio conversor de frequência. Pode ser uma condição fora do conversor de frequência que está sendo monitorada para limites de desempenho. O conversor de frequência possui diversas respostas de falha, advertência e alarme pré-programadas. Funções adicionais de alarme e advertência podem ser selecionados para melhorar ou modificar o desempenho do sistema.

Esta seção descreve o alarme comum e as funções de advertência. Saber que essas funções estão disponíveis pode otimizar o projeto do sistema e possivelmente evitar a introdução de componentes ou funcionalidades redundantes.

5.4.1 Operação no superaquecimento

Por padrão, o conversor de frequência emite um alarme e desarma com superaquecimento. Se *Derate automático* e *Advertência* estiverem selecionados, o conversor de frequência alerta sobre a condição, mas continua funcionando e tenta se resfriar primeiro reduzindo sua frequência de chaveamento. Em seguida, se necessário, ele reduz a frequência de saída.

5.4.2 Advertência de referência alta e baixa

Em operação de malha aberta, o sinal de referência determina diretamente a velocidade do conversor de frequência. A tela mostra uma advertência de referência alta ou baixa piscando quando o máximo ou o mínimo for atingido.

5.4.3 Advertência de feedback alto e baixo

Em operação de malha fechada, o conversor de frequência monitora os valores de feedback alto e baixo selecionados. A tela mostra uma advertência piscando alto ou baixo quando apropriado. O conversor também pode monitorar sinais de feedback em operação de malha aberta. Apesar de os sinais não afetarem a operação do conversor de frequência em malha aberta, podem ser úteis para a indicação do status do sistema localmente ou via comunicação serial. O conversor de frequência manipula 39 unidades de medida diferentes.

5.4.4 Desbalanceamento da tensão de alimentação ou Perda de Fase

Ripple de corrente excessivo no barramento CC indica desbalanceamento da tensão de alimentação da rede elétrica ou perda de fase. Quando uma fase de potência para o conversor for perdida, o padrão é emitir um alarme e desarmar a unidade para proteger os capacitores do barramento CC. Outras opções são emitir uma advertência e reduzir a corrente de saída para 30% da corrente total ou emitir uma advertência e continuar a operação normal. Operar uma unidade conectada a uma linha desbalanceada pode ser desejável até o desbalanceamento ser corrigido.

5.4.5 Advertência de alta frequência

Útil no escalonamento de equipamento adicional como bombas ou ventiladores de refrigeração, o conversor de frequência pode avisar quando a velocidade do motor estiver alta. Uma configuração de alta frequência específica pode ser inserida no conversor. Quando a saída da unidade exceder a frequência de advertência definida, a unidade exibe uma advertência de alta frequência. Uma saída digital do conversor de frequência pode sinalizar dispositivos externos para ligar.

5.4.6 Advertência de baixa frequência

Útil ao escalonar o equipamento, o conversor de frequência pode alertar quando a velocidade do motor estiver baixa. Uma configuração de baixa frequência específica pode ser selecionada para alertar e desabilitar dispositivos externos. A unidade não emite uma advertência de baixa frequência quando parar ou após a partida até atingir a frequência de operação.

5.4.7 Advertência de alta corrente

Esta função é semelhante à advertência de alta frequência (consulte *capétulo 5.4.5 Advertência de alta frequência*), exceto uma configuração de corrente alta que é usada para emitir uma advertência e ligar o equipamento adicional. A função não está ativa quando parado ou na partida até a corrente de operação definida ser alcançada.

5.4.8 Advertência de corrente baixa

Essa função é semelhante à advertência de corrente baixa (consulte *capétulo 5.4.6 Advertência de baixa frequência*), exceto quando uma configuração de corrente baixa for usada para emitir uma advertência e desabilitar equipamento externo. A função não está ativa quando parado ou na partida até a corrente de operação definida ser alcançada.

5.4.9 Sem carga/Advertência de correia partida

Este recurso pode ser usado para monitorar uma correia V. Após um limite de corrente baixa ser armazenado no conversor, se perda da carga for detectada, o conversor pode ser programado para emitir um alarme e desarmar ou para continuar a operação e emitir uma advertência.

5.4.10 Interface serial perdida

O conversor de frequência pode detectar perda de comunicação serial. Um atraso de tempo de até 18.000 s é selecionável para evitar uma resposta devido a interrupções no barramento de comunicação serial. Quando o atraso for excedido, as opções disponíveis podem:

- Manter sua última velocidade.
- Acessar a velocidade máxima.
- Acessar a velocidade predefinida.
- Parar e emitir uma advertência.

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

6 Especificações

6.1 Dimensões do Módulo de Conversor

6.1.1 Dimensões Externas

Ilustração 6.1 mostra as dimensões do módulo de conversor relacionadas à sua instalação.

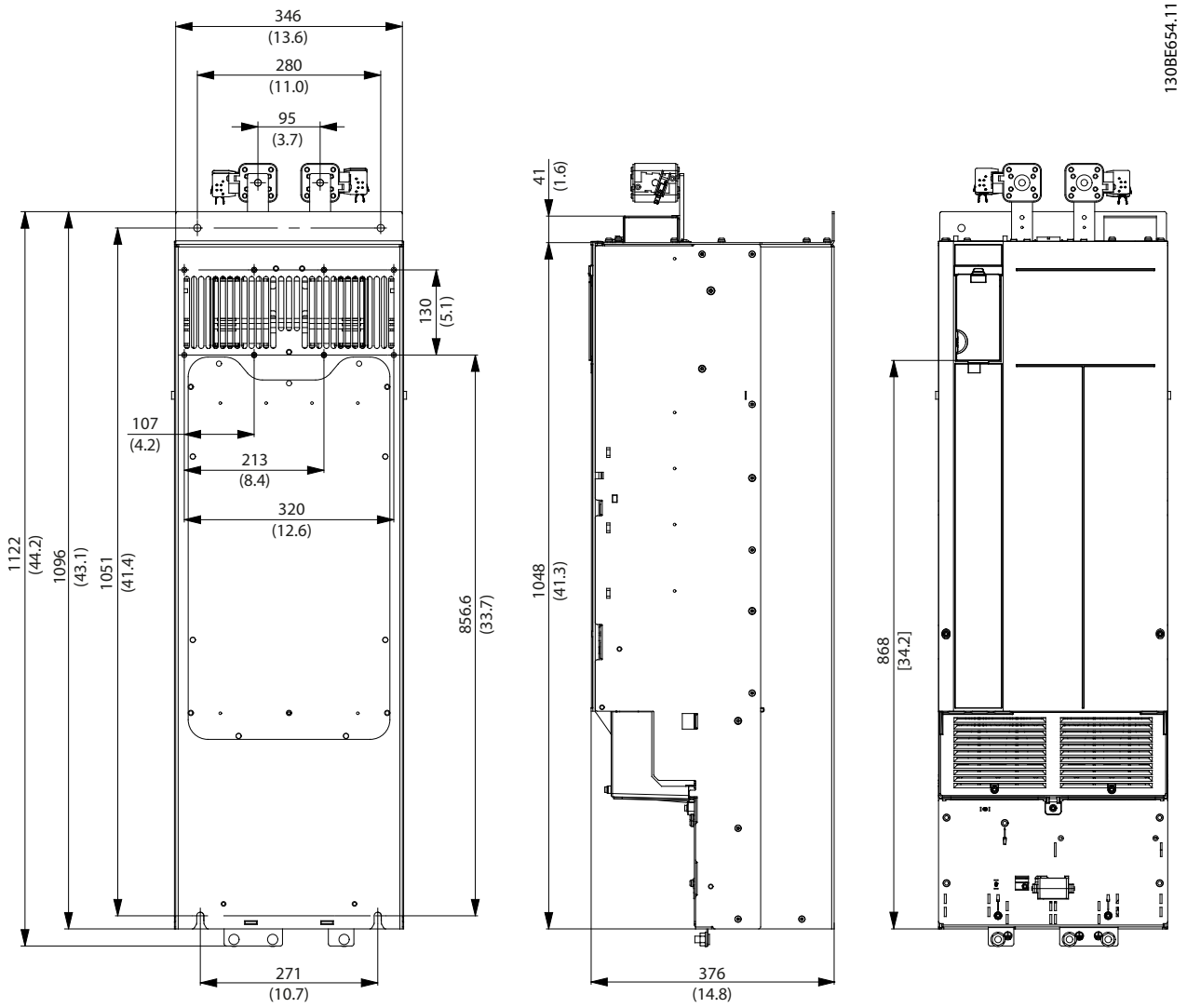


Ilustração 6.1 VLT® Parallel Drive Modules Dimensões da instalação

Descrição	Peso do módulo [kg (lbs.)]	Comprimento X largura x profundidade [mm (pol)]
Módulo conversor	125 (275)	1121,7 x 346,2 x 375 (44,2 x 13,6 x 14,8)

Tabela 6.1 Peso e Dimensões do Módulo de Conversor

6.1.2 Dimensões de Terminal

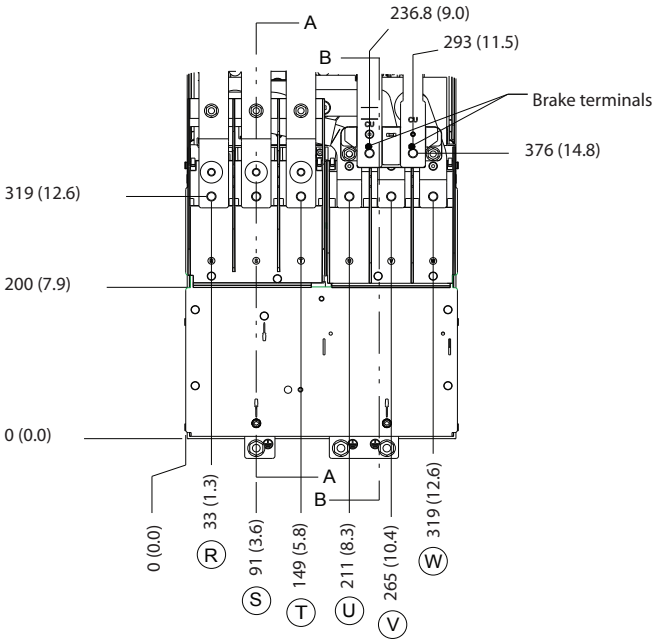


Ilustração 6.2 Dimensões do Terminal do Módulo de Conversor (vista frontal)

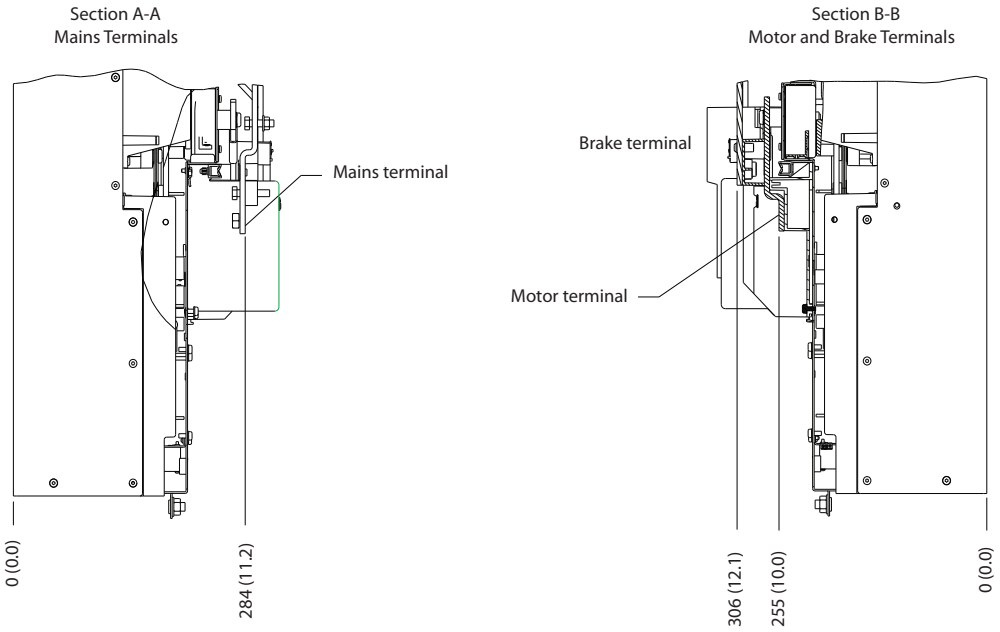


Ilustração 6.3 Dimensões do Terminal do Módulo de Conversor (vista lateral)

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

6.1.3 Dimensões do Barramento CC

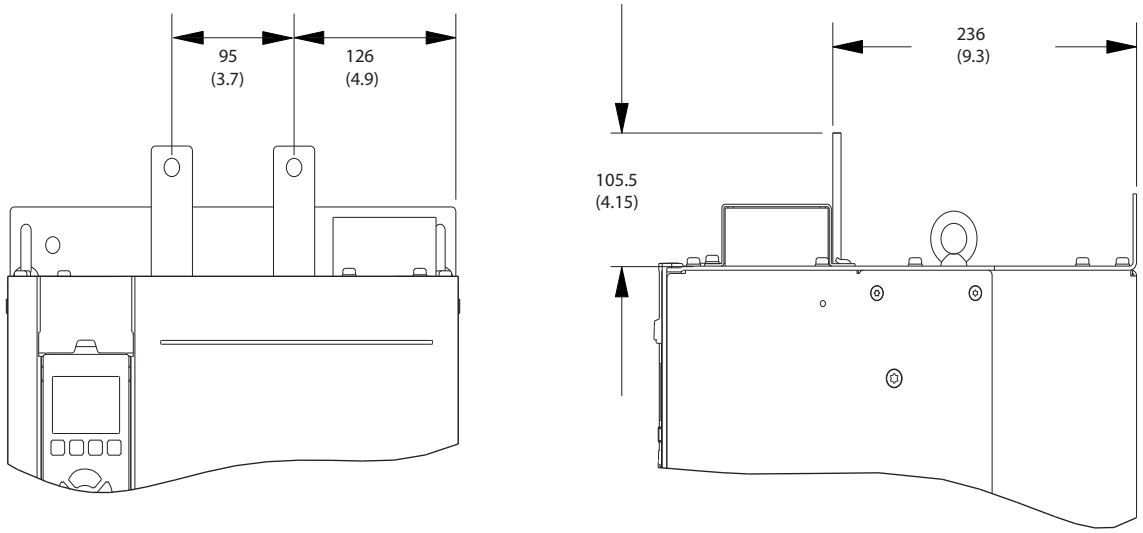


Ilustração 6.4 Dimensões do barramento CC (visões frontal e lateral)

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

6.2 Dimensões da prateleira de controle

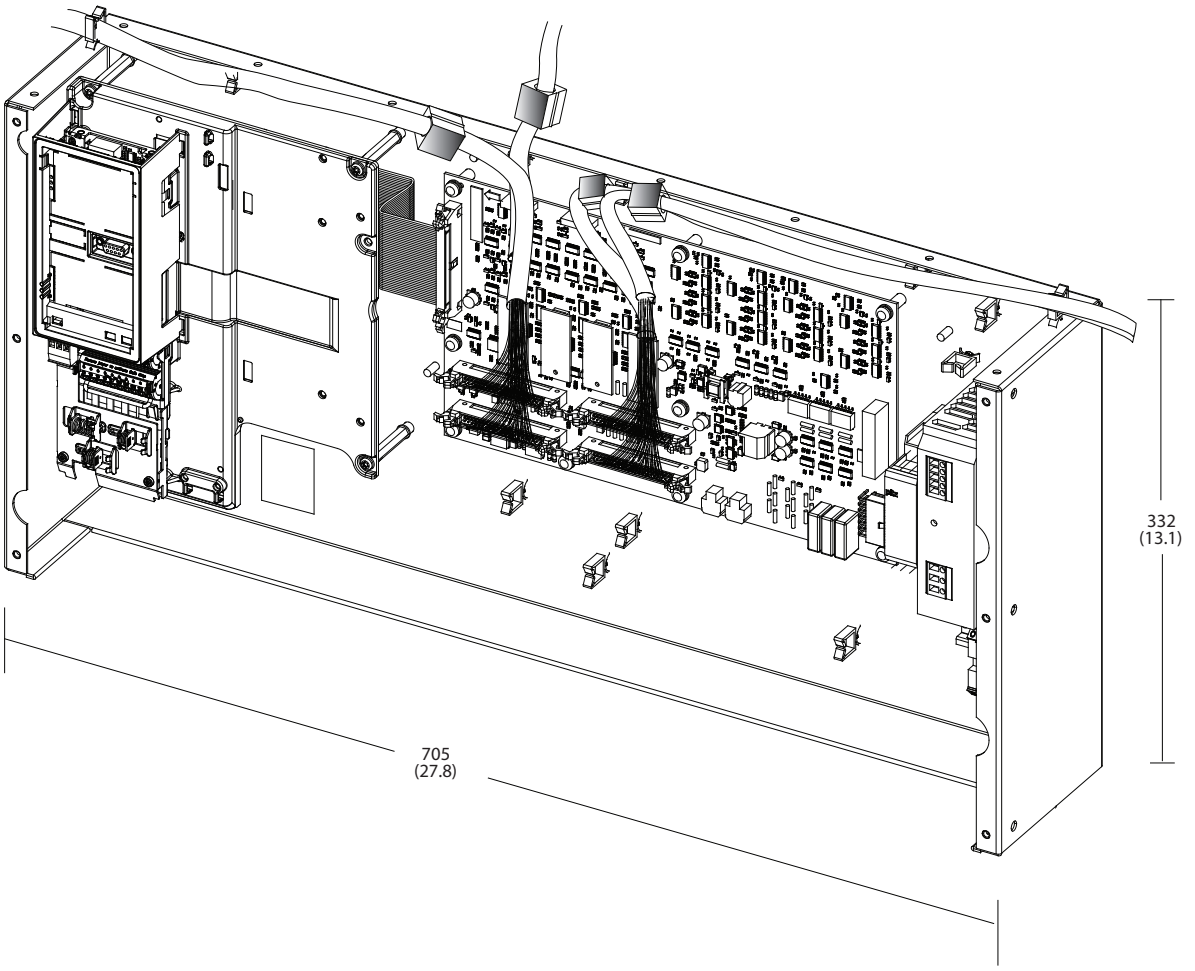


Ilustração 6.5 Dimensões da prateleira de controle

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

6.3 Dimensões do sistema de 2 conversores

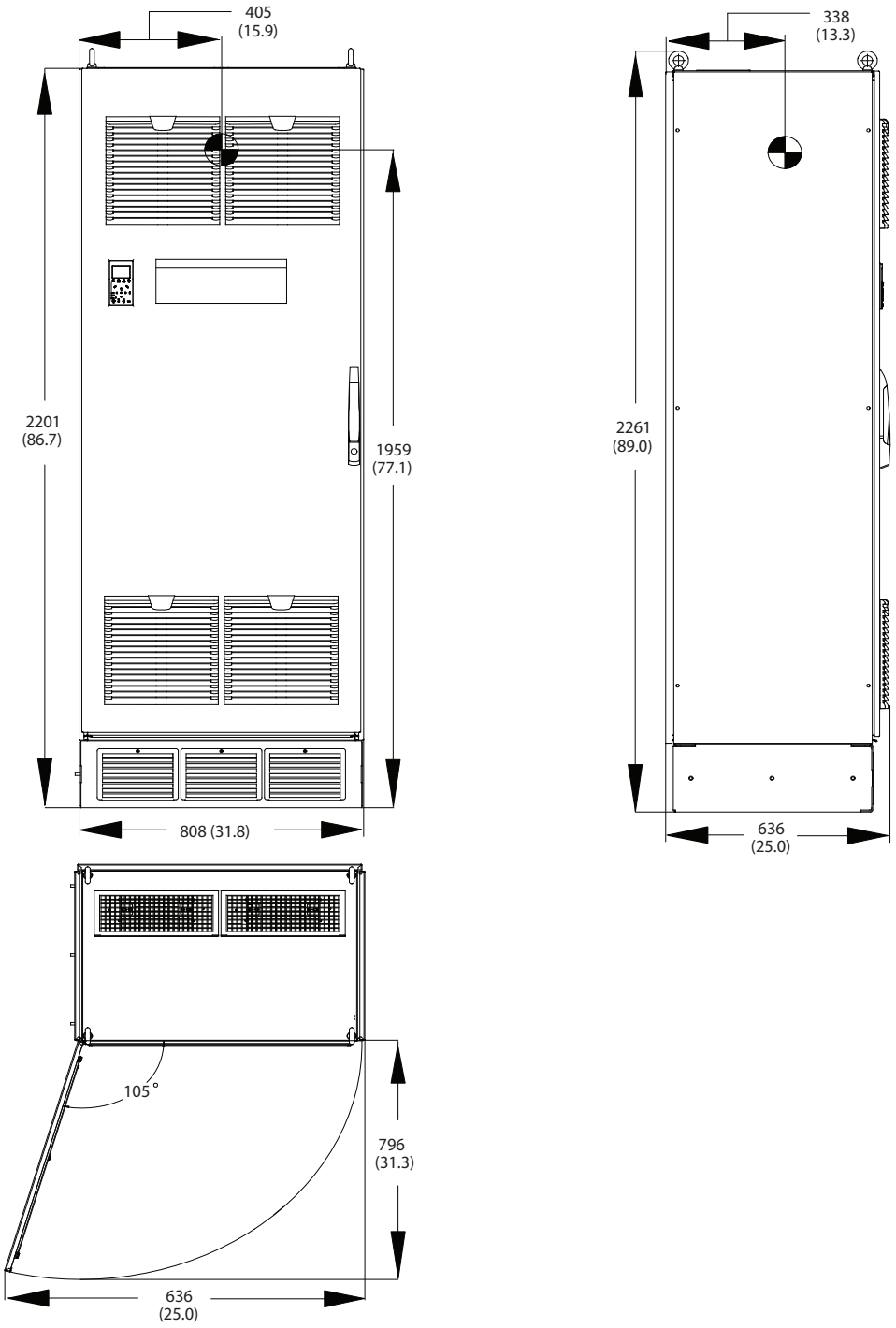
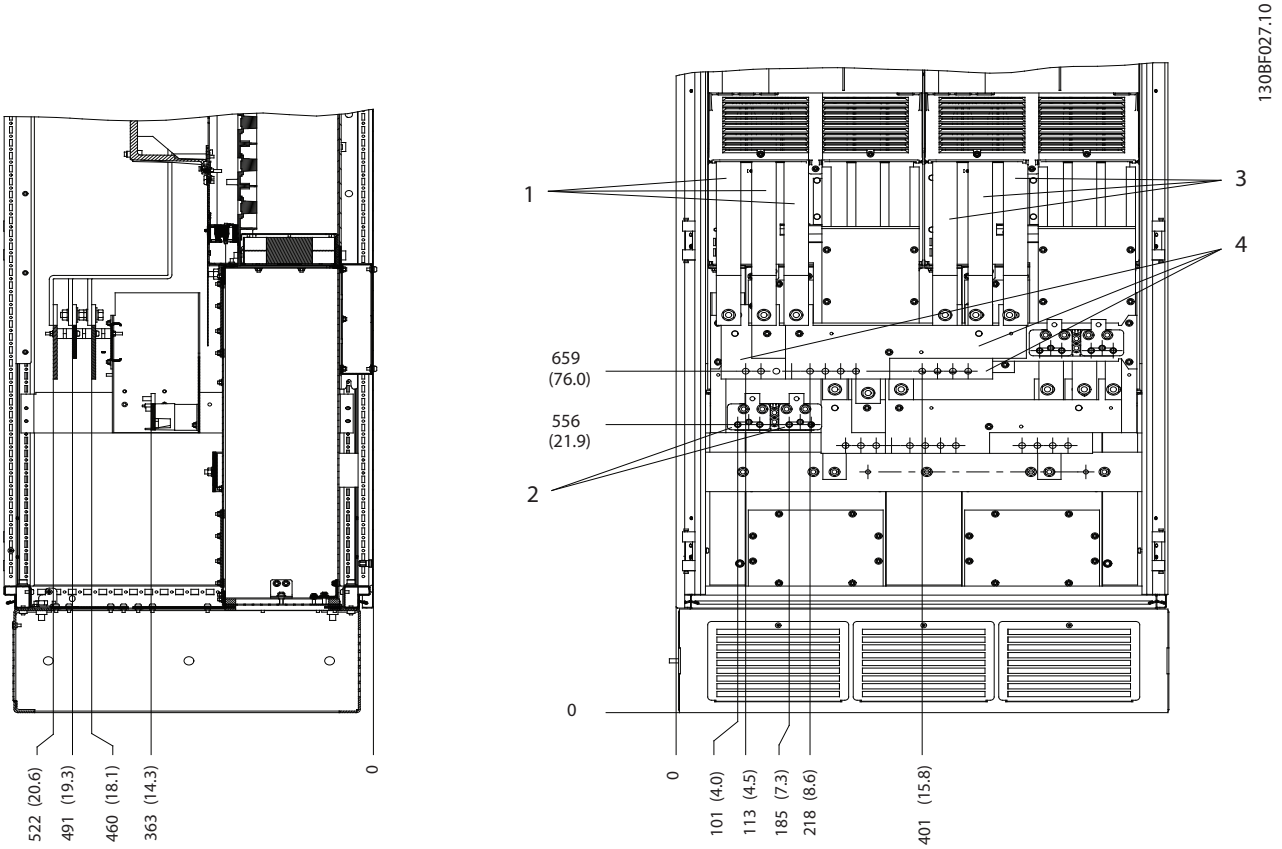


Ilustração 6.6 Dimensões externas do sistema de 2 conversores (visões frontal, lateral e da abertura da porta)

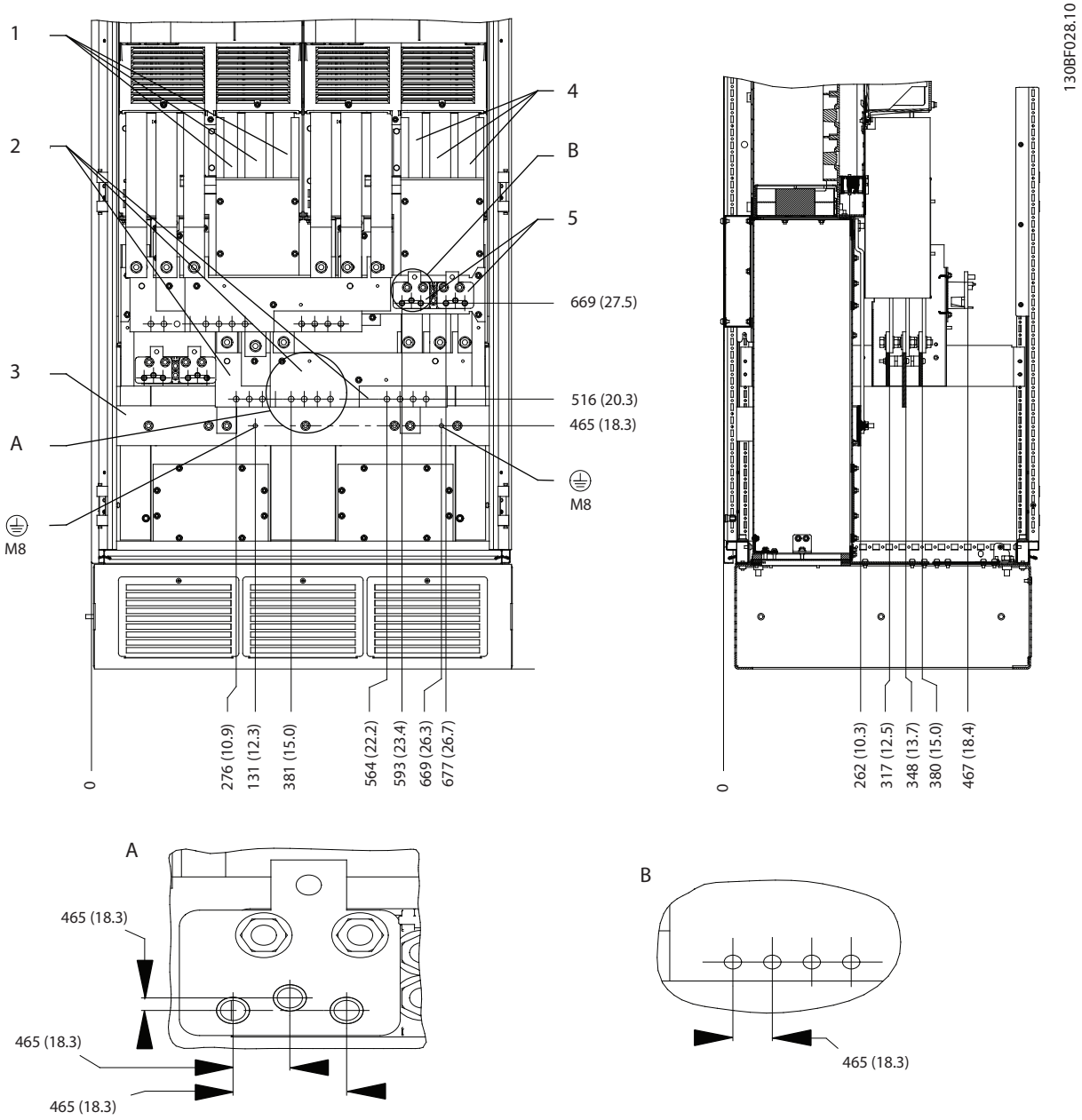
 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.



1	Barramentos do jumper da rede elétrica (módulo 1)	3	Barramentos do jumper da rede elétrica (módulo 2)
2	Terminais do freio	4	Terminais da rede elétrica

Ilustração 6.7 Terminais de rede elétrica do sistema de 2 conversores (Visões lateral e frontal)

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.



1	Barramentos do jumper do motor (módulo 1)	4	Barramentos do jumper do motor (módulo 2)
2	Terminais do motor	5	Terminais do freio
3	Terminais do ponto de aterramento	–	–

Ilustração 6.8 Terminais de aterramento e motor do sistema de 2 conversores (visões frontal e lateral)

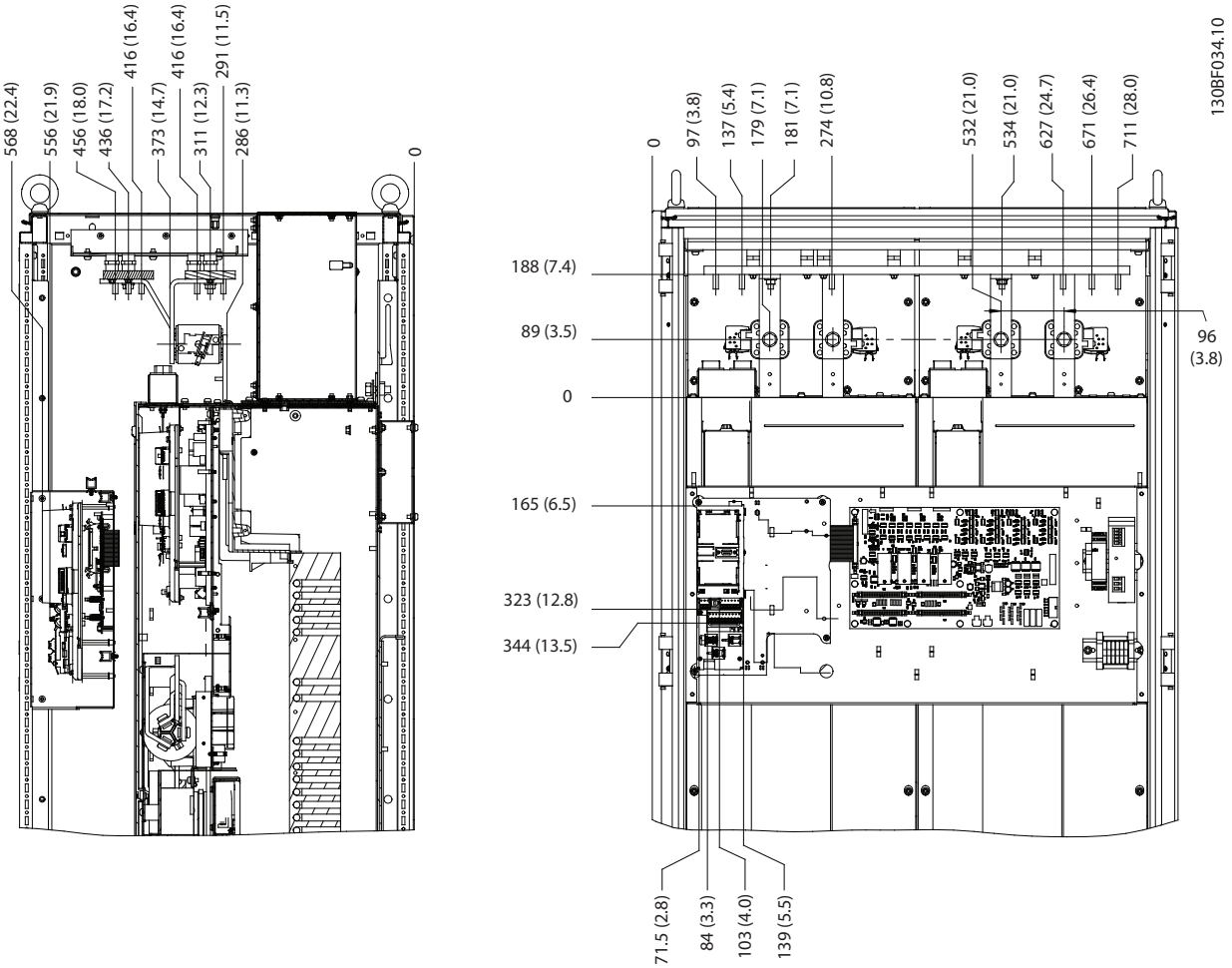


Ilustração 6.9 Relés e barramento CC do sistema de 2 conversores (Visões lateral e frontal)

6.4 Dimensões do sistema de 4 conversores

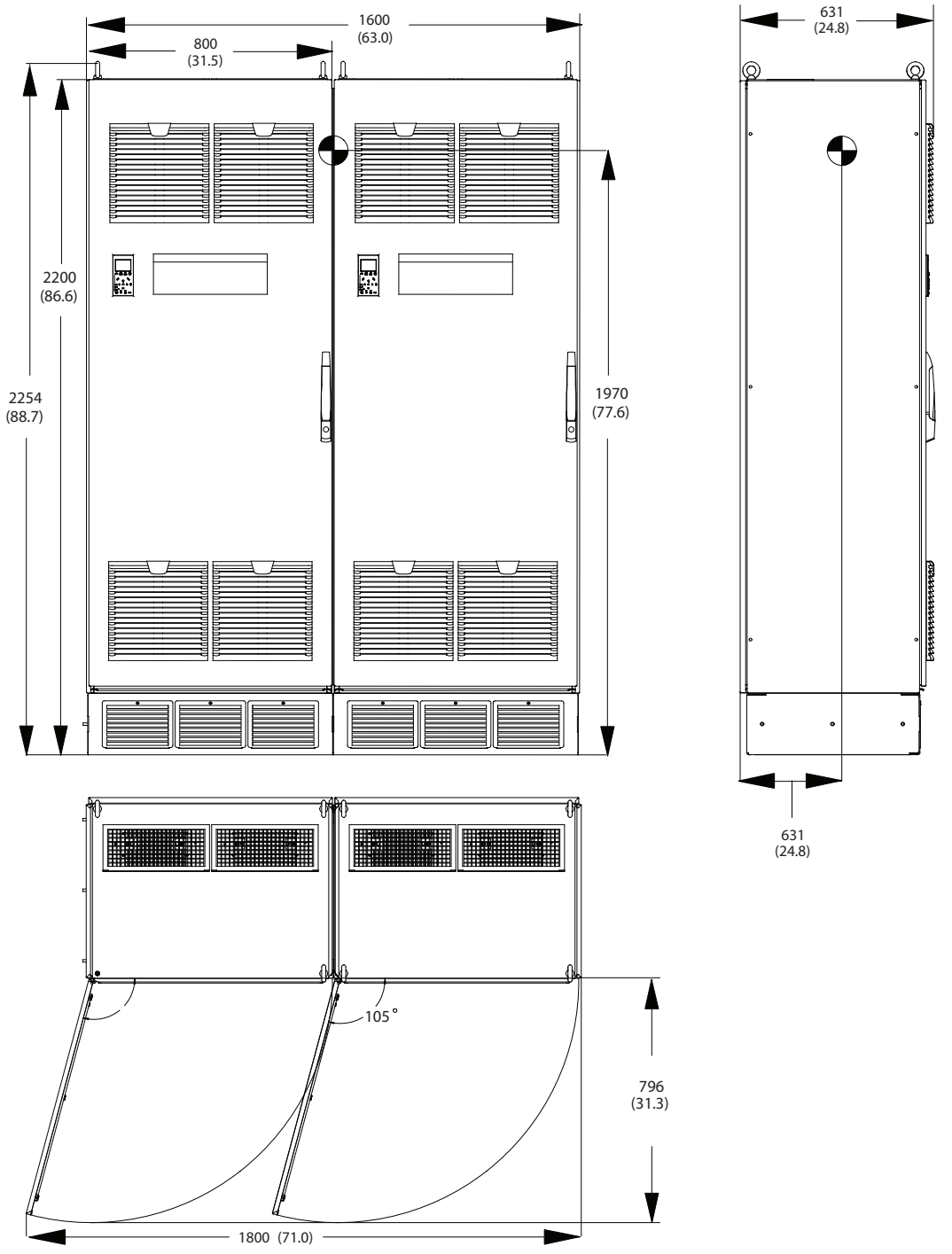


Ilustração 6.10 Dimensões externas do sistema de 4 conversores (visões frontal, lateral e da abertura da porta)

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

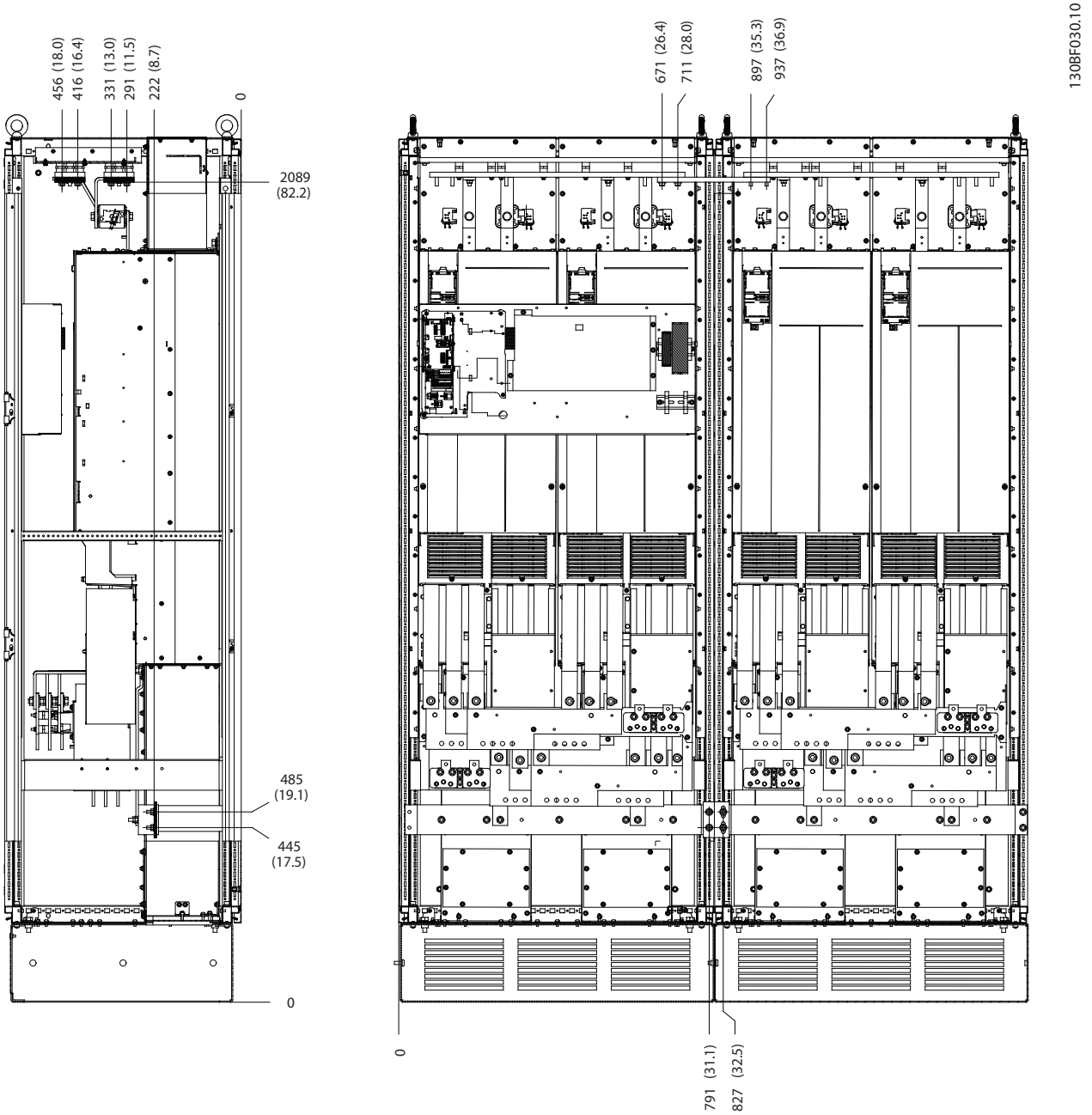
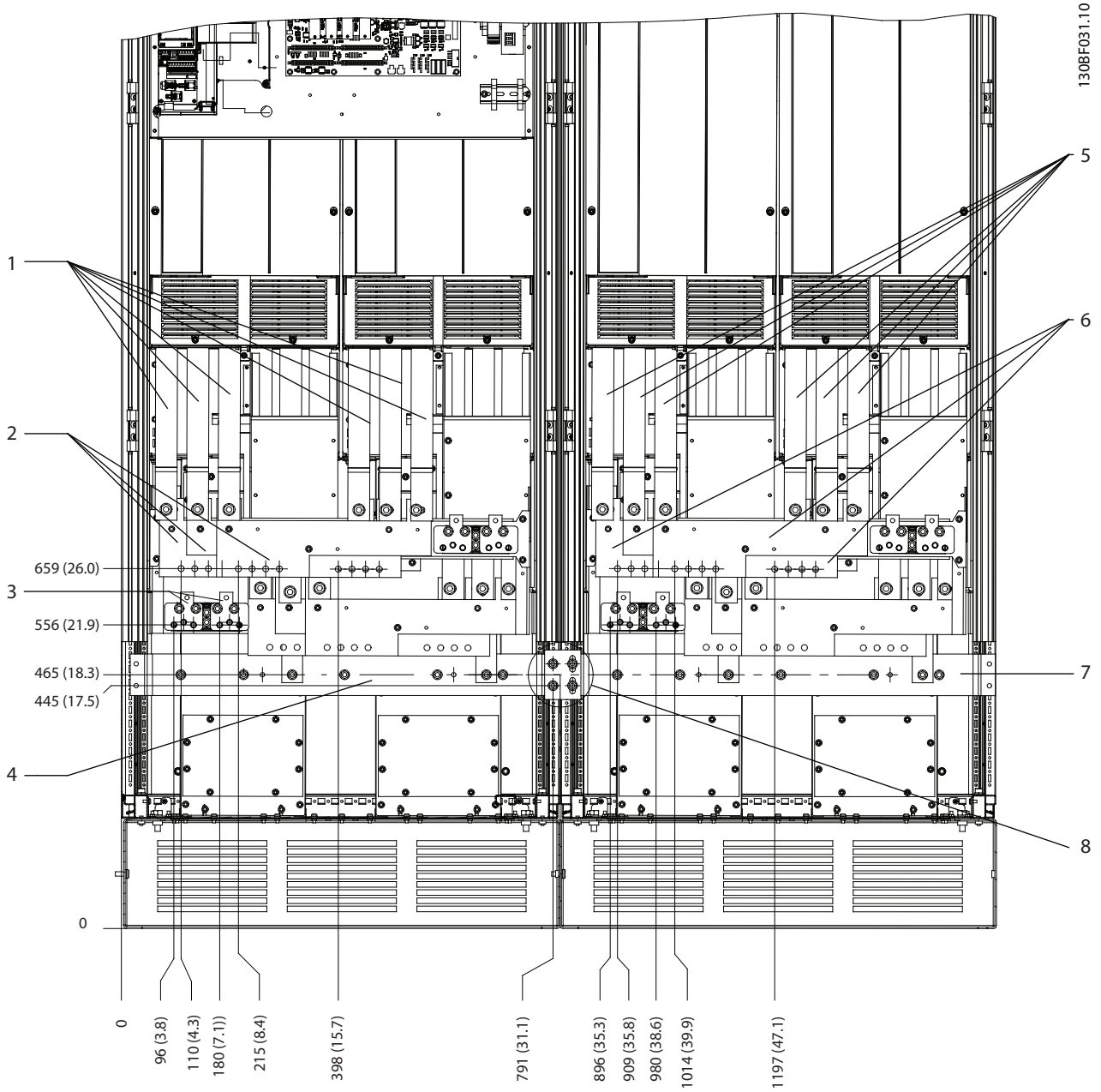


Ilustração 6.11 Conexões do jumper de 4 conversores (Vistas lateral e frontal)



1	Barramentos do jumper da rede elétrica (módulos 1 e 2)	5	Barramentos do jumper da rede elétrica (módulos 3 e 4)
2	Terminais da rede elétrica (módulos 1 e 2)	6	Terminais de rede elétrica (módulos 3 e 4)
3	Terminais do freio (módulos 1 e 2)	7	Terminais de aterramento (módulos 3 e 4)
4	Terminais de aterramento (módulos 1 e 2)	8	Conectando o terminal do terra (consulte *Ilustração 6.13*)

Ilustração 6.12 Terminais de aterramento e da rede elétrica do sistema de 4 conversores (vista frontal)

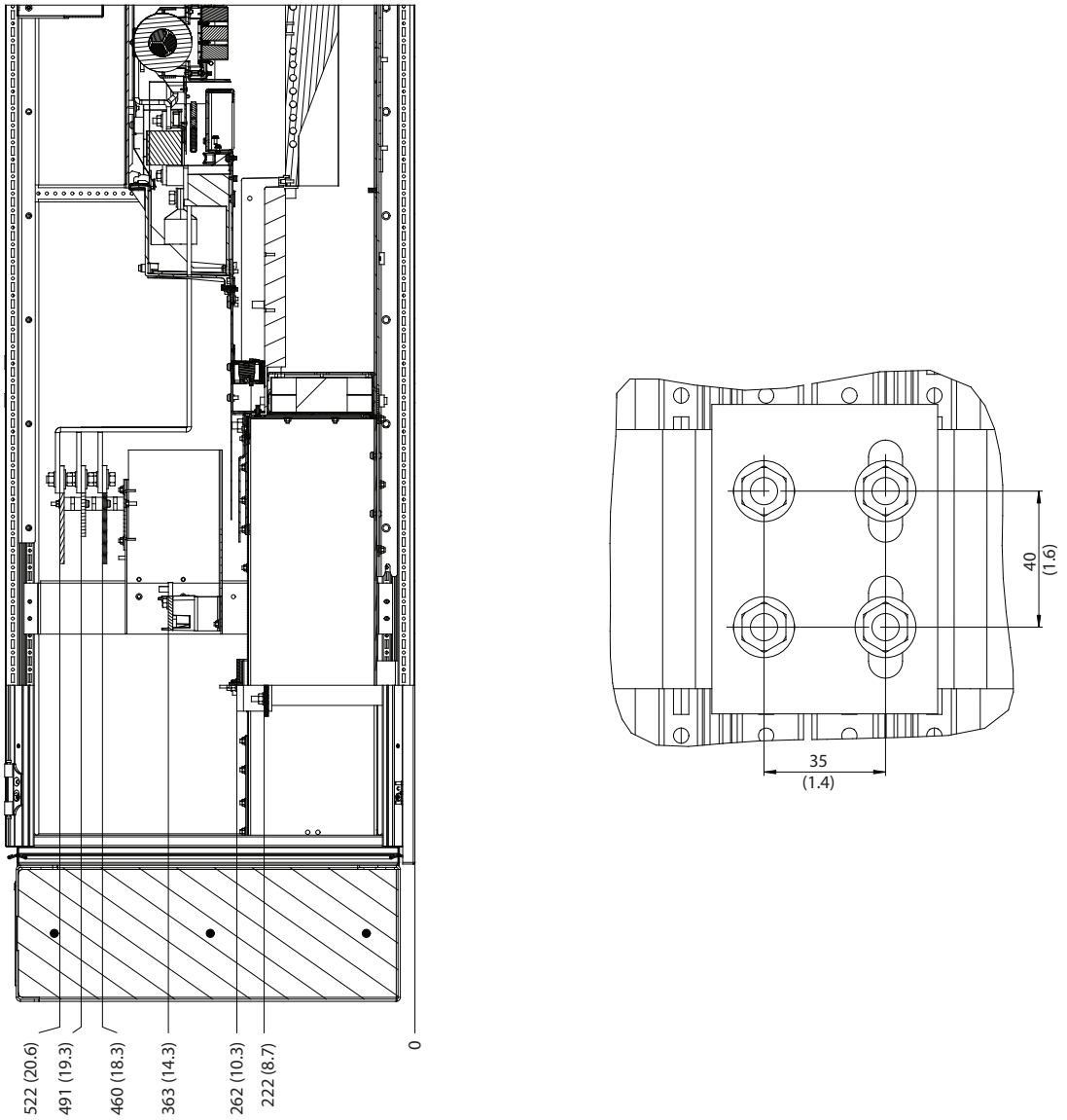
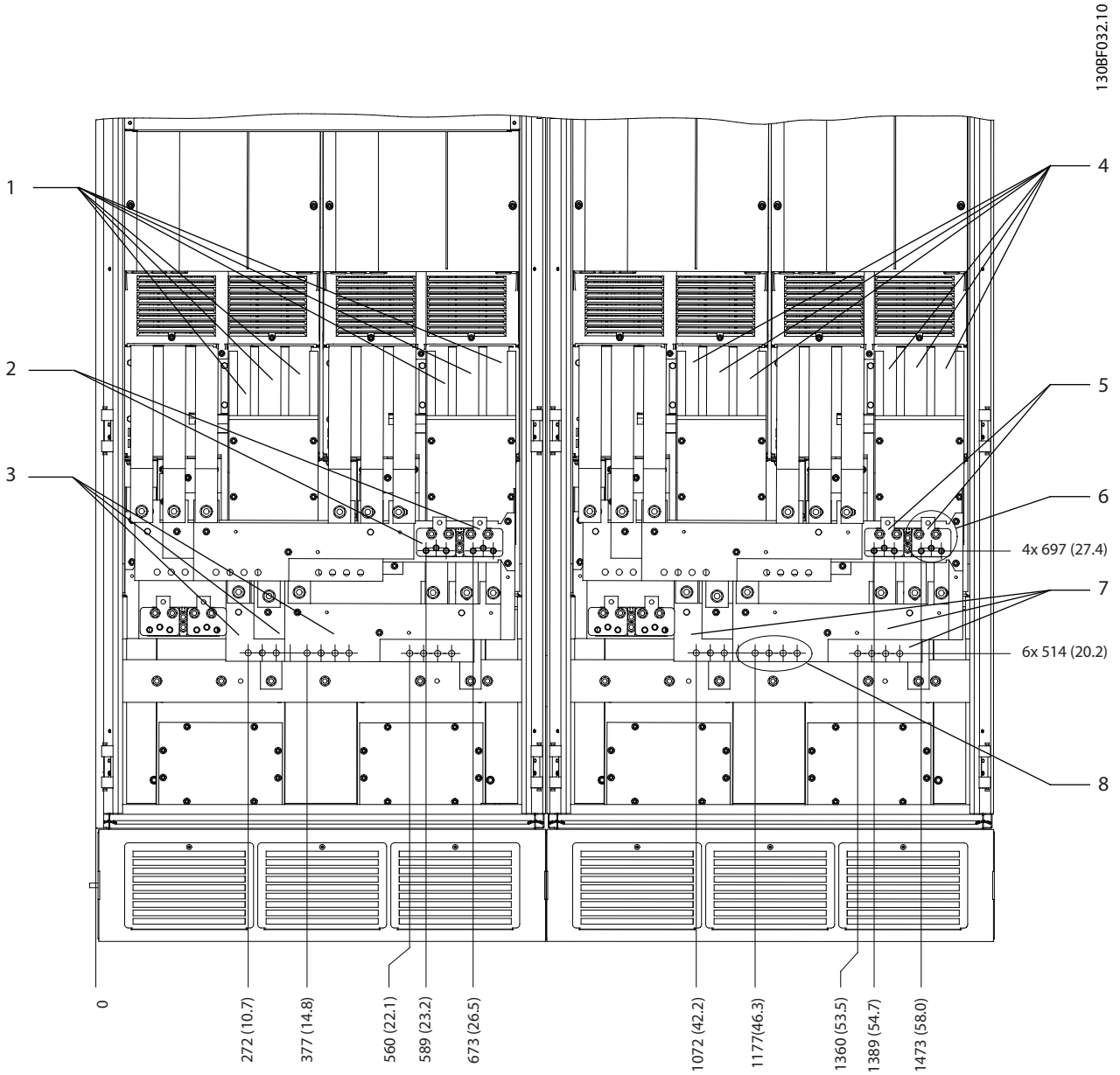


Ilustração 6.13 Terminais de aterramento e da rede elétrica do sistema de 4 conversores (visões lateral, esquerda e do terminal de conexão do aterramento, direita)

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.



1	Barramentos do jumper do motor (módulos 1 e 2)	5	Terminais do freio (módulos 3 e 4)
2	Terminais do freio (módulos 1 e 2)	6	Detalhe do terminal do freio (consulte *Ilustração 6.15*)
3	Terminais do motor (módulos 1 e 2)	7	Terminais do motor (módulos 3 e 4)
4	Barramentos do jumper do motor (módulos 3 e 4)	8	Detalhe do terminal do motor (consulte *Ilustração 6.15*)

Ilustração 6.14 Terminais do freio e do motor do sistema de 4 conversores (vista frontal)

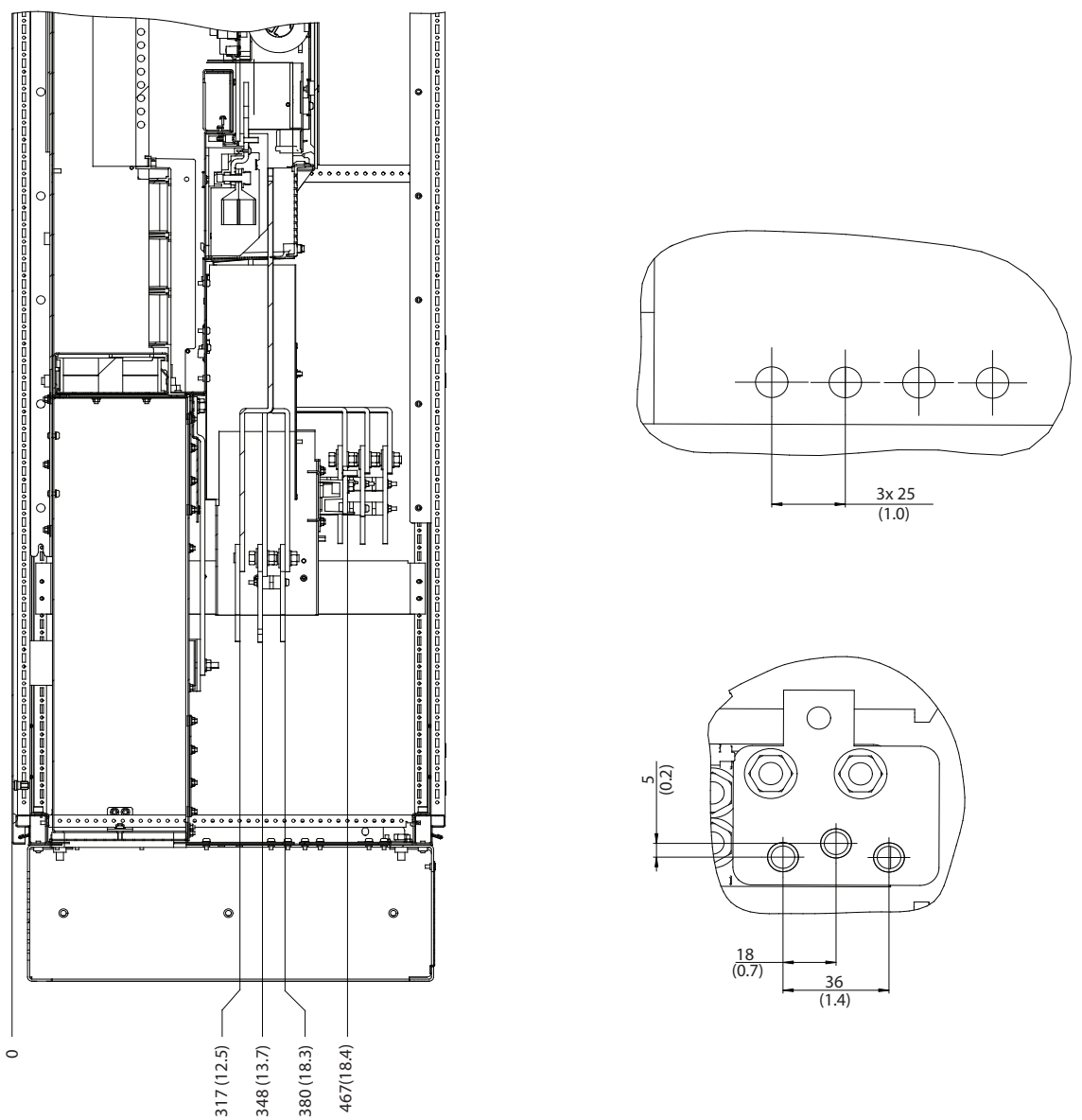
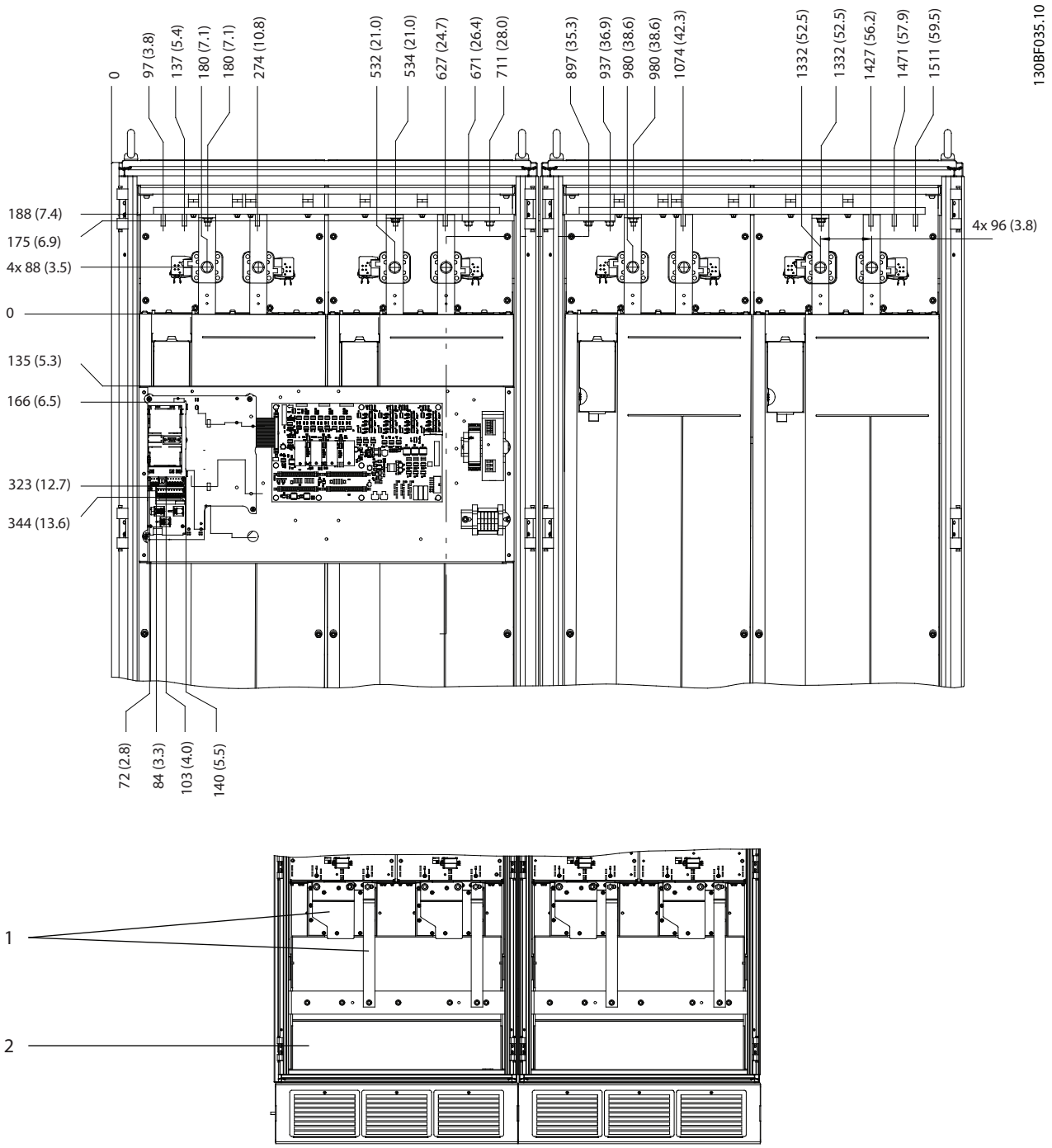


Ilustração 6.15 Terminais do freio e do motor do sistema de 4 conversores (visões lateral, esquerda, dos terminais do motor, superior direita e dos terminais do freio, inferior direita)



1	Barramentos do jumper do aterramento (módulo 1)	2	Blindagem de aterramento (módulo 1)

Ilustração 6.16 Relés/barramento CC do sistema de 4 conversores e blindagem de aterramento (vista frontal)

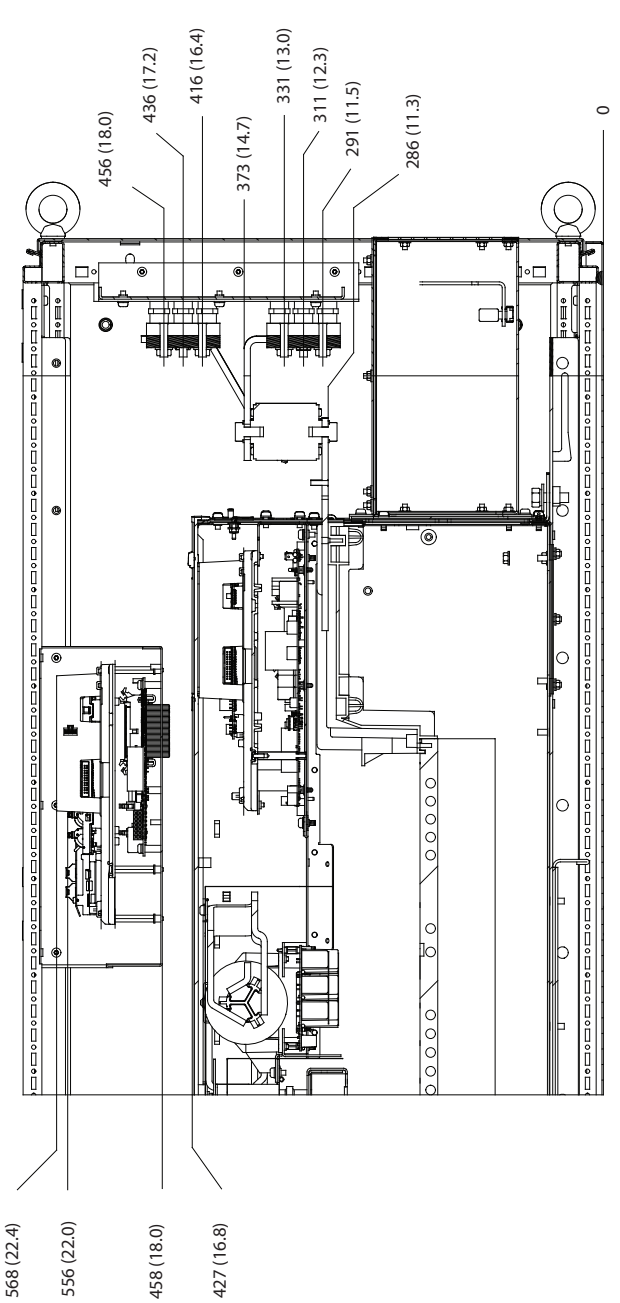


Ilustração 6.17 Relés e barramento CC do sistema de 4 conversores (vista lateral)

6.5 Especificações dependente da potência.

6.5.1 Drive HVAC VLT® FC 102

Faixa de potência	N315	N355	N400	N450	N500
Módulos Conversores	2	2	2	2	2
Configuração do retificador	12 pulsos				6 pulsos/12 pulsos
Carga alta/normal	NO	NO	NO	NO	NO
Potência no Eixo Típica a 400 V [kW]	315	355	400	450	500
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	450	500	600	600	700/650
Características nominais de proteção	IP00				
Eficiência	0,98				
Frequência de saída [Hz]	0–590				
Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]	110 (230)				
Desarme do ambiente do cartão de potência [°C (°F)]	80 (176)				
Corrente de saída [A]					
Contínua (a 380-440 V)	588	658	745	800	880
Intermitente (60 s sobrecarga) a 400 V	647	724	820	880	968
Contínua (a 460/500 V)	535	590	678	730	780
Intermitente (60 s sobrecarga) a 460/500 V	588	649	746	803	858
Contínuo (em 400 V) [kVA]	407	456	516	554	610
Contínuo (em 460 V) [kVA]	426	470	540	582	621
Contínuo (em 500 V) [kVA]	463	511	587	632	675
Corrente de entrada [A]					
Contínua (a 400 V)	567	647	733	787	875
Contínua (a 460/500 V)	516	580	667	718	759
Perdas de energia [W]					
Módulos conversores em 400 V	5825	6110	7069	7538	8468
Módulos conversores em 460 V	4998	5964	6175	6609	7140
Barramentos CA a 400 V	550	555	561	565	575
Barramentos CA a 460 V	548	551	556	560	563
Barramentos CC durante a regeneração	93	95	98	101	105
Tamanho do cabo máximo [mm² (mcm)]					
Rede elétrica[1)]	4x120 (250)				4x150 (300)
Motor	4x120 (250)				4x150 (300)
Freio	4x70 (2/0)			4x95 (3/0)	
Terminais de regeneração	4x120 (250)		4x150 (300)	6x120 (250)	
Fusíveis da rede elétrica externos máximos					
Configuração de 6 pulsos	–	–	–	–	600 V, 1600 A
Configuração de 12 pulsos	700 A, 600 V				–

Tabela 6.2 FC 102, alimentação de rede elétrica CA de 380–480 V (sistema de 2 conversores)

1) Para unidades de 12 pulsos, os cabos entre o terminais delta e em estrela devem ser iguais em número e comprimento.

Faixa de potência	N560	N630	N710	N800	N1M0
Módulos Conversores	4	4	4	4	4
Configuração do retificador	6 pulsos/12 pulsos				
Carga alta/normal	NO	NO	NO	NO	NO
Potência no Eixo Típica a 400 V [kW]	560	630	710	800	1000
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	750	900	1000	1200	1350
Características nominais de proteção	IP00				
Eficiência	0,98				
Frequência de saída [Hz]	0–590				
Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]	110 (230)				
Desarme do ambiente do cartão de potência [°C (°F)]	80 (176)				
Corrente de saída [A]					
Contínua (a 380-440 V)	990	1120	1260	1460	1720
Intermitente (60 s sobrecarga) a 400 V	1089	1232	1386	1606	1892
Contínua (a 460/500 V)	890	1050	1160	1380	1530
Intermitente (60 s sobrecarga) a 460/500 V	979	1155	1276	1518	1683
Contínuo (em 400 V) [kVA]	686	776	873	1012	1192
Contínuo (em 460 V) [kVA]	709	837	924	1100	1219
Contínuo (em 500 V) [kVA]	771	909	1005	1195	1325
Corrente de entrada [A]					
Contínua (a 400 V)	964	1090	1227	1422	1675
Contínua (a 460/500 V)	867	1022	1129	1344	1490
Perdas de energia [W]					
Módulos conversores em 400 V	8810	10199	11632	13253	16463
Módulos conversores em 460 V	7628	9324	10375	12391	13958
Barramentos CA a 400 V	665	680	695	722	762
Barramentos CA a 460 V	656	671	683	710	732
Barramentos CC durante a regeneração	218	232	250	276	318
Tamanho do cabo máximo [mm² (mcm)]					
Rede elétrica[1)]	4x185 (350)	8x120 (250)			
Motor	4x185 (350)	8x120 (250)			
Freio	8x70 (2/0)			8x95 (3/0)	
Terminais de regeneração	6x120 (250)	8x120 (250)		8x150 (300)	10x150 (300)
Fusíveis da rede elétrica externos máximos					
Configuração de 6 pulsos	600 V, 1.600 A	600 V, 2.000 A		600 V, 2.500 A	
Configuração de 12 pulsos	600 V, 700 A	600 V, 900 A			600 V, 1.500 A

Tabela 6.3 FC 102, alimentação de rede elétrica CA de 380–480 V (sistema de 4 conversores)

1) Para unidades de 12 pulsos, os cabos entre o terminais delta e em estrela devem ser iguais em número e comprimento.

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Faixa de potência	N315	N400	N450	N500	N560	N630
Módulos Conversores	2	2	2	2	2	2
Configuração do retificador	12 pulsos					
Carga alta/normal	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Potência no eixo típica em 525–550 V [kW]	250	315	355	400	450	500
Potência no eixo típica a 575 V [HP]	350	400	450	500	600	650
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	315	400	450	500	560	630
Características nominais de proteção	IP00					
Eficiência	0,98					
Frequência de saída [Hz]	0–590					
Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]	110 (230)					
Desarme do ambiente do cartão de potência [°C (°F)]	80 (176)					
Corrente de saída [A]						
Contínua (a 550 V)	360	418	470	523	596	630
Intermitente (60 s sobrecarga) a 550 V	396	360	517	575	656	693
Contínua (a 575/690 V)	344	400	450	500	570	630
Intermitente (60 s sobrecarga) a 575/690 V	378	440	495	550	627	693
Contínuo (em 550 V) kVA	343	398	448	498	568	600
Contínuo (em 575 V) kVA	343	398	448	498	568	627
Contínuo (em 690 V) kVA	411	478	538	598	681	753
Corrente de entrada [A]						
Contínua (a 550 V)	355	408	453	504	574	607
Contínua (a 575 V)	339	490	434	482	549	607
Contínua (a 690 V)	352	400	434	482	549	607
Perdas de energia [W]						
Módulos conversores em 575 V	4401	4789	5457	6076	6995	7431
Módulos conversores em 690 V	4352	4709	5354	5951	6831	7638
Barramentos CA a 575 V	540	541	544	546	550	553
Barramentos CC durante a regeneração	88	88,5	90	91	186	191
Tamanho do cabo máximo [mm² (mcm)]						
Rede elétrica[1)]	2x120 (250)	4x120 (250)				
Motor	2x120 (250)	4x120 (250)				
Freio	4x70 (2/0)				4x95 (3/0)	
Terminais de regeneração	4x120 (250)					
Fusíveis da rede elétrica externos máximos	700 V, 550 A		700 V, 630 A			

Tabela 6.4 FC 102, alimentação de rede elétrica CA de 525–690 V (sistema de 2 conversores)

1) Para unidades de 12 pulsos, os cabos entre o terminais delta e em estrela devem ser iguais em número e comprimento.

Faixa de potência	N710	N800	N900	N1M0	N1M2
Módulos Conversores	4	4		4	4
Configuração do retificador	6 pulsos/12 pulsos				
Carga alta/normal	NO	NO	NO	NO	NO
Potência no eixo típica em 525–550 V [kW]	560	670	750	850	1000
Potência no eixo típica a 575 V [HP]	750	950	1050	1150	1350
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	710	800	900	1000	1200
Características nominais de proteção	IP00				
Eficiência	0,98				
Frequência de saída [Hz]	0–590				
Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]	110 (230)				
Desarme do ambiente do cartão de potência [°C (°F)]	80 (176)				
Corrente de saída [A]					
Contínua (a 550 V)	763	889	988	1108	1317
Intermitente (60 s sobrecarga) a 550 V	839	978	1087	1219	1449
Contínua (a 575/690 V)	730	850	945	1060	1260
Intermitente (60 s sobrecarga) a 575/690 V	803	935	1040	1166	1590
Contínua (a 550 V)	727	847	941	1056	1056
Contínua (a 575 V)	727	847	941	1056	1056
Contínua (a 690 V)	872	1016	1129	1267	1506
Corrente de entrada [A]					
Contínua (a 550 V)	743	866	962	1079	1282
Contínua (a 575 V)	711	828	920	1032	1227
Contínua (a 690 V)	711	828	920	1032	1227
Perdas de energia [W]					
Módulos conversores em 575 V	8683	10166	11406	12852	15762
Módulos conversores em 690 V	8559	9996	11188	12580	15358
Barramentos CA a 575 V	644	653	661	672	695
Barramentos CC durante a regeneração	198	208	218	231	256
Tamanho do cabo máximo [mm² (mcm)]					
Rede elétrica[1)]	4x120 (250)	6x120 (250)			8x120 (250)
Motor	4x120 (250)	6x120 (250)			8x120 (250)
Freio	8x70 (2/0)			8x95 (3/0)	
Terminais de regeneração	4x150 (300)	6x120 (250)		6x150 (300)	8x120 (250)
Fusíveis da rede elétrica externos máximos					
Configuração de 6 pulsos	700 V, 1.600 A				700 V, 2.000 A
Configuração de 12 pulsos	700 V, 900 A			700 V, 1.500 A	

Tabela 6.5 FC 102, alimentação de rede elétrica CA de 525–690 V (sistema de 4 conversores)

1) Para unidades de 12 pulsos, os cabos entre o terminais delta e em estrela devem ser iguais em número e comprimento.

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

6.5.2 VLT® AQUA Drive FC 202

Faixa de potência	N315		N355		N400		N450		N500	
Módulos Conversores	2		2		2		2		2	
Configuração do retificador	12 pulsos								6 pulsos/12 pulsos	
Carga alta/normal	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potência no Eixo Típica a 400 V [kW]	250	315	315	355	355	400	400	450	450	500
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	350	450	450	500	500	600	550	600	600	650
Características nominais de proteção	IP00									
Eficiência	0,98									
Frequência de saída [Hz]	0–590									
Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]	110 (230)									
Desarme do ambiente do cartão de potência [°C (°F)]	80 (176)									
Corrente de saída [A]										
Contínua (a 400 V)	480	588	600	658	658	745	695	800	810	880
Intermitente (60 s sobrecarga) a 400 V	720	647	900	724	987	820	1043	880	1215	968
Contínua (a 460/500 V)	443	535	540	590	590	678	678	730	730	780
Intermitente (60 s sobrecarga) a 460/500 V	665	588	810	649	885	746	1017	803	1095	858
Contínuo (em 400 V) [kVA]	333	407	416	456	456	516	482	554	554	610
Contínuo (em 460 V) [kVA]	353	426	430	470	470	540	540	582	582	621
Contínuo (em 500 V) [kVA]	384	463	468	511	511	587	587	632	632	675
Corrente de entrada [A]										
Contínua (a 400 V)	463	567	590	647	647	733	684	787	779	857
Contínua (a 460/500 V)	427	516	531	580	580	667	667	718	711	759
Perdas de energia [W]										
Módulos conversores em 400 V	4505	5825	5502	6110	6110	7069	6375	7538	7526	8468
Módulos conversores em 460 V	4063	4998	5384	5964	5271	6175	6070	6609	6604	7140
Barramentos CA a 400 V	545	550	551	555	555	561	557	565	566	575
Barramentos CA a 460 V	543	548	548	551	551	556	556	560	560	563
Barramentos CC durante a regeneração	93	93	95	95	98	98	101	101	105	105
Tamanho do cabo máximo [mm² (mcm)]										
Rede elétrica[1)]	4x120 (250)								4x150 (300)	
Motor	4x120 (250)								4x150 (300)	
Freio	4x70 (2/0)						4x95 (3/0)			
Terminais de regeneração	4x120 (250)				6x120 (250)		6x120 (250)			
Fusíveis da rede elétrica externos máximos										
Configuração de 6 pulsos	–		–		–		–		600 V, 1600 A	
Configuração de 12 pulsos	600 V, 700 A								600 V, 900 A	

Tabela 6.6 FC 202, alimentação de rede elétrica CA de 380–480 V (sistema de 2 conversores)

1) Para unidades de 12 pulsos, os cabos entre o terminais delta e em estrela devem ser iguais em número e comprimento.

6

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Faixa de potência	N560		N630		N710		N800		N1M0	
Módulos Conversores	4		4		4		4		4	
Configuração do retificador	6 pulsos/12 pulsos									
Carga alta/normal	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potência no Eixo Típica a 400 V [kW]	500	560	560	630	630	710	710	800	800	1000
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	650	750	750	900	900	1000	1000	1200	1200	1350
Características nominais de proteção	IP00									
Eficiência	0,98									
Frequência de saída [Hz]	0–590									
Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]	110 (230)									
Desarme do ambiente do cartão de potência [°C (°F)]	80 (176)									
Corrente de saída [A]										
Contínua (a 400 V)	880	990	990	1120	1120	1260	1260	1460	1460	1720
Intermitente (60 s sobrecarga) a 400 V	1320	1089	1485	1232	1680	1386	1890	1606	2190	1892
Contínua (a 460/500 V)	780	890	890	1050	1050	1160	1160	1380	1380	1530
Intermitente (60 s sobrecarga) a 460/500 V	1170	979	1335	1155	1575	1276	1740	1518	2070	1683
Contínuo (em 400 V) [kVA]	610	686	686	776	776	873	873	1012	1012	1192
Contínuo (em 460 V) [kVA]	621	709	709	837	837	924	924	1100	1100	1219
Contínuo (em 500 V) [kVA]	675	771	771	909	909	1005	1005	1195	1195	1325
Corrente de entrada [A]										
Contínua (a 400 V)	857	964	964	1090	1090	1227	1127	1422	1422	1675
Contínua (a 460 V)	759	867	867	1022	1022	1129	1129	1344	1344	1490
Perdas de energia [W]										
Módulos conversores em 400 V	7713	8810	8918	10199	10181	11632	11390	13253	13479	16463
Módulos conversores em 460 V	6641	7628	7855	9324	9316	10375	12391	12391	12376	13958
Barramentos CA a 400 V	655	665	665	680	680	695	695	722	722	762
Barramentos CA a 460 V	647	656	656	671	671	683	683	710	710	732
Barramentos CC durante a regeneração	218	218	232	232	250	250	276	276	318	318
Tamanho do cabo máximo [mm² (mcm)]										
Rede elétrica[1)]	4x185 (350)		8x125 (250)							
Motor	4x185 (350)		8x125 (250)							
Freio	8x70 (2/0)						8x95 (3/0)			
Terminais de regeneração	6x125 (250)		8x125 (250)				8x150 (300)		10x150 (300)	
Fusíveis da rede elétrica externos máximos										
Configuração de 6 pulsos	600 V, 1600 A		600 V, 2.000 A				600 V, 2.500 A			
Configuração de 12 pulsos	600 V, 900 A				600 V, 1.500 A					

Tabela 6.7 FC 202, alimentação de rede elétrica CA de 380–480 V (sistema de 4 conversores)

1) Para unidades de 12 pulsos, os cabos entre o terminais delta e em estrela devem ser iguais em número e comprimento.

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Faixa de potência	N315		N400		N450	
Módulos Conversores	2		2		2	
Configuração do retificador	12 pulsos					
Carga alta/normal	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potência no eixo típica em 525–550 V [kW]	200	250	250	315	315	355
Potência no eixo típica a 575 V [HP]	300	350	350	400	400	450
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	250	315	315	400	355	450
Características nominais de proteção	IP00					
Eficiência	0,98					
Frequência de saída [Hz]	0–590					
Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]	110 (230)					
Desarme do ambiente do cartão de potência [°C (°F)]	80 (176)					
Corrente de saída [A]						
Contínua (a 550 V)	303	360	360	418	395	470
Intermitente (60 s sobrecarga) a 550 V	455	396	560	460	593	517
Contínua (a 575/690 V)	290	344	344	400	380	450
Intermitente (60 s sobrecarga) a 575/690 V	435	378	516	440	570	495
Contínua (a 550 V)	289	343	343	398	376	448
Contínua (a 575 V)	289	343	343	398	378	448
Contínua (a 690 V)	347	411	411	478	454	538
Corrente de entrada [A]						
Contínua (a 550 V)	299	355	355	408	381	453
Contínua (a 575 V)	286	339	339	490	366	434
Contínua (a 690 V)	296	352	352	400	366	434
Perdas de energia [W]						
Módulos conversores em 575 V	3688	4401	4081	4789	4502	5457
Módulos conversores em 690 V	3669	4352	4020	4709	4447	5354
Barramentos CA a 575 V	538	540	540	541	540	544
Barramentos CC durante a regeneração	88	88	89	89	90	90
Tamanho do cabo máximo [mm² (mcm)]						
Rede elétrica[1)]	2x120 (250)		4x120 (250)			
Motor	2x120 (250)		4x120 (250)			
Freio	4x70 (2/0)					
Terminais de regeneração	4x120 (250)					
Fusíveis da rede elétrica externos máximos	700 V, 550 A					

Tabela 6.8 FC 202, alimentação de rede elétrica CA de 525–690 V (sistema de 2 conversores)

1) Para unidades de 12 pulsos, os cabos entre o terminais delta e em estrela devem ser iguais em número e comprimento.

Faixa de potência	N500		N560		N630	
Módulos Conversores	2		2		2	
Configuração do retificador	12 pulsos					
Carga alta/normal	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potência no eixo típica em 525–550 V [kW]	315	400	400	450	450	500
Potência no eixo típica a 575 V [HP]	400	500	500	600	600	650
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	400	500	500	560	560	630
Características nominais de proteção	IP00					
Eficiência	0,98					
Frequência de saída [Hz]	0–590					
Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°°F)]	110 (230)					
Desarme do ambiente do cartão de potência [°C (°F)]	80 (176)					
Corrente de saída [A]						
Contínua (a 550 V)	429	523	523	596	596	630
Intermitente (60 s sobrecarga) a 550 V	644	575	785	656	894	693
Contínua (a 575/690 V)	410	500	500	570	570	630
Intermitente (60 s sobrecarga) a 575/690 V	615	550	750	627	627	693
Contínuo (em 550 V) [kVA]	409	498	498	568	568	600
Contínuo (em 575 V) [kVA]	408	498	598	568	568	627
Contínuo (em 690 V) [kVA]	490	598	598	681	681	753
Corrente de entrada [A]						
Contínua (a 550 V)	413	504	504	574	574	607
Contínua (a 575 V)	395	482	482	549	549	607
Contínua (a 690 V)	395	482	482	549	549	607
Perdas de energia [W]						
Módulos conversores em 575 V	4892	6076	6016	6995	6941	7431
Módulos conversores em 690 V	4797	5951	5886	6831	6766	7638
Barramentos CA a 575 V	542	546	546	550	550	553
Barramentos CC durante a regeneração	91	91	186	186	191	191
Tamanho do cabo máximo [mm² (mcm)]						
Rede elétrica[1)]	4x120 (250)					
Motor	4x120 (250)					
Freio	4x70 (2/0)		4x95 (3/0)			
Terminais de regeneração	4x120 (250)					
Fusíveis da rede elétrica externos máximos	700 V, 630 A					

Tabela 6.9 FC 202, alimentação de rede elétrica CA de 525–690 V (sistema de 2 conversores)

1) Para unidades de 12 pulsos, os cabos entre o terminais delta e em estrela devem ser iguais em número e comprimento.

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Faixa de potência	N710		N800		N900		N1M0		N1M2	
Módulos Conversores	4		4		4		4		4	
Configuração do retificador	6 pulsos/12 pulsos									
Carga alta/normal	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potência no eixo típica em 525–550 V [kW]	500	560	560	670	670	750	750	850	850	1000
Potência no eixo típica a 575 V [HP]	650	750	750	950	950	1050	1050	1150	1150	1350
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	630	710	710	800	800	900	900	1000	1000	1200
Características nominais de proteção	IP00									
Eficiência	0,98									
Frequência de saída [Hz]	0–590									
Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]	110 (230)									
Desarme do ambiente do cartão de potência [°C (°F)]	80 (176)									
Corrente de saída [A]										
Contínua (a 550 V)	659	763	763	889	889	988	988	1108	1108	1317
Intermitente (60 s sobrecarga) a 550 V	989	839	1145	978	1334	1087	1482	1219	1662	1449
Contínua (a 575/690 V)	630	730	730	850	850	945	945	1060	1060	1260
Intermitente (60 s sobrecarga) a 575/690 V	945	803	1095	935	1275	1040	1418	1166	1590	1590
Contínuo (em 550 V) [kVA]	628	727	727	847	847	941	941	1056	1056	1255
Contínuo (em 575 V) [kVA]	627	727	727	847	847	941	941	1056	1056	1255
Contínuo (em 690 V) [kVA]	753	872	872	1016	1016	1129	1129	1267	1267	1506
Corrente de entrada [A]										
Contínua (a 550 V)	642	743	743	866	866	962	1079	1079	1079	1282
Contínua (a 575 V)	613	711	711	828	828	920	1032	1032	1032	1227
Contínua (a 690 V)	613	711	711	828	828	920	1032	1032	1032	1227
Perdas de energia [W]										
Módulos conversores em 575 V	7469	8683	8668	10166	10163	11406	11292	12852	12835	15762
Módulos conversores em 690 V	7381	8559	8555	9996	9987	11188	11077	12580	12551	15358
Barramentos CA a 575 V	637	644	644	653	653	661	661	672	672	695
Barramentos CC durante a regeneração	198	198	208	208	218	218	231	231	256	256
Tamanho do cabo máximo [mm^2 (mcm)]										
Rede elétrica[1)]	4x120 (250)		6x120 (250)						8x120 (250)	
Motor	4x120 (250)		6x120 (250)						8x120 (250)	
Freio	8x70 (2/0)						8x95 (3/0)			
Terminais de regeneração	4x150 (300)		6x120 (250)				6x150 (300)		8x120 (250)	
Fusíveis da rede elétrica externos máximos										
Configuração de 6 pulsos	700 V, 1.600 A								700 V, 2.000 A	
Configuração de 12 pulsos	700 V, 900 A						700 V, 1.500 A			

Tabela 6.10 FC 202, alimentação de rede elétrica CA de 525–690 V (sistema de 4 conversores)

1) Para unidades de 12 pulsos, os cabos entre o terminais delta e em estrela devem ser iguais em número e comprimento.

6.5.3 VLT® AutomationDrive FC 302

Faixa de potência	N250		N315		N355		N400		N450	
Módulos Conversores	2		2		2		2		2	
Configuração do retificador	12 pulsos								6 pulsos/12 pulsos	
Carga alta/normal	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potência no Eixo Típica a 400 V [kW]	250	315	315	355	355	400	400	450	450	500
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	350	450	450	500	500	600	550	600	600	650
Potência no eixo típica a 500 V [kW]	315	355	355	400	400	500	500	530	530	560
Características nominais de proteção	IP00									
Eficiência	0,98									
Frequência de saída [Hz]	0–590									
Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]	110 (230)									
Desarme do ambiente do cartão de potência [°C (°F)]	80 (176)									
Corrente de saída [A]										
Contínua (a 380-440 V)	480	588	600	658	658	745	695	800	810	880
Intermitente (60 s sobrecarga) a 400 V	720	647	900	724	987	820	1043	880	1215	968
Contínua (a 460/500 V)	443	535	540	590	590	678	678	730	730	780
Intermitente (60 s sobrecarga) a 460/500 V	665	588	810	649	885	746	1017	803	1095	858
Contínuo (em 400 V) [kVA]	333	407	416	456	456	516	482	554	554	610
Contínuo (em 460 V) [kVA]	353	426	430	470	470	540	540	582	582	621
Contínuo (em 500 V) [kVA]	384	463	468	511	511	587	587	632	632	675
Corrente de entrada [A]										
Contínua (a 400 V)	463	567	590	647	647	733	684	787	779	857
Contínua (a 460/500 V)	427	516	531	580	580	667	667	718	711	759
Perdas de energia [W]										
Módulos conversores em 400 V	4505	5825	5502	6110	6110	7069	6375	7538	7526	8468
Módulos conversores em 460 V	4063	4998	5384	5964	5721	6175	6070	6609	6604	7140
Barramentos CA a 400 V	545	550	551	555	555	561	557	565	566	575
Barramentos CA a 460 V	543	548	548	551	556	556	556	560	560	563
Tamanho do cabo máximo [mm² (mcm)]										
Rede elétrica[1)]	4x120 (250)								4x150 (300)	
Motor	4x120 (250)								4x150 (300)	
Freio	4x70 (2/0)								4x95 (3/0)	
Terminais de regeneração	4x120 (250)				4x150 (300)		6x120 (250)			
Fusíveis da rede elétrica externos máximos										
Configuração de 6 pulsos	–		–		–		–		600 V, 1.600 A	
Configuração de 12 pulsos	600 V, 700 A								600 V, 900 A	

Tabela 6.11 FC 302, alimentação de rede elétrica CA 380–500 V (sistema de 2 conversores)

1) Para unidades de 12 pulsos, os cabos entre o terminais delta e em estrela devem ser iguais em número e comprimento.

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Faixa de potência	N500		N560		N630		N710		N800	
Módulos Conversores	4		4		4		4		4	
Configuração do retificador	6 pulsos/12 pulsos									
Carga alta/normal	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potência no Eixo Típica a 400 V [kW]	500	560	560	630	630	710	710	800	800	1000
Potência no eixo típica a 460 V [hp]	650	750	750	900	900	1000	1000	1200	1200	1350
Potência no eixo típica a 500 V [kW]	560	630	630	710	710	800	800	1000	1000	1100
Características nominais de proteção	IP00									
Eficiência	0,98									
Frequência de saída [Hz]	0–590									
Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]	110 (230)									
Desarme do ambiente do cartão de potência [°C (°F)]	80 (176)									
Corrente de saída [A]										
Contínua (a 380-440 V)	880	990	990	1120	1120	1260	1260	1460	1460	1720
Intermitente (60 s sobrecarga) a 400 V	1320	1089	1485	1232	1680	1386	1890	1606	2190	1892
Contínua (a 460/500 V)	780	890	890	1050	1050	1160	1160	1380	1380	1530
Intermitente (60 s sobrecarga) a 460/500 V	1170	979	1335	1155	1575	1276	1740	1518	2070	1683
Contínuo (em 400 V) [kVA]	610	686	686	776	776	873	873	1012	1012	1192
Contínuo (em 460 V) [kVA]	621	709	709	837	837	924	924	1100	1100	1219
Contínuo (em 500 V) [kVA]	675	771	771	909	909	1005	1005	1195	1195	1325
Corrente de entrada [A]										
Contínua (a 400 V)	857	964	964	1090	1090	1227	1227	1422	1422	1675
Contínua (a 460/500 V)	759	867	867	1022	1022	1129	1129	1344	1344	1490
Perdas de energia [W]										
Módulos conversores em 400 V	7713	8810	8918	10199	10181	11632	11390	13253	13479	16463
Módulos conversores em 460 V	6641	7628	7855	9324	9316	10375	12391	12391	12376	13958
Barramentos CA a 400 V	655	665	665	680	680	695	695	722	722	762
Barramentos CA a 460 V	647	656	656	671	671	683	683	710	710	732
Barramentos CC durante a regeneração	218	218	232	232	250	276	276	276	318	318
Tamanho do cabo máximo [mm² (mcm)]										
Rede elétrica[1)]	4x185 (350)		8x120 (250)							
Motor	4x185 (350)		8x120 (250)							
Freio	8x70 (2/0)						8x95 (3/0)			
Terminais de regeneração	6x125 (250)		8x125 (250)				8x150 (300)		10x150 (300)	
Fusíveis da rede elétrica externos máximos										
Configuração de 6 pulsos	600 V, 1.600 A		600 V, 2.000 A				600 V, 2.500 A			
Configuração de 12 pulsos	600 V, 900 A				600 V, 1.500 A					

Tabela 6.12 FC 302, alimentação de rede elétrica CA 380–500 V (sistema de 4 conversores)

1) Para unidades de 12 pulsos, os cabos entre o terminais delta e em estrela devem ser iguais em número e comprimento.

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Faixa de potência	N250		N315		N355		N400	
Módulos Conversores	2		2		2		2	
Configuração do retificador	12 pulsos							
Carga alta/normal	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potência no eixo típica em 525–550 V [kW]	200	250	250	315	315	355	315	400
Potência no eixo típica a 575 V [HP]	300	350	350	400	400	450	400	500
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	250	315	315	400	355	450	400	500
Características nominais de proteção	IP00							
Eficiência	0,98							
Frequência de saída [Hz]	0–590							
Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]	110 (230)							
Desarme do ambiente do cartão de potência [°C (°F)]	80 (176)							
Corrente de saída [A]								
Contínua (a 550 V)	303	360	360	418	395	470	429	523
Intermitente (60 s sobrecarga) a 550 V	455	396	560	360	593	517	644	575
Contínua (a 575/690 V)	290	344	344	400	380	450	410	500
Intermitente (60 s sobrecarga) a 575/690 V	435	378	516	440	570	495	615	550
Contínuo (em 550 V) [kVA]	289	343	343	398	376	448	409	498
Contínuo (em 575 V) [kVA]	289	343	343	398	378	448	408	498
Contínuo (em 690 V) [kVA]	347	411	411	478	454	538	490	598
Corrente de entrada [A]								
Contínua (a 550 V)	299	355	355	408	381	453	413	504
Contínua (a 575 V)	286	339	339	490	366	434	395	482
Contínua (a 690 V)	296	352	352	400	366	434	395	482
Perdas de energia [W]								
Módulos de conversor a 600 V	3688	4401	4081	4789	4502	5457	4892	6076
Módulos conversores em 690 V	3669	4352	4020	4709	4447	5354	4797	5951
Barramentos CA a 575 V	538	540	540	541	540	544	542	546
Barramentos CC durante a regeneração	88	88	89	89	90	90	91	91
Tamanho do cabo máximo [mm² (mcm)]								
Rede elétrica[1)]	2x120 (250)		4x120 (250)					
Motor	2x120 (250)		4x120 (250)					
Freio	4x70 (2/0)							
Terminais de regeneração	4x120 (250)							
Fusíveis da rede elétrica externos máximos	700 V, 550 A							

Tabela 6.13 FC 302, alimentação de rede elétrica CA de 525–690 V (sistema de 2 conversores)

1) Para unidades de 12 pulsos, os cabos entre o terminais delta e em estrela devem ser iguais em número e comprimento.

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Faixa de potência	N500		N560	
Módulos Conversores	2		2	
Configuração do retificador	12 pulsos			
Carga alta/normal	HO	NO	HO	NO
Potência no eixo típica em 525–550 V [kW]	400	450	450	500
Potência no eixo típica a 575 V [HP]	500	600	600	650
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	500	560	560	630
Características nominais de proteção	IP00			
Eficiência	0,98			
Frequência de saída [Hz]	0–590			
Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]	110 (230)			
Desarme do ambiente do cartão de potência [°C (°F)]	80 (176)			
Corrente de saída [A]				
Contínua (a 550 V)	523	596	596	630
Intermitente (60 s sobrecarga) a 550 V	785	656	894	693
Contínua (a 575/690 V)	500	570	570	630
Intermitente (60 s sobrecarga) a 575/690 V	750	627	627	693
Contínuo (em 550 V) [kVA]	498	568	568	600
Contínuo (em 575 V) [kVA]	498	568	568	627
Contínuo (em 690 V) [kVA]	598	681	681	753
Corrente de entrada [A]				
Contínua (a 550 V)	504	574	574	607
Contínua (a 575 V)	482	549	549	607
Contínua (a 690 V)	482	549	549	607
Perdas de energia [W]				
Módulos de conversor a 600 V	6016	6995	6941	7431
Módulos conversores em 690 V	5886	6831	6766	7638
Barramentos CA a 575 V	546	550	550	553
Barramentos CC durante a regeneração	186	186	191	191
Tamanho do cabo máximo [mm^2 (mcm)]				
Rede elétrica[1)]	4x120 (250)			
Motor	4x120 (250)			
Freio	4x95 (3/0)			
Terminais de regeneração	4x120 (250)			
Fusíveis da rede elétrica externos máximos	700 V, 630 A			

Tabela 6.14 FC 302, alimentação de rede elétrica CA de 525–690 V (sistema de 2 conversores)

1) Para unidades de 12 pulsos, os cabos entre o terminais delta e em estrela devem ser iguais em número e comprimento.

Faixa de potência	N630		N710		N800		N900		N1M0	
Módulos Conversores	4		4		4		4		4	
Configuração do retificador	6 pulsos/12 pulsos									
Carga alta/normal	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potência no eixo típica em 525–550 V [kW]	500	560	560	670	670	750	750	850	850	1000
Potência no eixo típica a 575 V [HP]	650	750	750	950	950	1050	1050	1150	1150	1350
Potência no eixo típica a 690 V [kW]	630	710	710	800	800	900	900	1000	1000	1200
Características nominais de proteção	IP00									
Eficiência	0,98									
Frequência de saída [Hz]	0–590									
Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C (°F)]	110 (230)									
Desarme do ambiente do cartão de potência [°C (°F)]	80 (176)									
Corrente de saída [A]										
Contínua (a 550 V)	659	763	763	889	889	988	988	1108	1108	1317
Intermitente (60 s sobrecarga) a 550 V	989	839	1145	978	1334	1087	1482	1219	1662	1449
Contínua (a 575/690 V)	630	730	730	850	850	945	945	1060	1060	1260
Intermitente (60 s sobrecarga) a 575/690 V	945	803	1095	935	1275	1040	1418	1166	1590	1590
Contínuo (em 550 V) [kVA]	628	727	727	847	847	941	941	1056	1056	1255
Contínuo (em 575 V) [kVA]	627	727	727	847	847	941	941	1056	1056	1255
Contínuo (em 690 V) [kVA]	753	872	872	1016	1016	1129	1129	1267	1267	1506
Corrente de entrada [A]										
Contínua (a 550 V)	642	743	743	866	866	962	1079	1079	1079	1282
Contínua (a 575 V)	613	711	711	828	828	920	1032	1032	1032	1227
Contínua (a 690 V)	613	711	711	828	828	920	1032	1032	1032	1227
Perdas de energia [W]										
Módulos de conversor a 600 V	7469	8683	8668	10166	10163	11406	11292	12852	12835	15762
Módulos conversores em 690 V	7381	8559	8555	9996	9987	11188	11077	12580	12551	15358
Barramentos CA a 575 V	637	644	644	653	653	661	661	672	672	695
Barramentos CC durante a regeneração	198	198	208	208	218	218	231	231	256	256
Tamanho do cabo máximo [mm² (mcm)]										
Rede elétrica[1)]	4x120 (250)		6x120 (250)						8x120 (250)	
Motor	4x120 (250)		6x120 (250)						8x120 (250)	
Freio	8x70 (2/0)						8x95 (3/0)			
Terminais de regeneração	4x150 (300)		6x120 (250)				6x150 (300)		8x120 (250)	
Fusíveis da rede elétrica externos máximos										
Configuração de 6 pulsos	700 V, 1.600 A								700 V, 2.000 A	
Configuração de 12 pulsos	700 V, 900 A						700 V, 1.500 A			

Tabela 6.15 FC 302, alimentação de rede elétrica CA de 525–690 V (sistema de 4 conversores)

1) Para unidades de 12 pulsos, os cabos entre o terminais delta e em estrela devem ser iguais em número e comprimento.

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

6.6 Alimentação de Rede Elétrica para Módulo de Drive

Alimentação de rede elétrica[1)]	
Terminais de alimentação	R/91, S/92, T/93
Tensão de alimentação[2)]	380–480, 500 V 690 V, ±10%, 525–690 V ±10%
Frequência de alimentação	50/60 Hz ±5%
Desbalanceamento máximo temporário entre fases de rede elétrica	3,0% da tensão de alimentação nominal
Fator de potência real (λ)	≥0,98 nominal com carga nominal
Fator de potência de deslocamento (cos φ)	(Aproximadamente 1)
Chaveamento na alimentação de entrada L1, L2, L3	Máximo 1 vez cada 2 minutos
Ambiente de acordo com EN 60664-1	Categoria de sobretensão III/grau de poluição 2

1) A unidade é adequada para uso em um circuito capaz de fornecer não mais que 85.000 Amperes RMS simétricos, 480/600 V.

2) Tensão de rede baixa/queda da tensão de rede:

Durante tensão de rede baixa, o módulo de 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. Energização e torque total não podem ser esperados em tensão de rede inferior a 10% abaixo da tensão de alimentação nominal mais baixa. O módulo de conversor desarma para uma queda da rede elétrica detectada.

6.7 Saída do Motor e dados do motor

Saída do motor	
Terminais do motor	U/96, V/97, W/98
Tensão de saída	0–100% da tensão de alimentação
Frequência de saída	0–590 Hz
Chaveamento na saída	Ilimitado
Tempos de rampa	1–3.600 s

Características do torque	
Torque de sobrecarga (torque constante)	Máximo 150% durante 60 s[1)]
Torque de partida	Máximo 180% até 0,5 s[1)]
Torque de sobrecarga (torque variável)	Máximo 110% durante s[1)]
Torque de partida (torque variável)	Máximo 135% durante s

1) A porcentagem está relacionada ao torque nominal.

Eficiência	
Eficiência	98%[1)]

1) Eficiência medida com corrente nominal. Para saber a classe de eficiência energética, consulte capétulo 6.9 Condições Ambiente para Módulos de Drive. Para saber as perdas de carga parcial, consulte www.danfoss.com/vltenergyefficiency.

6.8 Especificações de Transformador de 12 Pulsos

Conexão	Dy11 d0 ou Dyn 11d0
Alternação de fases entre secundários	30°
Diferença de tensão entre secundários	<0,5%
Impedância de curto circuito de secundários	>5%
Diferença de impedância de curto circuito entre secundários	<5% de impedância de curto circuito
Outros	Sem aterramento dos secundários permitidos. Filtro estático recomendado

6.9 Condições Ambiente para Módulos de Drive

Ambiente	
Características nominais de IP	IP00
Ruído Acústico	84 dB (funcionando em carga total)
Teste de vibração	1,0 g
Vibração e choque (IEC 60721-33-3)	Classe 3M3

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Máxima umidade relativa	5–95% (IEC 721-3-3; Classe 3K3 (não condensante) durante operação
Ambiente agressivo (IEC 60068-2-43) teste com H_2S	Classe Kd
Gases agressivos (IEC 60721-3-3)	Classe 3C3
Temperatura ambiente[1)]	Máximo 45 °C (113 °F) (média de 24 horas máxima de 40 °C (104 °F))
Temperatura ambiente mínima, durante operação plena	0 °C (32 °F)
Temperatura ambiente mínima em desempenho reduzido	-10 °C (14 °F)
Temperatura durante a armazenagem/transporte	-25 a +65 °C (-13 a 149 °F)
Altitude máxima acima do nível do mar, sem derating[1)]	1000 m (3281 ft)
Normas de EMC, Emissão	EN 61800-3
Normas de EMC, Imunidade	EN 61800-4-2, EN 61800-4-3, EN 61800-4-4, EN 61800-4-5 e EN 61800-4-6
Classe de eficiência energética[2)]	IE2

1) Consulte o capétulo 6.12 Especificações de derating para efetuar derating para temperatura ambiente elevada e derating para alta altitude.

2) 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.*

6.10 Especificações de Cabo

Comprimentos de cabo e seções transversais de cabos de controle[1)]	
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 terminais de controle, fio flexível ou rígido sem buchas de terminal do cabo	1,5 mm^2/16 AWG
Seção transversal máxima para terminais de controle, fio flexível com buchas de terminal do cabo	1 mm^2/18 AWG
Seção transversal máxima para terminal de controle, fio flexível com buchas de terminal do cabo com colar	0,5 mm^2/20 AWG
Seção transversal mínima para terminais de controle	0,25 mm^2/24 AWG
Seção transversal máxima para terminais de 230 V	2,5 mm^2/14 AWG
Seção transversal mínima para terminais de 230 V	0,25 mm^2/24 AWG

1) Para cabos de energia, consulte as tabelas de dados elétricos em capétulo 6.5 Especificações dependente da potência..

6.11 Entrada/Saída de controle e dados de controle

Entradas digitais	
Entradas digitais programáveis	4 (6)[1)]
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, 0 lógico NPN[2)]	>19 V CC
Nível de tensão, 1 lógico NPN[2)]	<14 V CC
Tensão máxima na entrada	28 V CC
Faixa de frequência de pulso	0–110 kHz
Largura de pulso mínima (ciclo útil)	4,5 ms
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.

2) Exceto terminal de entrada 37 de Safe Torque Off.

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Safe Torque Off (STO) Terminal 37[1), 2)] (Terminal 37 está fixo na lógica PNP)	
Nível de tensão	0–24 V CC
Nível de tensão, lógica 0 PNP	< 4 V CC
Nível de tensão, lógica 1 PNP	>20 V CC
Tensão máxima na entrada	28 V CC
Corrente de entrada típica a 24 V	50 mA_{rms}
Corrente de entrada típica a 20 V	60 mA_{rms}
Capacitância de entrada	400 nF

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

1) Consulte o Guia de Operação dos VLT® Frequency Converters – Safe Torque Off para obter mais informações sobre o terminal 37 e Safe Torque Off.

2) Ao usar um contator com uma bobina CC com STO, sempre faça um caminho de retorno para a corrente da bobina ao desligar. O caminho de retorno pode ser feito usando um diodo de roda livre através da bobina. Como alternativa, use um MOV de 30 V ou 50 V para obter tempo de resposta mais rápido. Os contatores típicos podem ser adquiridos com esse diodo.

6

Entradas Analógicas	
Número de entradas analógicas	2
Número do terminal	53, 54
Modos	Tensão ou corrente
Seleção do modo	Chaves S201 e S202
Modo de tensão	Chave S201/chave S202 = OFF (U)
Nível de tensão	-10 V a +10 V (escalável)
Resistência de entrada, R_i	Aproximadamente 10 kΩ
Tensão máxima	±20 V
Modo de corrente	Chave S201/chave S202 = ON (I)
Nível de corrente	0/4–20 mA (escalável)
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	20 Hz/100 Hz

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

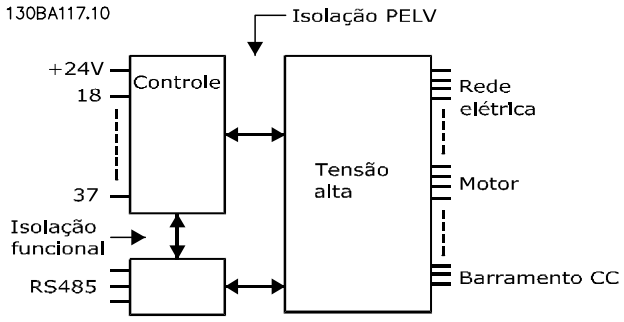


Ilustração 6.18 Isolamento PELV

Entrada de pulso	
Pulso programável	2/1
Número do terminal do pulso	29[1)], 32/33
Frequência máxima no terminais 29, 33	110 kHz (acionado por Push-pull)
Frequência máxima no terminais 29, 33	5 kHz (coletor aberto)
Frequência mínima nos terminais 29, 33	4 Hz
Nível de tensão	0–24 V CC
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

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Precisão da entrada do encoder (1-11 kHz)	Erro máximo: 0,05% do fundo de escala

As entradas do encoder e de pulso (terminais 29, 32, 33) são isoladas galvanicamente da tensão de alimentação (PELV) e de outros terminais de alta tensão.
1) As entradas de pulso são 29 e 33.

Saída analógica	
Número de saídas analógicas programáveis	1
Número do terminal	42
Faixa atual na saída analógica	0/4–20 mA
Carga máxima de GND - saída analógica	500 Ω
Precisão na saída analógica	Erro máximo: 0,5% do fundo de escala
Resolução na saída analógica	12 bit

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

6

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 podem também ser programados como entrada.
A saída digital está isolada galvanicamente da tensão de alimentação (PELV) e de outros terminais de alta tensão.

Cartão de controle, saída 24 VCC	
Número do terminal	12, 13
Tensão de saída	24 V +1, -3 V
Carga máxima	200 mA

A alimentação de 24 VCC 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
Número do terminal do Relé 01	1–3 (desabilitado), 1–2 (ativado)
Carga do terminal máxima (CA-1)[1)] em 1-3 (NC), 1-2 (NO) (carga resistiva)	240 V CA, 2 A
Carga do terminal máxima (CA-15)[1)] (carga indutiva @ cosφ 0,4)	240 V CA 0,2 A
Carga do terminal máxima (CC-1)[1)] em 1-2 (NO), 1-3 (NC) (carga resistiva)	60 V CC, 1 A
Carga do terminal máxima (CC-13)[1)] (carga indutiva)	24 V CC, 0,1 A
Número do terminal do Relé 02 (somente VLT® AutomationDrive FC 302)	4-6 (desabilitado), 4-5 (ativado)
Carga do terminal máxima (CA-1)[1)] em 4-5 (NO) (carga resistiva)[2)3)] sobretensão categoria II	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 (NO) (carga resistiva)	80 V CC, 2 A
Carga do terminal máxima (CC-13)[1)] em 4-5 (NO) (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 (NC) (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

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Carga do terminal máxima (CC-13)[1)] em 4-6 (NC) (carga indutiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga do terminal mínima em 1–3 (NF), 1–2 (NA), 4–6 (NF), 4–5 (NA)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 20 mA
Ambiente de acordo com EN 60664-1	Categoria de sobretensão III/grau de poluição 2

1) IEC 60947 partes 4 e 5.

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

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 0-590 Hz	±0,003 Hz
Repetir a precisão da partida/parada precisa (terminais 18, 19)	≤±0,1 ms
Tempo de resposta do sistema (terminais 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤10 ms
Faixa de controle da velocidade (malha aberta)	1:100 da velocidade síncrona
Faixa de controle da velocidade (malha fechada)	1:1.000 da velocidade síncrona
Precisão da velocidade (malha aberta)	30–4000 rpm: Erro ±8 rpm
Precisão de velocidade (malha fechada), dependendo da resolução do dispositivo de feedback	0–6000 rpm: Error ±0,15 rpm

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

Desempenho do cartão de controle

Intervalo de varredura (VLT® Drive HVAC FC 102, VLT® Refrigeration Drive FC 103, AQUA Drive do VLT® FC 202)	5 ms (VLT® AutomationDrive FC 302)
Intervalo de varredura (FC 302)	1 ms

Cartão de controle, comunicação serial USB

Padrão USB	1,1 (velocidade total)
Plugue USB	Plugue de dispositivo USB tipo B

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 terra do USB NÃO está isolada galvanicamente do ponto de aterramento de proteção. Utilize somente laptop isolado para ligar-se ao conector USB do conversor de frequência.

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

6.12 Especificações de derating

Considere derating quando qualquer das condições a seguir estiver presente:

- Baixa pressão do ar operando acima de 1.000 m (3.281 pés).
- Alta temperatura ambiente.
- Alta frequência de chaveamento.
- Operação em baixa velocidade.
- Cabos de motor longos.
- Cabos com seção transversal grande.

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

6

6.12.1 Derating para Altitude e Temperatura Ambiente

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

A 1.000 m (3.281 pés) de altitude ou abaixo, nenhum derating é necessário.
Acima de 1.000 m (3.281 pés), a temperatura ambiente (T_{AMB}) ou corrente de saída máxima ($_{IMAX}$) deve ser reduzida. Veja *Ilustração 6.19*.

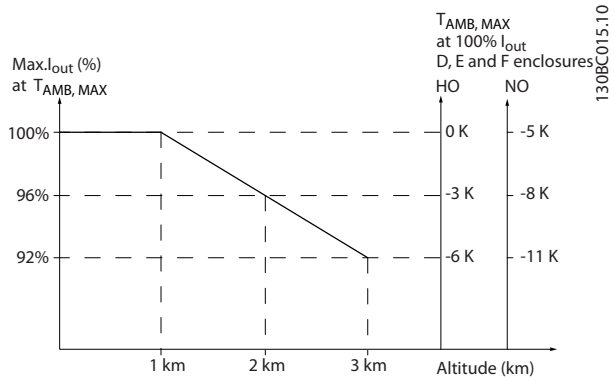


Ilustração 6.19 Derating da corrente de saída baseada na altitude em $T_{AMB,\ MAX}$

Ilustração 6.19 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.

6.12.2 Derating para frequência de chaveamento e temperatura ambiente

AVISO!

DERATING DE FÁBRICA

Os VLT® Parallel Drive Modules já são reduzidos para temperatura operacional (55 °C (131 °F) $T_{AMB,MAX}$ e 50 °C (122 °F) $T_{AMB,AVG}$).

Os gráficos a seguir indicam 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 *fsw* indica a frequência de chaveamento.

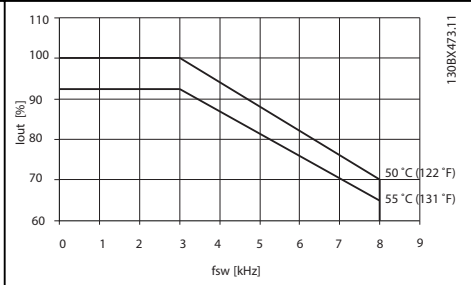
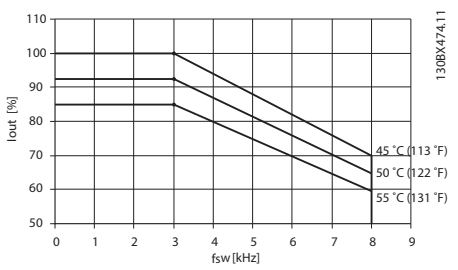
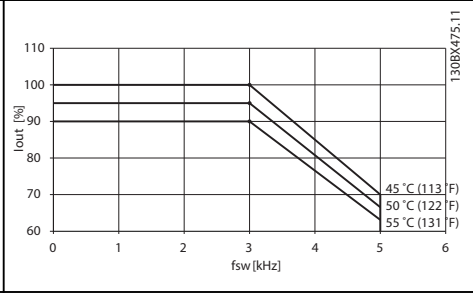
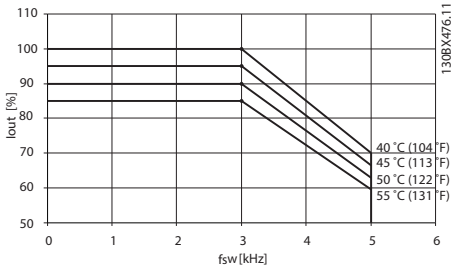
Faixa de tensão	Padrão de chaveamento	Sobrecarga alta HO, 150%	Sobrecarga normal NO, 110%
380–500 V	60 AVM		
	SFAVM		

Tabela 6.16 Derating para frequência de chaveamento, 250 kW a 400 V CA (350 hp a 460 V CA)

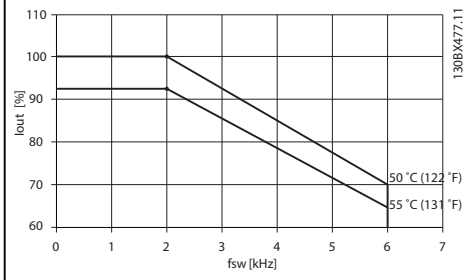
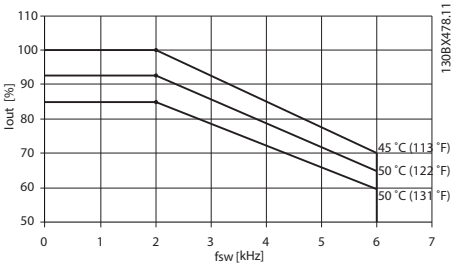
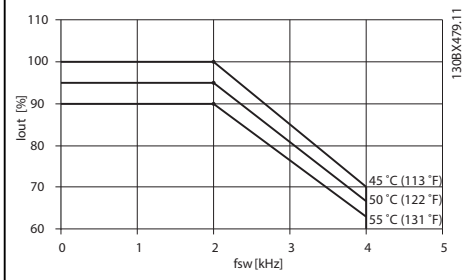
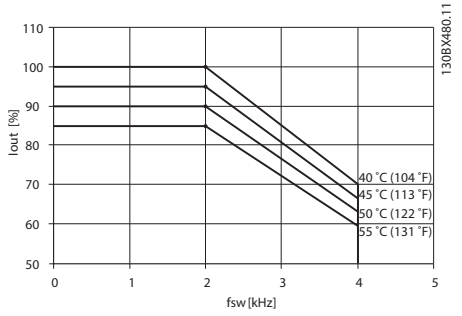
Faixa de tensão	Padrão de chaveamento	Sobrecarga alta HO, 150%	Sobrecarga normal NO, 110%
525–690 V	60 AVM		
	SFAVM		

Tabela 6.17 Derating para frequência de chaveamento, 250 kW a 690 V CA (300 hp a 575 V CA)

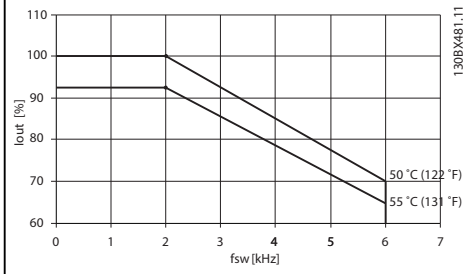
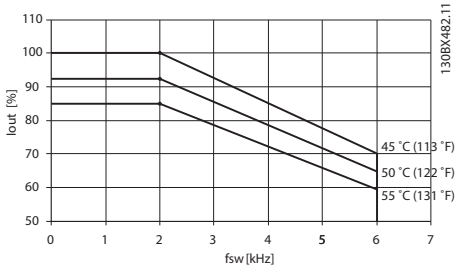
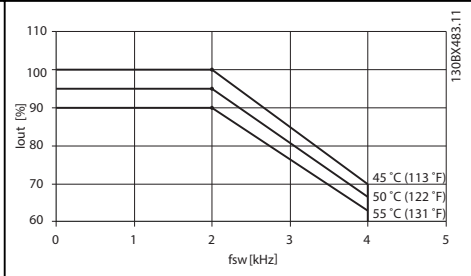
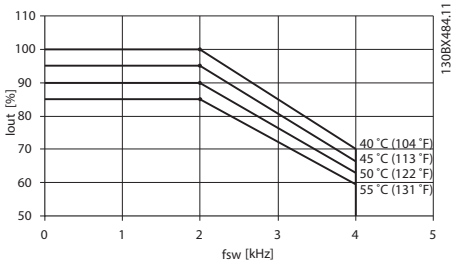
Faixa de tensão	Padrão de chaveamento	Sobrecarga alta HO, 150%	Sobrecarga normal NO, 110%
380–500 V	60 AVM		
	SFAVM		

Tabela 6.18 Derating para frequência de chaveamento, 315–800 kW a 400 V CA (450–1200 hp a 460 V CA)

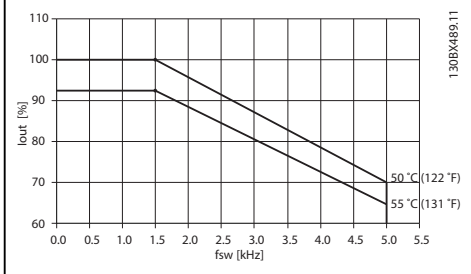
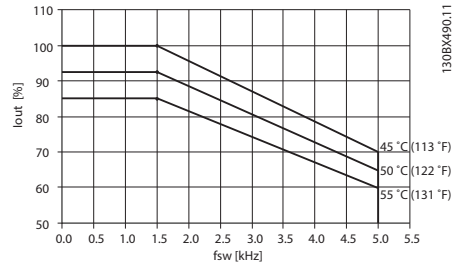
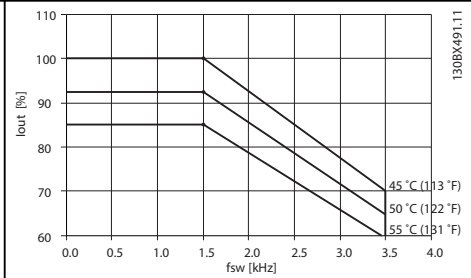
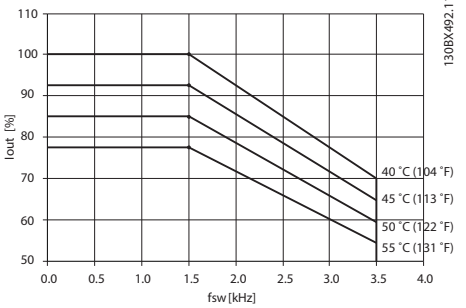
Faixa de tensão	Padrão de chaveamento	Sobrecarga alta HO, 150%	Sobrecarga normal NO, 110%
525–690 V	60 AVM		
	SFAVM		

Tabela 6.19 Derating para frequência de chaveamento, 315–1000 kW a 400 V CA (350–1150 hp a 575 V CA)

7 Informação sobre a solicitação de pedido

7.1 Formulário de Pedido

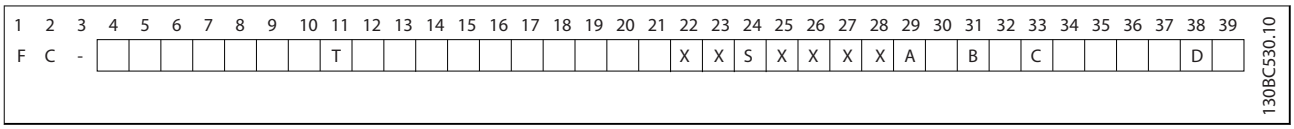


Tabela 7.1 String do Código do Tipo

Grupos de produto	1–3	
Série de conversores de frequência	4–6	
Código de geração	7	
Valor nominal da potência	8–10	
Fases	11	
Tensão de Rede	12	
Gabinete metálico Tamanho do gabinete metálico Classe do Gabinete Metálico Tensão de alimentação de controle	13–15	
Configuração do hardware	**16–23**	
Filtro de RFI/Drive 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	
Opcionais A	29–30	
Opcionais B	31–32	
Opcionais C0, MCO	33–34	
Opcionais C1	35	
Software do opcional C	36–37	
Opcionais D	38–39	

Tabela 7.2 Exemplo de código do tipo para solicitação de pedido de um conversor de frequência

Nem todas as seleções/opcionais estão disponíveis para cada variação. Para verificar se a versão apropriada está disponível, consulte o Configurador do Drive na Internet.

7.2 Configurador do conversor

É possível projetar um conversor de frequência conforme os requisitos da aplicação utilizando o sistema de código de compra mostrado em *Tabela 7.1* e *Tabela 7.2*.

Encomende conversores de frequência padrão e conversores de frequência com opcionais integrados enviando uma string do código do tipo que descreve o produto ao escritório de vendas local da Danfoss, por exemplo:

FC-302N800T5E00P2BGC7XXSXXXXAXBXCXXXXDX

O significado dos caracteres na string são definidos em *Tabela 7.3* e *Tabela 7.4*.

Corresponder ao conversor de frequência apropriado para aplicação correta ao utilizar o configurador do conversor. O configurador do conversor gera automaticamente um código de vendas de oito dígitos para ser encaminhado ao escritório de vendas local. Além disso, também é possível estabelecer uma lista de projeto com diversos produtos e enviá-la a um representante de vendas da Danfoss.

O Configurador do Drive pode ser encontrado no site global: *www.danfoss.com/drives*.

Os conversores de frequência 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.

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

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 de frequência com um pacote de idiomas diferente, entre em contato com o escritório de vendas da Danfoss local.

Descrição	Posição	Opcional possível
Grupo de produto	1–6	102: FC 102 202: FC 202 302: FC 302
Código de Geração	7	N
Valor nominal da potência	8–10	250 kW 315 kW 355 kW 400 kW 450 kW 500 kW 560 kW 630 kW 710 kW 800 kW 900 kW 1M0 kW 1M2 kW
Fases	11	Trifásico (T)
Tensão de rede	11–12	T 4: 380–480 V CA T 5: 380–500 V CA T 7: 525–690 V CA
Gabinete metálico	13–15	E00: IP00 C00: IP00 + canal traseiro de aço inoxidável
Filtro de RFI, hardware	16–17	P2: Drive paralelo + filtro de RFI, classe A2 (6 pulsos) P4: Drive paralelo + filtro de RFI, classe A1 (6 pulsos) P6: Drive paralelo + filtro de RFI, classe A2 (12 pulsos) P8: Drive paralelo + filtro de RFI, classe A1 (12 pulsos)
Freio	18	X: Sem IGBT do freio B: IGBT do freio montado R: Terminais de regeneração S: Freio + regeneração T: Safe Torque Off (STO) U: Safe Torque Off + freio
Display.	19	G: Painel de controle local (LCP) gráfico
Revestimento de PCB	20	C: Revestido de PCB
Opcional de rede elétrica	21	J: Disjuntor + fusíveis
Adaptação	22	X: Entradas de cabo padrão
Adaptação	23	X: Sem adaptação Q: Painel de acesso ao dissipador de calor
Release de software	24–27	S067: Controle de movimentos integrado
Idioma do software	28	X: Pacote de idioma standard

Tabela 7.3 Código do Tipo de Solicitação de Pedido para VLT® Parallel Drive Modules

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Descrição	Posição	Opcional possível
Opcionais A	29- 30	AX: Sem opcional A A0: VLT® PROFIBUS DP MCA 101 A4: VLT® DeviceNet MCA 104 A6: VLT® CANopen MCA 105 A8: VLT® EtherCAT MCA 124 AG: VLT® LonWorks MCA 108 AJ: VLT® BACnet MCA 109 AT: VLT® PROFIBUS Converter MCA 113 AU: VLT® PROFIBUS Converter MCA 114 AL: VLT® PROFINET MCA 120 AN: VLT® EtherNet/IP MCA 121 AQ: VLT® Modbus TCP MCA 122 AY: VLT® EtherNet/IP MCA 121
Opcionais B	31- 32	BX: Sem opcionais BK: VLT® General Purpose I/O MCB 101 BR: VLT® Encoder Input MCB 102 BU: VLT® Resolver Input MCB 103 BP: VLT® Relay Card MCB 105 BY: VLT® Extended Cascade Controller MCO 101 BZ: VLT® Safe PLC I/O MCB 108 B0: VLT® Analog I/O MCB 109 B2: VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 B4: VLT® Sensor Input MCB-114 B6: VLT® Safety Option MCB 150 B7: VLT® Safety Options MCB 151
Opcionais C0/ E0	33- 34	CX: Sem opcionais C4: VLT® Motion Control Option MCO 305
Opcionais C1/ A/B no Adaptador do Opcional C	35	X: Sem opcionais R: VLT® Extended Relay Card MCB 113 S: VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102
Software do opcional C/ Opcionais E1	36- 37	XX: Controlador padrão 10: VLT® Synchronizing Controller MCO 350 11: VLT® Position Controller MCO 351 12: VLT® Center Winder MCO 352
Opcionais D	38- 39	DX: Sem opcionais D0: VLT® 24 V DC Supply MCB 107

Tabela 7.4 Solicitação de pedido de opcionais

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

7.2.1 Filtros de Saída

O chaveamento de alta velocidade do conversor de frequência gera alguns efeitos secundários que influenciam o motor e o ambiente fechado. Dois tipos de filtro diferentes, os filtros dU/dt e de onda senoidal, estão disponíveis para tratar desses efeitos colaterais. Para obter mais detalhes, consulte o *Guia de Design VLT® FC-Series Output Filter*

380–500 V							Comum		Individual	
400 V, 50 Hz		460 V, 60 Hz		500 V, 50 Hz		FsW				
kW	A	Hp	A	kW	A	kHz	IP00	IP23	IP00	IP23
250	480	350	443	315	443	3	130B2849	130B2850	130B2844	130B2845
315	600	450	540	355	540	2	130B2851	130B2852	130B2844	130B2845
355	658	500	590	400	590	2	130B2851	130B2852	130B2844	130B2845
400	745	600	678	500	678	2	130B2853	130B2854	130B2844	130B2845
450	800	600	730	530	730	2	130B2853	130B2854	130B2847	130B2848
500	880	650	780	560	780	2	130B2853	130B2854	130B2847	130B2848
560	990	750	890	630	890	2	2x130B2849	2x130B2850	130B2847	130B2848
630	1120	900	1050	710	1050	2	3x130B2849	2x130B2850	130B2847	130B2848
710	1260	1000	1160	800	1160	2	3x130B2849	2x130B2850	130B2847	130B2848
800	1460	1200	1380	1000	1380	2	3x130B2851	3x130B2852	130B2849	130B2850

Tabela 7.5 Filtros dU/dt disponíveis, 380-500 V

525–690 V							Comum		Individual	
525 V, 50 Hz		575 V, 60 Hz		690 V, 50 Hz		FsW				
kW	A	Hp	A	kW	A	kHz	IP00	IP23	IP00	IP23
250	360	350	344	315	344	2	130B2851	130B2852	130B2841	130B2842
300	395	400	410	355	380	1,5	130B2851	130B2852	130B2841	130B2842
315	429	450	450	400	410	1,5	130B2851	130B2852	130B2841	130B2842
400	523	500	500	500	500	1,5	130B2853	130B2854	130B2844	130B2845
450	596	600	570	560	570	1,5	130B2853	130B2854	130B2844	130B2845
500	630	650	630	630	630	1,5	130B2853	130B2854	130B2844	130B2845
560	763	750	730	710	730	1,5	130B2853	130B2854	130B2847	130B2848
670	889	950	850	800	850	1,5	130B2853	130B2854	130B2847	130B2848
750	988	1050	945	–	–	–	3x130B2849	3x130B2850	130B2847	130B2848
850	1108	1150	1060	1000	1060	1,5	3x130B2849	3x130B2850	130B2847	130B2848
1000	1317	1350	1260	1200	1260	1,5	3x130B2851	3x130B2852	130B2849	130B2850

Tabela 7.6 Filtros dU/dt disponíveis, 525-690 V

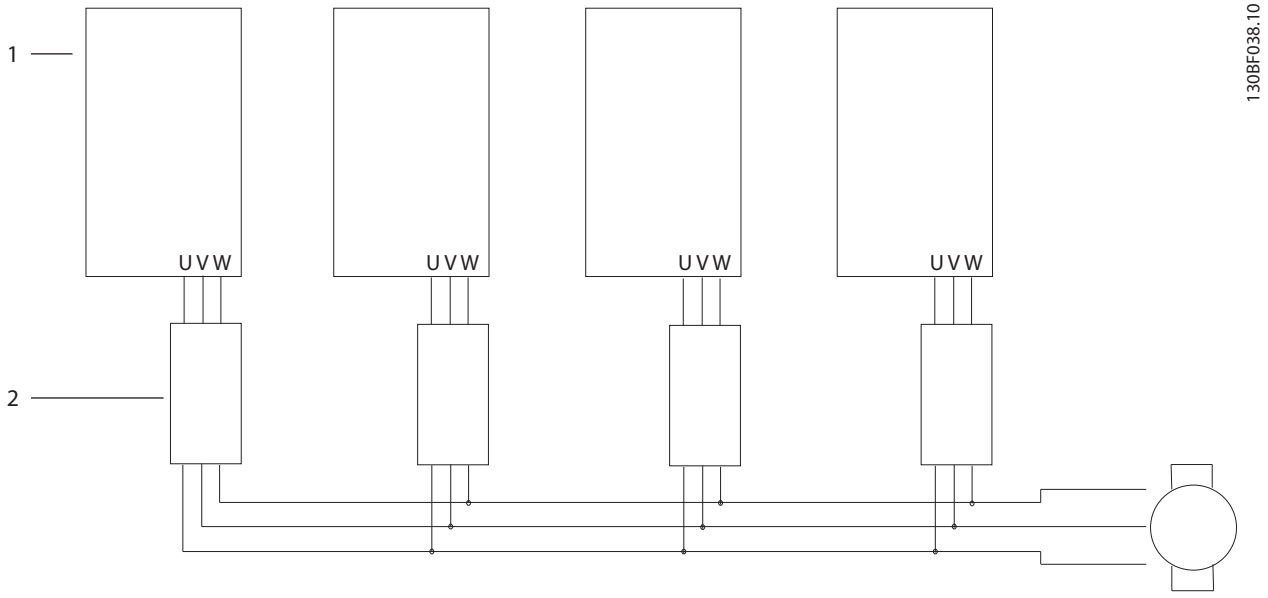
380–500 V							Comum		Individual	
400 V, 50 Hz		460 V, 60 Hz		500 V, 50 Hz		FsW				
kW	A	Hp	A	kW	A	kHz	IP00	IP23	IP00	IP23
250	480	350	443	315	443	3	130B3188	130B3189	130B3186	130B3187
315	600	450	540	355	540	2	130B3191	130B3192	130B3186	130B3187
355	658	500	590	400	590	2	130B3191	130B3192	130B3186	130B3187
400	745	600	678	500	678	2	130B3193	130B3194	130B3188	130B3189
450	800	600	730	530	730	2	2x130B3188	2x130B3189	130B3188	130B3189
500	880	650	780	560	780	2	2x130B3188	2x130B3189	130B3186	130B3187
560	990	750	890	630	890	2	2x130B3191	2x130B3192	130B3186	130B3187
630	1120	900	1050	710	1050	2	2x130B3191	2x130B3192	130B3186	130B3187
710	1260	1000	1160	800	1160	2	3x130B3188	2x130B3189	130B3188	130B3189
800	1460	1200	1380	1000	1380	2	3x130B3188	2x130B3189	130B3188	130B3189

Tabela 7.7 Filtros de onda senoidal disponíveis, 380-500 V

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

525–690 V							Comum		Individual	
kW	A	Hp	A	kW	A	kHz	IP00	IP23	IP00	IP23
525 V, 50 Hz		575 V, 60 Hz		690 V, 50 Hz		FsW				
250	360	350	344	315	344	2	130B4129	130B4151	130B4125	130B4126
300	395	400	410	355	380	1,5	130B4129	130B4151	130B4125	130B4126
315	429	450	450	400	410	1,5	130B4152	130B4153	130B4125	130B4126
400	523	500	500	500	500	1,5	130B4154	130B4153	130B4129	130B4151
450	596	600	570	560	570	1,5	130B4156	130B4157	–	–
500	630	650	630	630	630	1,5	130B4156	130B4157	130B4129	130B4151
560	763	750	730	710	730	1,5	2x130B4142	2x130B4143	130B4129	130B4151
670	889	950	850	800	850	1,5	2x130B4142	2x130B4143	130B4125	130B4126
750	988	1050	945	–	–	–	2x130B4142	2x130B4143	130B4129	130B4151
850	1108	1150	1060	1000	1060	1,5	3x130B4154	3x130B4155	130B4129	130B4151
1000	1317	1350	1260	1200	1260	1,5	3x130B4154	3x130B4155	130B4129	130B4151

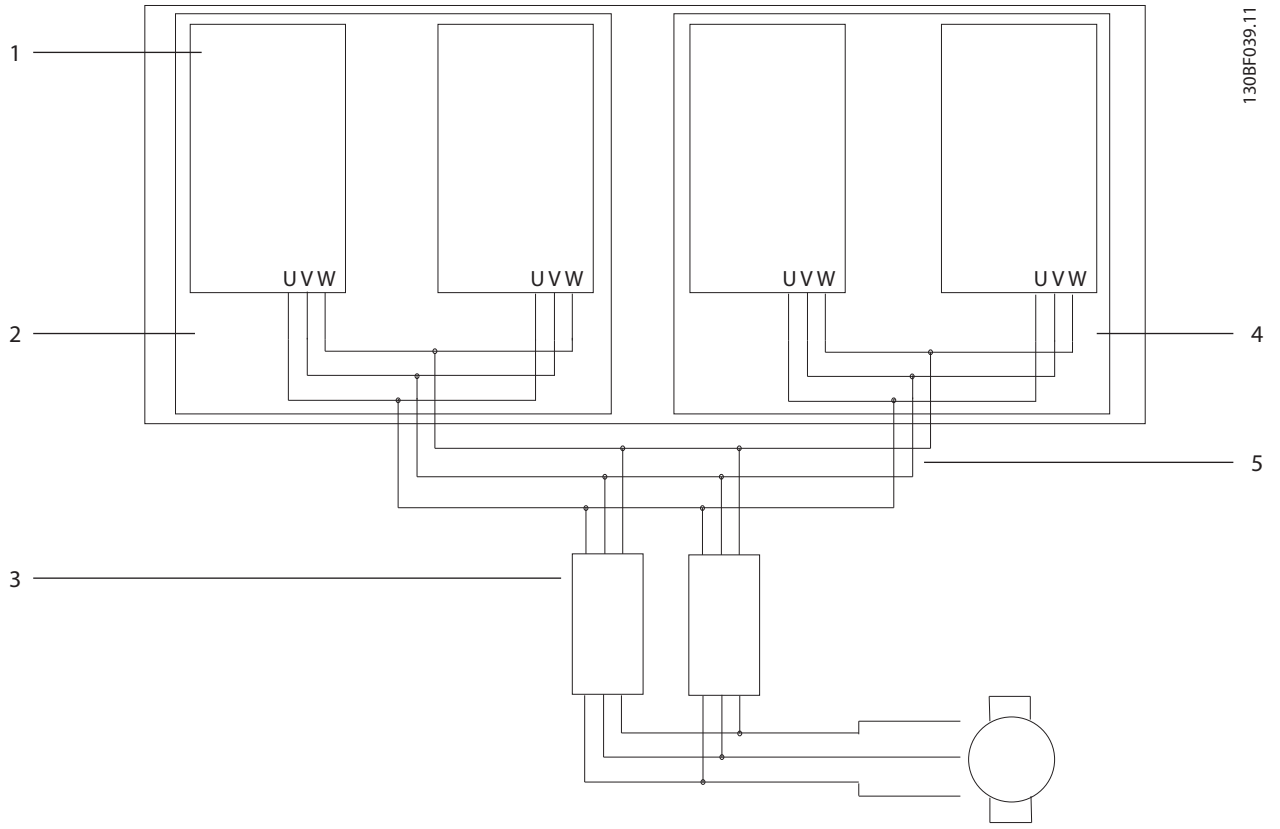
Tabela 7.8 Filtros de onda senoidal disponíveis, 525-690 V



1	Módulo conversor	2	Filtro

Ilustração 7.1 Configuração do filtro sem barramentos comuns (individuais)

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.



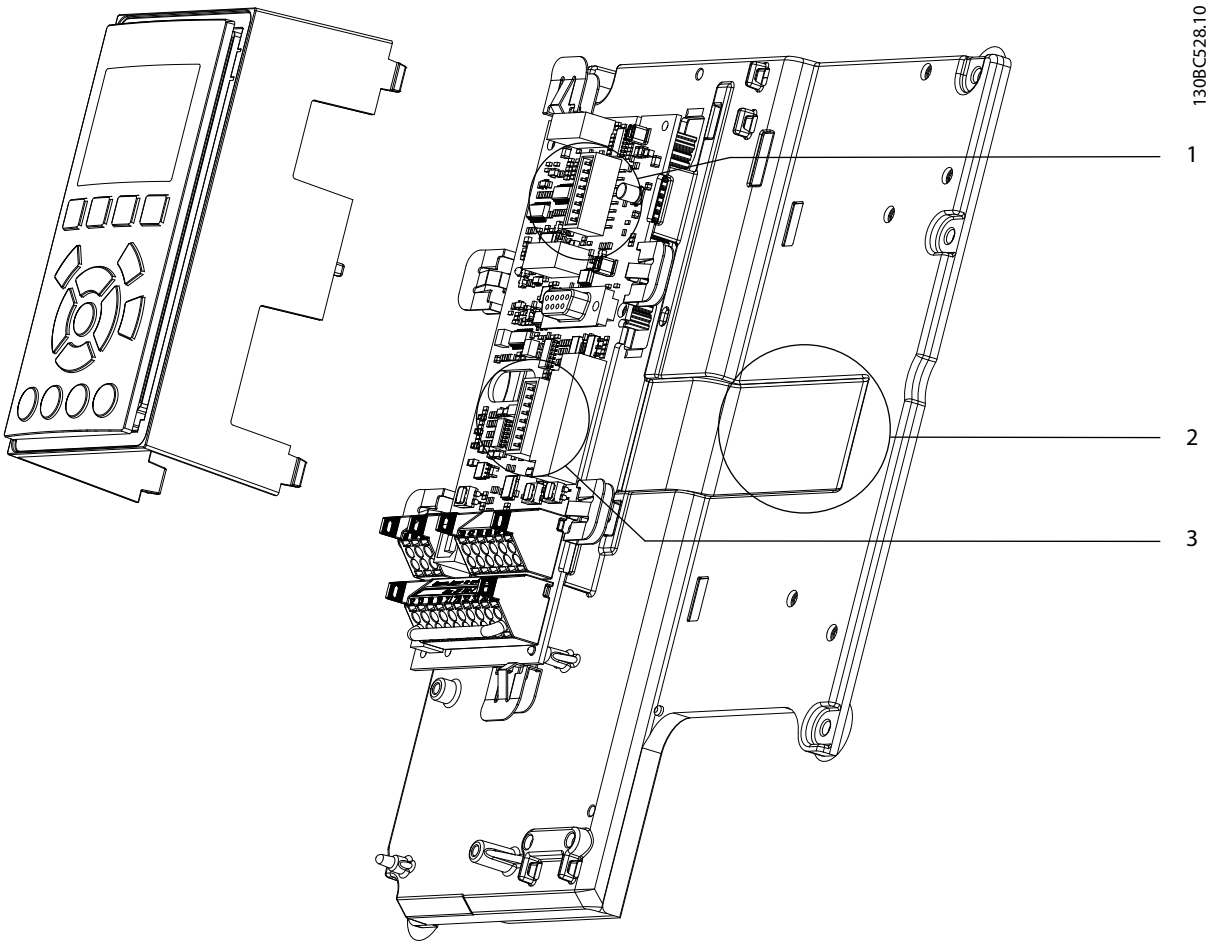
1	Módulo conversor	4	Gabinete 2
2	Gabinete 1	5	Cabos
3	Filtro	–	–

Ilustração 7.2 Configuração do filtro com barramentos comuns (individuais)

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

7.3 Opcionais e Acessórios

Danfoss oferece um grande número de opcionais e acessórios para o VLT® AutomationDrive FC 302, VLT® HVAC Basic Drive FC 102 e AQUA Drive do VLT® FC 202. Os opcionais a seguir são instalados no cartão de controle no slot A, B ou C. Consulte *Ilustração 7.3*. Para obter mais informações, consulte as instruções que acompanham o equipamento opcional.



1	Slot A
2	Slot B
3	Slot C

Ilustração 7.3 Opções de slot no cartão de controle

7.3.1 General Purpose Input Output Module MCB 101

O VLT® General Purpose I/O MCB 101 é usado para extensão das entradas e saídas digitais e analógicas do FC 102, FC 103, FC 202, FC 301 e FC 302. O MCB 101 deve ser instalado no slot B do conversor de frequência.

Conteúdo:

- Módulo opcional do MCB 101.
- Recurso estendido para o LCP.
- Tampa de terminal.

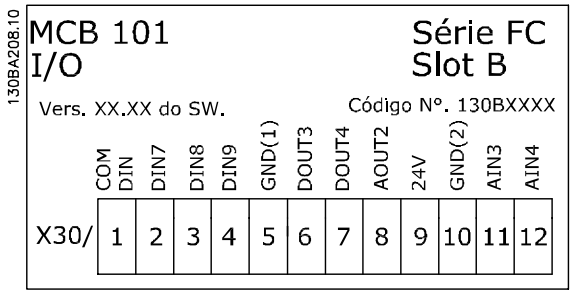


Ilustração 7.4 Módulo opcional do MCB 101

7.3.2 Isolação galvânica do VLT® General Purpose I/O MCB 101

As entradas analógicas/digitais são isoladas galvanicamente de outras entradas/saídas no MCB 101 e no cartão de controle do conversor de frequência.

As saídas analógicas/digitais no MCB 101 estão isoladas galvanicamente das demais entradas/saídas do MCB 101, mas não das entradas/saídas no cartão de controle do conversor de frequência.

Conecte os terminais 1 e 5 se as entradas digitais 7, 8 ou 9 devem ser chaveadas pelo uso de de alimentação interna de 24 V (terminal 9). Consulte *Ilustração 7.5*.

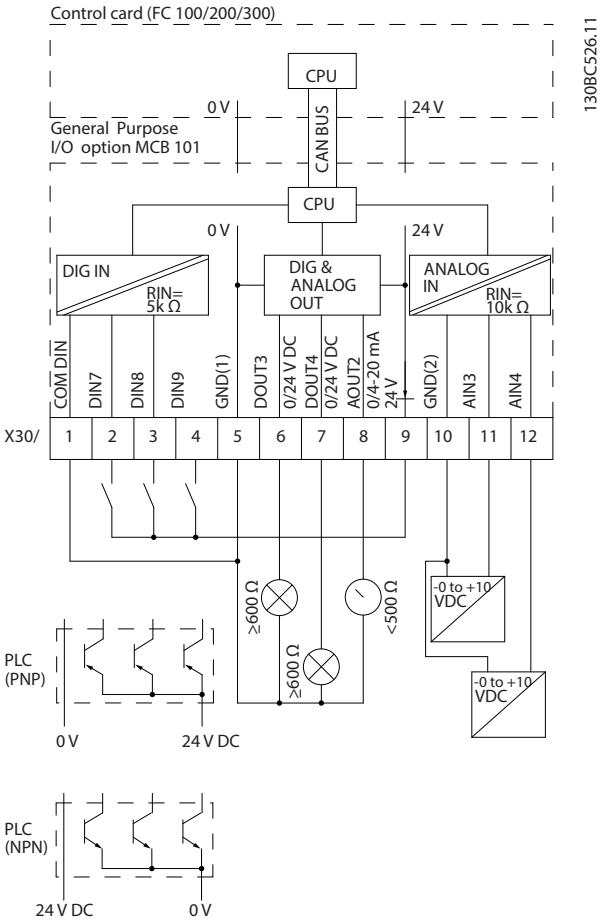


Ilustração 7.5 Diagrama de Princípios

7.3.3 Entradas Digitais - Terminal X30/1-4

Entrada digital	
Nº de entradas digitais	4 (6)
Número do terminal	18, 19, 27, 29, 32, 33
Lógica	PNP ou NPN
Nível de tensão	0–24 V CC
Nível de tensão, 0 lógico PNP (GND=0 V)	<5 V CC
Nível de tensão, 1 lógico PNP (GND=0 V)	>10 V CC
Nível de tensão, 0 lógico NPN (GND=24 V)	<14 V CC
Nível de tensão, 1 lógico NPN (GND=24 V)	>19 V CC
Tensão máxima na entrada	28 V contínuo
Faixa de frequência de pulso	0–110 kHz
Ciclo útil, largura de pulso mínima	4,5 ms
Impedância de entrada	>2 kΩ

7.3.4 Entradas Analógicas - Terminais X30/11, 12

Entrada analógica	
Número de entradas analógicas	2
Número do terminal	53, 54, X30.11, X30.12
Modos	Tensão
Nível de tensão	-10 V a +10 V
Impedância de entrada	>10 kΩ
Tensão máxima	20 V
Resolução das entradas analógicas	10 bits (+ sinal)
Precisão das entradas analógicas	Erro máx. 0,5% da escala total
Largura de banda	100 Hz

7.3.5 Saídas digitais - Terminal X30/6, 7

Saída digital	
Número de saídas digitais	2
Número do terminal	X30.6, X30.7
Nível de tensão na saída de frequência/digital	0–24 V
Corrente de saída máxima	40 mA
Carga máxima	≥600 Ω
Carga capacitiva máxima	<10 nF
Frequência de saída mínima	0 Hz
Frequência de saída máxima	≤32 kHz
Precisão da saída de frequência	Erro máximo: 0,1% do fundo de escala

7.3.6 Saída Analógica - Terminal X30/8

Saída analógica	
Número de saídas analógicas	1
Número do terminal	42
Faixa atual na saída analógica	0–20 mA
Carga máxima de GND - saída analógica	500 Ω
Precisão na saída analógica	Erro máximo: 0,5% do fundo de escala
Resolução na saída analógica	12 bit

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

7.3.7 Encoder Input VLT® MCB 102

O módulo da VLT® Encoder Input MCB 102 pode ser utilizado como fonte do feedback do controle de fluxo de malha fechada (*parâmetro 1-02 Fonte Feedbck.Flux Motor*) e como do controle da velocidade de malha fechada (*parâmetro 7-00 Fonte do Feedb. do PID de Veloc.*). Configure o opcional de encoder no *grupo do parâmetro 17--**Opcional do feedback de motor.*

O MCB 102 é usado para:

- Malha fechada do VVC+.
- Controle da velocidade do Flux Vector.
- Controle de torque do Flux Vector.
- Motor de ímã permanente.

Tipos de encoder suportados:

- Encoder incremental: Tipo TTL 5 V, RS422, frequência máxima: 410 kHz.
- Encoder incremental: 1 Vpp, seno-cosseno.
- HIPERFACE® Encoder: Absoluto e Seno-Cosseno (Stegmann/SICK).
- Encoder EnDat: Absoluto e Seno-Cosseno (Heidenheim) Suporta a versão 2.1.
- Encoder SSI: Absoluto.

AVISO!

Os LEDs são visíveis somente quando o LCP é removido. A reação no caso de um erro do encoder pode ser selecionada no *parâmetro 17-61 Monitoram. Sinal Encoder*: *[0] Desabilitado*, *[1] Advertência* ou *[2] Desarme*.

Quando o kit do opcional do encoder for encomendado separadamente, ele incluirá:

- Encoder Input VLT® MCB 102.
- Acessório do LCP aumentado e tampa de terminal aumentada.

O opcional de encoder não suporta conversores de frequência VLT® AutomationDrive FC 302 fabricados antes da semana 50/2004.
Versão mínima do software: 2.03 (*parâmetro 15-43 Versão de Software*)

Designação Descrição X31	Encoder incremental (consulte o *Ilustração 7.6*)	Encoder SinCos HIPERFACE® (consulte *Ilustração 7.7*)	Encoder EnDat	Encoder SSI	Descrição
1	NC			24 V[1)]	Saída 24 V (21-25 V, $I_{máx}$ 125 mA)
2	NC	8 VCC			Saída 8 V (7-12 V, $I_{máx}$: 200 mA)
3	5 VCC		5 VCC	5 V[1)]	Saída 5 V (5 V ± 5%, $I_{máx}$: 200 mA)
4	GND		GND	GND	GND
5	Entrada A	+COS	+COS		Entrada A
6	Entrada A inv	REFCOS	REFCOS		Entrada A inv
7	Entrada B	+SIN	+SIN		Entrada B
8	Entrada B inv	REFSIN	REFSIN		Entrada B inv
9	Entrada Z	+Dados RS485	Saída do oscilador	Saída do oscilador	Entrada Z OR +Dados RS485
10	Entrada Z inv	-Dados RS485	Saída do oscilador inv.	Saída do oscilador inv.	Entrada Z OR -Dados RS485
11	NC	NC	Dados de entrada	Dados de entrada	Uso futuro
12	NC	NC	Dados de entrada inv.	Dados de entrada inv.	Uso futuro
Máx. 5 V em X31,5-12					

Tabela 7.9 Descrições do Terminal do Opcional do Encoder do MCB 102 dos tipos de Encoder suportados

1) Alimentação para encoder: Consulte dados sobre o encoder.

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

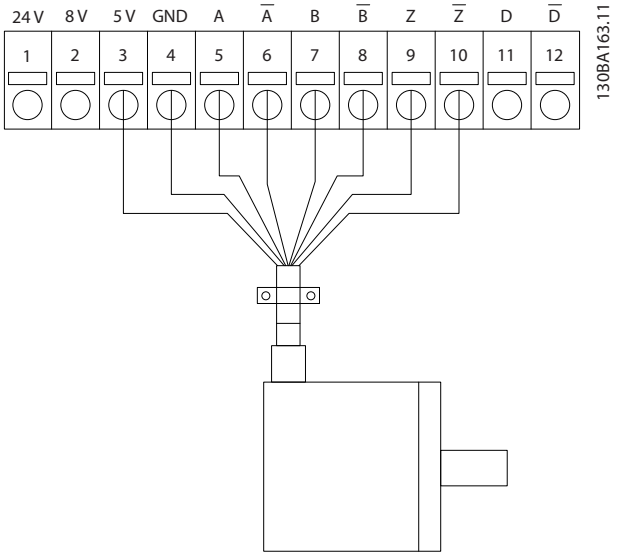


Ilustração 7.6 Encoder incremental

Comprimento de cabo máximo 150 m (492 pés).

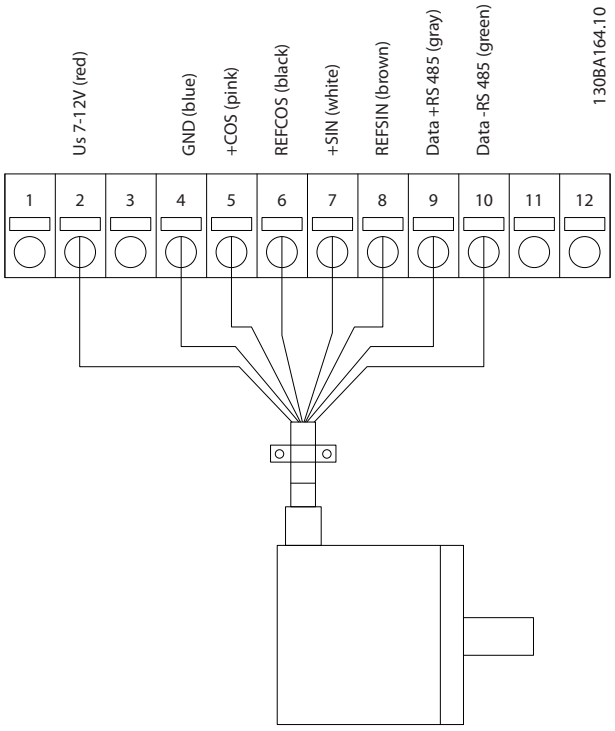


Ilustração 7.7 Encoder SinCos HIPERFACE

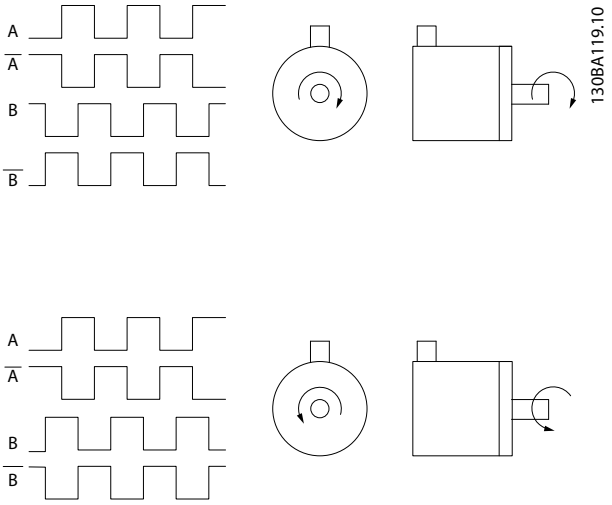


Ilustração 7.8 Sentido da rotação

7

7.3.8 Resolver Input VLT® MCB 103

O Resolver Option VLT® MCB 103 é utilizado para fazer interface do feedback de motor do resolver com o VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302. Os resolvers são usados como dispositivos de feedback de motor para motores síncronos sem escova com imã permanente.

O kit do opcional de resolver encomendado separadamente inclui:

- Opcional VLT® Resolver MCB 103.
- Acessório do LCP aumentado e tampa de terminal aumentada.

Seleção dos parâmetros: *17-5* Interface do Resolver*.

O MCB 103 suporta diversos tipos de resolver de rotor.

Polos do resolver	*Parâmetro 17-50 Pólos*: 2 x 2
Tensão de entrada do resolver	*Parâmetro 17-51 Tensão Entrad*: 2,0–8,0 V_{rms} x 7,0 V_{rms}
Frequência de entrada do resolver	*Parâmetro 17-52 Freq de Entrada*: 2–15 kHz x 10,0 kHz
Relação de transformação	*Parâmetro 17-53 Rel de transformação*: 0,1–1,1 x 0,5
Tensão de entrada do secundário	Máximo 4 V_{rms}
Carga do secundário	Aproximadamente 10 kΩ

Tabela 7.10 Especificações do resolver

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

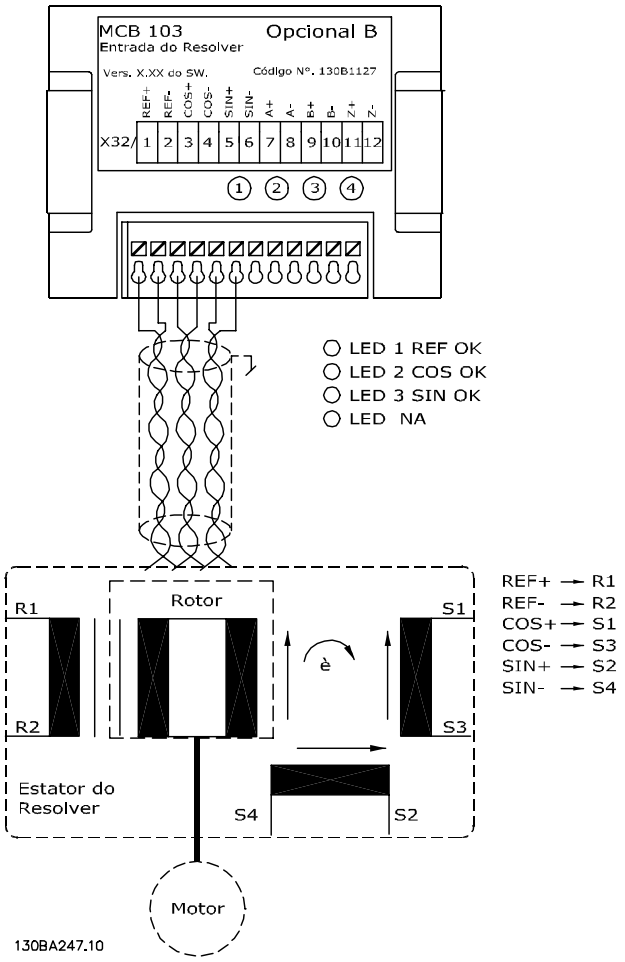


Ilustração 7.9 A Entrada do Resolver MCB 103 usada com um Motor de imã permanente

AVISO!

O MCB 103 pode ser utilizado somente com os tipos de resolver fornecidos com rotor. Os resolvers fornecidos com estator não podem ser utilizados.

Indicadores LED

Os LEDs estão ativos quando o par. é *parâmetro 17-61 Monitoram. Sinal Encoder* estiver programado para *[1] Advertência* ou *[2] Desarme*.

LED 1 acende quando o sinal de referência está OK no resolver

O LED 2 acende quando o sinal Cosinus está OK no resolver.

LED 3 acende quando o sinal Sinus está OK no resolver.

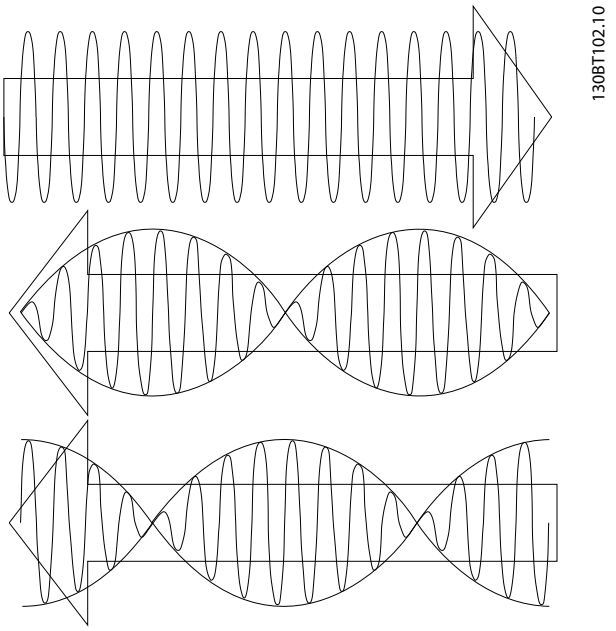


Ilustração 7.10 Motor de Ímã Permanente (PM) com o resolver como feedback de velocidade.

Exemplo de setup

Em *Ilustração 7.9*, um Motor de ímã permanente (PM) é utilizado com o resolver como feedback de velocidade. Um motor PM normalmente deve funcionar em modo de fluxo.

Fiação

O comprimento de cabo máximo é 150 m (492 pés), se for utilizado um cabo do tipo par trançado.

AVISO!

Use somente cabo de motor e cabos de circuito de frenagem blindados. Os cabos do resolver devem ser blindados e separados dos cabos de motor. A blindagem do cabo do resolver deve estar conectada corretamente à placa de desacoplamento e ao chassi (ponto de aterramento) no lado do motor.

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Parâmetro 1-00 Modo Configuração	*[1] Malha fechada de velocidade*
Parâmetro 1-01 Principio de Controle do Motor	*[3] Fluxo com feedback*
Parâmetro 1-10 Construção do Motor	*[1] PM, SPM não saliente*
Parâmetro 1-24 Corrente do Motor	Plaqueta de identificação
Parâmetro 1-25 Velocidade nominal do motor	Plaqueta de identificação
Parâmetro 1-26 Torque nominal do Motor	Plaqueta de identificação
Não é possível executar a AMA em motores PM (pequenos)	
Parâmetro 1-30 Resistência do Estator (Rs)	Folha de dados do motor
Parâmetro 30-80 Indutância do eixo-d (Ld)	Folha de dados do motor (mH)
Parâmetro 1-39 Pólos do Motor	Folha de dados do motor
Parâmetro 1-40 Força Contra Eletromotriz em 1000RPM	Folha de dados do motor
Parâmetro 1-41 Off Set do Ângulo do Motor	Folha de dados do motor (normalmente zero)
Parâmetro 17-50 Pólos	Folha de dados do resolver
Parâmetro 17-51 Tensão Entrad	Folha de dados do resolver
Parâmetro 17-52 Freq de Entrada	Folha de dados do resolver
Parâmetro 17-53 Rel de transformação	Folha de dados do resolver
Parâmetro 17-59 Interface Resolver	*[1] Ativado*

Tabela 7.11 Parâmetros para ajustar

7.3.9 Relay Card MCB 105 do VLT®

A VLT® Relay Card MCB 105 inclui 3 peças de contatos do tipo SPDT e deve ser instalada no slot do opcional B.

Dados elétricos	
Carga do terminal máxima (CA-1)[1)] (Carga resistiva)	240 V CA 2 A
Carga do terminal máxima (CA-15)[1)] (Carga indutiva @ cosφ 0,4)	240 V CA 0,2 A
Carga do terminal máxima (CC-1)[1)] (Carga resistiva)	24 V CC 1 A
Carga do terminal máxima (CC-13)[1)] (Carga indutiva)	24 V CC 0,1 A
Carga do terminal mínima (CC)	5 V 10 mA
Velocidade de chaveamento máxima em carga nominal/carga mínima	6 $min^{-1}/20^{-1}$

1) IEC 947 peça 4 e 5

Quando o kit do opcional de relé for encomendado separadamente, ele incluirá:

- VLT® Relay Card MCB 105.
- Acessório do LCP aumentado e tampa de terminal aumentada.
- Etiqueta para cobertura do acesso às chaves S201(A53), S202 (A54) e S801[1)].
- Fitas para cabo para fixá-lo no módulo do relé.

1) **IMPORTANTE!** A etiqueta DEVE ser fixada no chassi do LCP para alcançar a aprovação do UL.

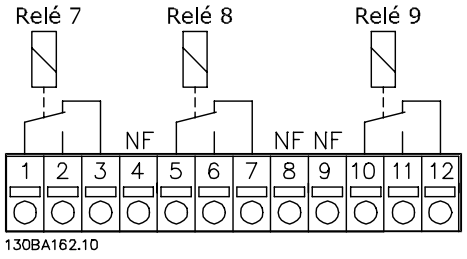


Ilustração 7.11 Desconecte os terminais do relé

ADVERTÊNCIA

Advertência de alimentação dupla. Não misture sistemas de 24/ 48 V com sistemas de alta tensão.

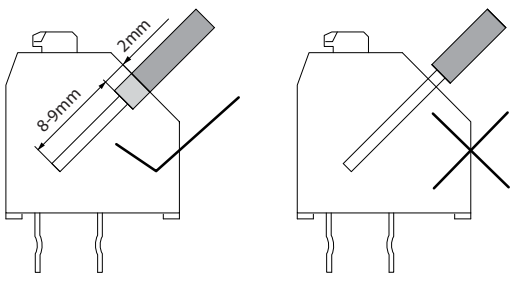


Ilustração 7.12 Comprimento correto do fio descascado

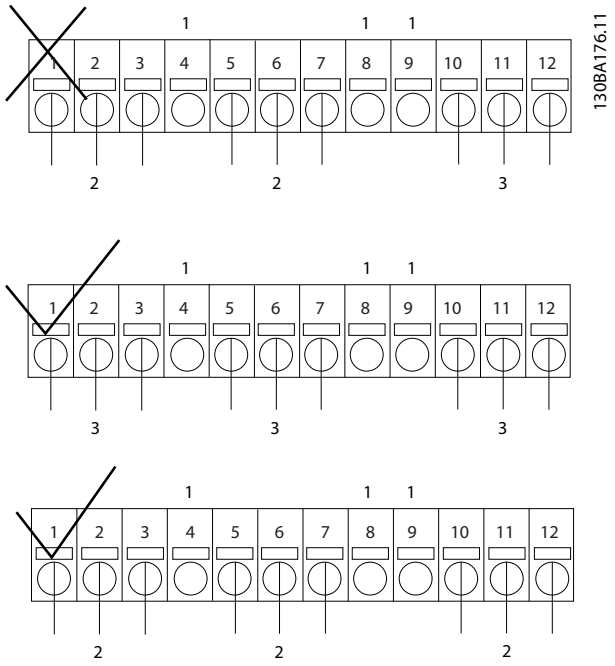


Ilustração 7.13 Método correto de instalar partes energizadas e sinais de controle

7

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

7.3.10 VLT® 24 V DC Supply MCB 107

Uma alimentação de 24 V CC externa pode ser instalada como alimentação de baixa tensão, para o cartão de controle e qualquer cartão de opcional instalado, permitindo a operação total do LCP sem conexão à rede elétrica.

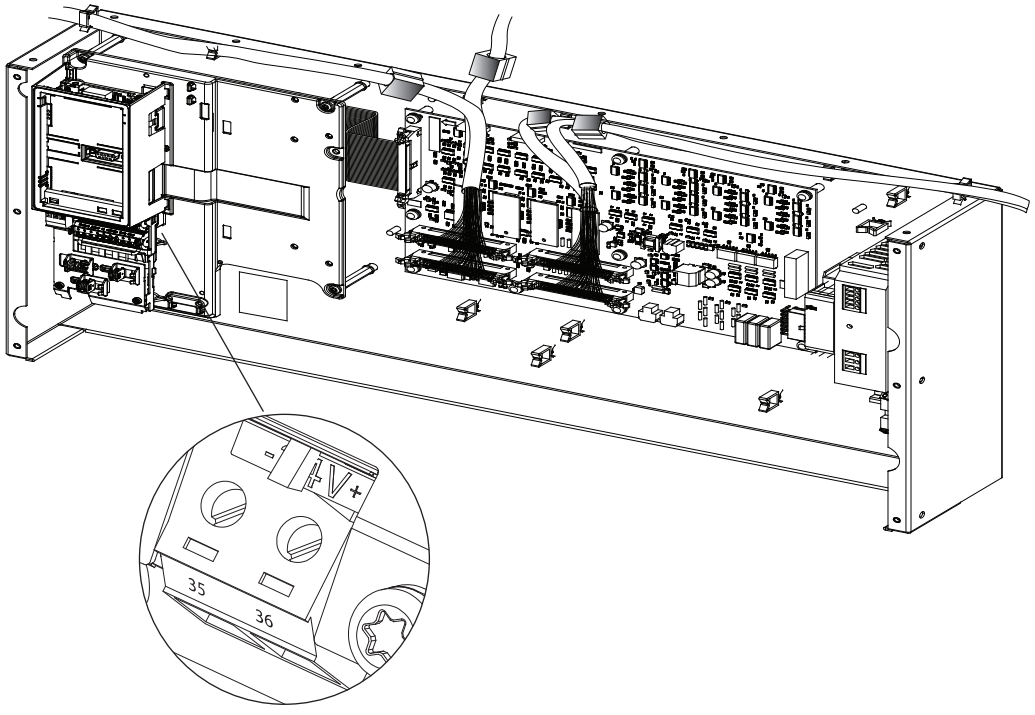
Especificação da alimentação de 24 V CC externa	
Faixa de tensão de entrada	24 V CC ±15% (máximo 37 V em 10 s)
Corrente de entrada máxima	2,2 A
Corrente de entrada média para o	0,9 A
Comprimento de cabo máximo	75 m (246 pés)
Carga de capacitância de entrada	10 uF
Atraso na energização:	0,6 s

As entradas são protegidas.

Números dos terminais:

- Terminal 35: Alimentação de -24 V CC externa.
- Terminal 36: Alimentação de +24 V CC externa.

Quando a VLT® 24 V DC Supply MCB 107 estiver alimentando o circuito de controle, a alimentação de 24 V interna é desconectada automaticamente. Para obter mais informações sobre a instalação, consulte as instruções de utilização separadas que acompanham o equipamento opcional.



130BF022.10

Ilustração 7.14 Conexão de alimentação de 24 V CC

7.3.11 VLT® PTC Thermistor Card

O opcional do VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 possibilita monitorar a temperatura de um motor elétrico por meio de uma entrada do termistor PTC isolada galvanicamente. É um opcional B para VLT® Drive HVAC FC 102, AQUA Drive do VLT® FC 202 e VLT® AutomationDrive FC 302 com Safe Torque Off (STO).

Para obter informações sobre montagem e instalação do opcional, consulte as instruções que acompanham ele. Para saber as diferentes possibilidades de aplicação, consulte *capétulo 17 Exemplos de Aplicações*.

X44/1 e X44/2 são as entradas do termistor. O X44/12 ativa o Safe Torque Off do conversor de frequência (T-37) se os valores do termistor tornarem isso necessário e o X44/10 informa ao conversor de frequência que um pedido de Toque seguro desligado (Safe Torque Off) veio do MCB 112 para assegurar um tratamento conveniente do alarme. Para usar a informações de X44/10, uma das entradas digitais do conversor de frequência (ou um DI de um opcional montado) deve ser programado para Cartão PTC 1 [80]. *Parâmetro 5-19 Terminal 37 Parada Segura* deve ser configurado para a funcionalidade Safe Torque Off desejada. O padrão é *[1] Alarme de parada segura*.

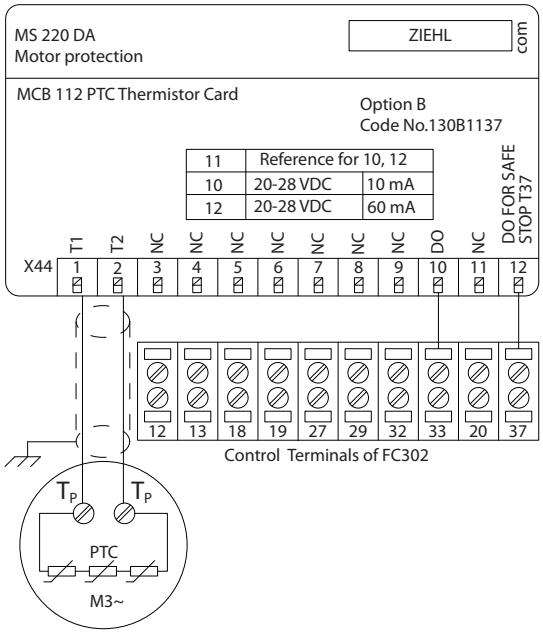


Ilustração 7.15 Instalação do MCB 112

Certificação ATEX com séries FC 102/202/302

O VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 foi certificado pela ATEX, o que significa que o FC séries 102/202/302 juntamente com o MCB 112, agora pode ser utilizado com motores em atmosferas potencialmente explosivas. Consulte o cartão do termistor para obter mais informações.

Ilustração 7.16 Símbolo de atmosfera explosiva (ATEX)

Dados elétricos

Conexão do resistor	
PTC em conformidade com a DIN 44081 e a DIN 44082	
Número	1..6 resistores em série
Válvula de Desligar	3,3 Ω ... 3,65 Ω ... 3,85 Ω
Valor do reset	1,7 Ω ... 1,8 Ω ... 1,95 Ω

Tolerância do disparo	± 6 °C (10,8 °F)
Resistência coletiva do loop do sensor	<1,65 Ω
Tensão do terminal	≤ 2,5 V para R ≤3,65 Ω, ≤9 V para R=∞
Corrente do sensor	≤ 1 mA
Curto circuito	20 Ω≤R ≤40 Ω
Consumo de energia	60 mA

Condições de teste	
EN 60 947-8	
Tensão para medição da resistência de sobretensão	6000 V
Categoria da sobretensão	III
Grau de poluição	2
Tensão Vbis para medição da isolação	690 V
Isolação galvânica até Vi	500 V
	-20 °C (-4 °F) ... +60 °C (140 °F)
Temperatura ambiente permanente	EN 60068-2-1 Calor seco
Umidade	5–95%, condensação não permitida
Resistência de EMC	EN 61000-6-2
Emissão EMC	EN 61000-6-4
Resistência da Vibração	10 ... 1000 Hz 1,14 g
Resistência de choque	50 g

Valores de sistema de segurança	
EN 61508 para Tu=75 °C (167 °F) em andamento	
	2 para ciclo de manutenção de 2 anos
SIL	1 para ciclo de manutenção de 3 anos
HFT	0
PFD (para teste funcional anual)	4,10 x 10^{-3}
SFF	78%
$\lambda_s+\lambda_{DD}$	8494 FIT
λ_{DU}	934 FIT
Código de compra	130B1137

7.3.12 VLT® Extended Relay Card MCB 113

O VLT® Extended Relay Card MCB 113 adiciona 7 entradas digitais, 2 saídas analógicas e 4 relés SPDT à E/S padrão do conversor de frequência para flexibilidade ampliada e para estar em conformidade com as recomendações da NAMUR NE37 Alemã.

O MCB 113 é um opcional C1 padrão do Danfoss VLT® Drive HVAC FC 102, VLT® Refrigeration Drive FC 103, AQUA Drive do VLT® FC 202, VLT® AutomationDrive FC 301 e VLT® AutomationDrive FC 302 e é automaticamente detectado após a montagem.

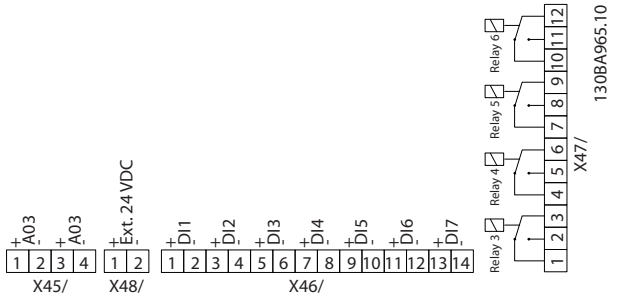


Ilustração 7.17 Conexões elétricas do MCB 113

Assegure a isolação galvânica entre o conversor de frequência e o cartão do opcional MCB 113 conectando a uma fonte de 24 V externa no X58/. Se a isolação galvânica não for necessária, o cartão do opcional pode ser alimentado por meio de uma fonte de 24 V interna do conversor de frequência.

AVISO!

É aceitável combinar sinais de 24 V com sinais de alta tensão nos relés, desde que haja um relé sem uso entre eles.

Para fazer setup do MCB 113, use *grupos do parâmetro 5-1* Entradas digitais*, *6-7* Saída analógica 3*, *6-8* Saída analógica 4*, *14-8* Opcionais*, *5-4* Relés* e *16-6* Entradas e Saídas*.

AVISO!

No *grupo do parâmetro 5-4* Relés*, **matriz [2] é relé 3, matriz [3] é relé 4, matriz [4] é relé 5 e matriz [5] é o relé 6.

Dados elétricos

Relés	
Números	4 SPDT
Carregar a 250 V CA/30 V CC	8 A
Carregar a 250 V CA/30 V CC com cosφ = 0,4	3,5 A
Categoria de sobretensão (contato-ponto de aterramento)	III
Categoria de sobretensão (contato-contato)	II
Combinação de sinais de 250 V e 24 V	E possível com um relé sem uso entre eles
	10 ms
Atraso máximo do resultado	Isolado do terra/ chassi para uso em sistemas de rede elétrica IT

Entradas digitais	
Números	7
Intervalo	0/24 V
Modo	PNP/NPN
Impedância de entrada	4 kW
Nível de disparo baixo	6,4 V
Nível de disparo alto	17 V
Atraso máximo do resultado	10 ms

Saídas analógicas	
Números	2
Intervalo	0/4-20 mA
Resolução	11 bit
Linearidade	<0,2%

EMC	
EMC	IEC 61000-6-2 e IEC 61800-3 relativo a Imunidade de IMPULSO, ESD, OSCILAÇÃO e Imunidade Conduzida

7.3.13 Resistores do Freio

Os resistores do freio são utilizados para dissipar o excesso de energia da frenagem regenerativa. O resistor é selecionado em relação ao seu valor ôhmico, à sua taxa de dissipação de energia e ao seu tamanho físico. A Danfoss oferece uma ampla variedade de resistores diferentes projetados especificamente para os nossos conversores de frequência. Para obter mais informações, ver *capétulo 13.2.1 Seleção do Resistor do Freio*. Além disso, consulte o *VLT® Brake Resistor MCE 101 Design Guide*.

7.3.14 Filtros de onda senoidal

Quando um conversor de frequência controla um motor, é possível ouvir ruído de ressonância do motor. Este ruído, resultante do projeto do motor, ocorre toda vez que uma chave do inversor é ativada no conversor de frequência. Dessa forma a frequência do ruído de ressonância corresponde à frequência de chaveamento do conversor de frequência.

Para o conversor de frequência, a Danfoss poderá fornecer um filtro de onda-senoidal para amortecer o ruído do motor. O filtro reduz o tempo de aceleração da tensão, da tensão de carga de pico U_{PEAK} e do ripple de corrente ΔI para o motor. O filtro resulta em que a corrente e a tensão tornam-se quase senoidais, o que reduz a acústica do ruído do motor.

O ripple de corrente nas bobinas do filtro de onda senoidal também causa ruído. Este problema pode ser resolvido integrando o filtro a um gabinete ou gabinete metálico semelhante.

Para números de peça de filtro de onda senoidal, consulte *capétulo 7.2.1 Filtros de Saída*.

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

7.3.15 Filtros dU/dt

A combinação de tensão rápida e um aumento de corrente causa tensões na isolação do motor. Essas mudanças rápidas de energia podem refletir-se também na linha CC do inversor e causar o seu desligamento. O filtro dU/dt é projetado para reduzir o tempo de subida de tensão e a rápida mudança de energia no motor. Essa intervenção evita envelhecimento prematuro e descarga elétrica no isolamento do motor.

Os filtros dU/dt influem positivamente na radiação do ruído magnético no cabo que conecta o conversor de frequência ao motor. A forma de onda da tensão é ainda pulsada, mas a relação dU/dt é reduzida em comparação com a instalação sem filtro.

7.3.16 Kit p\r\ Montagem Remota do LCP

O LCP pode ser transferido para frente de um painel elétrico usando o kit integrado remoto. Está disponível também um kit do LCP, sem o LCP. Para unidades IP66, o código de compra é 130B1117. Use o código de compra 130B1129 para unidades IP55.

Gabinete metálico	Frente do IP54
Comprimento de cabo máximo entre o LCP e a unidade	3 m (9 pés. 10 pol)
Comunicação padrão	RS485

Tabela 7.12 Dados técnicos para montar um LCP para o IP66 Gabinete metálico

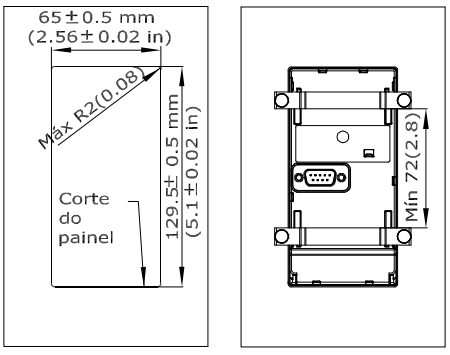


Ilustração 7.18 Dimensões

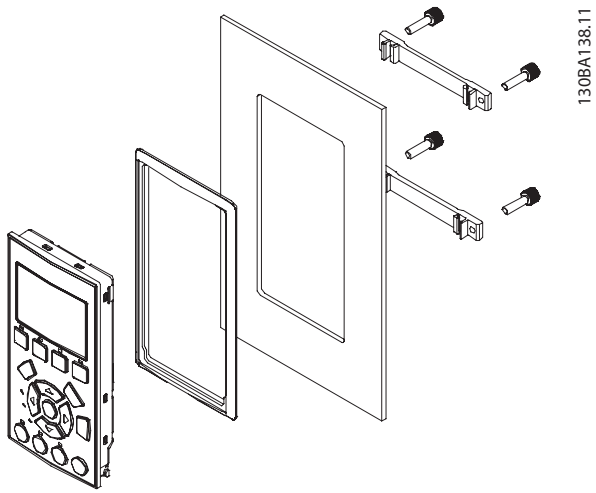


Ilustração 7.19 Código de compra 130B1113, Kit de LCP com LCP gráfico, presilhas, cabo e guarnição

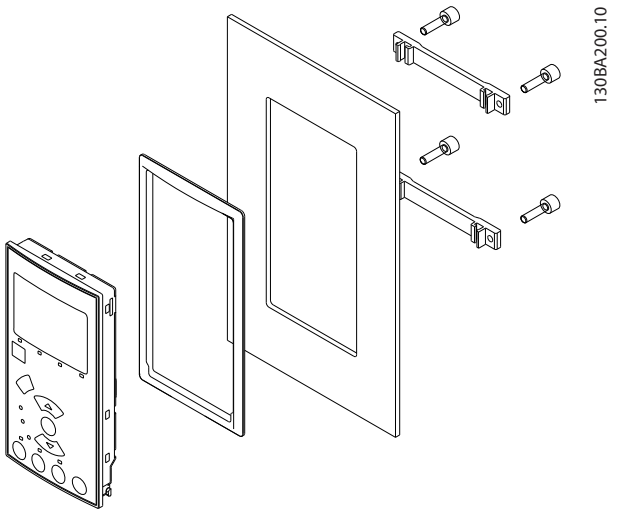


Ilustração 7.20 Código de compra 130B1114, Kit de LCP com LCP numérico, presilhas e guarnição

7

7.4 Lista de verificação de design do sistema

Tabela 7.13 fornece uma lista de verificação para integrar um conversor de frequência em um sistema de controle de motor. A lista tem a intenção de ser lembrete das categorias gerais e opcionais necessários para especificar os requisitos do sistema.

Categoria	Detalhes	Notas	☑
Modelo FC			
Potência			
	Volts		
	Corrente		
Física			
	Dimensões		
	Peso		
Condições operacionais ambiente			
	Temperatura		
	Altitude		
	Umidade		
	Qualidade do ar/poeira		
	Requisitos de derating		
Tamanho do gabinete metálico			
Entrada			
Cabos			
	Tipo		
	Comprimento		
Fusíveis			
	Tipo		
	Tamanho		
	Características nominais		
Opcionais			
	Conectores		
	Contatos		
	Filtros		
Saída			
Cabos			
	Tipo		
	Comprimento		
Fusíveis			
	Tipo		
	Tamanho		
	Características nominais		
Opcionais			
	Filtros		
Controle			
Fiação			
	Tipo		
	Comprimento		
	Ligações do terminal		
Comunicação			
	Protocolo		
	Conexão		
	Fiação		
Opcionais			

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Categoria	Detalhes	Notas	☑
	Conectores		
	Contatos		
	Filtros		
Motor			
	Tipo		
	Características nominais		
	Tensão		
	Opcionais		
Ferramentas e equipamentos especiais			
	Transporte e armazenagem		
	Montagem		
	Conexão de rede elétrica		

Tabela 7.13 Lista de verificação de design do sistema

7

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

8 Considerações durante a instalação

8.1 Ambiente Operacional

Para obter especificações relacionadas às condições ambiente, consulte *capétulo 6.9 Condições Ambiente para Módulos de Drive*.

AVISO!

CONDENSAÇÃO

A umidade pode condensar nos componentes eletrônicos e causar curtos circuitos. Evite instalação em áreas sujeitas a geada. Instalar um aquecedor de gabinete quando a unidade for mais fria que o ar ambiente. Operação em modo de espera reduz o risco de condensação enquanto a dissipação de energia mantenha o circuito isento de umidade.

Gases corrosivos como sulfeto de hidrogênio, cloro ou amônia podem danificar os componentes elétricos e mecânicos. O VLT® Parallel Drive Modules utiliza placas de circuito com revestimento isolante para reduzir os efeitos de gases agressivos. Para obter as características nominais e especificações de classe de revestimento isolante, ver *capétulo 6.9 Condições Ambiente para Módulos de Drive*.

Ao instalar a unidade em ambientes empoeirados, preste atenção ao 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 *VLT® Parallel Drive Modules Manual de serviço.*

Ventiladores de resfriamento
Ventiladores fornecem fluxo de ar para refrigerar a unidade. Quando ventiladores são expostos a ambientes empoeirados, a poeira pode danificar os rolamentos do ventilador e causam falha prematura do motor.

⚠ADVERTÊNCIA

ATMOSFERA EXPLOSIVA

Não instale um conversor de frequência em uma atmosfera potencialmente explosiva. A falha em seguir essa diretriz aumenta o risco de morte ou ferimentos graves.

- **Instale a unidade em um gabinete fora dessa área.**

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 classe d/e
O motor tem uma classe de proteção de ignição, enquanto que o cabo de 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 VLT® Parallel Drive Modules.

Ao utilizar o VLT® Parallel Drive Modules 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

As unidades VLT® AutomationDrive com o opcional MCB 112 são certificadas pela PTB para atmosferas potencialmente explosivas.

Um conversor de frequência contém muitos componentes eletrônicos e mecânicos, muitos dos quais são vulneráveis aos efeitos ambientais.

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

⚠CUIDADO

Por este motivo, o conversor de frequência não deve ser instalado em ambientes com líquidos, partículas ou gases em suspensão no ar que possam afetar e danificar os componentes eletrônicos. A não observação das medidas de proteção necessárias aumenta o risco de paradas, reduzindo assim a vida útil do conversor de frequência.

Grau de proteção conforme IEC 60529
Para prevenir falhas cruzadas e curtos circuitos entre terminais, conectores, trilhas e circuitos relacionados à segurança causados por objetos estranhos, a função Safe Torque Off (STO) deve ser instalada e operada em um gabinete de controle IP54 ou de classificação mais alta (ou ambiente equivalente.

Líquidos podem ser transportados pelo ar e condensar no conversor de frequência e podem causar corrosão dos componentes e peças metálicas. Vapor, óleo e água salgada podem causar corrosão de componentes e peças metálicas. Em ambientes com estas características, recomenda-se a utilização de equipamento com classificação do gabinete IP54/55. Como opção de proteção adicional, pode-se encomendar placas de circuito impresso com revestimento externo.

Partículas em suspensão no ar, como de poeira, podem causar falha mecânica, elétrica ou térmica no conversor de frequência. Um indicador típico dos níveis excessivos de partículas em suspensão no ar são partículas de poeira em volta do ventilador do conversor de frequência. Em ambientes empoeirados, utilize equipamento com classificação do gabinete IP54/IP55.

Em ambientes com temperaturas e umidade elevadas, gases corrosivos como compostos sulfúricos, nitrogenados e com cloro causam reações químicas nos componentes do conversor de frequência.

Essas reações químicas afetam e danificam com rapidez os componentes eletrônicos. Nesses ambientes, recomenda-se que o equipamento seja montado em um gabinete ventilado, impedindo o contato do conversor de frequência com gases agressivos.
PCBs revestidos opcionais também oferecem proteção nesses ambientes.

AVISO!

Montar os conversores de frequência em ambientes agressivos aumenta o risco de paradas e também reduz consideravelmente a vida útil do conversor.

Antes de instalar o conversor de frequência, verifique a presença de líquidos, partículas e gases em suspensão no ar ambiente observando as instalações existentes no ambiente. A presença de água ou óleo sobre peças metálicas ou a corrosão nas partes metálicas, são indicadores típicos de líquidos nocivos em suspensão no ar.

Com frequência, detectam-se níveis excessivos de partículas de poeira em gabinetes de instalação e em instalações elétricas existentes. Um indicador de gases agressivos em suspensão no ar é o enegrecimento de extremidades de fios e trilhos de cobre.

8.2 Requisitos Mínimos do Sistema

8.2.1 Gabinete

O kit consiste em 2 ou 4 módulos de conversor, dependendo do valor nominal da potência. Os gabinetes devem atender aos seguintes requisitos mínimos:

Largura [mm (pol)]	2 conversores: 800 (31,5), 4 conversores: 1600 (63)
Profundidade [mm (pol)]	600 (23,6)
Altura [mm (pol)]	2000 (78,7)[1)]
Capacidade de peso [kg (lb)]	2 conversores: 450 (992), 4 conversores: 910 (2006)
Aberturas de ventilação	Consulte *capétulo 8.2.4 Requisitos de resfriamento e fluxo de ar*.

Tabela 8.1 Requisitos do gabinete

1) Necessário se o barramento ou os kits de resfriamento da Danfoss forem usados.

8.2.2 Barras condutoras

Se o kit do barramento Danfoss não for utilizado, consulte *Tabela 8.2* para obter as medições da seção transversal que são necessárias ao criar barramentos customizados. Para obter as dimensões terminais, consulte *capétulo 6.1.2 Dimensões de Terminal* e *capétulo 6.1.3 Dimensões do Barramento CC*.

Descrição	Largura [mm (pol)]	Espessura [mm (pol)]
Motor CA	143,6 (5,7)	6,4 (0,25)
rede elétrica CA	143,6 (5,7)	6,4 (0,25)
Barramento CC	76,2 (3,0)	12,7 (0,50)

Tabela 8.2 Medições da seção transversal para barramentos customizados

AVISO!

Alinhe os barramentos verticalmente para fornecer máximo fluxo de ar.

8.2.3 Considerações térmicas

Para obter valores de dissipação de calor, consulte *capétulo 6.5 Especificações dependente da potência.*. As fontes de calor a seguir devem ser consideradas ao determinar requisitos de resfriamento:

- Temperatura ambiente fora do gabinete metálico.
- Filtros (por exemplo, onda senoidal e RF).
- Fusíveis.
- Componentes de controle.

Para obter o ar de resfriamento necessário, consulte *capétulo 8.2.4 Requisitos de resfriamento e fluxo de ar*.

8.2.4 Requisitos de resfriamento e fluxo de ar

As recomendações fornecidas nesta seção são necessárias para o resfriamento eficaz dos módulos de conversor dentro do gabinete metálico do painel. Cada módulo de conversor contém um ventilador do dissipador de calor e um ventilador de mistura. Designs típicos de gabinete metálico utilizam ventiladores de porta juntamente com os ventiladores de módulo de conversor para remover calor do gabinete.

Danfoss fornece diversos kits de resfriamento do canal traseiro como opcionais. Esses kits removem 85% do calor do gabinete, reduzindo a necessidade de grandes ventiladores de porta.

AVISO!

Certifique-se de que o fluxo total dos ventiladores do gabinete atendem ao fluxo de ar recomendado.

Ventiladores de resfriamento do módulo de conversor

O módulo de conversor é equipado com um ventilador do dissipador de calor, que fornece a taxa de fluxo de ar necessária de 840 m^3/h (500 cfm) ao longo do dissipador de calor. Além disso, há um ventilador de resfriamento montado no topo da unidade e um pequeno ventilador de mistura de 24 V CC montado sob a placa de entrada que é operado sempre que o módulo de conversor estiver energizado.

Em cada módulo de conversor, o cartão de potência fornece tensão CC para energizar os ventiladores. O ventilador de mistura é alimentado por 24 V CC da fonte de alimentação no modo de chaveamento principal. O ventilador do dissipador de calor e o ventilador superior são alimentados por 48 V CC de uma fonte de alimentação em modo de chaveamento no cartão de potência. Cada ventilador tem feedback de tacômetro para o cartão de controle para confirmar que o ventilador está funcionando corretamente. O controle da velocidade e de liga/desliga dos ventiladores ajudam a reduzir ruído acústico desnecessário e prolongar a vida útil dos ventiladores.

Ventiladores do gabinete

Quando o opcional de resfriamento do canal traseiro não for utilizado, os ventiladores montados no gabinete devem remover todo o calor gerado dentro do gabinete.

Para cada gabinete contendo dois módulos de conversor, a recomendação de fluxo do ventilador do gabinete é a seguinte:

- Ao utilizar resfriamento do canal traseiro, é recomendável um fluxo de 680 m^3/h (400 cfm).
- Quando resfriamento do canal traseiro não for utilizado, é recomendável um fluxo de 4080 m^3/h (2400 cfm).

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

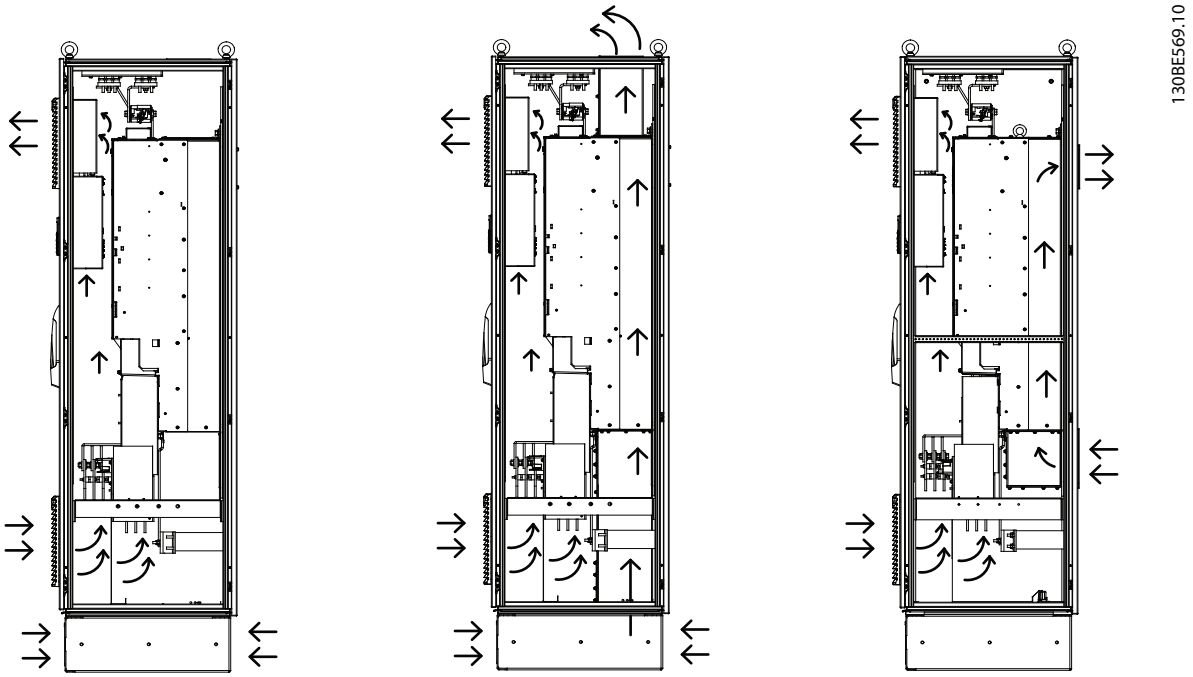


Ilustração 8.1 Fluxo de ar, Unidade standard (esquerda), Kit de resfriamento inferior/superior (meio) e Kit de resfriamento traseiro/traseiro (direita)

8.3 Requisitos elétricos para certificações e aprovações

A configuração padrão fornecida neste guia (módulos de conversor, prateleira de controle, chicotes de fiação, fusíveis e microinterruptores) possui certificação UL e CE. As condições a seguir devem ser atendidas além da configuração padrão para obter requisitos de aprovação regulamentar UL e CE. Para obter uma lista de renúncias de responsabilidade, consulte *capétulo 18.1 Renúncia de responsabilidade*.

- Utilize o conversor de frequência em um ambiente interno, controlado e aquecido. O ar de resfriamento deve ser limpo, livre de materiais corrosivos e de poeira eletricamente condutiva. Consulte *capétulo 6.9 Condições Ambiente para Módulos de Drive* para obter limites específicos.
- A temperatura ambiente máxima do ar é 40 °C (104 °F) com corrente nominal.
- O sistema do conversor deve ser montado em ar limpo, de acordo com a classificação do gabinete. Para obter aprovações regulamentares de certificação UL ou CE, os módulos de conversor devem ser instalados de acordo com a configuração padrão fornecida neste guia.
- A tensão e a corrente máximas não devem exceder os valores fornecidos em *capétulo 6.5 Especificações dependente da potência.* para a configuração do conversor especificada.
- Os módulos de conversor são adequados para utilização em um circuito capaz de fornecer não mais do que 100 kA rms simétricos com tensão nominal do conversor (máximo de 600 V para unidades de 690 V) quando protegidos por fusíveis com a configuração padrão. Veja *capétulo 8.4.1 Seleção de Fusível*. As características nominais de amperes é baseada em testes realizados de acordo com a UL 508C.
- Os cabos localizados dentro do circuito do motor devem ser classificados para pelo menos 75 °C (167 °F) em instalações em conformidade com o UL. Os tamanhos do cabo foram fornecidos em *capétulo 6.5 Especificações dependente da potência.* para a configuração do conversor especificada.
- O cabo de entrada deve ser protegido com fusíveis. Os disjuntores não devem ser utilizados sem fusíveis nos EUA. Fusíveis IEC adequados (classe aR) ou fusíveis UL (classe L ou T) são listados em *capétulo 8.4.1 Seleção de Fusível*. Além disso, requisitos regulamentares específicos do país devem ser seguidos.
- Para instalação nos EUA, deve ser fornecida proteção do circuito de derivação de acordo com o Código Elétrico Nacional (NEC) e qualquer código local aplicável. Para atender esse requisito, utilize fusíveis classificados pela UL.
- Para instalação no Canadá, deve ser fornecida proteção do circuito de derivação de acordo com o Código Elétrico Canadense e qualquer código

provincial aplicável. Para atender esse requisito, utilize fusíveis classificados pela UL.

8.4 Fusíveis e Disjuntores

8.4.1 Seleção de Fusível

Para proteger o sistema de conversor em caso de um ou mais componentes internos falharem dentro de um módulo de conversor, utilize fusíveis e/ou disjuntores no lado da alimentação de rede elétrica.

8.4.1.1 Proteção do Circuito de Derivação

Para proteger a instalação contra risco de choques elétricos e de incêndio, proteja todos os circuitos de derivação de uma instalação contra curto-circuito e sobrecorrente de acordo com as regulamentações nacionais e internacionais.

8.4.1.2 Proteção contra Curto-Circuito

A Danfoss recomenda os fusíveis listados em *capétulo 8.4.1.3 Fusíveis recomendáveis para conformidade com CE* e *capétulo 8.4.1.4 Fusíveis recomendados para conformidade com o UL* para obter conformidade com o UL ou CE na proteção de pessoal de serviço e de propriedade contra as consequências da falha de componentes nos módulos de conversores.

8.4.1.3 Fusíveis recomendáveis para conformidade com CE

Número de módulos de conversor	FC 302	FC 102/ FC 202	Fusível recomendado (máximo)
2	N450	N500	aR-1600
4	N500	N560	aR-2000
4	N560	N630	aR-2000
4	N630	N710	aR-2500
4	N710	N800	aR-2500
4	N800	N1M0	aR-2500

Tabela 8.3 Sistemas de conversor de 6 pulsos (380–500 V CA)

Número de módulos de conversor	FC 302	FC 102/ FC 202	Fusível recomendado (máximo)
2	N250	N315	aR-630
2	N315	N355	aR-630
2	N355	N400	aR-630
2	N400	N450	aR-800
2	N450	N500	aR-800
4	N500	N560	aR-900
4	N560	N630	aR-900
4	N630	N710	aR-1600
4	N710	N800	aR-1600
4	N800	N1M0	aR-1600

Tabela 8.4 Sistemas de conversor de 12 pulsos (380–500 V CA)

Número de módulos de conversor	FC 302	FC 102/ FC 202	Fusível recomendado (máximo)
4	N630	N710	aR-1600
4	N710	N800	aR-2000
4	N800	N900	aR-2500
4	N900	N1M0	aR-2500
4	N1M0	N1M2	aR-2500

Tabela 8.5 Sistemas de conversores de 6 pulsos (525–690 V CA)

Número de módulos de conversor	FC 302	FC 102/ FC 202	Fusível recomendado (máximo)
2	N250	N315	aR-550
2	N315	N355	aR-630
2	N355	N400	aR-630
2	N400	N500	aR-630
2	N500	N560	aR-630
2	N560	N630	aR-900
4	N630	N710	aR-900
4	N710	N800	aR-900
4	N800	N900	aR-900
4	N900	N1M0	aR-1600
4	N1M0	N1M2	aR-1600

Tabela 8.6 Sistemas de conversor de 12 pulsos (525–690 V CA)

8.4.1.4 Fusíveis recomendados para conformidade com o UL

- Os módulos conversores são fornecidos com fusíveis CA integrados. Os módulos foram qualificados para características nominais da corrente de curto-circuito (SCCR) de 100 kA para as configurações de barramento padrão em todas as tensões (380–690 V CA).
- Se não houver opções de potência ou barramentos adicionais conectados externamente, o sistema de conversor é qualificado para 100 kA

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

SCCR com qualquer fusível classe L ou classe T listado pela UL conectado nos terminais de entrada dos módulos de conversor.

- Não exceda as características nominais do fusível indicadas em *Tabela 8.8* a *Tabela 8.9* com as características nominais da corrente dos fusíveis Classe L ou T.

Número de módulos de conversor	FC 302	FC 102/ FC 202	Fusível recomendado (máximo)
2	N450	N500	1.600 A
4	N500	N560	2.000 A
4	N560	N630	2.000 A
4	N630	N710	2.500 A
4	N710	N800	2.500 A
4	N800	N1M0	2.500 A

Tabela 8.7 Sistemas de conversor de 6 pulsos (380–500 V CA)

Número de módulos de conversor	FC 302	FC 102/ FC 202	Fusível recomendado (máximo)
2	N250	N315	630 A
2	N315	N355	630 A
2	N355	N400	630 A
2	N400	N450	800 A
2	N450	N500	800 A
4	N500	N560	900 A
4	N560	N630	900 A
4	N630	N710	1.600 A
4	N710	N800	1.600 A
4	N800	N1M0	1.600 A

Tabela 8.8 Sistemas de conversor de 12 pulsos (380–500 V CA)

Fusíveis de no mínimo 500 V certificados pelo UL podem ser usados para os sistemas de conversores de frequência de 380–500 V CA.

Número de módulos de conversor	FC 302	FC 102/ FC 202	Fusível recomendado (máximo)
4	N630	N710	1.600 A
4	N710	N800	2.000 A
4	N800	N900	2.500 A
4	N900	N1M0	2.500 A
4	N1M0	N1M2	2.500 A

Tabela 8.9 Sistemas de conversores de 6 pulsos (525–690 V CA)

Número de módulos de conversor	FC 302	FC 102/ FC 202	Fusível recomendado (máximo)
2	N250	N315	550 A
2	N315	N355	630 A
2	N355	N400	630 A
2	N400	N500	630 A
2	N500	N560	630 A
2	N560	N630	900 A
4	N630	N710	900 A
4	N710	N800	900 A
4	N800	N900	900 A
4	N900	N1M0	1.600 A
4	N1M0	N1M2	1.600 A

Tabela 8.10 Sistemas de conversor de 12 pulsos (525–690 V CA)

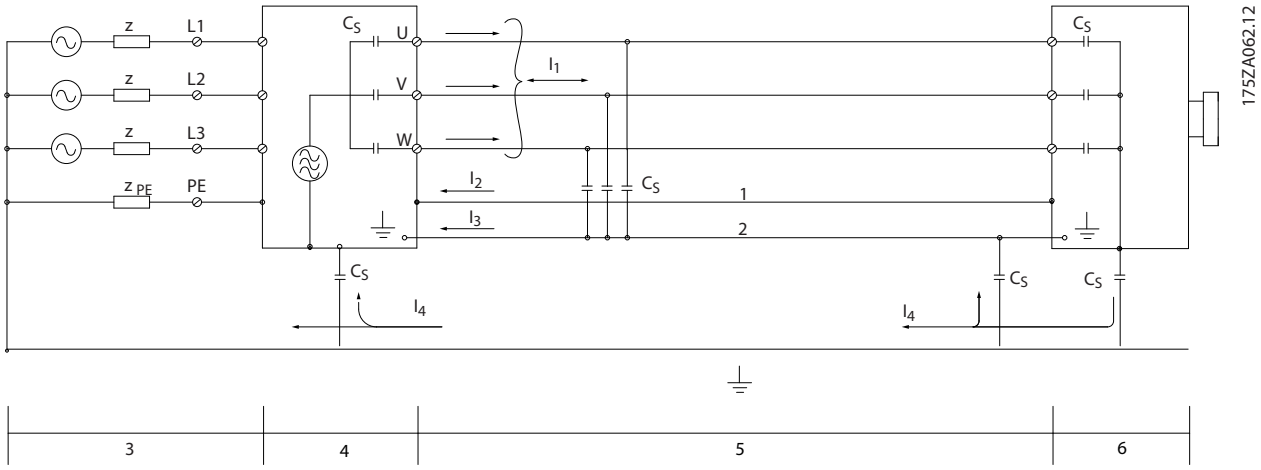
Fusíveis de no mínimo 700 V certificados pelo UL podem ser usados para os sistemas de conversores de frequência de 525–690 V CA.

9 EMC e Harmônicas

9.1 Aspectos Gerais das Emissões EMC

O transiente de ruptura é encontrado mais normalmente em frequências na faixa de 150 kHz a 30 MHz. Interferência em suspensão no ar proveniente do sistema do conversor de frequência na faixa de 30 MHz a 1 GHz é gerada pelo inversor, cabo de motor e motor.
As correntes capacitivas do cabo de motor acopladas a um alto dU/dt da tensão do motor geram correntes de fuga.
Cabos de motor blindados aumentam a corrente de fuga (ver *Ilustração 9.1*) porque cabos blindados têm capacitância mais alta em relação ao ponto de aterramento que cabos não blindados. Se a corrente de fuga não for filtrada, ela causa maior interferência na rede elétrica na faixa de frequência de rádio abaixo de 5 MHz. Como a corrente de fuga (I_1) é levada de volta à unidade por meio da blindagem (I_3), há apenas um pequeno campo eletromagnético (I_4) do cabo de motor blindado.

Enquanto a blindagem reduz a interferência irradiada, ela aumenta a interferência de baixa frequência na rede elétrica. Conecte a blindagem do cabo de motor ao gabinete metálico do conversor de frequência e ao gabinete do motor. Para conectar a blindagem, use braçadeiras de blindagem integrada para evitar extremidades torcidas da blindagem. As 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 (I_4).
Se for usado cabo blindado para fieldbus, relé, cabos de controle, interface de sinal ou freio, monte a blindagem no gabinete em ambas as extremidades. No entanto, em algumas situações é necessário romper a blindagem para evitar loops de corrente.



1	Fio terra
2	Blindagem
3	Alimentação de rede elétrica CA
4	Conversor de frequência
5	Cabo de motor blindado
6	Motor

Ilustração 9.1 Correntes de Fuga

Ilustração 9.1 mostra um exemplo de conversor de frequência de 6 pulsos, mas poderia ser aplicável a um de 12 pulsos também.

Ao colocar a blindagem em uma placa de montagem, use uma placa de montagem metálica para conduzir as correntes da blindagem de volta ao conversor de frequência. Garanta que haja bom contato elétrico da placa de montagem através dos

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

parafusos de montagem com o chassi do conversor de frequência. Quando se usam cabos não blindados, alguns requisitos de emissão não são cumpridos, embora os requisitos de imunidade sejam observados.

Para reduzir ao máximo o nível de interferência de todo o sistema (unidade e instalação), use cabo de motor e cabo do freio tão curtos quanto possível. Evite colocar cabos com nível de sinal sensível junto com o cabo do freio e do motor. Interferência nas frequências de rádio superior a 50 MHz (em suspensão no ar) é produzida pela eletrônica de controle. Para obter mais informações sobre EMC, consulte *capétulo 9.5 Recomendações de EMC*.

9.2 Resultados de teste de EMC

Os resultados de testes a seguir foram obtidos utilizando um conversor de frequência (com opcionais, se for o caso), um cabo de controle blindado, uma caixa de controle com potenciômetro, cabos blindados de motor e um motor.

Tipo do filtro de RFI		Emissão conduzida		Emissão Irradiada	
Normas e requisitos[1)]	**EN/IEC 61800-3**	**Categoria C2**	**Categoria C3**	**Categoria C2**	**Categoria C3**
P2, P4 (FC 302)		No	150 m	No	Sim
P6, P8 (FC 302)		150 m (492 pés)	150 m (492 pés)	Sim	Sim

Tabela 9.1 Resultados de Teste de EMC (Emissão e Imunidade)

1) Um filtro de RFI externo é necessário para atender à categoria C2.

AVISO!

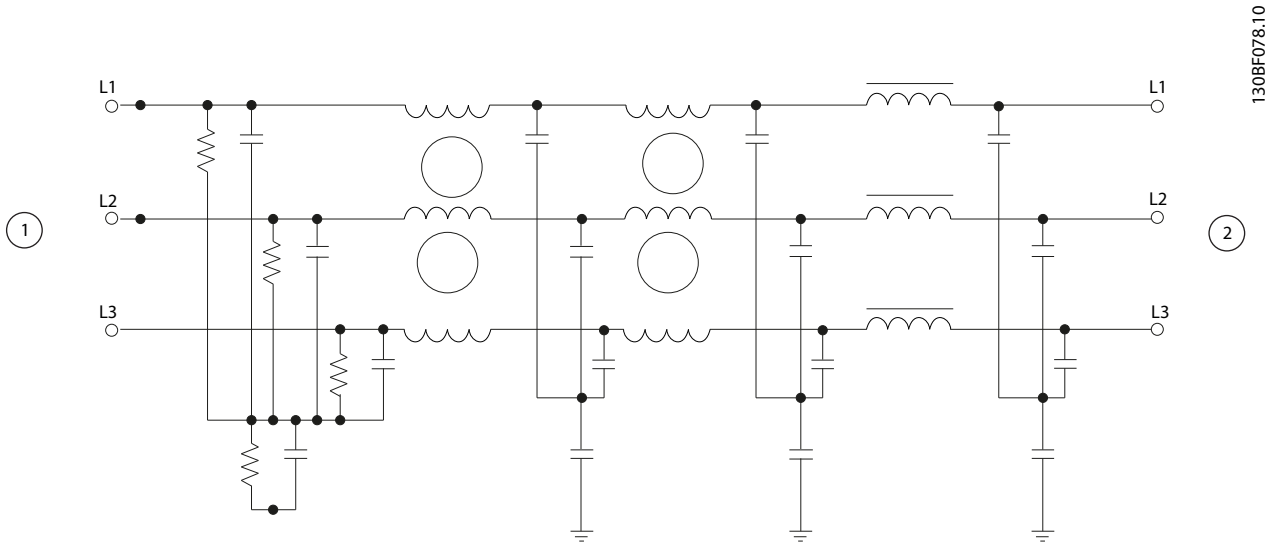
Esse tipo de sistema de conversor de potência não é destinado a ser usado em uma rede pública de baixa tensão que alimenta estabelecimentos domésticos. Interferência de radiofrequência é esperada se usado em tal rede e medidas de atenuação complementares poderão ser necessárias.

O conversor de frequência atende ao requisito de emissão para categoria C3 com 150 m (492 pés) de cabo blindado. Para atender à categoria C2, um filtro de RFI externo é necessário.

Ilustração 9.2 mostra o diagrama elétrico do filtro de RFI que foi utilizado para qualificar o conversor de frequência. Neste cenário, o filtro de RFI está isolado do terra, e o relé do RFI é desabilitado utilizando *parâmetro 14-50 Filtro de RFI*.

O fator de atenuação para o filtro de RFI é fornecido em *Ilustração 9.3*.

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.



1	Linha	2	Carga

Ilustração 9.2 Diagrama elétrico do filtro de RFI

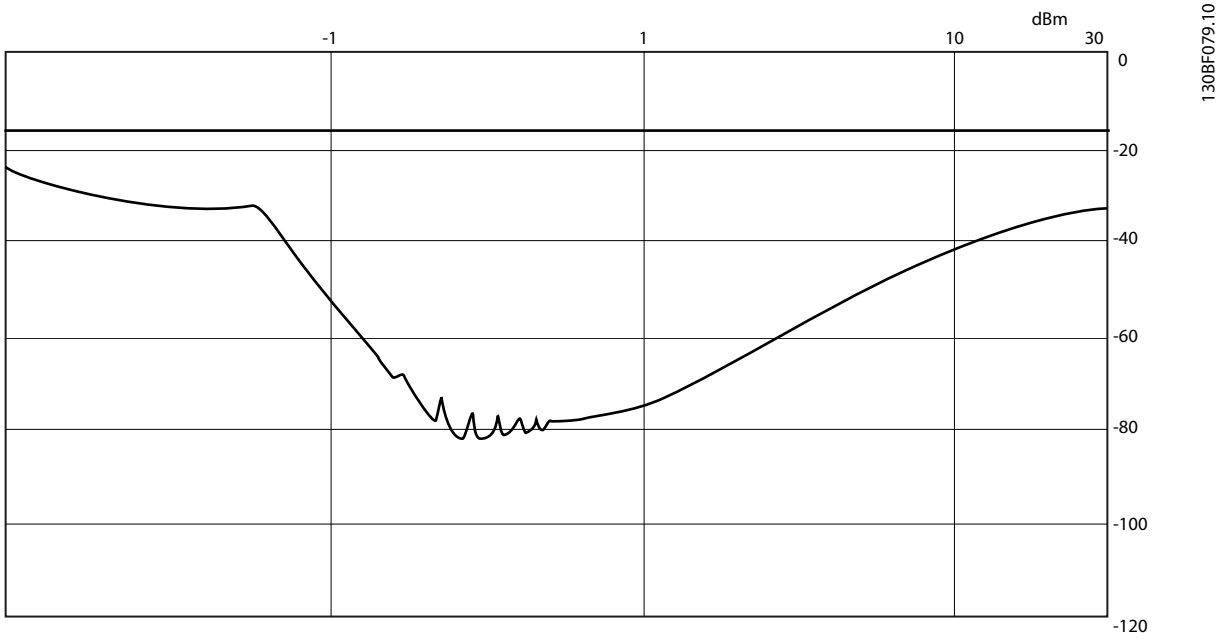


Ilustração 9.3 Requisito de atenuação para um filtro externo

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

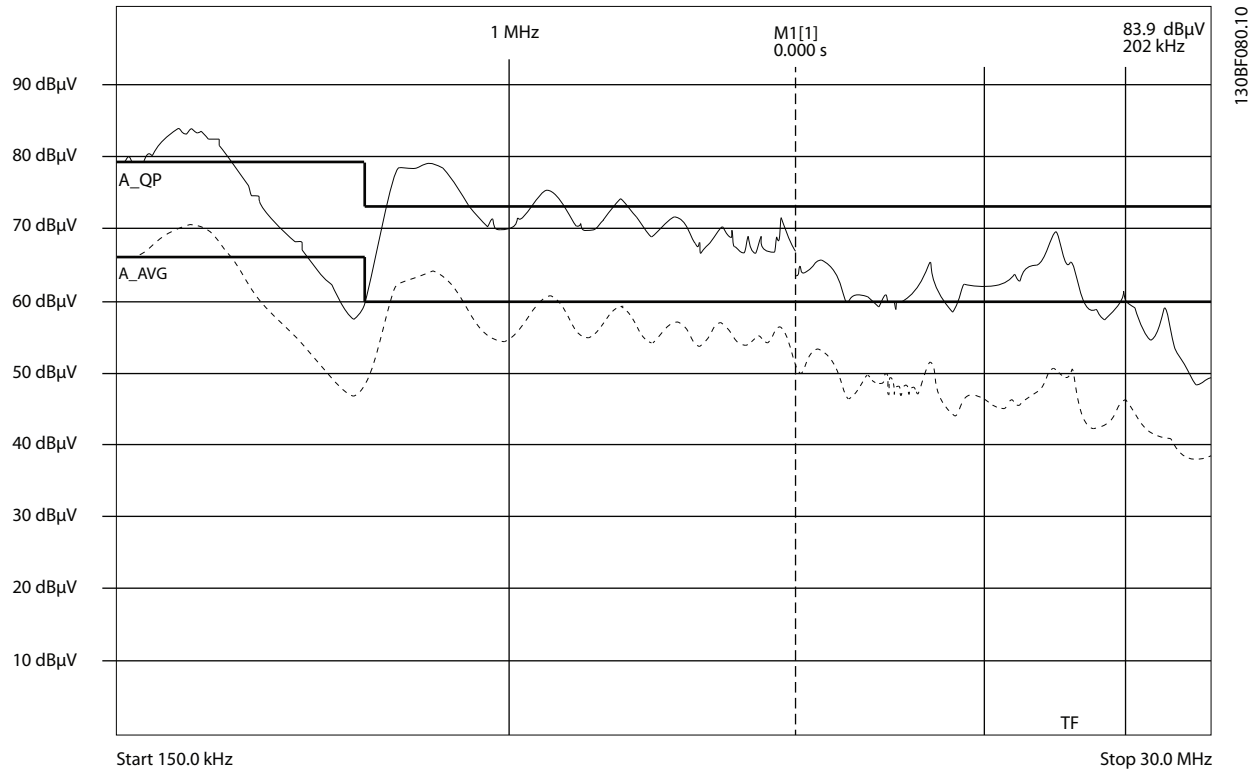


Ilustração 9.4 Emissão conduzida na rede elétrica na configuração P4/P8 sem um filtro de RFI externo

9

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

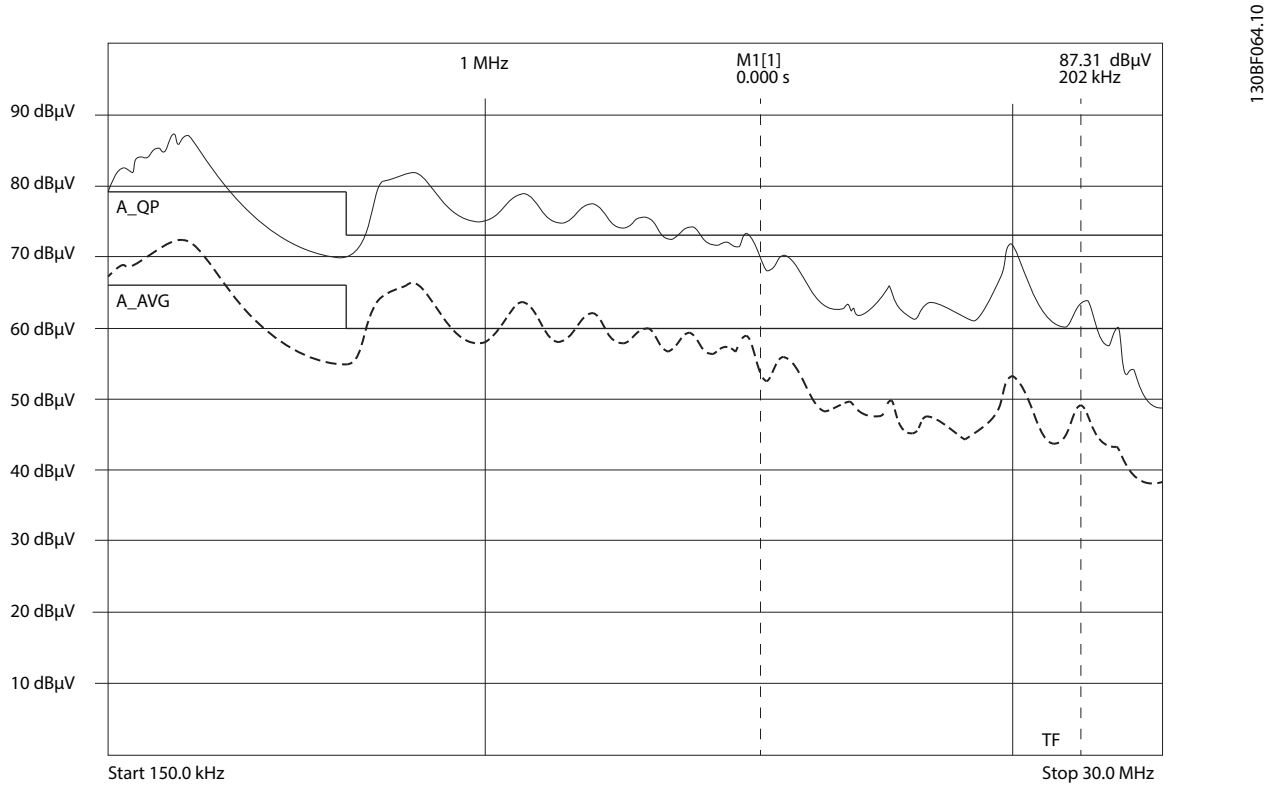


Ilustração 9.5 Emissão conduzida na rede elétrica na configuração P4/P8 sem um filtro de RFI externo

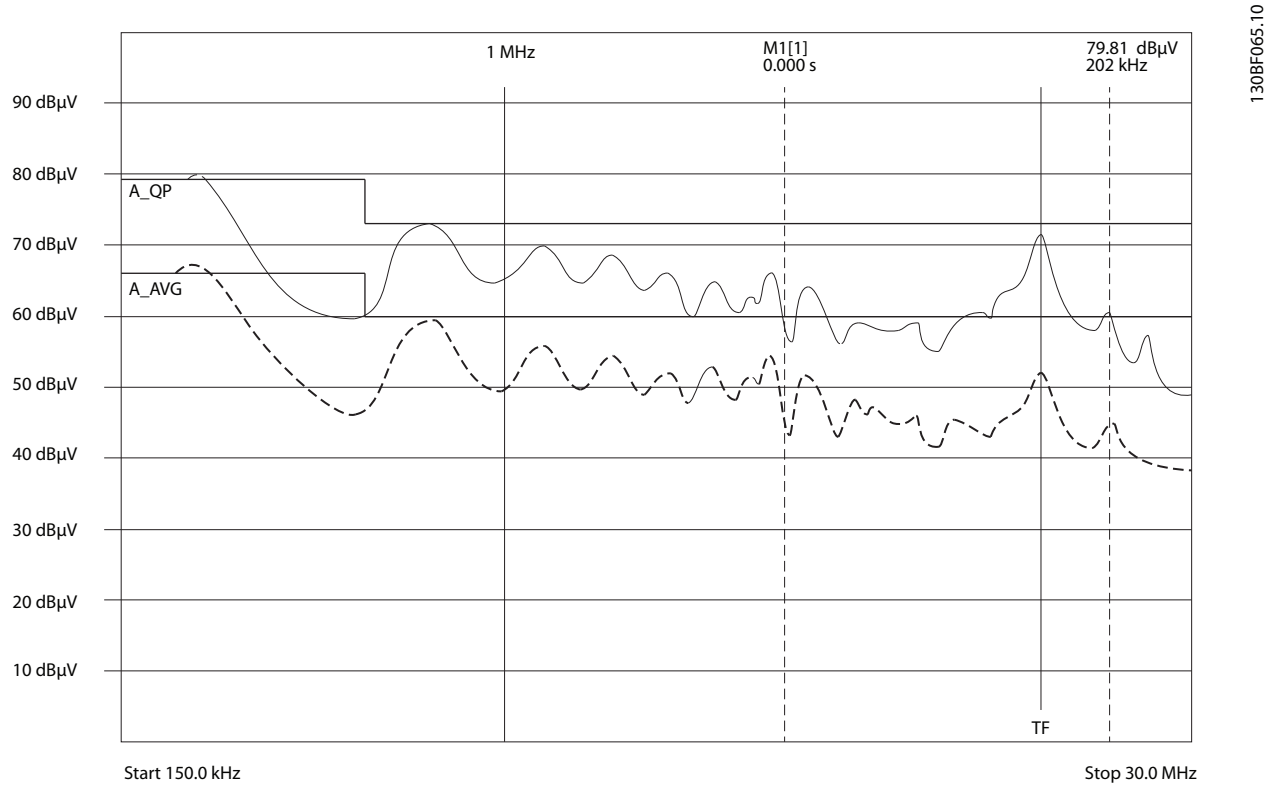


Ilustração 9.6 Emissão conduzida na rede elétrica na configuração P4/P8 sem um filtro de RFI externo

9.3 Requisitos de emissão

De acordo com a norma para produto de EMC para conversores de frequência EN/IEC 61800-3, os requisitos de EMC dependem do ambiente em que o conversor de frequência estiver instalado. Esses ambientes junto com os requisitos de alimentação de tensão de rede são definidos em *Tabela 9.2*.

Categoria	Definição	Requisito de emissão conduzida de acordo com os limites em EN55011
C1	Conversores de frequência instalados em ambiente residencial e de escritório com tensão de alimentação inferior a 1.000 V.	Classe B
C2	Conversores de frequência instalados em ambiente residencial e de escritório com tensão de alimentação inferior a 1.000 V. Esses conversores de frequência não estão conectados e não podem ser movidos e são destinados a instalação e colocação em funcionamento por um profissional.	Classe A Grupo 1
C3	Conversores de frequência instalados em ambiente industrial com tensão de alimentação inferior a 1.000 V.	Classe B Grupo 2
C4	Conversores de frequência instalados em ambiente industrial com tensão de alimentação igual ou superior a 1.000 V ou corrente nominal igual ou superior a 400 A ou destinados para uso em sistemas complexos.	Sem linha limite Faça um plano de EMC

Tabela 9.2 Requisitos de emissão

Quando normas de emissão genérica forem usadas, é exigido que os conversores de frequência estejam em conformidade com *Tabela 9.3*.

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 9.3 Limites das normas de emissão genérica

9.4 Requisitos de Imunidade

Os requisitos de imunidade para conversores de frequência dependem do ambiente onde são instalados. Os requisitos para ambiente industrial são mais rigorosos que os requisitos para ambientes residencial e de escritório. Todos os conversores de frequência 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 de frequência (com opcionais, se relevantes), um cabo de controle blindado 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 obter mais detalhes, consulte *Tabela 9.4*.

- **EN/IEC 61000-4-2:** Descargas eletrostáticas (ESD): Simulação de descargas eletrostáticas dos seres humanos.
- **EN/IEC 61000-4-3:** Radiação de campo magnético de incidência, modulado em amplitude, simulação dos efeitos de radar e de equipamentos de radiocomunicação bem como de comunicações móveis.
- **EN/IEC 61000-4-4:** Transiente por faísca elétrica Simulação da interferência originada pelo chaveamento de um contator, relé ou dispositivos semelhantes.
- **EN/IEC 61000-4-5:** Transientes de sobretensão: Simulação de transientes originados por relâmpagos que atingem instalações próximas.
- **EN/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 9.4 Formulário de Imunidade EMC, Faixa de Tensão: 380–500 V, 525–600 V, 525–690 V

1) Injeção na blindagem do cabo.

AD: Descarga aérea; CD: Descarga de contato; CM: Modo comum; DM: Módulo diferencial.

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

9.5 Recomendações de EMC

A seguir encontra-se uma orientação de boas práticas de engenharia para a instalação de conversores de frequência. Siga estas diretrizes em conformidade com EN/IEC 61800-3 *Ambiente inicial*. Se a instalação estiver em EN/IEC 61800-3 *Segundo ambiente*, redes industriais ou em uma instalação com seu próprio transformador, desviar-se destas diretrizes é permitido, mas não recomendável.

Siga as boas práticas de engenharia para garantir instalação elétrica em conformidade com a EMC.

- Use somente cabos de motor blindados/ trançados e cabos de controle blindados/ trançados. A blindagem fornece uma cobertura mínima de 80%. O material de blindagem deve ser metálico, normalmente de cobre, alumínio, aço ou chumbo, mas também de outros materiais. Não há requisitos especiais para os cabos de rede elétrica.
- As instalações que usam conduítes metálicos rígidos não precisam usar cabo blindado, mas o cabo de motor deve ser instalado em conduíte separado dos cabos de rede elétrica e de controle. É necessário haver conexão total do conduíte do conversor de frequência ao motor. O desempenho de EMC dos conduítes flexíveis varia muito e é necessário obter informações do fabricante a esse respeito.
- Conecte o conduíte de blindagem ao ponto de aterramento nas duas extremidades dos cabos de motor e dos cabos de controle. Às vezes não é possível conectar a blindagem nas duas extremidades. Nesses casos, conecte a blindagem ao conversor de frequência. Consulte também a *capétulo 9.5.2 Aterramento de Cabos de Controle Blindados*.
- Evite terminação da blindagem com extremidades torcidas (rabichos). Isso aumenta a impedância de alta frequência da blindagem, o que reduz sua eficácia em altas frequências. Ao invés disso, use braçadeiras de cabos de baixa impedância ou buchas de cabo próprias para EMC.
- Sempre que possível, evite usar cabos de controle ou cabo de motor sem blindagem dentro de gabinetes que abrigam o conversor de frequência.

Deixe a blindagem tão próxima das buchas quanto possível.

Ilustração 9.7 mostra um exemplo de uma instalação elétrica em conformidade com a EMC de um conversor de frequência IP20. O conversor de frequência está instalado em um gabinete de instalação, com um contator de saída, e conectado a um PLC que, neste exemplo, está instalado em um gabinete separado. Outras maneiras de fazer a instalação podem proporcionar desempenho de EMC tão bom quanto este, desde que sejam seguidas as orientações para as práticas de engenharia.

Se a instalação não for executada de acordo com as orientações e se forem usados cabos e fios de controle sem blindagem, alguns requisitos de emissão não serão atendidos, embora os requisitos de imunidade sejam atendidos.

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

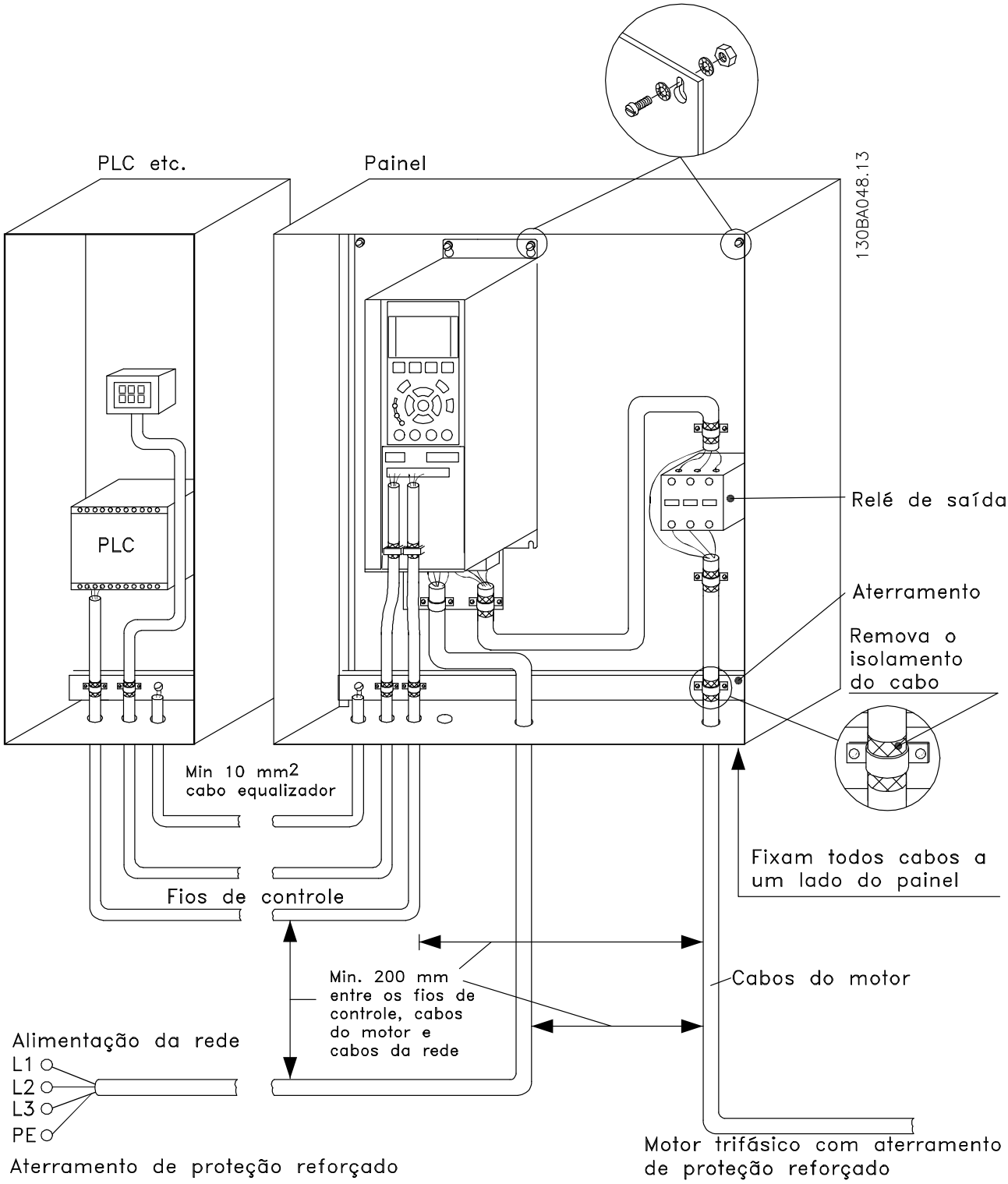


Ilustração 9.7 Instalação elétrica em conformidade com a EMC de um conversor de frequência em gabinete

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

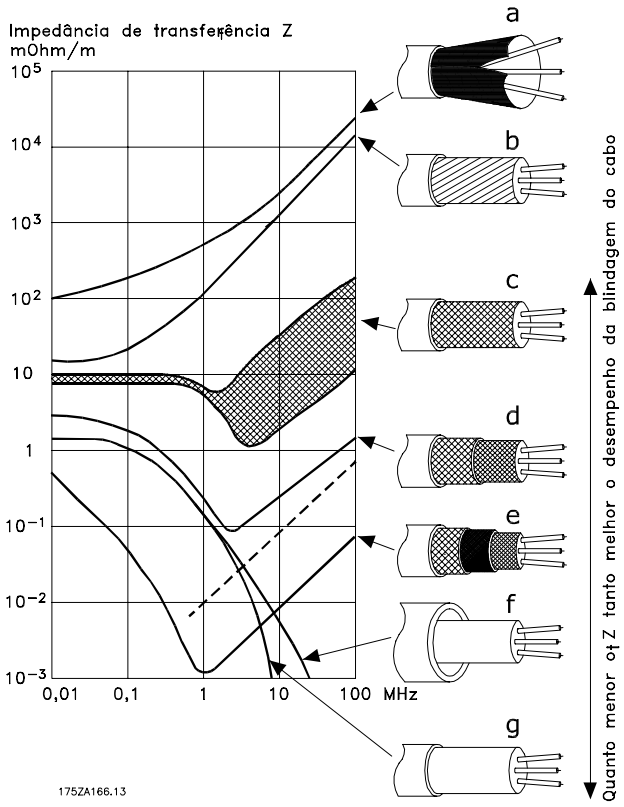
9.5.1 Uso dos Cabos de Controle de Aterramento

A Danfoss recomenda cabo blindado/encapado metalicamente trançado para otimizar a imunidade EMC dos cabos de controle e a Emissão EMC dos cabos de motor.

A capacidade de um cabo reduzir a radiação de entrada e de saída do ruído elétrico depende da impedância de transferência (Z_T). A blindagem de um cabo normalmente é projetada para reduzir a transferência do ruído elétrico. entretanto, uma blindagem com valor de impedância de transferência (Z_T) mais baixa é mais eficaz que uma blindagem com impedância de transferência (Z_T) mais alta.

A impedância de transferência (Z_T) raramente é informada pelos fabricantes de cabos, mas geralmente é possível estimar a impedância de transferência (Z_T) avaliando o projeto físico do cabo, como:

- A condutibilidade do material de blindagem.
- A resistência de contato entre os condutores de blindagem individuais.
- A cobertura da blindagem, que é a área física do cabo coberta pela blindagem, geralmente indicada como uma porcentagem.
- Tipo de blindagem, que é padrão trançado ou entrelaçado.

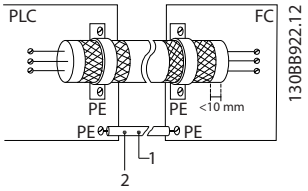


a	Cobertura de alumínio com fio de cobre.
b	Cabo de fio de cobre trançado ou de fio de aço blindado.
c	Fio de cobre trançado de camada única com cobertura de malha de porcentagem variável (esse tipo de cabo é o cabo de referência típico da Danfoss).
d	Camada dupla de fio de cobre trançado.
e	Camada dupla de fio de cobre trançado com camada intermediária magnética blindada/encapada metalicamente.
f	Cabo embutido em tubo de cobre ou aço.
g	Cabo de chumbo com espessura de parede de 1,1 mm (0,04 pol).

Ilustração 9.8 Desempenho da blindagem do cabo

9.5.2 Aterramento de Cabos de Controle Blindados

Blindagem correta
O método preferido na maioria dos casos é prender os cabos de controle e de comunicação serial com braçadeiras de blindagem fornecidas nas duas extremidades para garantir o melhor contato possível dos cabos de alta frequência. Se o potencial do ponto de aterramento entre o conversor de frequência e o PLC for diferente, pode ocorrer ruído elétrico que perturba todo o sistema. Esse problema pode ser resolvido instalando um cabo de equalização junto ao cabos de controle. Mínima seção transversal do cabo: 16 mm² (4 AWG).



1	Mínimo 16 mm² (4 AWG)	2	Cabo de equalização

Ilustração 9.9 Blindagem correta

Malhas de aterramento de 50/60 Hz
Com cabos de controle longos, poderão ocorrer malhas de aterramento. Para eliminar malhas de aterramento, conecte uma extremidade da blindagem ao ponto de aterramento com um capacitor de 100 nF (mantendo os cabos curtos).

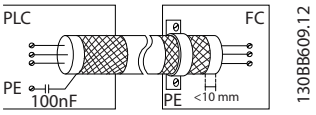
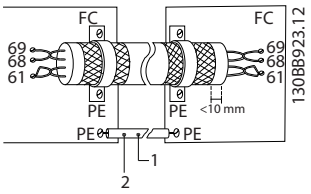


Ilustração 9.10 Evitando malha de aterramento

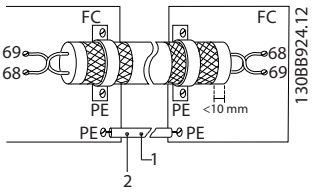
Evite ruído de EMC na comunicação serial
Esse terminal está conectado ao ponto de aterramento por meio de um link RC interno. Para reduzir a interferência entre condutores, utilize cabos de par trançado.



1	Mínimo 16 mm² (4 AWG)	2	Cabo de equalização

Ilustração 9.11 Método recomendado para evitar ruído de EMC

Como alternativa, a conexão com o terminal 61 pode ser omitida:



1	Mínimo 16 mm² (4 AWG)	2	Cabo de equalização

Ilustração 9.12 Blindagem sem usar Terminal 61

9.6 Aspectos gerais de Harmônicas

Cargas não lineares, como as encontradas com conversores de frequência de 6 pulsos, 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 a em transformadores que podem afetar outros dispositivos na mesma rede elétrica.

9.7 Análise de harmônicas

Como as harmônicas aumentam as perdas de 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.

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

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

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

Tabela 9.5 Abreviações relacionadas a harmônicas

	Corrente básica (I_1)	Correntes harmônicas (I_n)		
Corrente	I_1	I_5	I_7	I_{11}
Frequência [Hz]	50	250	350	550

Tabela 9.6 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

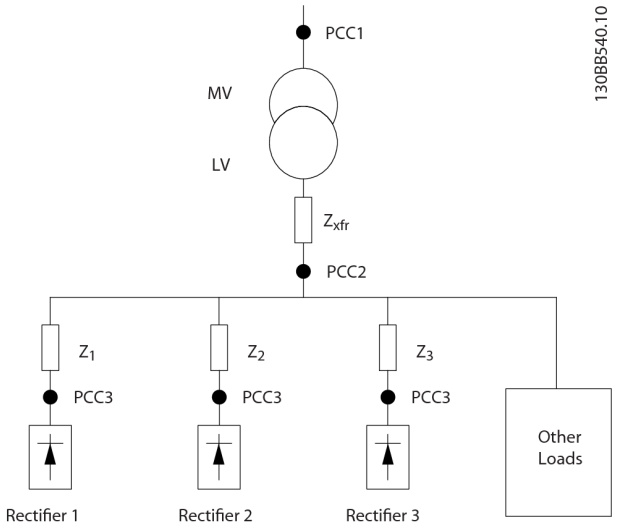
Tabela 9.7 Correntes Harmônicas Comparadas com a Entrada RMS Corrente

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:

$$THDi = \frac{\sqrt{U25 + U27 + \ldots + U2n}}{U}$$

9.8 O efeito de harmônicas em um sistema de distribuição de energia

No *Ilustração 9.13* 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 que têm uma impedância Z_1, Z_2, Z_3.



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

Ilustração 9.13 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 usado comumente para descrever a impedância de uma grade é a relação de curto circuito R_{sce}. R_{sce} é definido como a relação entre a potência aparente de curto circuito da alimentação no PCC (S_{sc}) e a potência nominal aparente da carga. (S_{equ}).$R_{sce} = \frac{S_{sc}}{S_{equ}}$

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

Efeitos negativos das harmônicas

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

9.9 Normas e Requisitos de Limitação de Harmônicas

Os requisitos para a limitação de harmônicas podem ser

- Específico da aplicação
- Padrões de que devem ser observados

Os requisitos específicos da aplicação estão relacionados a uma instalação específica onde houver motivos técnicos para limitar as harmônicas.

Exemplo: Se um dos motores estiver conectado diretamente online e o outro for alimentado através de um conversor de frequência, um transformador de 250 kVA com dois motores de 110 kW conectados serão suficientes. No entanto, o transformador estará subdimensionado se os dois motores forem fornecidos pelo conversor de frequência. Usando meios adicionais de redução de harmônicas dentro da instalação ou escolhendo variantes de conversor de harmônicas baixas é possível os dois motores funcionarem com conversores de frequência.

Há vários padrões, regulamentações e recomendações de atenuação de harmônicas. Os seguintes padrões são os mais comuns:

- IEC61000-3-2
- IEC61000-3-12
- IEC61000-3-4
- G5/4

Consulte o *Guia de Design do VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010* para saber detalhes específicos de cada norma.

9.10 Conformidade de Harmônicas do VLT® Parallel Drive Modules

O VLT® Parallel Drive Modules está em conformidade com as seguintes normas:

- IEC 61000-2-4
- IEC 61000-3-4
- G5/4

9.11 Isolação Galvânica

AVISO!

INSTALAÇÃO EM ALTITUDES ELEVADAS

Ao instalar unidades de 380–500 V acima de 3.000 m (9.843 pés), entre em contato com a Danfoss em relação à PELV.

Ao instalar unidades de 525–690 V acima de 2.000 m (6.562 pés), entre em contato com a Danfoss em relação à PELV.

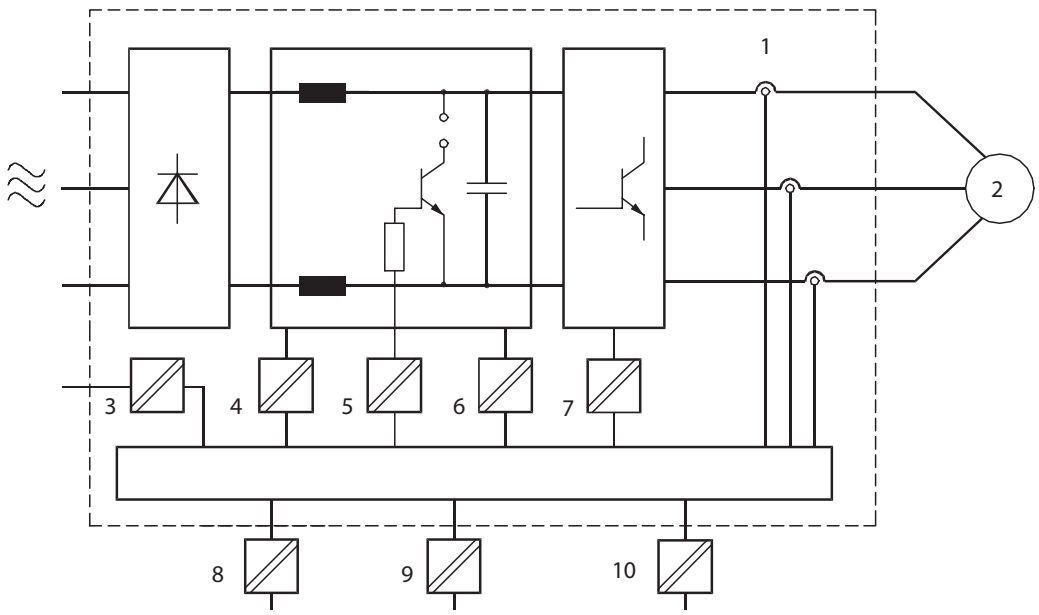
A proteção contra choque elétrico é garantida quando a alimentação elétrica é do tipo PELV e a instalação atende as normas locais/nacionais sobre alimentações PELV.

Todos os terminais de controle e terminais de relé 01-03/04-06 estão em conformidade com a PELV. Isso não se aplica à perna em Delta aterrada acima de 400 V. A isolação galvânica é obtida atendendo os requisitos de isolação mais alta e fornecendo as distâncias de espaço livre/perda gradativa de corrente relevantes. Estes requisitos encontram-se descritos na norma EN 61800-5-1.

Para manter a PELV, todas as conexões feitas nos terminais de controle devem ser PELV. Os componentes que formam a isolação elétrica também atendem os requisitos de isolação mais alto e o teste relevante conforme descrito em EN 61800-5-1.

A isolação galvânica PELV é mostrada em *Ilustração 9.14*.

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.



1	Transdutores de corrente	6	Alimentação (SMPS) incluindo isolação de sinal da U_{DC}, indicando a tensão de corrente intermediária
2	Motor	7	O conversor do gate que executa os IGBTs (aciona os transformadores/acopladores ópticos)
3	Relés personalizados	8	Alimentação do STO
4	Inrush interno, RFI e circuitos de medição de temperatura.	9	Backup de 24 V
5	Acoplador óptico, módulo de freio	10	Interface do barramento padrão RS485

Ilustração 9.14 Isolação Galvânica

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

10 Motor

10.1 Cabos de Motor

Consulte *capétulo 6.10 Especificações de Cabo* para obter mais informações dos tipos e tamanhos de fios.

Características nominais de tensão
Tensões de pico de até 2,8 vezes a tensão de rede do sistema de conversor VLT® Parallel Drive Modules podem ocorrer no cabo de motor. Tensões de pico altas podem estressar severamente o cabo de motor. Use cabos de motor com especificação de tensão nominal de no mínimo 0,6/1 kV. Os cabos desta faixa fornecem boa resistência e isolação a panes.

Dimensões
Siga os códigos locais para obter os dados de cabo de corrente para cabos e condutores. Os códigos amplamente usados incluem: NFPA 70, EN 60204-1, VDE 0113-1 e VDE 0298-4. O sobredimensionamento de harmônicas não é necessário.

Comprimento
Mantenha os cabos mais curtos o possível. A queda de tensão e a dissipação de calor dependem da frequência e são proporcionais ao comprimento de cabo. Consulte as especificações do fabricante do cabo em relação ao comprimento e a queda de tensão esperada quando estiver conectado ao sistema de conversor. Consulte *capétulo 6.10 Especificações de Cabo*.

10

AVISO!

COMPRIMENTO DE CABO

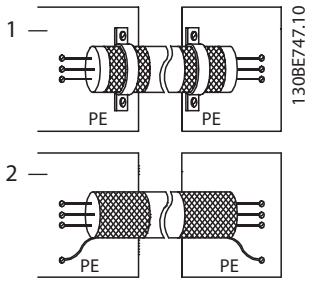
Com um sistema de conversor VLT® Parallel Drive Modules padrão, os cabos blindados de até 150 m (492 ft) de comprimento ou sem blindagem de até 300 m (984 ft) fornecem tensão total ao motor. Se esse comprimento de cabo for excedido, use um filtro de onda senoidal. Para obter informações sobre a seleção de um filtro de onda senoidal, consulte o Guia de Design do Filtro de Saída série FC do *VLT®*.

Blindagem
Consulte *capétulo 9.5 Recomendações de EMC* para obter informações sobre blindagem eficaz.

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. Para evitar extremidades da blindagem retorcidas, use braçadeiras de blindagem integradas. Veja *Ilustração 10.1*.



1	Aterramento correto das extremidades blindadas
2	Aterramento incorreto usando extremidades de blindagem retorcidas (rabichos)

Ilustração 10.1 Exemplo de extremidades da blindagem

10.2 Isolação da Bobina do Motor

Para comprimentos de cabo de motor menores ou iguais ao comprimento de cabo máximo indicado em *capétulo 6.10 Especificações de Cabo*, utilize as características nominais de isolamento de motor mostradas em *Tabela 10.1*. Se um motor tiver características nominais de isolamento inferiores, a Danfoss recomenda utilizar um filtro dU/dt ou 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 10.1 Características nominais do isolamento do motor

10.3 Correntes de Mancal do Motor

Para eliminar correntes de mancal circulares em todos os motores instalados com conversores de frequência VLT® Drive HVAC FC 102, AQUA Drive do VLT® FC 202 e VLT® AutomationDrive FC 302 de 90 kW ou mais, instale mancais NDE isolados (na extremidade oposta ao conversor). Para minimizar as correntes do rolamento DE (extremidade de acionamento) e do eixo, assegure o aterramento adequado do conversor de frequência, do motor, da máquina acionada e do motor para a máquina acionada.

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Estratégias de atenuação padrão:

- Utilize um mancal isolado.
- Siga os procedimentos de instalação corretos.
  - Certifique-se de que o motor e o motor de carga 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 de frequência. Utilize um cabo blindado com conexão de 360º no motor e no conversor de frequência.
  - Certifique-se de que a impedância do conversor de frequência para o ponto de aterramento do prédio é menor que a impedância de aterramento da máquina. Esse procedimento pode ser difícil para bombas.
  - Faça uma conexão do terra direta entre o motor e a carga do motor.
- Diminua a frequência de chaveamento do IGBT.
- Modifique a forma de onda do inversor, 60° AVM vs. SFAVM.
- Instale um sistema de aterramento do eixo ou utilize um acoplamento isolante
- Aplique graxa lubrificante que seja condutiva.
- Se possível, utilize as configurações de velocidade mínima.
- Tente garantir que a tensão de rede fique balanceada em relação ao terra. Esse procedimento pode ser difícil para IT, TT, TN-CS ou sistemas de fase aterrada.
- Use um filtro de onda senoidal ou dU/dt.

10.4 Proteção Térmica do Motor

O relé térmico eletrônico do conversor de frequência recebeu a aprovação do UL para proteção do motor único, 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. Este cartão fornece certificado ATEX para proteger motores em áreas com perigo de explosões, 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 o *guia de programação* para obter detalhes de como configurar o conversor de frequência para operação segura de motores Ex-e.

10.4.1 Tipos de proteção térmica

10.4.1.1 Termistor PTC

Usando uma entrada digital e alimentação de 10 V

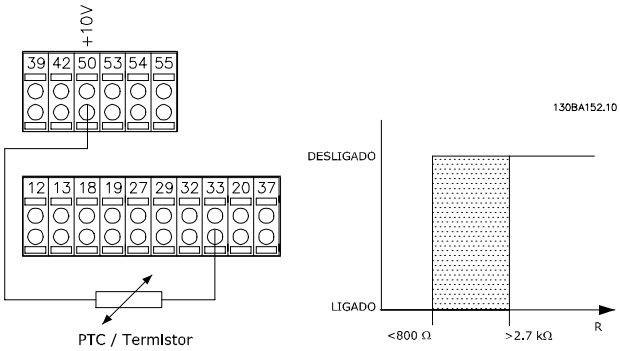


Ilustração 10.2 Conexão do termistor PTC - Entrada digital com alimentação de 10 V

Usando uma entrada analógica e alimentação de 10 V

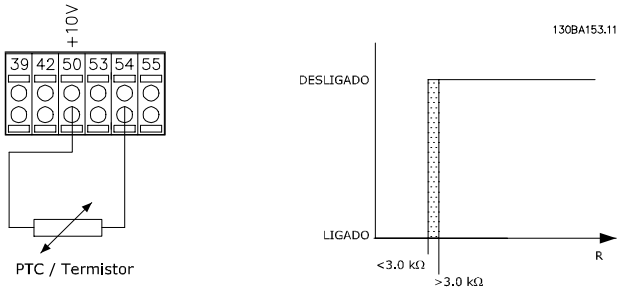


Ilustração 10.3 Conexão do Termistor PTC - Entrada analógica com alimentação de 10 V

Usando uma entrada digital e 24 V como alimentação

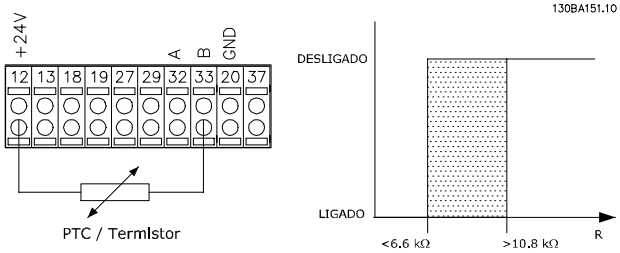


Ilustração 10.4 Conexão do Termistor PTC - Entrada digital com alimentação de 24 V

Verifique se a tensão de alimentação selecionada está de acordo com a especificação do elemento termistor usado.

Entrada digital/ analógica	Tensão de alimentação [V]	Resistência do desarme kΩ	Resistência de reset
Digital	10	>2,7	<800 Ω
Analógica	10	>3,0	<3,0 kΩ
Digital	24	>10,8	<6,6 kΩ

Tabela 10.2 Parâmetros da Resistência do Termistor PTC

10.4.1.2 Sensor KTY

O conversor de frequência manipula 3 tipos de sensores KTY:

- Sensor KTY 1: 1 kΩ a 100 °C (212 °F). Philips KTY 84-1 é um exemplo.
- Sensor KTY 2: 1 kΩ a 25 °C (77 °F). Philips KTY 83-1 é um exemplo.
- Sensor KTY 3: 1 kΩ a 25 °C (77 °F). Philips KTY-10 é um exemplo.

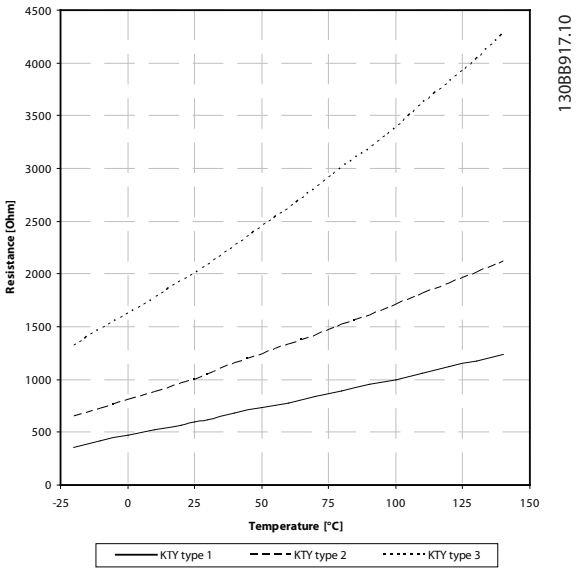


Ilustração 10.5 Seleção do Tipo KTY

AVISO!

CONFORMIDADE COM A PELV

Em caso de curto circuito entre enrolamentos do motor e o sensor, a conformidade com a PELV não será alcançada quando a temperatura do motor for monitorada através de um termistor ou sensor KTY. Assegure que o sensor está melhor isolado.

10.4.1.3 Instalação do Interruptor Térmico do Resistor do Freio

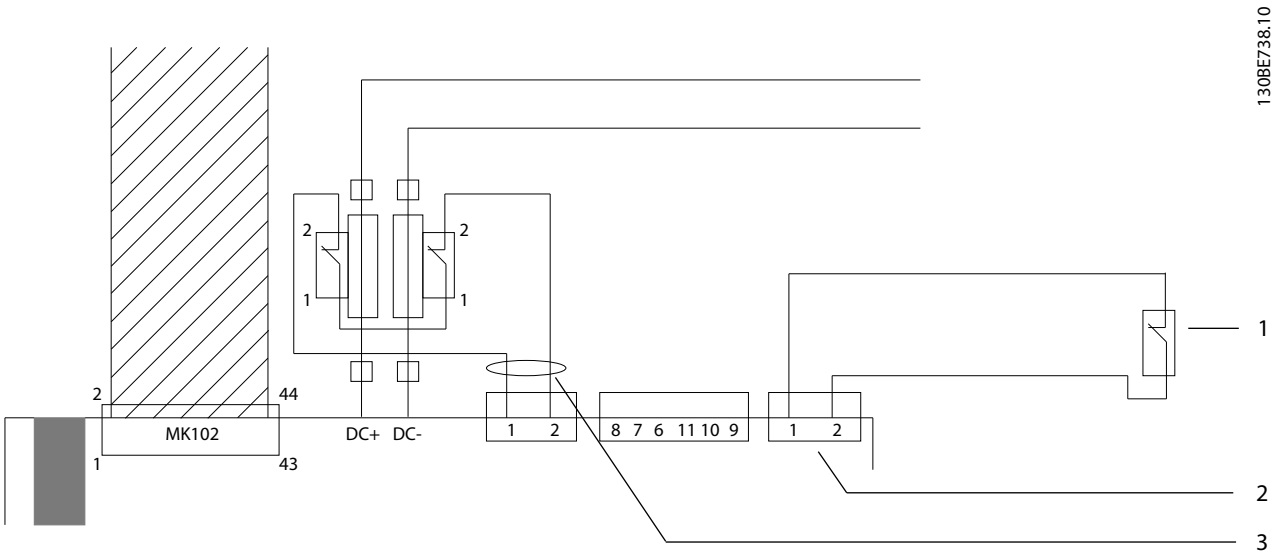
Cada módulo de conversor possui um jumper de falha do freio na placa superior, utilizado para conectar o interruptor térmico Klixon aos resistores do freio. Consulte *Ilustração 10.6*. Essa bucha possui um jumper pré-instalado. O jumper de defeito do freio deve estar sempre no lugar para garantir a operação adequada do módulo de conversor. Sem esta conexão do jumper, o modulo de conversor não permite que o inversor opere e é exibida uma falha do IGBT do freio.

O interruptor térmico é um tipo normalmente fechado. Se a temperatura do resistor do freio exceder os valores recomendados, o interruptor térmico é aberto. Use fio de 1 mm^2 (18 AWG) reforçado e com isolamento duplo para a conexão.

AVISO!

O Danfoss não é responsável pela falha de nenhum interruptor térmico Klixon.

10



1	Interruptor Klixon	3	Núcleo de ferrita
2	Conector BRF	–	–

Ilustração 10.6 Conexão do Interruptor Klixon

10.5 Conexões do terminal do motor

⚠ADVERTÊNCIA

TENSÃO INDUZIDA

A tensão induzida dos cabos de motor de saída de conversores de frequência diferentes em operação conjunta pode carregar capacitores do equipamento mesmo com o equipamento desligado e travado. 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 de saída separadamente.**

Ou

- **Use cabos blindados.**
- **Trave simultaneamente todos os conversores de frequência.**

Orientações ao conectar terminais do motor:

- Atenda os códigos elétricos locais e nacionais para tamanhos do cabo. Para saber os tamanhos do cabo máximos, ver *capétulo 6.5 Especificações dependente da potência*..
- Atenda os requisitos de fiação do fabricante do motor.
- Não conecte um dispositivo de partida ou de troca de polo (por exemplo, motor Dahlander ou motor assíncrono de anel de deslizamento) entre o sistema de conversor e o motor.

10.5.1.1 Configuração do Cabo de Motor

Todos os tipos de motores trifásicos assíncronos padrão podem ser usados com o sistema de conversor.

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

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

Tabela 10.3 Terminais do Cabo de Motor

Alterando a 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

10

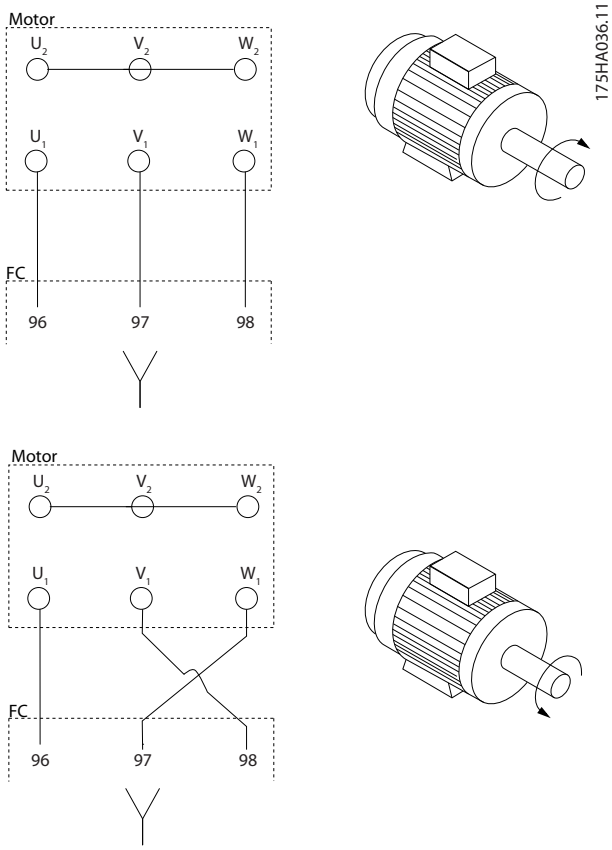


Ilustração 10.7 Alteração da rotação do motor

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*.

Verificação da rotação do motor pode ser executada usando o *parâmetro 1-28 Verificação da Rotação do motor* e seguindo a sequência indicada no *Ilustração 10.7*.

10

10.5.1.2 Configuração do Sistema de Conversor

AVISO!

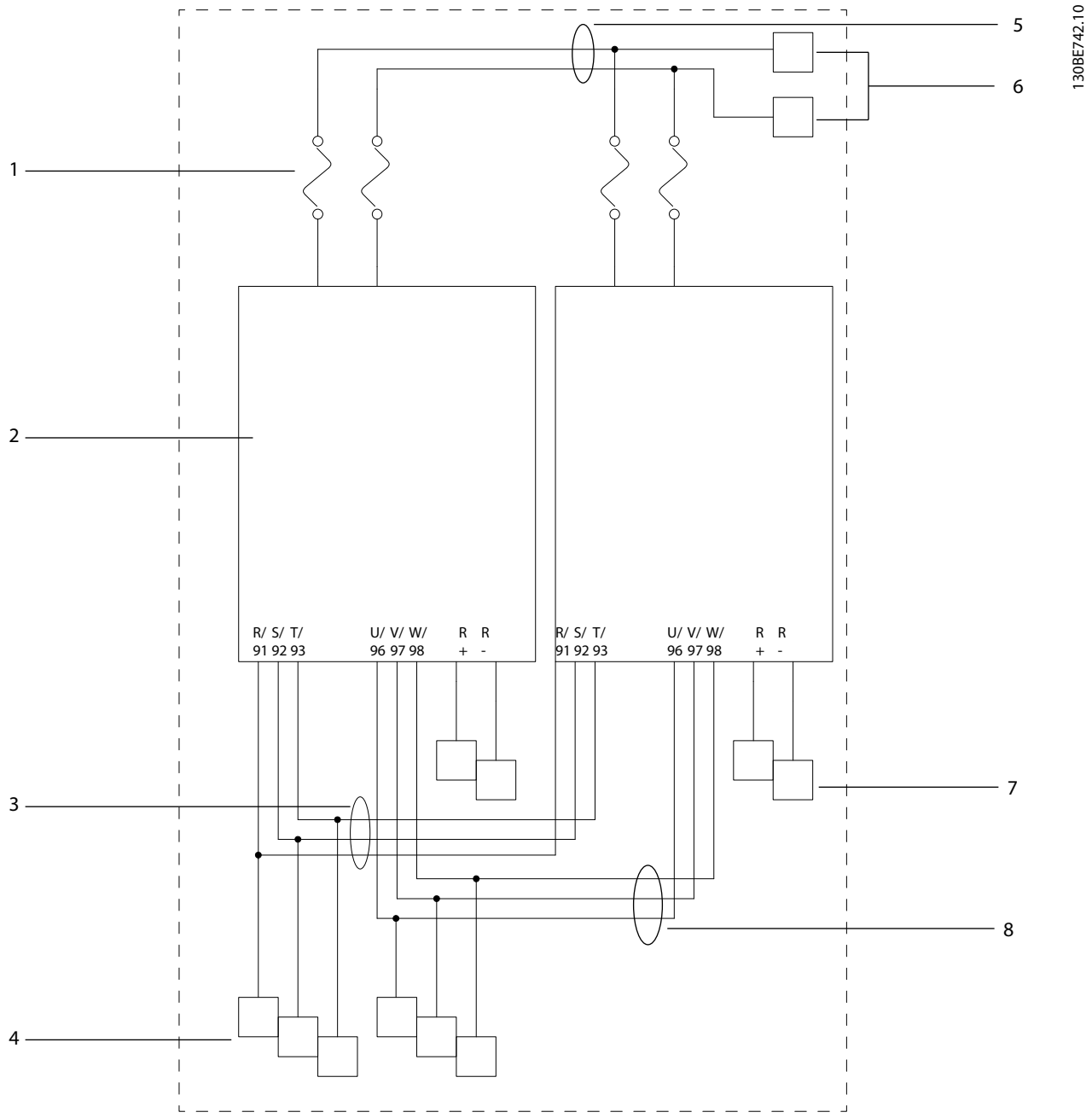
MÚLTIPLOS CABOS DE MOTOR

Ao conectar mais de 1 conjunto de terminais do motor, use o mesmo número, tamanho, e comprimento de cabos para cada conjunto de terminais. Por exemplo, não use 1 cabo em um terminal de motor e 2 cabos em outro terminal do motor.

Sistemas de módulo de 2 conversores

Ilustração 10.8 e *Ilustração 10.9* mostram as conexões do barramento para sistemas de 2 conversores de 6 pulsos e 12 pulsos, respectivamente. Se um design de terminal comum for utilizado, haverá 1 conjunto de terminais do motor.

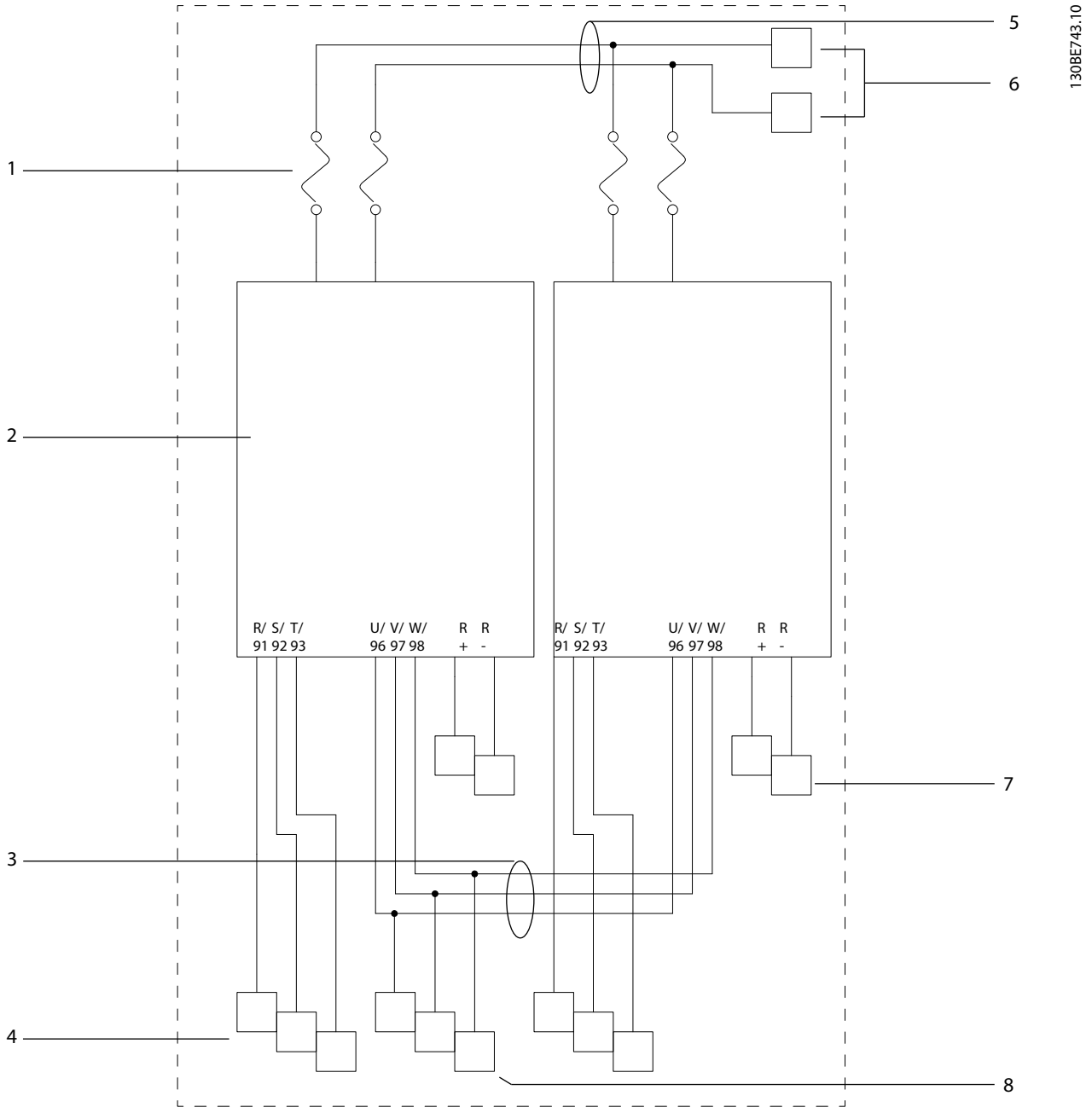
 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.



1	Fusíveis CC	5	Barramentos CC
2	Módulos Conversores	6	Terminais CC
3	Barramentos de entrada de rede elétrica	7	Terminais do freio
4	Terminais de entrada da rede elétrica	8	Barramentos de saída do motor

Ilustração 10.8 Conexões no Sistema de Módulo de 2 Conversores de 6 Pulsos

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.



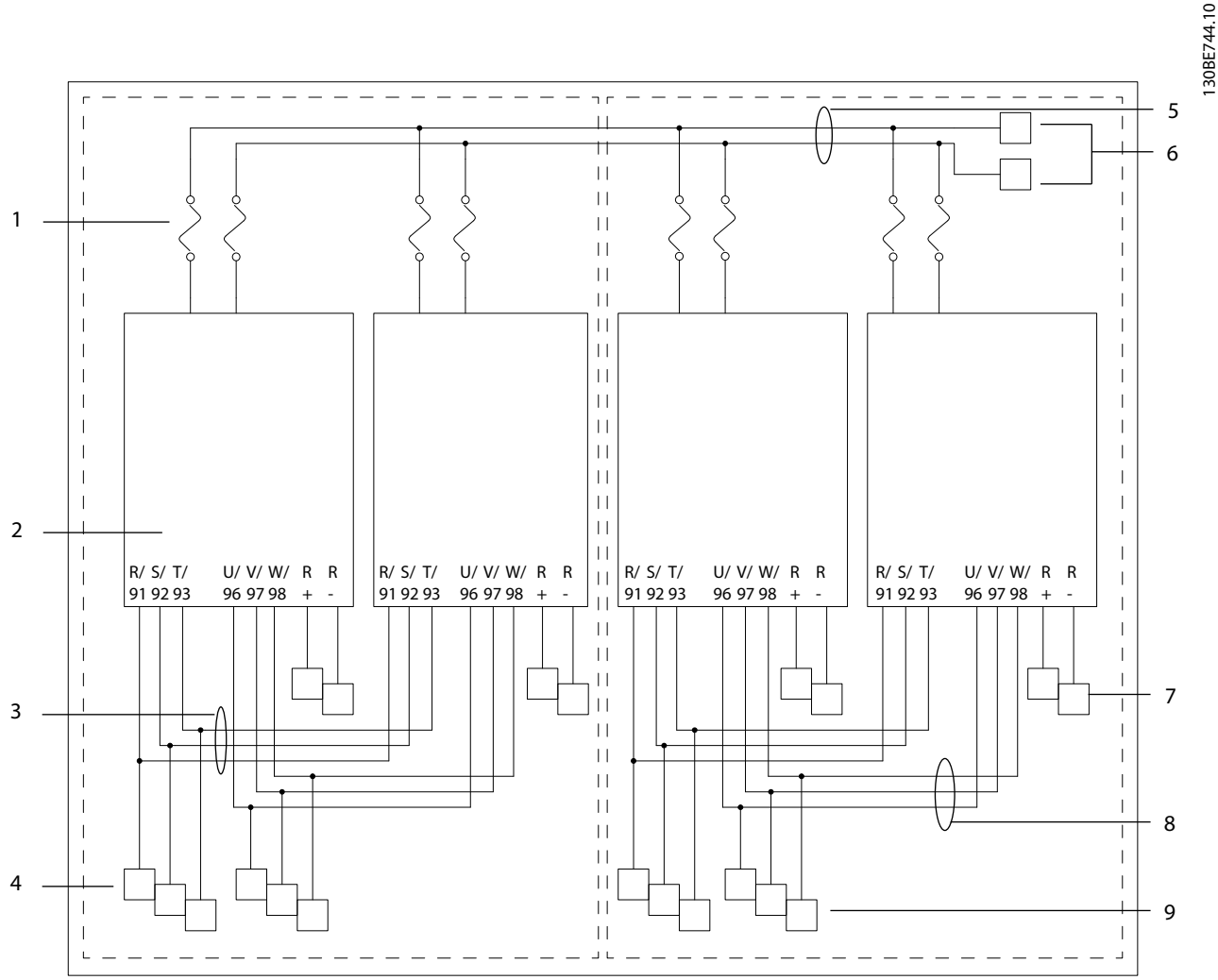
1	Fusíveis CC	5	Barramentos CC
2	Módulos Conversores	6	Terminais CC
3	Barramentos de saída do motor	7	Terminais do freio
4	Terminais de entrada da rede elétrica	8	Terminais de saída do motor

Ilustração 10.9 Conexões no Sistema de Módulo de 2 Conversores de 12 Pulsos

Sistemas de módulo de 4 conversores

Ilustração 10.10 mostra as conexões de barramento de um sistema de 4 conversores. Se um design de terminal comum for utilizado, haverá um conjunto de terminais do motor em cada gabinete.

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.



1	Fusíveis CC	6	Terminais CC
2	Módulo conversor	7	Terminais do freio
3	Barramentos de entrada de rede elétrica	8	Barramentos de saída do motor
4	Terminais de entrada da rede elétrica	9	Terminais de saída do motor
5	Barramentos CC	–	–

Ilustração 10.10 Conexões no Sistema de Módulo de 4 Conversores

10.6 Condições de Funcionamento Extremas

Curto-circuito (fase – fases do motor)
O conversor de frequência é protegido contra curtos circuitos por meio de medição de corrente em cada uma das três fases do motor ou no barramento CC. Um curto circuito entre duas fases de saída causa uma sobrecarga de corrente no inversor. O inversor desliga individualmente quando a corrente de curto-circuito excede o valor permitido (*alarme 16, Bloqueio por desarme*).

Para proteger o conversor de frequência contra curto--circuito na Load Sharing e nas saídas do freio, ver *Notas de Aplicação para FC 100, FC 200 e FC 300 Fusíveis e Disjuntores*.
Consulte o certificado em *capétulo 3 Aprovações e certificações*.

Ligando a saída
Chaveamento na saída entre o motor e o conversor de frequência é totalmente permitido. Chaveamento na saída não danifica o conversor de frequência, mas mensagens de falha podem ser exibidas.

Sobretensão gerada pelo motor
A tensão no barramento CC aumenta nos seguintes casos:

- Quando a carga gera energia, a carga aciona o motor em uma frequência de saída constante do conversor de frequência.
- Durante a desaceleração, quando o momento de inércia é alto, o atrito é baixo e o tempo de desaceleração é muito curto para a energia ser dissipada como uma perda no conversor de frequência ou no motor.
- A configuração incorreta da compensação de escorregamento pode causar uma 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 de frequência e causar danos. Para ajudar a evitar esse cenário, o valor de *parâmetro 4-19 Freqüência 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*.
  Se for possível o motor desenvolver excesso de velocidade, a Danfoss recomenda que o conversor de frequência seja equipado com um resistor do freio.

10

AVISO!

O conversor de frequência deve estar equipado com um Circuito de frenagem.

Se possível, a unidade de controle pode tentar corrigir a rampa (*parâmetro 2-17 Controle de Sobretensão*). O inversor desliga para proteger os transistores e os capacitores do barramento CC ao atingir um determinado nível de tensão. Para selecionar o método usado para controlar o nível de tensão do barramento CC, ver *parâmetro 2-10 Função de Frenagem* e *parâmetro 2-17 Controle de Sobretensão*.

AVISO!

OVC não pode ser ativado ao operar um motor PM (quando *parâmetro 1-10 Construção do Motor* estiver programado para [*1] SPM não saliente PM*).

Queda da rede elétrica
Durante uma queda da rede elétrica, o conversor de frequência 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 do conversor de frequência. A tensão de rede antes da queda e a carga do motor determinam quanto tempo o inversor leva para fazer parada por inércia.

Sobrecarga estática no modo VVC+
Uma sobrecarga ocorre quando o limite de torque em *parâmetro 4-16 Limite de Torque do Modo Motor*/ *parâmetro 4-17 Limite de Torque do Modo Gerador* for alcançado.
Quando o conversor de frequência estiver sobrecarregado, os controles reduzem a frequência de saída para diminuir a carga. Se a sobrecarga for excessiva, pode ocorrer uma corrente que desarma o conversor de frequência após aprox. 5–10 s. A operação dentro do limite de torque é limitada em tempo (0-60 s) em *parâmetro 14-25 Atraso do Desarme no Limite de Torque*.

10.6.1 Proteção Térmica do Motor

Para proteger a aplicação de danos sérios, o conversor de frequência oferece vários recurso dedicados.

Limite de torque
O motor está protegido de sobrecarrega 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 de a advertência de limite de corrente desarmar é controlado em *parâmetro 14-24 AtrasoDesarmLimCorrnte*.

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 para um valor entre 30 e 50/60 Hz. *Parâmetro 4-13 Lim. Superior da Veloc. do Motor [RPM]* ou *parâmetro 4-19 Freqüência Máx. de Saída* limita a velocidade de saída máxima que o conversor de frequência pode fornecer.

ETR (relé térmico eletrônico)
A função ETR do conversor de frequência mede corrente real, velocidade e tempo para calcular a temperatura do motor e proteger o motor de ficar superaquecido (advertência ou desarme). Uma entrada para termistor externo também está disponível. O ETR é um recurso eletrônico que simula um relé bimetálico com base em medições internas. *Ilustração 10.11* fornece o exemplo a seguir, em que o eixo X mostra a relação entre I_{motor} e I_{motor} nominal. O eixo Y mostra o tempo em segundos antes de o ETR desabilitar e desarmar o conversor de frequência. As curvas mostram a velocidade nominal característica, no dobro da velocidade nominal e em 0,2 x a velocidade nominal.
Em velocidades menores, o ETR desabilita em um valor de aquecimento menor devido ao resfriamento menor do motor. Desse modo, o motor é protegido de ficar supera-

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

quecido, mesmo em velocidade baixa. O recurso do ETR calcula a temperatura do motor baseado na corrente e velocidade reais. A temperatura calculada fica visível com um parâmetro de leitura no *parâmetro 16-18 Térmico Calculado do Motor* no conversor de frequência.

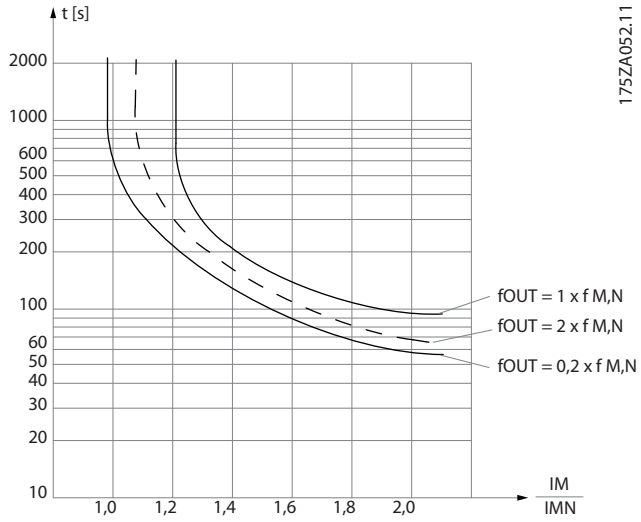


Ilustração 10.11 Exemplo de ETR

10.7 Condições de dU/dt

AVISO!

Para evitar envelhecimento precoce de motores não projetados para operação com conversores de frequência, como os motores sem papel de isolação 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 de frequência. Para obter mais informações sobre filtro dU/dt e filtro de onda senoidal, consulte o Guia de Design de Filtros de Saída Série FC *VLT®*.

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 se estabilizar em um nível que depende da tensão do barramento CC. O tempo de subida e a tensão de pico U_{PEAK} afetam a vida útil do motor. São afetados principalmente os motores sem isolação 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 de 100 m (328 pés) ou mais longo, o tempo de subida e a tensão de pico serão maiores.

O chaveamento dos IGBTs causa tensão de pico nos terminais do motor. O conversor de frequência atende as exigências da IEC 60034-25 com relação a motores projetados para uso com conversores de frequência. O conversor de frequência também atende a IEC 60034-17 com relação a motores Norm controlados por conversores de frequência

Faixa de alta potência

As capacidades de potência em *Tabela 10.4* e *Tabela 10.5* nas tensões de rede apropriadas atendem os requisitos da IEC 60034-17 com relação a motores normais controlados por conversores de frequência, da IEC 60034-25 com relação a motores projetados para uso com conversores de frequência e da NEMA MG 1-1998 Parte 31.4.4.2 para motores alimentados por inversor. As capacidades de potência em *Tabela 10.4* não atendem a NEMA MG 1-1998 Parte 30.2.2.8 para motores de uso geral.

Filtro	Comprimento de cabo (m (pés))	Tensão de rede (V)	Tempo de subida (µs)	Vpeak (kV)	dU/dt (kV/µs)
Nenhum	150 (492)	400	0,818	1,06	3,249
Individual			1,692	1,22	0,579
Comum			2,262	1,17	0,415

Tabela 10.4 Especificações dU/dt para unidades de 380–500 V

Filtro	Comprimento de cabo (m (pés))	Tensão de rede (V)	Tempo de subida (µs)	Vpeak (kV)	dU/dt (kV/µs)
Nenhum	150 (492)	690	0,65	1,79	2,184
Individual			1,76	2,2	0,909
Comum			2,02	2,1	0,831

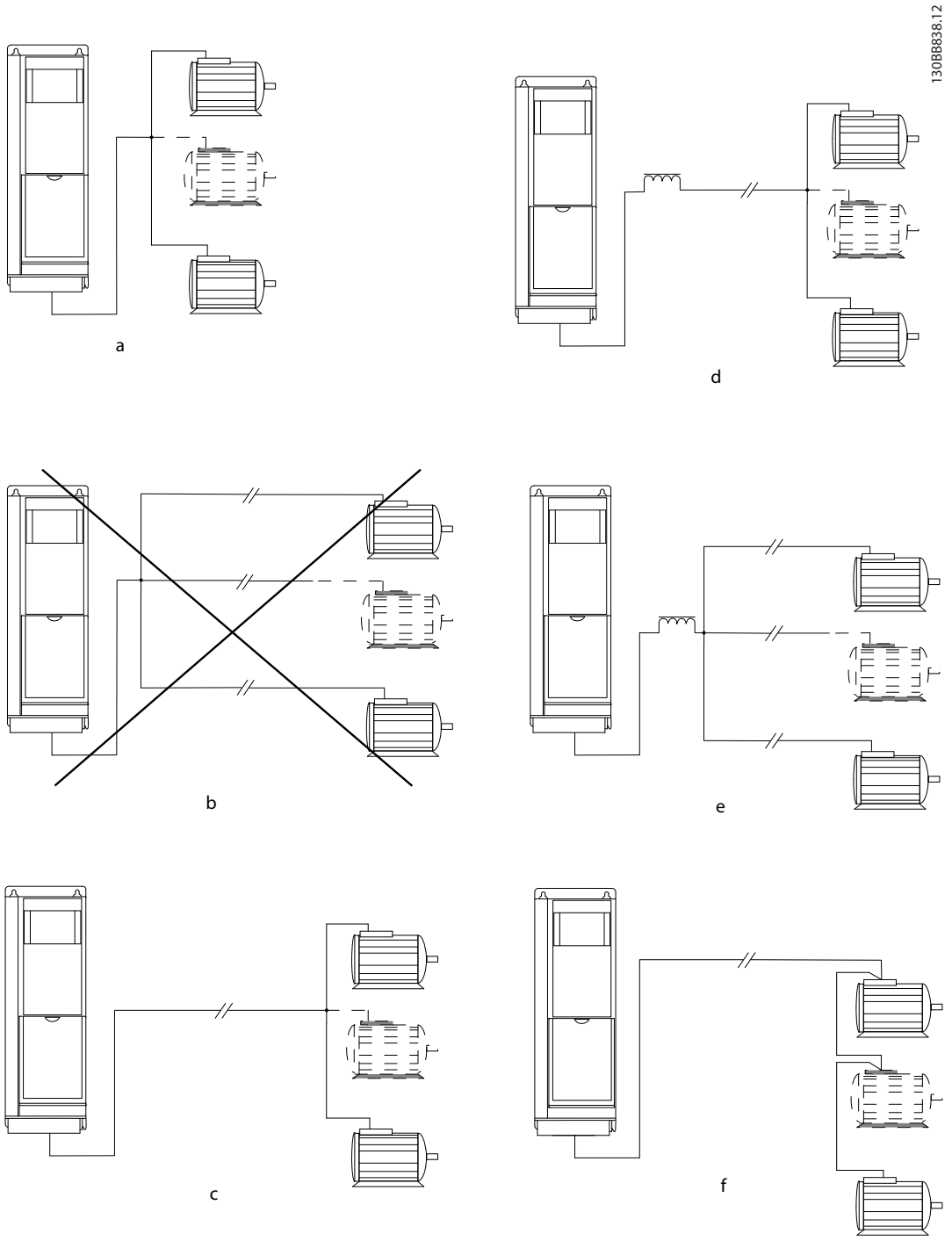
Tabela 10.5 Especificações dU/dt para unidades de 525–690 V

10.8 Conexão de Motores em Paralelo

O conversor de frequência pode controlar diversos motores ligados em paralelo. 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 ultrapassar a corrente de saída nominal I_{INV} do conversor de frequência.
- 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 de frequência não pode ser utilizado como proteção do motor. Providencie proteção adicional para os motores 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 Principio 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 *capétulo 6.10 Especificações de Cabo*.

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

C	O comprimento de cabo de motor total especificado em *capétulo 6.10 Especificações de Cabo* é válido desde que os cabos paralelos sejam mantidos curtos com menos de 10 m cada. Veja o exemplo 1.
D	Considere queda de tensão nos cabos de motor. Veja o exemplo 1.
E	Considere queda de tensão nos cabos de motor. Veja o exemplo 2
F	O comprimento de cabo de motor total especificado em *capétulo 6.10 Especificações de Cabo* é válido desde que os cabos paralelos sejam mantidos com menos de 10 m (32 pés) cada. Veja o exemplo 2

Ilustração 10.12 Diferentes conexões paralelas de motores

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

11 Rede elétrica

11.1 Configurações de rede elétrica

Existem diversos tipos de sistemas de rede elétrica CA para alimentação de energia a conversores de frequência. Cada um afeta as características de EMC do sistema. Os sistemas TN-S de cinco fios são considerados os melhores para EMC, enquanto o sistema de TI isolado é o menos recomendável.

Tipo de sistema	Descrição
Sistemas de rede elétrica TN	Existem dois tipos de sistemas de distribuição de rede elétrica TN: TN-S e TN-C.
TN-S	Um sistema de cinco fios com condutores neutro (N) e ponto de aterramento de proteção (PE) separados. Fornece as melhores propriedades de EMC e evita a transmissão de interferência.
TN-C	Um sistema de quatro fios com um condutor comum para neutro e ponto de aterramento de proteção (PE) por todo o sistema. O condutor neutro e de PE combinado resulta em características de EMC insatisfatórias.
Sistemas de rede elétrica TT	Um sistema de quatro fios com um condutor neutro aterrado e aterramento individual do sistema de conversor. Apresenta boas características de EMC quando aterrado corretamente.
Sistema de grade IT	Um sistema isolado de quatro fios com condutor neutro aterrado ou não através de uma impedância.

Tabela 11.1 Sistemas de rede elétrica CA e características de EMC

11.2 Conexões do Terminal da Rede Elétrica

Ao conectar a rede elétrica, observe o seguinte:

- Dimensione a fiação com base na corrente de entrada do conversor de frequência. Para obter os tamanhos máximos dos cabos, consulte *capétulo 6.5 Especificações dependente da potência.*.
- Atenda os códigos elétricos locais e nacionais para tamanhos do cabo.

AVISO!

MÚLTIPLOS CABOS DE REDE ELÉTRICA

Ao conectar mais de 1 conjunto de terminais da rede elétrica, use o mesmo número, tamanho, e comprimento de cabos para cada conjunto de terminais. Por exemplo, não use 1 cabo em um terminal da rede elétrica e 2 cabos em outro terminal da rede elétrica.

Sistemas de módulo de 2 conversores

Ilustração 10.8 e *Ilustração 10.9* mostram as conexões do terminal da rede elétrica para sistemas de 2 conversores de 6 pulsos e 12 pulsos, respectivamente.

- Se um design de terminal comum for utilizado com um sistema de 2 conversores de 6 pulsos, haverá 1 conjunto de terminais da rede elétrica.
- O design de terminal comum não pode ser utilizado com conexão de rede elétrica de 12 pulsos em sistemas de módulo de 2 conversores. Os cabos de rede elétrica são conectados diretamente aos terminais de entrada do conversor.
- Há terminais de freio individuais disponíveis em cada módulo de conversor. Conecte um número igual de cabos recomendados aos terminais de freio individuais.

Sistemas de módulo de 4 conversores

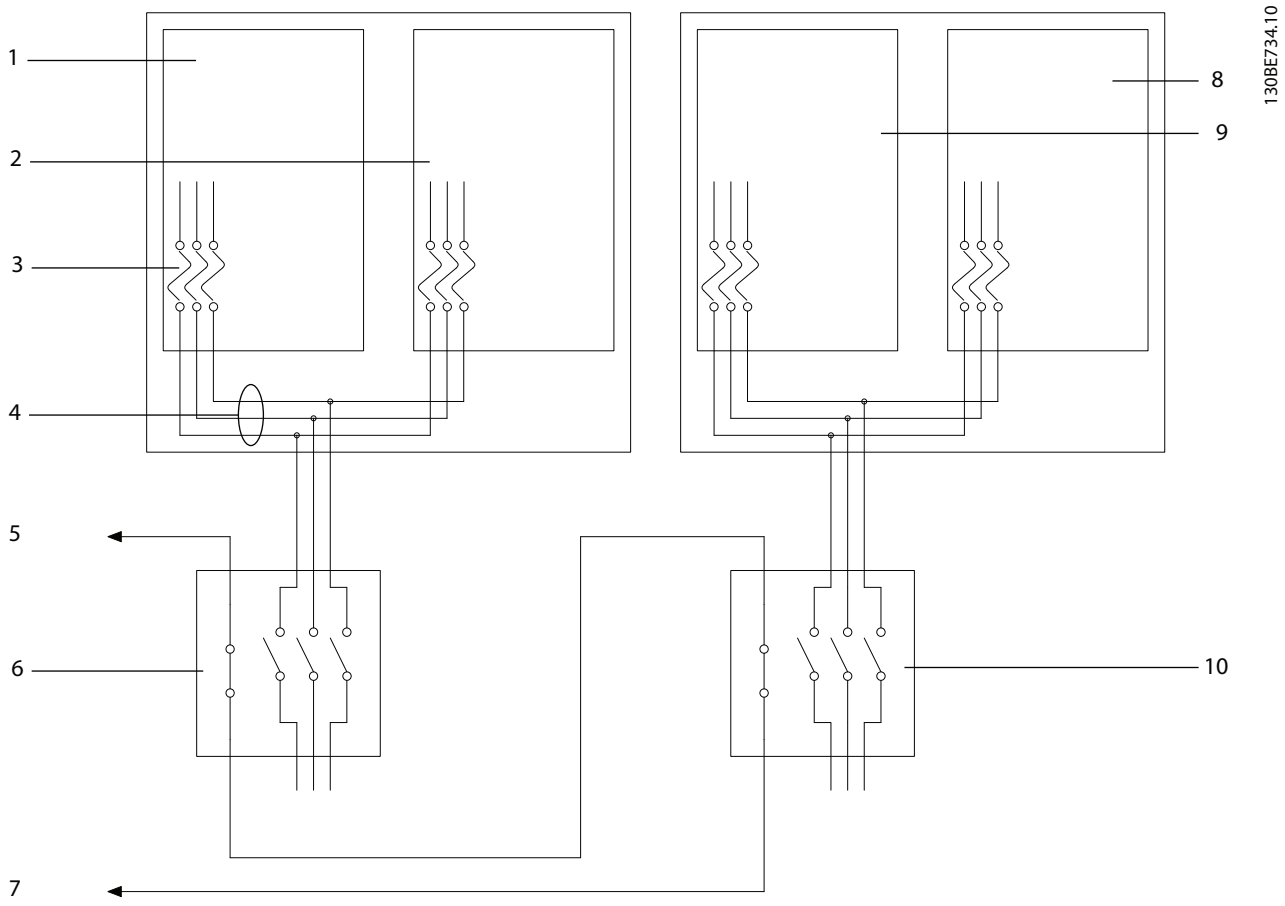
Ilustração 10.10 mostra as conexões do terminal de rede elétrica para sistemas de 4 conversores. Se um design de terminal comum for utilizado, haverá 1 conjunto de terminais da rede elétrica em cada gabinete.

11.3 Configuração do disjuntor de 12 pulsos

Esta seção descreve como usar um disjuntor de um sistema de conversor de 12 pulsos. Ao usar disjuntores ou contatores, certifique-se de instalar um bloqueio. Consulte *Ilustração 11.1*. Quando instalados, os contatores ou disjuntores devem fechar para evitar um conjunto de retificadores que não estiver funcionando.

Use contactos auxiliares NF com contatores ou disjuntores de rede elétrica. Conecte o bloqueio em série com o interruptor Klixon do freio. Se apenas um contator/disjuntor fechou, o LCP mostra o erro *Falha do IGBT do freio* e não permite que o sistema de conversor energize o motor. *Ilustração 11.2* Mostra uma conexão BRF com um disjuntor de 12 pulsos e bloqueio.

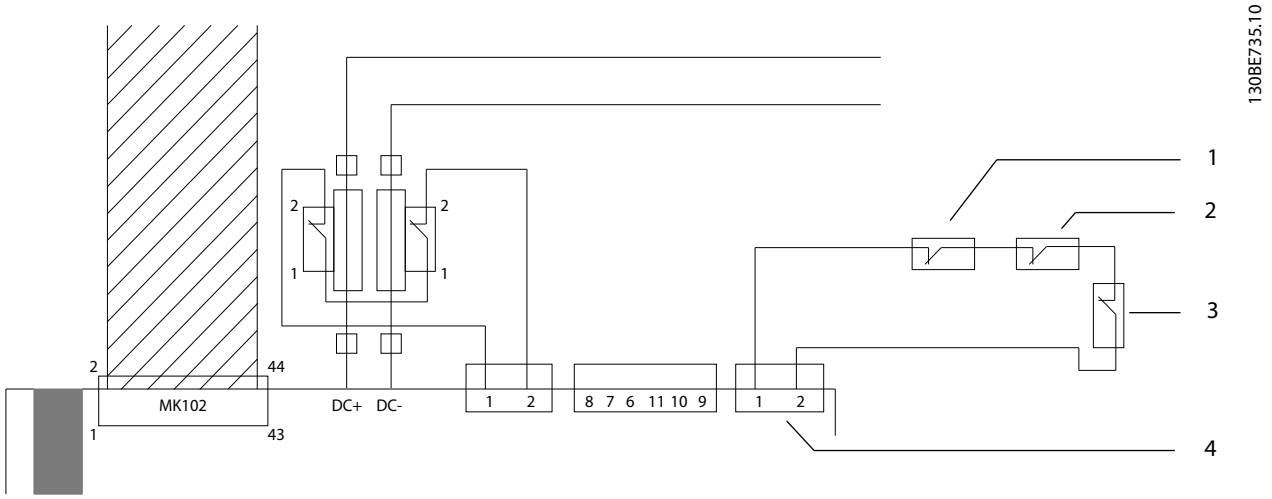
 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.



1	Módulo de conversor 1	6	Disjuntor 1
2	Módulo de conversor 2	7	Defeito do freio
3	Fusíveis suplementares	8	Módulo de conversor 3
4	Barramentos de entrada de rede elétrica	9	Módulo de conversor 4
5	Defeito do freio	10	Disjuntor 2

Ilustração 11.1 Conexão de disjuntor/bloqueio de 12 pulsos

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.



1	Contato auxiliar do disjuntor 1	3	Interruptor Klixon
2	Contato auxiliar do disjuntor 2	4	Conector BRF

Ilustração 11.2 Conexão BRF com disjuntor/bloqueio de 12 pulsos

AVISO!

Se o opcional de freio não estiver selecionado, o interruptor Klixon pode ser ignorado.

AVISO!

O Danfoss não é responsável por qualquer falha ou mau funcionamento no disjuntor/interruptor do contator.

11

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

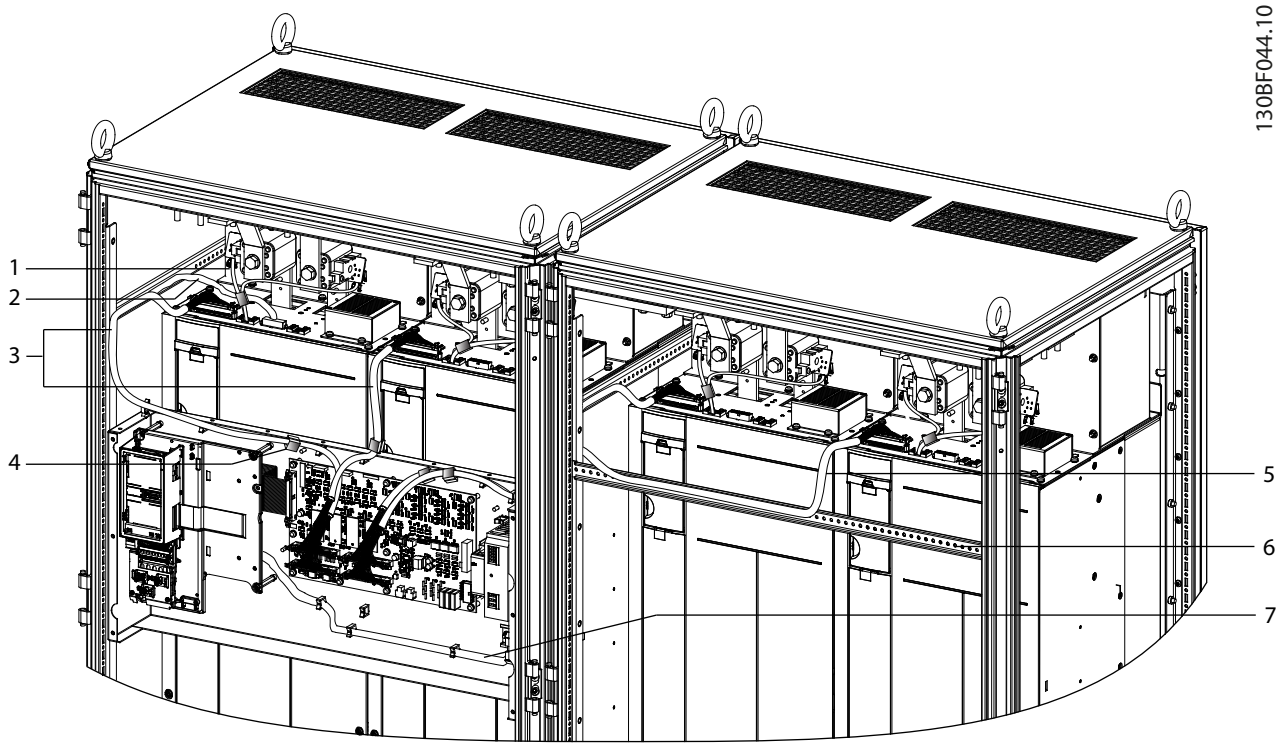
12 Fiação de Controle

12.1 Percurso dos Cabos de Controle

Disposição dos cabos

Estenda o cabo dentro dos gabinetes dos conversores de frequência como mostrado em *Ilustração 12.1*. A passagem de cabos de uma configuração de dois conversores é idêntica, exceto pelo número de módulos de conversor utilizados.

- Isole a fiação de controle dos componentes de alta potência nos módulos de conversor.
- Quando o módulo de conversor estiver conectado a um termistor, garanta que a fiação de controle do termistor seja blindada e tenha isolamento reforçado/duplo. É recomendada tensão de alimentação de 24 V CC. Consulte *Ilustração 12.2*.



1	Cabo do microinterruptor	5	Cabo em fita de 44 pinos do MDCIC para o módulo de conversor 4
2	Cabo de relé (mostrado conectado ao terminal no topo do módulo)	6	Suporte para suportar o cabo em fita
3	Cabo em fita de 44 pinos do MDCIC para módulos de conversor 1 e 2	7	Cabo de relé (mostrado conectado ao terminal de relé na prateleira de controle)
4	Núcleo de ferrita	–	–

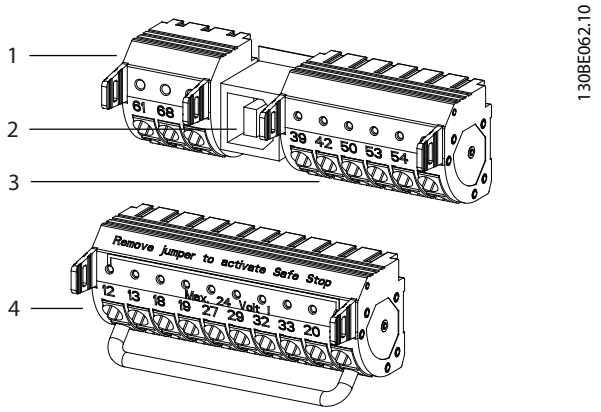
Ilustração 12.1 Percurso dos Cabos de Controle de um sistema de 4 conversores

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

12.2 Terminais de Controle

12.2.1 Tipos de Terminal de Controle

Ilustração 12.2 mostra os conectores do conversor de frequência removíveis. As funções de terminal e a configuração padrão estão resumidas em *Tabela 12.1*. Consulte *Ilustração 12.2* para saber a localização dos terminais de controle dentro da unidade.



1	Os terminais (+)68 e (-)69 são para uma conexão de comunicação serial RS485.
2	Porta USB disponível para uso com o Software de Setup MCT 10.
3	Duas entradas analógicas, uma saída analógica, tensão de alimentação CC de 10 V e comuns para as entradas e saída.
4	Quatro terminais de entrada digital programáveis, dois terminais digitais programáveis adicionais de entrada ou de saída, tensão de alimentação do terminal de 24 V CC e um comum para a tensão opcional de 24 V CC fornecida pelo cliente.

Ilustração 12.2 Locais do Terminal de Controle

12

Terminal número	Parâmetro	Configuração padrão	Descrição
Entradas/saídas digitais			
12, 13	–	+24 V CC	Entradas digitais. Tensão de alimentação de 24 V CC. A corrente de saída máxima é 200 mA total, para todas as cargas de 24 V CC. Útil para entradas digitais e transdutores externos.
18	*Parâmetro 5-10 Terminal 18 Entrada Digital*	*[8] Partida*	
19	*Parâmetro 5-11 Terminal 19, Entrada Digital*	*[10] Reversão*	
32	*Parâmetro 5-14 Terminal 32, Entrada Digital*	*[0] Sem operação*	
33	*Parâmetro 5-15 Terminal 33 Entrada Digital*	*[0] Sem operação*	
27	*Parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital*	*[2] Parada por inércia inversa*	Selecionável para entrada ou saída digital. A configuração padrão é entrada.
29	*Parâmetro 5-13 Terminal 29, Entrada Digital*	*[14] Jog*	
20	–	–	Comum para entradas digitais e potencial de 0 V CC para alimentação de 24 V CC.
37	–	Safe Torque Off (STO)	Entrada segura (opcional). Usado para STO.
Entradas/saídas analógicas			
39	–	–	Comum para saída analógica.

Terminal número	Parâmetro	Configuração padrão	Descrição
Entradas/saídas digitais			
42	*Parâmetro 6-50 Terminal 42 Saída*	Velocidade 0 - limite superior	Saída analógica programável. O sinal analógico é 0–20 mA ou 4–20 mA a um máximo de tensão de alimentação analógica de 500 Ω 10 V CC. Máximo de 15 mA normalmente usado para o potenciômetro ou termistor.
50	–	+10 V CC	
53	*Grupo do parâmetro 6-1* Entrada analógica 1*	Referência	Entrada analógica. Selecionável para tensão ou corrente. Terminais A53 e A54 selecione mA ou V.
54	*Grupo do parâmetro 6-2* Entrada Analógica 2*	Feedback	
55	–	–	Comum para entrada analógica
Comunicação serial			
61	–	–	Filtro de RC integrado para blindagem do cabo. SOMENTE para conectar a blindagem quando surgirem problemas de EMC.
68 (+)	*Grupo do parâmetro 8-3* Definições da porta do FC*	–	Interface RS485. Um interruptor do cartão de controle é fornecido para resistência de terminação.
69 (-)	*Grupo do parâmetro 8-3* Definições da porta do FC*	–	
Relés			
01, 02, 03	*Parâmetro 5-40 Função do Relé* [0]	*[9] Alarme*	Saída do relé de formato C. Utilizável para tensão CC ou CA e carga indutiva ou resistiva.
04, 05, 06	*Parâmetro 5-40 Função do Relé* [1]	*[5] Em funcionamento*	

Tabela 12.1 Descrição do Terminal

Terminais extras:

- Duas saídas do relé com Formato C. A localização das saídas depende da configuração do conversor de frequência.
- Terminais no equipamento integrado opcional. Consulte o manual fornecido com o opcional do equipamento.

12

12.2.2 Fiação para os Terminais de Controle

Os plugues do terminal podem ser removidos para fácil acesso.

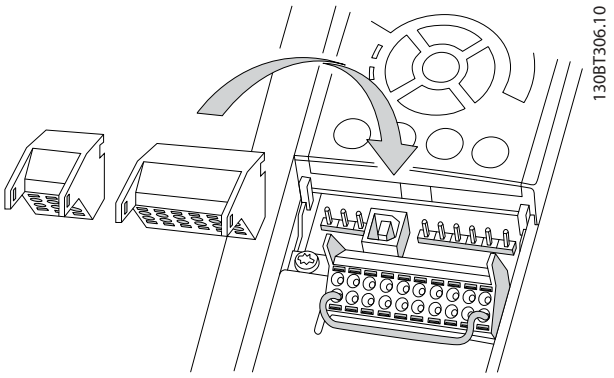


Ilustração 12.3 Remoção dos Terminais de Controle

12.2.3 Ativando a operação do motor

Um fio de jumper pode ser necessário entre o terminal 12 (ou 13) e o terminal 27 para o conversor de frequência operar quando usar valores de programação padrão de fábrica.

- O terminal de entrada digital 27 é projetado para receber comando de bloqueio externo de 24 V CC.
- Quando não for usado um dispositivo de bloqueio, instale um jumper entre o terminal de controle 12 (recomendado) ou 13 e o terminal 27. O jumper fornece um sinal interno de 24 V CC no terminal 27.
- Quando a linha de status na parte inferior do LCP indicar *PARADA POR INÉRCIA REMOTA AUTOMÁTICA*, indica que a unidade está pronta para operar, mas há um sinal de entrada ausente no terminal 27.

- Quando um equipamento opcional instalado na fábrica estiver conectado ao terminal 27, não remova essa fiação.

12.2.4 Seleção de entrada de tensão/ corrente

Os terminais de rede elétrica analógicos 53 e 54 permitem a configuração do sinal de entrada de tensão (0-10 V CC) ou de corrente (0/4-20 mA). Consulte *Ilustração 12.2* para saber a localização dos terminais de controle dentro do sistema de conversor.

Programações padrão do parâmetro:

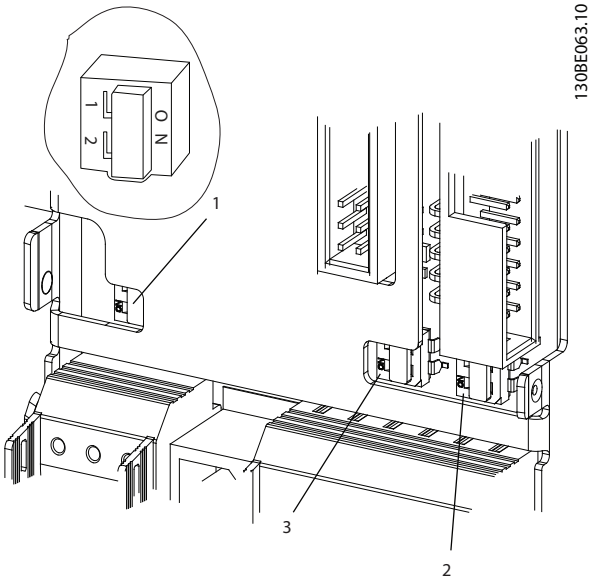
- Terminal 53: sinal de referência de velocidade em malha aberta (consulte *parâmetro 16-61 Definição do Terminal 53*).
- Terminal 54: sinal de feedback em malha fechada (ver *parâmetro 16-63 Definição do Terminal 54*).

AVISO!

REMOVA A ENERGIA

Remova a energia do conversor de frequência antes de alterar as posições do interruptor

1. Remova o LCP (consulte *Ilustração 12.4*).
2. Remova qualquer equipamento opcional que esteja cobrindo os interruptores.
3. Configure os interruptores A53 e A54 para selecionar o tipo de sinal. U seleciona tensão, I seleciona corrente.



1	Interruptor de terminação do bus serial
2	Interruptor A54
3	Interruptor A53

Ilustração 12.4 Localizações dos interruptores de terminação do bus serial e interruptores A53 e A54

12.2.5 Comunicação serial RS485

Um fieldbus RS485 pode ser usado com o sistema de conversor. Até 32 nós podem ser conectados como barramento ou por meio de queda de cabos de uma linha tronco comum para 1 segmento de rede. Repetidores podem ser usados para dividir segmentos de rede. Cada repetidor funciona como um nó dentro do segmento em que está instalado. Cada nó conectado, dentro de uma rede específica, deve ter um endereço do nó único ao longo de todos os segmentos.

- Conecte a fiação de comunicação serial RS485 aos terminais (+)68 e (-)69.
- Faça a terminação de cada segmento nas duas extremidades usando o interruptor de eliminação (terminação de barramento liga/desliga, consulte *Ilustração 12.4*) no módulo de conversor ou um resistor de terminação de rede polarizada.
- Conecte uma grande superfície da blindagem ao ponto de aterramento, por exemplo, com uma braçadeira de cabo ou uma bucha de cabo condutiva.
- Mantenha o mesmo potencial do ponto de aterramento em toda a rede aplicando cabos de equalização de potencial.
- Impeça incompatibilidade de impedância usando o mesmo tipo de cabo na rede inteira.

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Cabo	Par trançado blindado (STP)
Impedância	120 Ω
Comprimento de cabo máximo	
De estação a estação [m (pé)]	500 (1640)
Total incluindo linhas de queda [m (pé)]	1200 (3937)

Tabela 12.2 Informações do cabo

12.3 Saída do relé

O terminal de relé está na placa superior do módulo de conversor. Conecte o terminal de relé do módulo de conversor 1 (o módulo de conversor na extrema esquerda) aos blocos de terminal na prateleira de controle usando um chicote de fiação estendido.

AVISO!

Para referência, os módulos de conversor são numerados da esquerda para a direita.

Relé 1

- Terminal 01: Comum
- Terminal 02: 400 V CA normalmente aberto
- Terminal 03: 240 V CA normalmente fechado

Relé 2

- Terminal 04: Comum
- Terminal 05: 400 V CA normalmente aberto
- Terminal 06: 240 V CA normalmente fechado

O Relé 1 e o relé 2 são programados nos *parâmetro 5-40 Função do Relé*, *parâmetro 5-41 Atraso de Ativação do Relé* e *parâmetro 5-42 Atraso de Desativação do Relé*.

Use o módulo opcional VLT® Relay Card MCB 105 para obter saídas do relé adicionais.

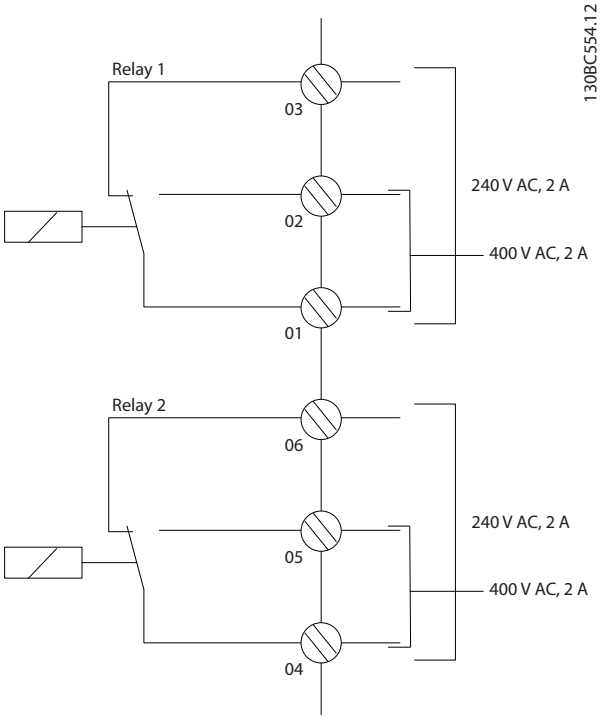


Ilustração 12.5 Saídas do Relé Adicionais

12

13 Frenagem

13.1 Tipos de frenagem

O conversor de frequência utiliza três tipos de a frenagem:

- Freio de Holding Mecânico
- Freio dinâmico
- Controle do freio mecânico

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

AVISO!

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

Freio dinâmico
Freio dinâmico é realizado internamente no conversor de frequência e é usado para reduzir a velocidade do motor até a parada final. Use os seguintes métodos para aplicar freio dinâmico:

- Resistor do freio: Um IGBT do freio mantém a sobretensão sob um determinado limite direcionando a energia do freio do motor para o resistor do freio conectado.
- Freio CA: A energia de frenagem é distribuída no motor ao alterar as condições de perda no motor. 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.

Controle do freio mecânico
Para aplicações de içamento é necessário controlar um freio eletromagnético. Para controlar o freio, é necessária uma saída do relé (relé1 ou relé2) ou uma saída digital programada (terminal 27 ou 29). Normalmente essa saída deve ser fechada enquanto o conversor de frequência for incapaz de reter' o motor.

Se o conversor de frequência entrar em condição de alarme, como em uma situação de sobretensão, o freio mecânico é ativado imediatamente. O freio mecânico também é aplicado durante o Safe Torque Off.

AVISO!

Para levantamento vertical ou aplicações de içamento, recomenda-se enfaticamente assegurar que a carga pode ser parada em caso de emergência ou mau funcionamento. Se o conversor de frequência estiver no modo alarme ou em situação de sobretensão, o freio mecânico é acionado.

13.2 Resistência de Frenagem

13.2.1 Seleção do Resistor do Freio

Para tratar demandas mais altas da frenagem como gerador, é necessário um resistor do freio. Ao utilizar um resistor do freio assegura-se que a energia será absorvida neste resistor e não no conversor de frequência. Para obter mais informações, consulte o *VLT® Brake Resistor MCE 101 Design Guide*

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 é uma indicação do ciclo útil em que o resistor está ativo. *Ilustração 13.1* mostra um ciclo de frenagem típico.

AVISO!

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:

Ciclo útil=t_b/T

T = tempo de ciclo em s
t_b é o tempo de frenagem em segundos (do tempo de ciclo)

13

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

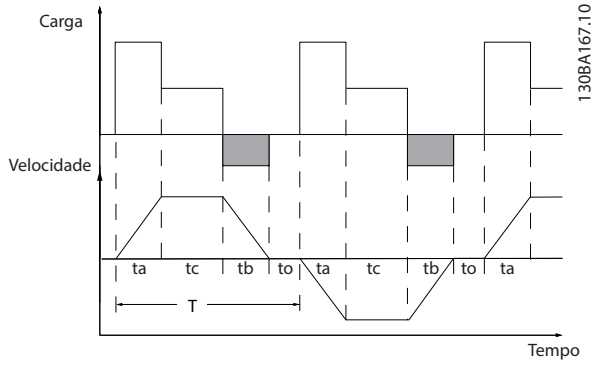


Ilustração 13.1 Ciclo da Frenagem Típico

Níveis de potência de frenagem

Os seguintes níveis de potência de frenagem são aplicáveis ao VLT® Parallel Drive Modules.

Potência kW (hp)	Tempo de ciclo (s)	Ciclo útil da frenagem com torque 100%	Ciclo útil da frenagem em torque excessivo (150%)
VLT® Drive HVAC FC 102 e AQUA Drive do VLT® FC 202 (380–480 V)			
315 (450)	600	Contínua	10%
355–1000 (500–1350)	600	40%	10%
VLT® Drive HVAC FC 102 e AQUA Drive do VLT® FC 202 (525–690 V)			
315–355 (450–500)	600	Contínua	10%
400–1200 (400–1350)	600	40%	10%
VLT® AutomationDrive FC 302 (380–480 V)			
250 (350)	600	Contínua	10%
315–800 (450–1200)	600	40%	10%
VLT® AutomationDrive FC 302 (525–690 V)			
250–315 (300–350)	600	Contínua	10%
355–1000 (450–1150)	600	40%	10%

Tabela 13.1 Ciclo de frenagem para módulos de conversor paralelos

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.

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 ciclo útil intermitente determinado. A resistência do freio é calculada assim:

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

em que

$P_{peak}=P_{motor}xM_{br}\,[\%]x\eta_{motor}x\eta_{VLT}[W]$

A resistência do freio depende da tensão do barramento CC (U_{dc}).

Tensão	Freio ativo	Advertência antes de desabilitar	Desabilitar (desarme)
380–480 V	769 V	810 V	820 V
525–690 V	1084 V	1109 V	1130 V

Tabela 13.2 Limites de frenagem para Módulos de Conversores Paralelos VLT® Drive HVAC FC 102 e AQUA Drive do VLT® FC 202

Tensão	Freio ativo	Advertência antes de desabilitar	Desabilitar (desarme)
380–500 V	795 V	828 V	855 V
525–690 V	1084 V	1109 V	1130 V

Tabela 13.3 Limites do freio do VLT® AutomationDrive FC 302 Parallel Drive Modules

AVISO!

Verifique se o resistor de freio pode processar uma tensão de 410 V, 820 V, 850 V, 975 V ou 1130 V - a menos que sejam usados resistores do freio da Danfoss.

A Danfoss recomenda a resistência de frenagem R_{rec}. O uso da fórmula R_{rec} garante que o conversor de frequência será capaz de frear na mais alta potência de frenagem ($M_{br(\%)}$) de 160%). A fórmula pode ser escrita como:

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

O η_{motor} está tipicamente em 0,90

η_{VLT} é tipicamente 0,98.

Para conversores de frequência de 480 V, 500 V e 600 V, R_{rec} a 160% da potência de frenagem é escrito como:

$$500V : R_{rec} = \frac{464923}{P_{motor}}\,[\Omega]$$

$$600V : R_{rec} = \frac{630137}{P_{motor}}\,[\Omega]$$

$$690V : R_{rec} = \frac{832664}{P_{motor}}\,[\Omega]$$

13

AVISO!

Não selecione uma resistência do circuito do freio do resistor que seja maior que o recomendado pela Danfoss. Um resistor de frenagem por 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 de frequência. O conversor de frequência pode controlar o contator.

⚠ADVERTÊNCIA

RISCO DE INCÊNDIO

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

13.2.2 Controle com a Função de Frenagem

O freio é protegido contra curtos circuitos do resistor do freio, e o transistor do freio é monitorado para garantir que curtos circuitos no transistor serão detectados. Uma saída digital/de relé pode ser usada para proteger o resistor do freio de sobrecargas gerando um defeito no conversor de frequência.

Além disso, o freio possibilita a leitura da potência instantânea e da potência média durante os últimos 120 segundos. O freio também pode monitorar a energização da potência e assegurar que não exceda o limite programável definido no LCP.

AVISO!

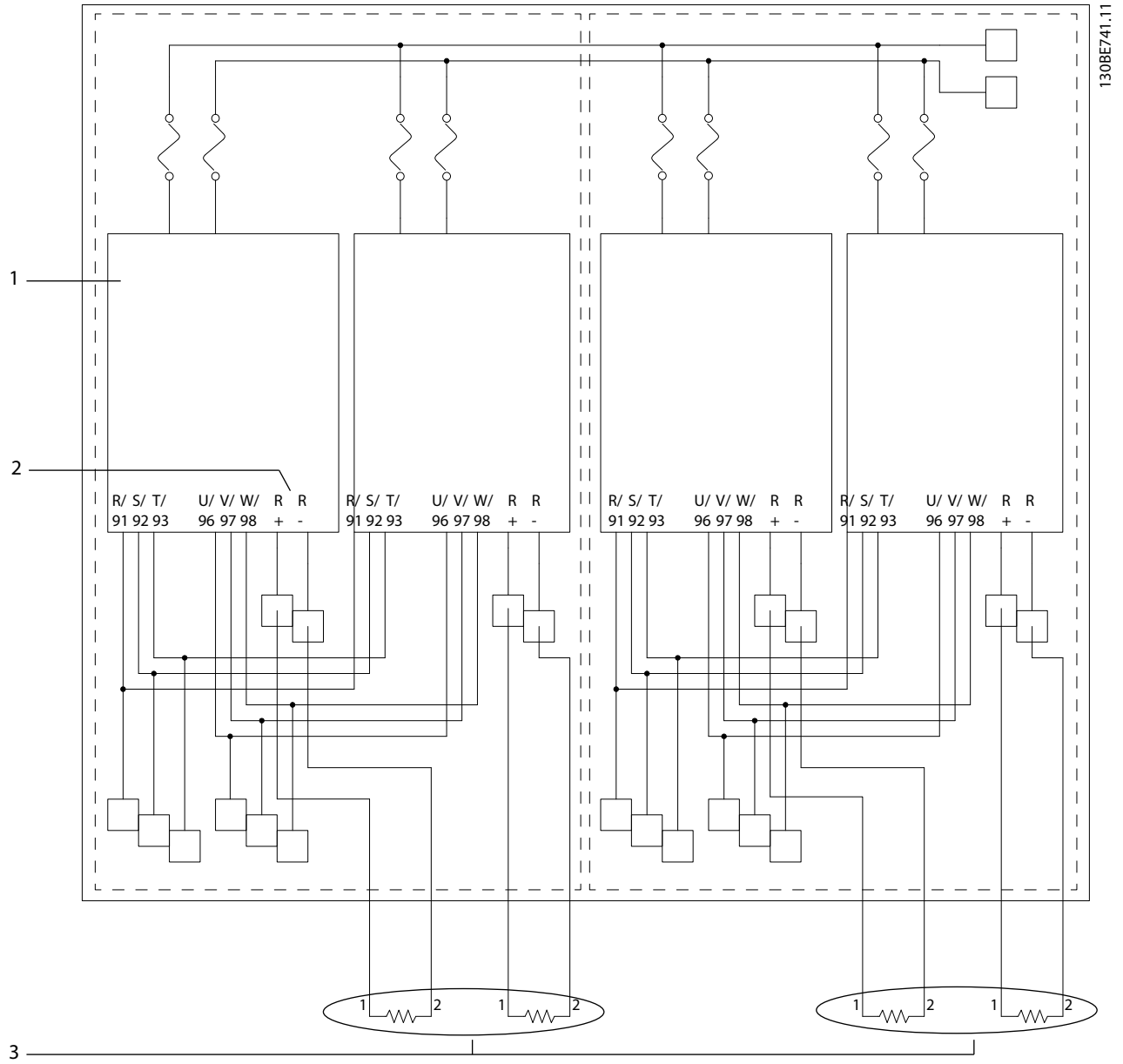
O monitoramento da potência de frenagem não é uma função de segurança; é necessário uma chave térmica para essa finalidade. O circuito do resistor do freio é protegido contra fuga para o terra.

Controle de sobretensão (OVC) pode ser selecionado como função de frenagem alternativa em. 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 assim um desarme.

13

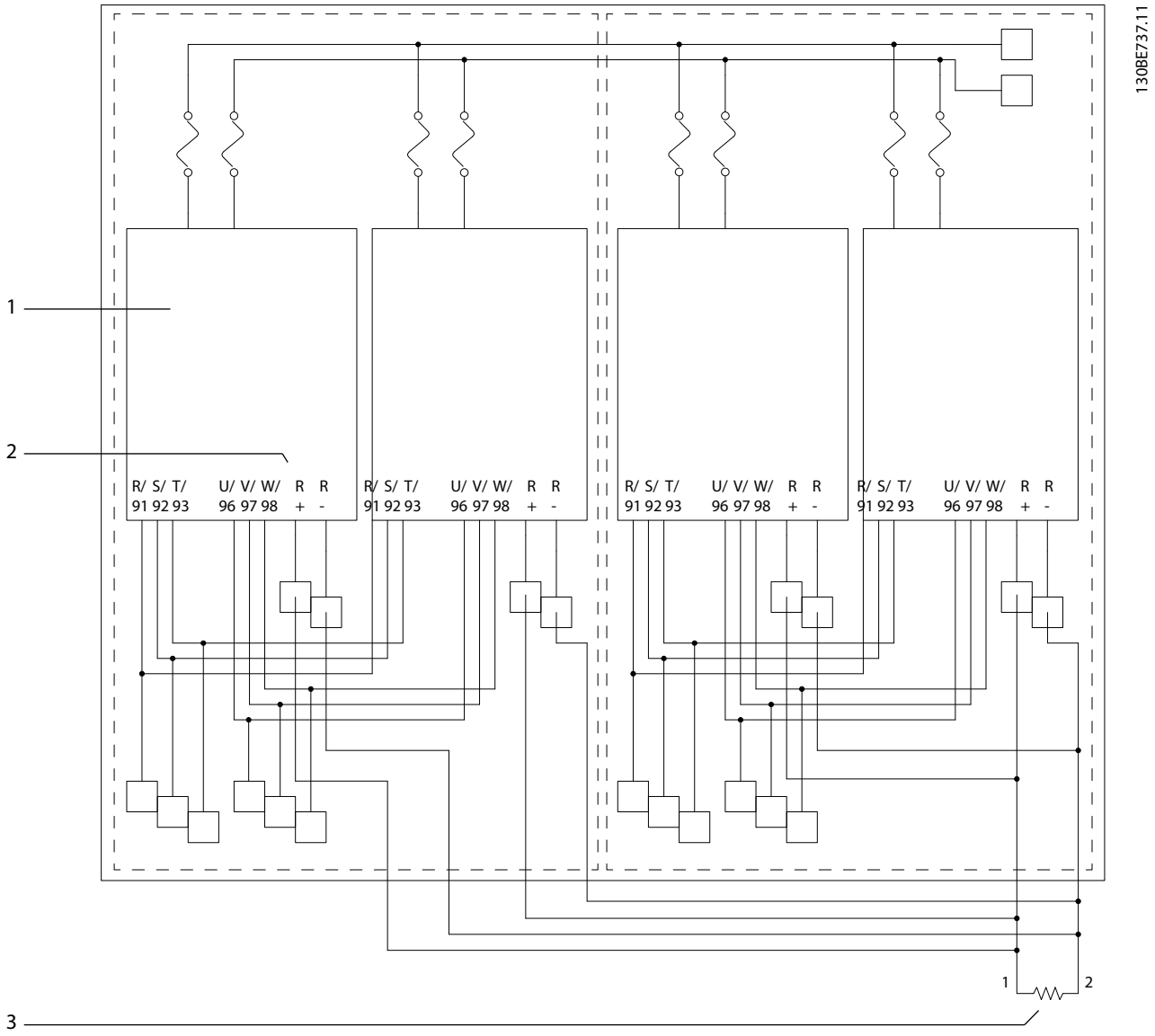
Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

13.2.3 Conexão do Resistor do Freio



1	Módulo conversor	3	Resistores do freio Individuais
2	Terminais do freio	–	–

Ilustração 13.2 Conexão do Resistor do Freio Individuais para Cada Módulo de Conversor



1	Módulo conversor	3	Resistor do freio comum
2	Terminais do freio	–	–

Ilustração 13.3 Conexão do resistor do freio comum para cada módulo de conversor

14 Controladores

14.1 Visão geral de controle de torque e velocidade

O conversor de frequência é capaz de controlar a velocidade ou o torque no eixo do motor. A configuração do par. *parâmetro 1-00 Modo Configuração* determina o tipo de controle.

Controle da velocidade
Há dois tipos de controle da velocidade:

- Malha aberta não requer feedback de motor (sem sensor).
- PID de malha fechada requer um feedback de velocidade a 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
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 Speed Limit Factor Source*. Ao utilizar o controle de torque, a Danfoss recomenda executar um procedimento de AMA completo, pois os dados do motor corretos são essenciais para o desempenho ideal.

- Malha fechada no modo de fluxo com feedback do encoder oferece desempenho superior em todos os quatro quadrantes e em todas as velocidades do motor.
- Malha aberta no 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 a medição de corrente do conversor de frequência. Ver *capétulo 17 Exemplos de Aplicações*.

Referência de velocidade/torque
O referencial para estes controles pode ser uma referência única ou a soma de diversas referências, incluindo referências escalonadas relativamente. Programe a configuração da referência, consulte *capétulo 15 Tratamento das Referências*.

14.2 Princípio de controle

Um conversor de frequência retifica a tensão CA da rede elétrica para tensão CC, após o que essa tensão CC é transformada em tensão CA com amplitude e frequência variáveis.

O motor é fornecido com tensão/corrente e frequência variáveis, o que permite controle de velocidade infinitamente variável de motores CA trifásicos padrão e de motores síncronos com ímã permanente.

Os terminais de controle fornecem feedback de fiação, referência e outros sinais de entrada para o seguinte:

- Conversor de frequência
- Saída de status do conversor de frequência e condições de falha
- Relés para operar equipamento auxiliar
- Interface de comunicação serial

Os terminais de controle são programáveis para várias funções selecionando opções de parâmetro descritos no menu principal ou no quick menu. A maioria da fiação de controle é fornecida pelo cliente a menos que pedida pela fábrica. Uma alimentação de 24 V CC também é fornecida para uso com as entradas e saídas de controle do conversor de frequência.

Tabela 14.1 descreve as funções dos terminais de controle. Muitos destes terminais têm funções múltiplas, determinadas pelas programações do parâmetro. Alguns opcionais fornecem mais terminais. Consulte *capétulo 10.5 Conexões do terminal do motor* para saber as localizações dos terminais.

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Número do terminal	Função
01, 02, 03 e 04, 05, 06	Dois relés de saída de formato C. Máximo 240 V CA, 2 A. Mínimo 24 V CC, 10 mA ou 24 V CA, 100 mA. Podem ser utilizados para indicar status e advertências. Fisicamente no cartão de potência.
12, 13	Alimentação de 24 V CC para entradas digitais e transdutores externos. A corrente de saída máxima é 200 mA.
18, 19, 27, 29, 32, 33	Entradas digitais para controlar o conversor de frequência. R=2 kΩ. Menos de 5 V=0 lógico (aberto). Maior que 10 V=1 lógico (fechado). Os terminais 27 e 29 são programáveis como saída digital/pulso.
20	Comum para as entradas digitais.
37	Entrada de 0 a 24 V CC para parada segura (algumas unidades).
39	Comum para saídas analógicas e digitais.
42	Saídas analógica e digital para indicar valores como frequência, referência, corrente e torque. O sinal analógico é 0/4 a 20 mA a um máximo de 500 Ω. O sinal digital é 24 V CC a um mínimo de 500 Ω.
50	Tensão de alimentação analógica máxima de 10 V CC, 15 mA para potenciômetro ou termistor.
53, 54	Selecionável para entrada de tensão de 0 a 10 V CC, R = 10 kΩ ou sinais analógicos de 0/4 a 20 mA ao máximo de 200 Ω. Usada para sinais de feedback ou referência. Um termistor pode ser conectado aqui.
55	Comum para os terminais 53 e 54.
61	RS485 comum.
68, 69	Interface RS485 e comunicação serial.

Tabela 14.1 Funções de Controle de Terminal (sem equipamento opcional)

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

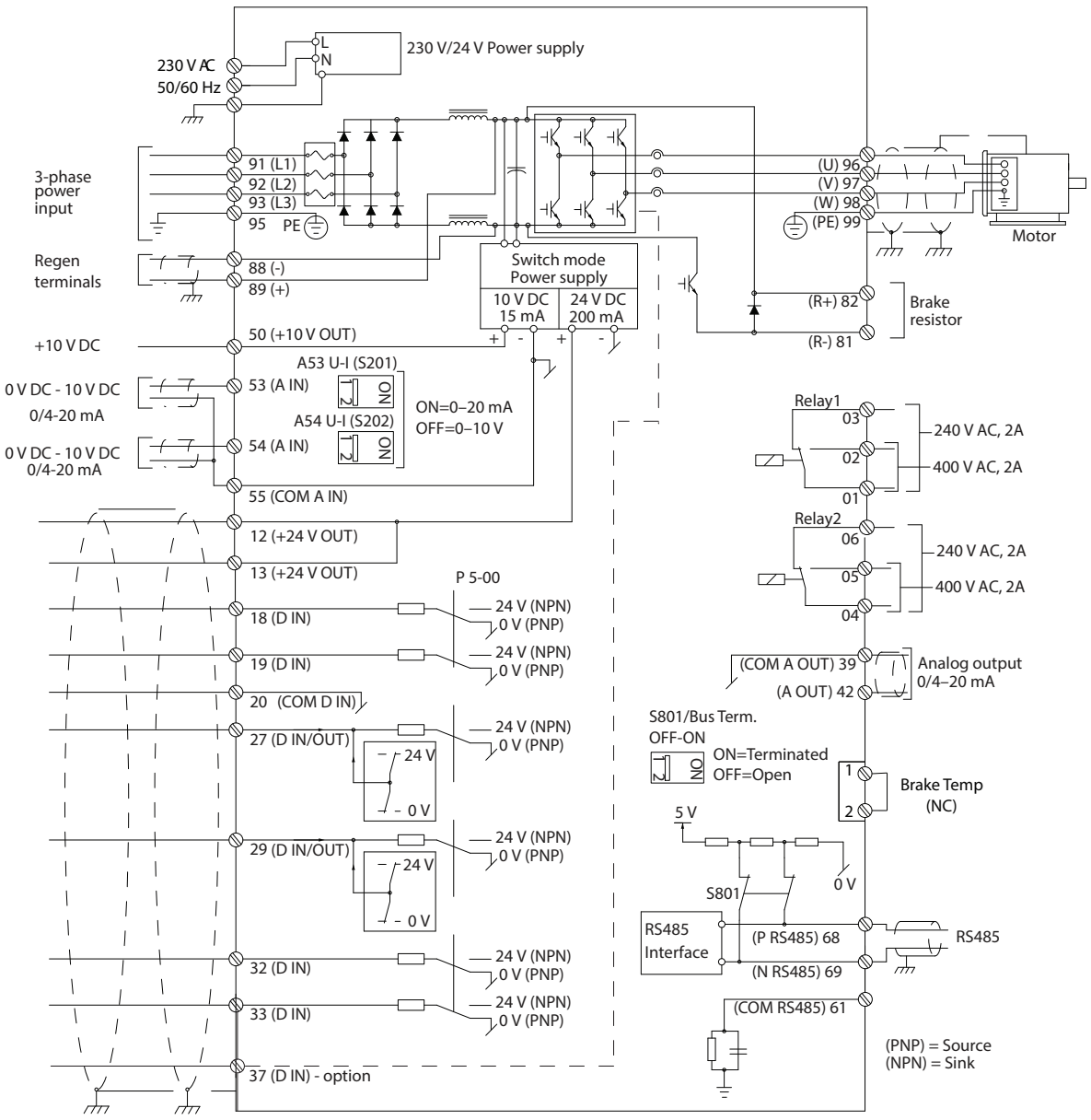


Ilustração 14.1 Diagrama da fiação

14

14.3 Estrutura de Controle em VVC+ Controle Vetorial Avançado

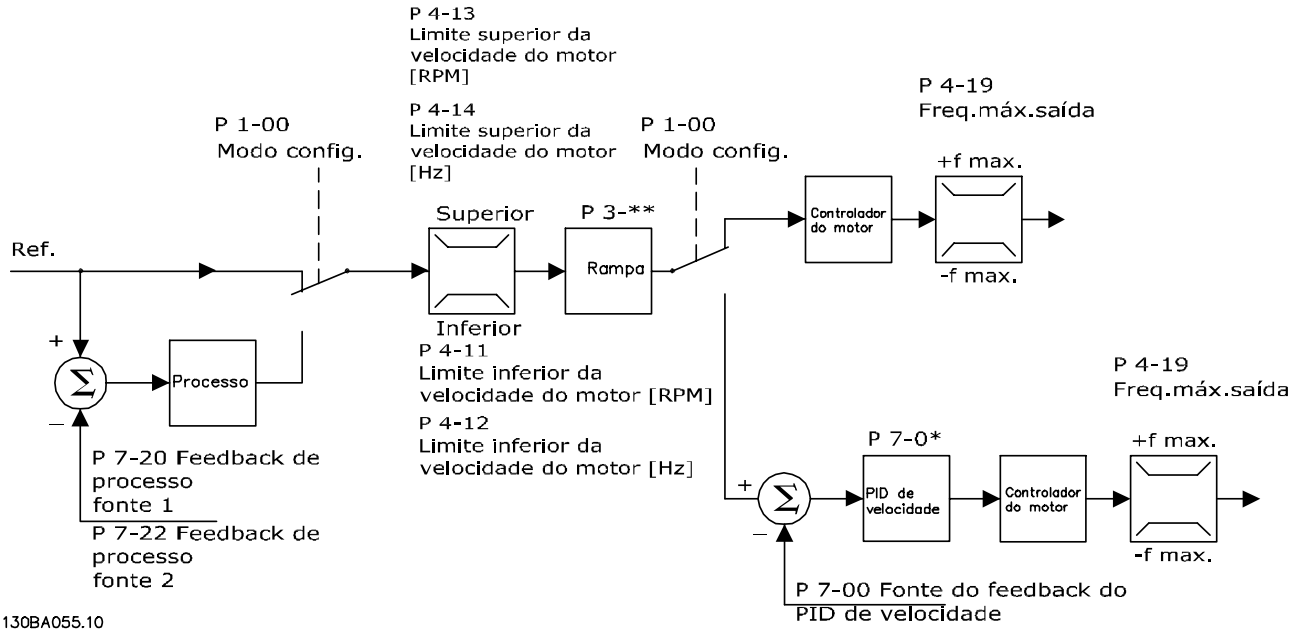


Ilustração 14.2 Estrutura de Controle em Configurações de Malha Fechada e Configurações de Malha Aberta VVC+

Em *Ilustração 14.2*, *parâmetro 1-01 Principio de Controle do Motor* está programado para *[1] VVC+* e *parâmetro 1-00 Modo Configuração* está programado para *[0] Malha aberta de velocidade*. 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.

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 no *grupo do parâmetro 7-0* Contrl. PID de Veloc*. A referência resultante do controle do PID de velocidade é enviada ao controle do motor, limitada pelo limite de frequência.

Para utilizar o controle do PID de processo para o controle de malha fechada da velocidade ou pressão na aplicação controlada, por exemplo, selecione *[3] Processo* em *parâmetro 1-00 Modo Configuração*. Os parâmetros do PID de processo estão localizados no *grupo do parâmetro 7-2* Ctrl. Process. Feedback* e *grupo do parâmetro 7-3* Controle do PID de processo.*

14

14.4 Estrutura de Controle em Fluxo Sensorless

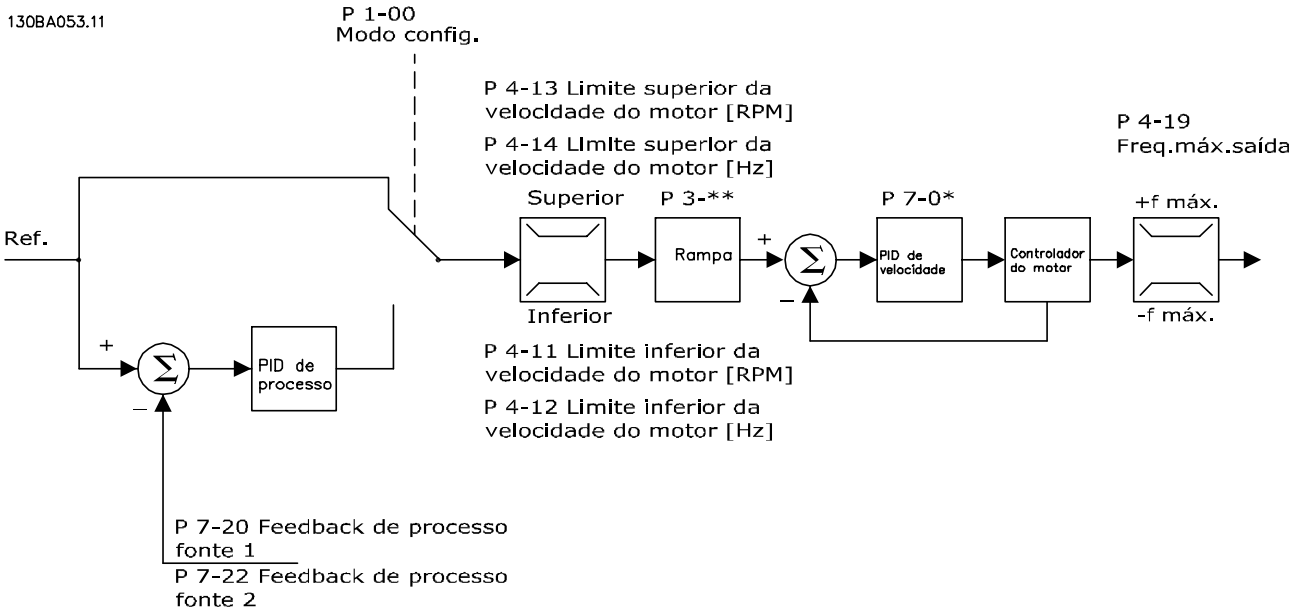


Ilustração 14.3 Estrutura de Controle nas Configurações de Malha Aberta e Malha Fechada do Fluxo Sensorless

Em *Ilustração 14.3*, *parâmetro 1-01 Principio de Controle do Motor* está programado para *[2] Fluxo sensorless* e *parâmetro 1-00 Modo Configuração* está programado para *[0] Malha aberta de velocidade*. 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.

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* Contrl. PID de Veloc*).

Para utilizar o controle do PID de processo para o controle de velocidade ou pressão na aplicação controlada, por exemplo, selecione *[3] Processo* em *parâmetro 1-00 Modo Configuração*. Os parâmetros do PID de processo são encontrados no *grupo do parâmetro 7-2* Ctrl. Process Feedback* e *grupo do parâmetro 7-3* Controle do PID de processo*.

14.5 Estrutura de Controle em Fluxo com Feedback de Motor

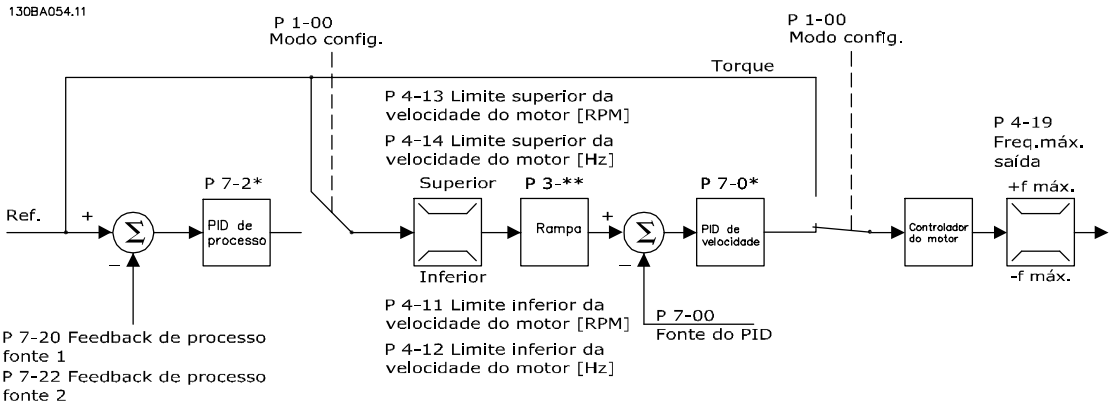


Ilustração 14.4 Estrutura de Controle na Configuração de Fluxo com feedback de motor (disponível somente em VLT® AutomationDrive FC 302)

Em *Ilustração 14.4*, *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*.

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

O controle do motor, nesta configuração, baseia-se em um sinal de feedback de um encoder instalado diretamente no motor (programado no par. *parâmetro 1-02 Fonte Feedbck.Flux Motor*).

Para usar a referência resultante como entrada para o controle do PID de velocidade, selecione [*1] Velocidade malha fechada* em *parâmetro 1-00 Modo Configuração*. Os parâmetros de controle do PID de velocidade estão localizados no *grupo do parâmetro 7-0* Contrl. PID de Veloc*.

Selecione *[2] Torque* em *parâmetro 1-00 Modo Configuração* para utilizar a referência resultante diretamente como referência de torque. O controle de torque pode ser selecionado somente na configuração *Flux 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 de frequência.

Para usar o controle do PID de processo para controle da velocidade de malha fechada ou uma variável de processo na aplicação controlada, por exemplo, selecione *[3] Processo* em *parâmetro 1-00 Modo Configuração*.

14.6 Controle de Corrente Interno em VVC+

O conversor de frequência contém um controle de limite de corrente integral que é ativado quando a corrente do motor e, portanto, o torque, for maior que 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*.
Quando o conversor de frequência estiver no limite de corrente durante a operação do motor ou durante a operação regenerativa, o conversor de frequência tenta chegar abaixo do limite de torque predefinido tão rápido quanto possível sem perder o controle do motor.

14

14.7 Controle Local e Remoto

14.7.1 Controles Local (Manual Ligado) e Remoto (Automático Ligado)

O conversor de frequência pode ser operado manualmente por meio do LCP ou remotamente por meio de entradas analógicas e digitais e do fieldbus. Se permitido em *parâmetro 0-40 Tecla [Hand on] (Manual ligado) do LCP*, *parâmetro 0-41 Tecla [Off] do LCP*, *parâmetro 0-42 Tecla [Auto on] (Automát. ligado) do LCP* e *parâmetro 0-43 Tecla [Reset] do LCP* é possível iniciar e parar o conversor de frequência por meio do LCP [Hand On] e [Off]. Pressione [Reset] para reinicializar os alarmes. Após pressionar [Hand On], o conversor de frequência entra em Modo Manual ligado e segue (como padrão) a Referência local, que pode ser programada com as teclas de seta no LCP.

Após pressionar [Auto On], o conversor de frequência entra em modo Automático ligado e segue (como padrão) a referência remota. Nesse modo é possível controlar o conversor de frequência através das entradas digitais e das diversas interfaces seriais (RS485, USB ou um opcional de fieldbus). Para obter mais informações sobre partida, parada, alteração de rampas e configurações de parâmetros etc. no *grupo do parâmetro 5-1* Entradas Digitais* ou *grupo do parâmetro 8-5* Comunicação Serial*.

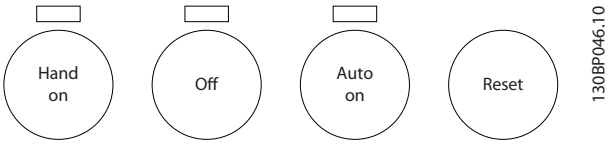


Ilustração 14.5 Teclas de controle do LCP

Referência ativa e modo configuração
A referência ativa pode ser tanto a referência local ou a referência remota.

A referência local pode ser selecionada permanentemente escolhendo *[2] Local* em *parâmetro 3-13 Tipo de Referência*. Para selecionar a referência remota permanentemente, escolha *[1] Remoto*. Ao selecionar *[0] Vinculado a Manual/ Automático* (padrão) a fonte da referência depende se modo Automático ou modo Manual está ativo.

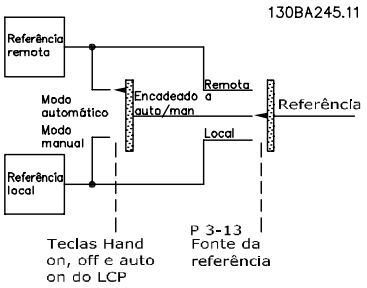


Ilustração 14.6 Referência Ativa

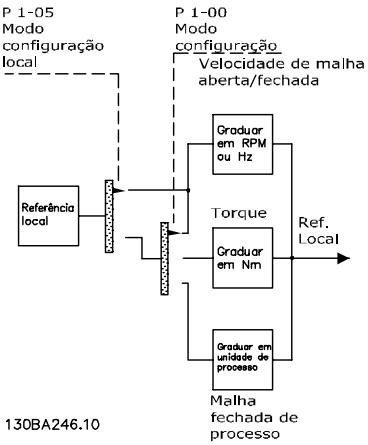


Ilustração 14.7 Modo Configuração

[Hand on]	*Parâmetro 3-13 Tipo de Referência*	Referência ativa
Hand (Manual)	Encadeado a Manual/ Automático	Local
Manual⇒Desligado	Encadeado a Manual/ Automático	Local
Automática	Encadeado a Manual/ Automático	Remota
Automático⇒Desligado	Encadeado a Manual/ Automático	Remota
Todas as teclas	Local	Local
Todas as teclas	Remota	Remota

Tabela 14.2 Condições de Ativação de Referência Remota/Local

Parâmetro 1-00 Modo Configuração determina qual tipo de princípio de controle da aplicação (por exemplo, velocidade, torque ou controle de processo) é utilizado quando a referência remota estiver ativa.
Parâmetro 1-05 Config. Modo Local determina o tipo de princípio de controle da aplicação que é utilizado quando a referência local estiver ativa. Uma delas está sempre ativa, porém ambas não podem estar ativas simultaneamente.

14.8 Smart Logic Controller

O Smart Logic Control (SLC) é uma sequência de ações definidas pelo usuário (ver *parâmetro 13-52 Ação do SLC* [x]) executada pelo SLC quando o evento associado definido pelo usuário (ver *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 quando a saída de uma regra lógica ou um operando comparador tornar-se true. Essa condição leva a uma ação associada como mostrado em *Ilustração 14.8*.

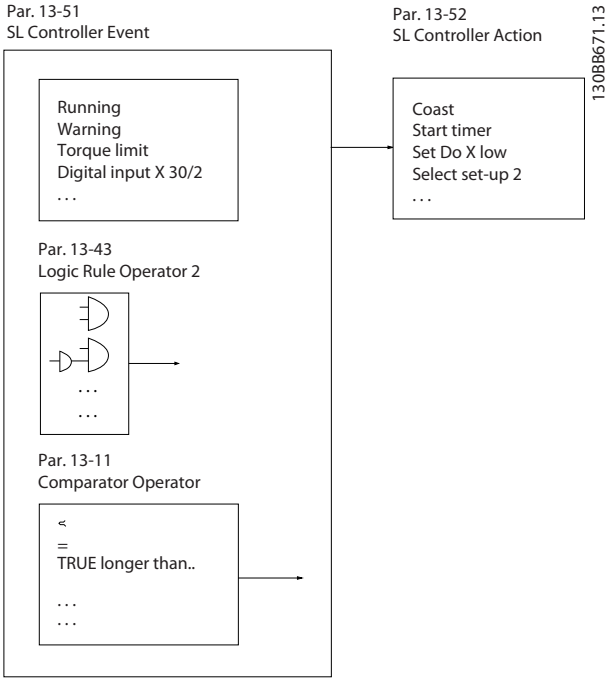


Ilustração 14.8 Status de Controle/Evento e Ação Atual

Eventos e ações são numerados e conectados em pares (estados). Por exemplo, quando *[0] evento* é atendido (atinge o valor true), *[0] ação* é executado. Depois disso, as condições de *[1] evento* são avaliadas e, se avaliadas como true, *[1] ação* é executado e assim por diante. 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 *[0] evento* em cada intervalo de varredura. Somente quando *[0] evento* for avaliado como true, o SLC executa *[0] ação* e começa a avaliar *[1] evento*. É possível programar de *1 a 20 eventos* e *ações*.
Quando o último *evento/ação* tiver sido executado, a sequência recomeça desde *[0] evento/ [0] ação*.
Ilustração 14.9 mostra um exemplo com três eventos/ações:

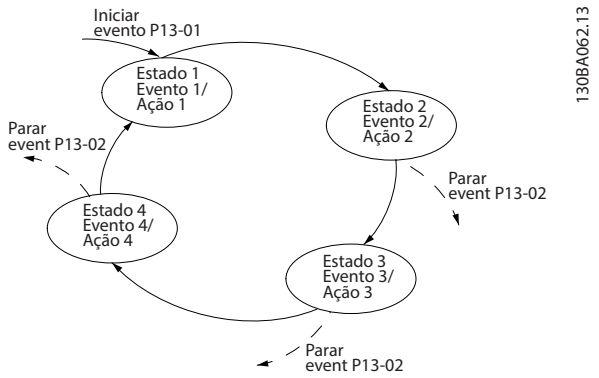


Ilustração 14.9 Exemplo de Controle de Corrente Interna

Comparadores

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

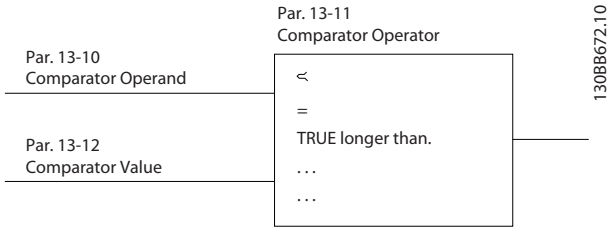


Ilustração 14.10 Comparadores

Regras lógicas

Combine até três entradas booleanas (true/false) (verdadeiro/falso) de temporizadores, comparadores, entradas digitais, bits de status e eventos usando os operadores lógicos AND, OR e NOT.

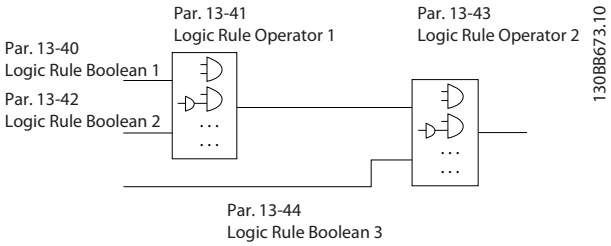
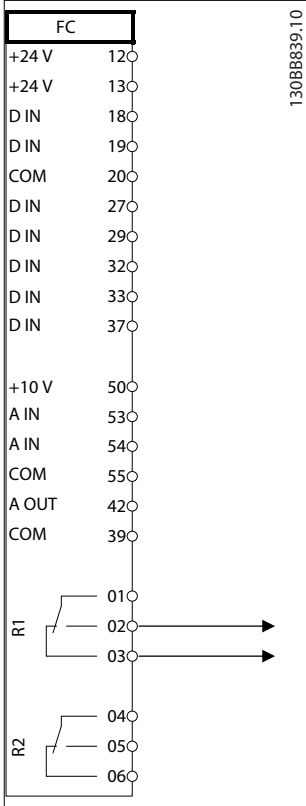


Ilustração 14.11 Regras Lógicas

Exemplo de aplicação



	Parâmetros	
	Função	**Configuração**
	Parâmetro 4-30 Função Perda Fdbk do Motor	*[1] Advertência*
	Parâmetro 4-31 Erro Feedb Veloc. Motor	100 rpm
	Parâmetro 4-32 Timeout Perda Feedb Motor	5 s
	Parâmetro 7-00 Fonte do Feedb. do PID de Veloc.	*[2] MCB 102*
	Parâmetro 17-11 Resolução (PPR)	1024*
	Parâmetro 13-00 Modo do SLC	*[1] On*
	Parâmetro 13-01 Iniciar Evento	*[19] Advertência*
	Parâmetro 13-02 Parar Evento	*[44] Tecla Reinicializar*
	Parâmetro 13-10 Operando do Comparador	*[21] Advertência nº.*
	Parâmetro 13-11 Operador do Comparador	[1] ≈*
	Parâmetro 13-12 Valor do Comparador	90
	Parâmetro 13-51 Evento do SLC	*[22] Comparador 0*
	Parâmetro 13-52 Ação do SLC	*[32] Definir saída digital A baixa*
	Parâmetro 5-40 Função do Relé	*[80] Saída digital do SL A*
	= Valor Padrão	

Notas/comentários:

Se o limite no monitor de feedback for excedido, a *advertência 90, Monitor de feedback* é emitida. O SLC monitora a *advertência, 90 Monitor de feedback*. Se a *advertência 90, Monitor de feedback* tornar-se verdadeira, o relé 1 é acionado.

O equipamento poderá indicar que manutenção pode ser necessária. Se o erro de feedback ficar abaixo do limite novamente dentro de 5 s, o conversor de frequência continua e a advertência desaparece. Pressione [Reset] no LCP para reinicializar o relé 1.

Tabela 14.3 Usando SLC para programar um relé

14

15 Tratamento das Referências

Referência local

A referência local está ativa quando o conversor de frequência é operado com a tecla [Hand On] ativa. Ajuste a referência usando as teclas [▲/▼] e [◄/►].

Referência Remota

O sistema de cálculo da referência é mostrado em *Ilustração 15.1*.

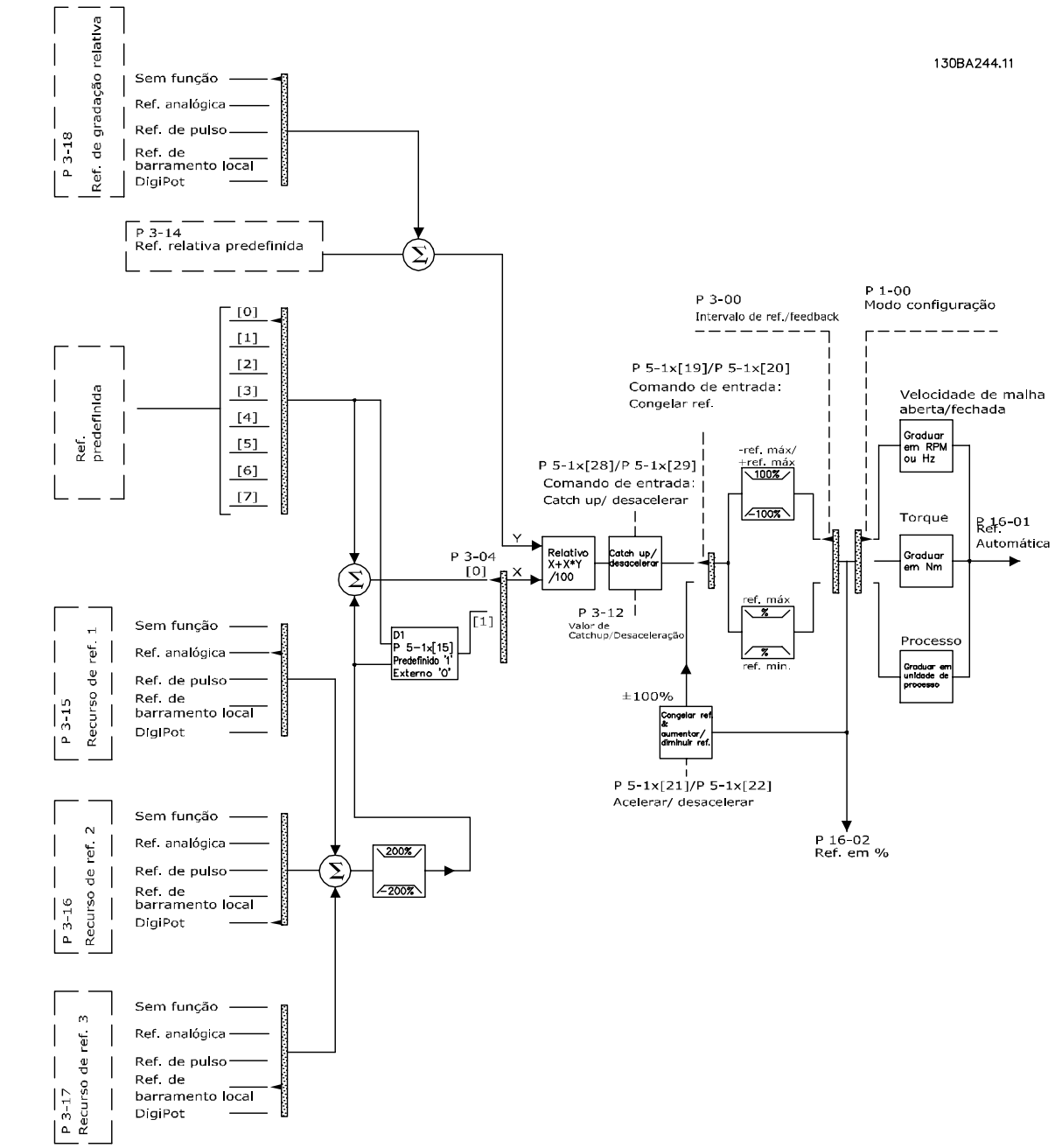


Ilustração 15.1 Referência Remota

15

A referência remota é calculada a cada intervalo de varredura e consiste inicialmente nas seguintes entradas de referência:

- X (Externo): Uma soma (consulte *parâmetro 3-04 Função de Referência*) de até quatro referências selecionadas externamente, compreendendo qualquer combinação de uma referência predefinida fixa (*parâmetro 3-10 Referência Predefinida*), referências analógica variáveis, referências de pulsos digitais variáveis e várias referências de barramento serial em qualquer unidade em que o conversor de frequência estiver controlado ([Hz], [RPM], [Nm] etc.). A combinação é determinada pela programação de *parâmetro 3-15 Fonte da Referência 1*, *parâmetro 3-16 Fonte da Referência 2* e *parâmetro 3-17 Fonte da Referência 3*.
- Y (Relativo): A soma de uma referência predefinida fixa (*parâmetro 3-14 Referência Relativa Pré-definida*) e uma referência analógica variável (*parâmetro 3-18 Fonte d Referência Relativa Escalonada*), em [%].

Os dois tipos de entradas de referência são combinados na seguinte fórmula: Referência remota =X+X*Y/100%. Se a referência relativa não for utilizada, *parâmetro 3-18 Fonte d Referência Relativa Escalonada* deve ser programado para *[0] Sem função* e *parâmetro 3-14 Referência Relativa Pré--definida* para *0%*. O conversor de frequência pode ativar a função de *catch-up/redução de velocidade* e a função de *congelar referência*. As funções e os parâmetros estão descritos no *guia de programação*.
A escala de referências analógicas está descrita nos *grupos do parâmetro 6-1* Entrada Analógica 1* e *6-2* Entrada Analógica 2* e a escala das referências de pulsos digitais está descrita no *grupo do parâmetro 5-5* Entrada de Pulso 2*.
Os limites e as faixas de referência são programados no *grupo do parâmetro 3-0* Limites de Referência*.

15.1 Limites de Ref.

Parâmetro 3-00 Intervalo de Referência, *parâmetro 3-02 Referência Mínima* e *parâmetro 3-03 Referência Máxima* definem juntos a faixa da soma de todas as referências. A soma de todas as referências é bloqueada quando necessário. A relação entre a referência resultante (após grampeamento) e a soma de todas as referências é mostrada em *Ilustração 15.2* e *Ilustração 15.3*.

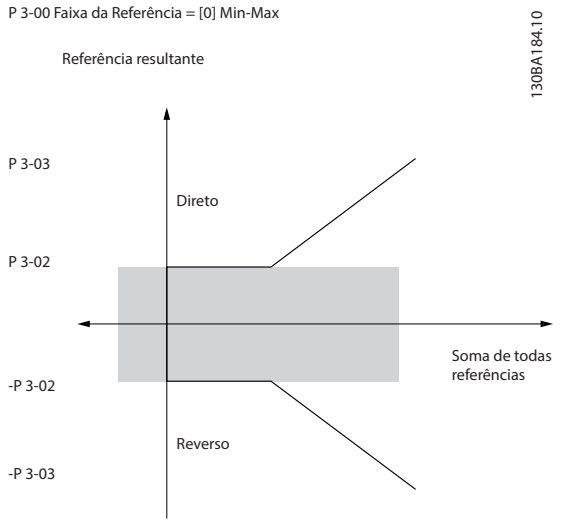


Ilustração 15.2 Relação entre a Referência Resultante e a Soma de Todas as Referências

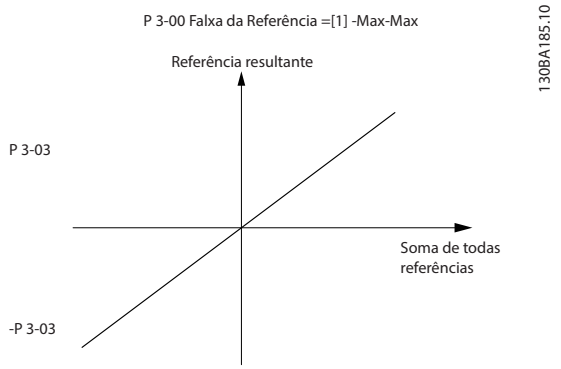


Ilustração 15.3 Referência Resultante

O valor do *parâmetro 3-02 Referência Mínima* não pode ser programado para um valor menor que zero, a menos que o *parâmetro 1-00 Modo Configuração* esteja programado para *[3] Processo*. Nesse caso, as relações a seguir entre a referência resultante (após grampeamento) e a soma de todas as referências são como mostradas em *Ilustração 15.4*.

15

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

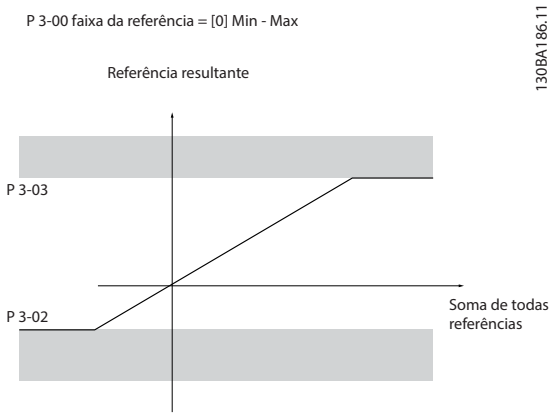


Ilustração 15.4 Soma de Todas as Referências

15.2 Escala de referências predefinidas

As referências predefinidas são indicadas por unidades, que podem ser RPM, m/s, bar e assim por diante. As referências predefinidas são escaladas de acordo com as seguintes regras:

- Quando *parâmetro 3-00 Intervalo de Referência= [0] Mín para Máx*, *parâmetro 3-02 Referência Mínima* é a referência mínima (0%) e *parâmetro 3-03 Referência Máxima* é a referência máxima (100%). 50% de referência está localizado no ponto médio entre esses dois valores.
- Quando *parâmetro 3-00 Intervalo de Referência=[1] Mín para Máx*, *parâmetro 3-02 Referência Mínima* é ignorada *Parâmetro 3-03 Referência Máxima* é a referência máxima (100%), que é utilizada para o valor +Max (+100%) e o valor -Max (-100%). 50% de referência está localizado no ponto médio entre esses dois valores.

15.3 Escala de Referências de Pulso e Analógicas e Feedback

As referências e o feedback são graduados a partir da entrada analógica e entrada de pulso da mesma maneira. A única diferença é que uma referência acima ou abaixo dos terminais mínimo e máximo especificados (P1 e P2 em *Ilustração 15.5*) é grampeada, enquanto que um feedback acima ou abaixo não é.

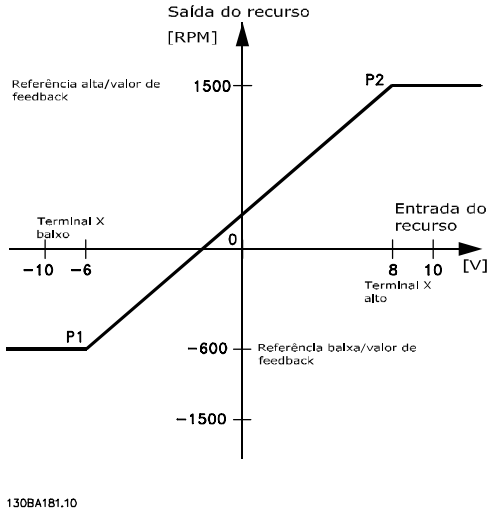


Ilustração 15.5 Escala das Referências de Pulso e Analógicas

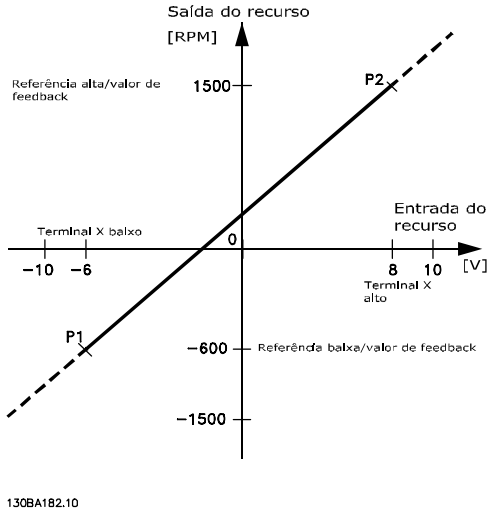


Ilustração 15.6 Escala de Feedback de Tensão e de Pulso

Os parâmetros a seguir definem os pontos finais P1 e P2, dependendo se a entrada de pulso ou analógica for utilizada.

15

	Analógico 53 S201=DESLIG	Analógico 53 S201=LIG	Analógico 54 S202=DESLIG	Analógico 54 S202=LIG	Entrada de Pulso 29	Entrada de Pulso 33
P1=(Valor de entrada mínimo, valor mínimo de referência)						
Valor mínimo de referência	*Parâmetro 6-14 Terminal 53 Ref./Feedb. Valor Baixo*	*Parâmetro 6-14 Terminal 53 Ref./ Feedb. Valor Baixo*	*Parâmetro 6-24 Terminal 54 Ref./Feedb. Valor Baixo*	*Parâmetro 6-24 Terminal 54 Ref./ Feedb. Valor Baixo*	*Parâmetro 5-52 Term. 29 Ref./ feedb. Valor Baixo*	*Parâmetro 5-57 Term. 33 Ref./Feedb.Valor Baixo*
Valor mínimo de entrada	*Parâmetro 6-10 Terminal 53 Tensão Baixa* [V]	*Parâmetro 6-12 Terminal 53 Corrente Baixa* [mA]	*Parâmetro 6-20 Terminal 54 Tensão Baixa* [V]	*Parâmetro 6-22 Terminal 54 Corrente Baixa* [mA]	*Parâmetro 5-50 Term. 29 Baixa Freqüência* [Hz]	*Parâmetro 5-55 Term. 33 Baixa Freqüência* [Hz]
P2=(Valor de entrada máximo, valor de referência máxima)						
Valor de referência máxima	*Parâmetro 6-15 Terminal 53 Ref./Feedb. Valor Alto*	*Parâmetro 6-15 Terminal 53 Ref./ Feedb. Valor Alto*	*Parâmetro 6-25 Terminal 54 Ref./Feedb. Valor Alto*	*Parâmetro 6-25 Terminal 54 Ref./ Feedb. Valor Alto*	*Parâmetro 5-53 Term. 29 Ref./ Feedb. Valor Alto*	*Parâmetro 5-58 Term. 33 Ref./Feedb. Valor Alto*
Valor de entrada máxima	*Parâmetro 6-11 Terminal 53 Tensão Alta* [V]	*Parâmetro 6-13 Terminal 53 Corrente Alta* [mA]	*Parâmetro 6-21 Terminal 54 Tensão Alta* [V]	*Parâmetro 6-23 Terminal 54 Corrente Alta* [mA]	*Parâmetro 5-51 Term. 29 Alta Freqüência* [Hz]	*Parâmetro 5-56 Term. 33 Alta Freqüência* [Hz]

Tabela 15.1 Parâmetros P1 e P2

15.4 Banda Morta em Torno de Zero

Às vezes a referência e, em raros casos, o feedback devem ter uma banda morta em torno de zero. A banda morta é usada para garantir que a máquina será parada quando a referência estiver perto de 0).

Para ativar a banda morta e programar a quantidade de banda morta, as seguintes configurações devem ser aplicadas:

- O valor mínimo de referência (consulte *Tabela 15.1* para saber o parâmetro relevante) ou o valor de referência máxima deve ser zero. Em outras palavras; P1 ou P2 devem estar no eixo X em *Ilustração 15.7*.
- Ambos os pontos que definem o gráfico de escala devem estar no mesmo quadrante.

P1 ou P2 define o tamanho da banda morta. Consulte *Ilustração 15.7*.

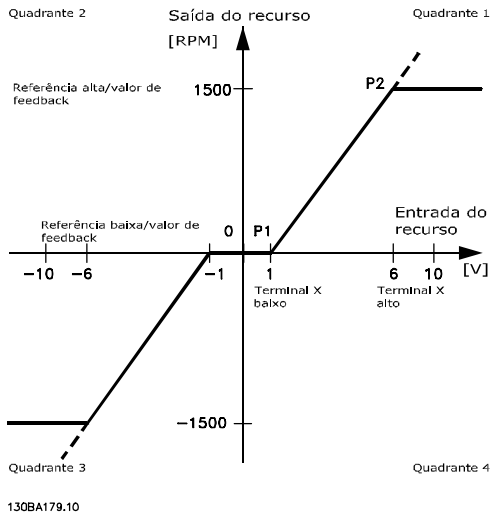


Ilustração 15.7 Banda Morta

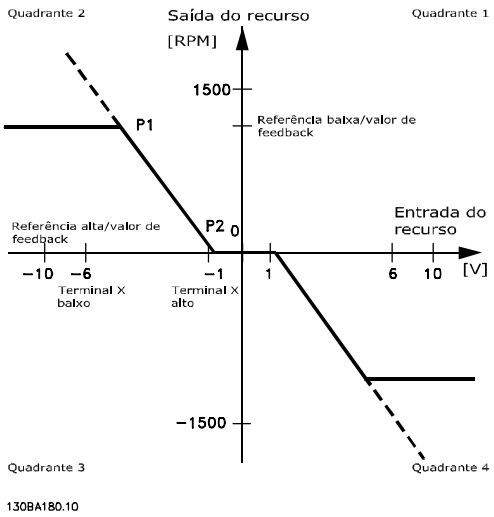


Ilustração 15.8 Banda Morta Reversa

Assim, um terminal de referência P1=(0 V, 0 rpm) não resulta em nenhuma banda morta, mas um terminal de referência de P1=(1 V, 0 rpm) resulta em uma banda morta de -1 V a +1 V se o terminal P2 estiver posicionado no Quadrante 1 ou no Quadrante 4.

Caso 1. Este caso mostra como entrada de referência com limites dentro de mínimo a máximo limita as braçadeiras.

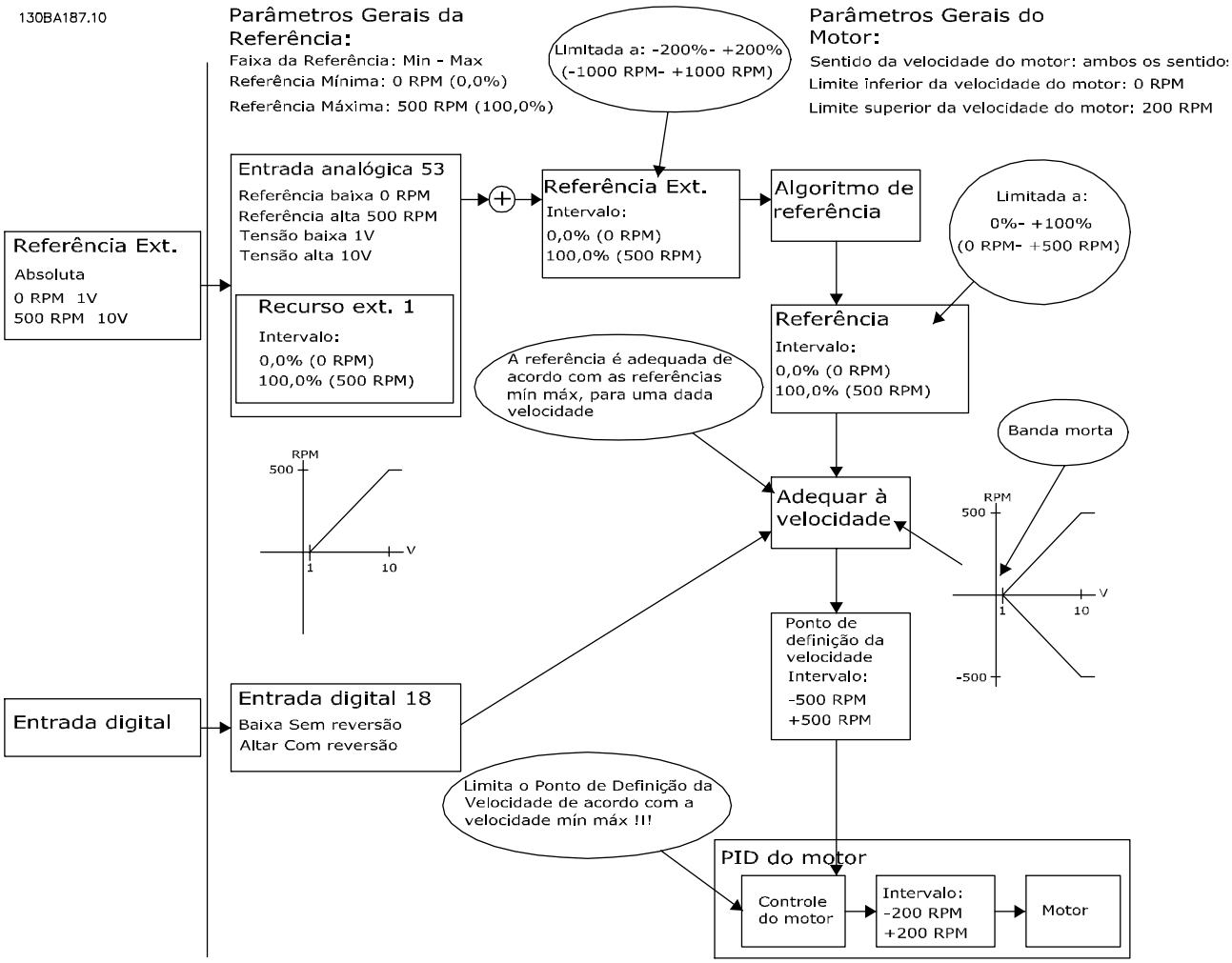


Ilustração 15.9 Referência Positiva com Banda morta, Entrada Digital para Disparo Reverso

15

Caso 2. Este caso mostra como a entrada de referência com limites fora dos limites -Máx a +Máx limita as braçadeiras aos limites inferior e superior das entradas antes da adição à referência externa e também como a referência externa é restringida a -Máx a +Máx pelo algoritmo da referência.

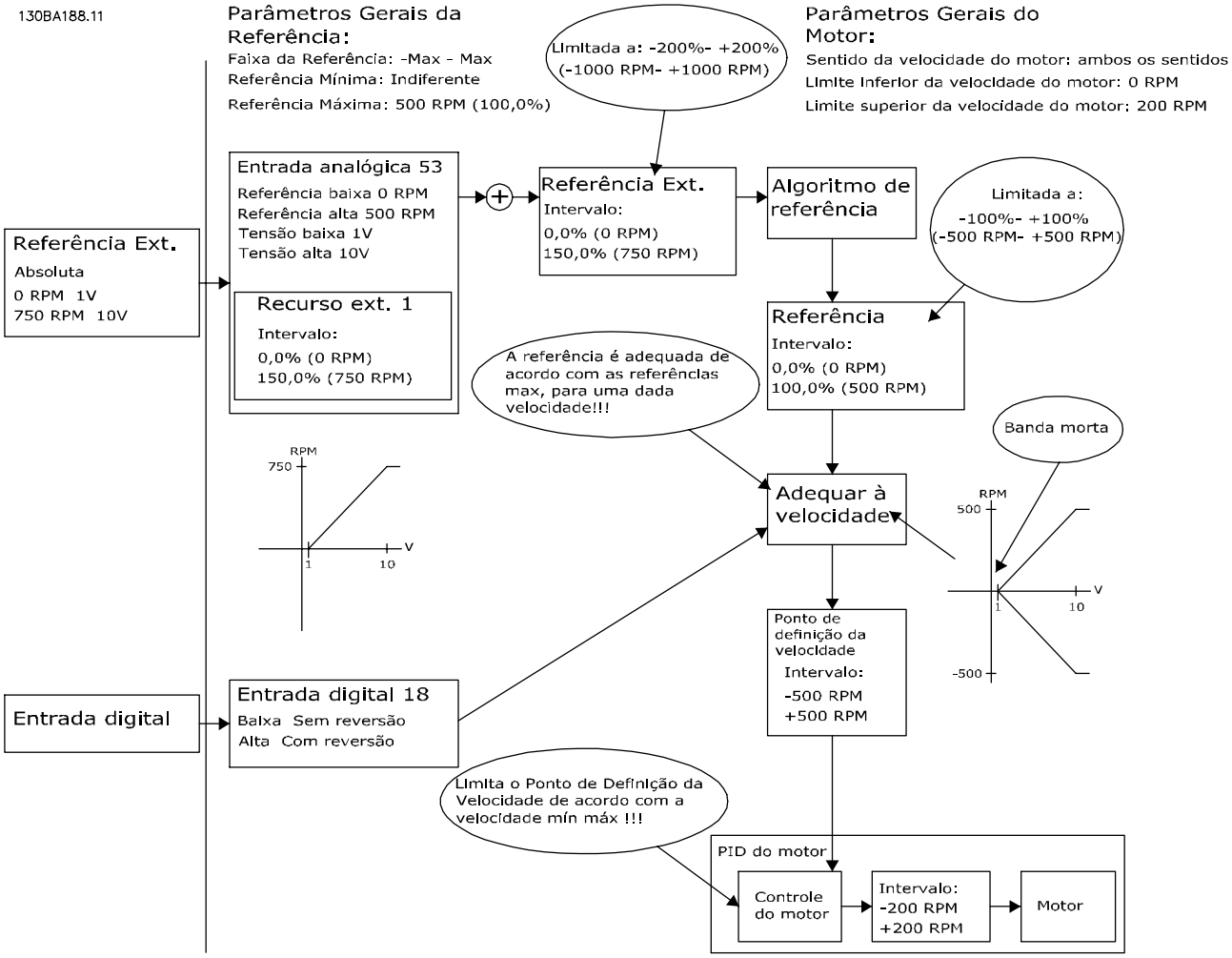


Ilustração 15.10 Referência Positiva com Banda morta, Entrada Digital para Disparo Reverso. Regras de Grampeamento

15

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Caso 3.

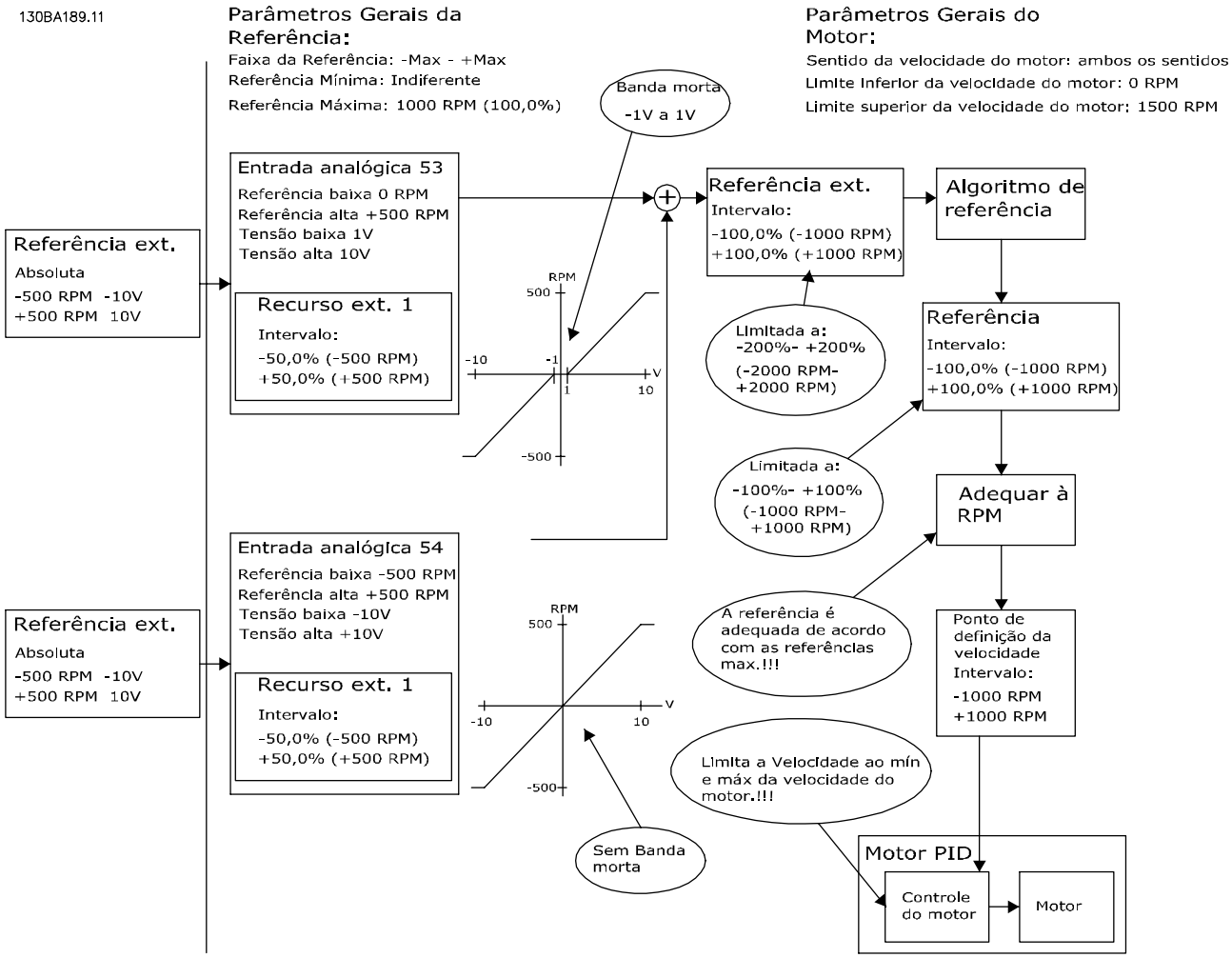


Ilustração 15.11 Referência negativa para positiva com banda morta, o sinal determina o sentido, -Máx para +Máx

15

16 Controles do PID

16.1 Controles do PID de Velocidade

Parâmetro 1-00 Modo Configuração	*Parâmetro 1-01 Principio de Controle do Motor*			
	U/f	**VVC+**	**Fluxo Sensorless**	**Fluxo c/ feedback do encoder**
[0] Malha aberta de velocidade	Inativo	Inativo	Ativo	–
[1] Malha fechada de velocidade	–	Ativo	–	Ativo
[2] Torque	–	–	–	Inativo
[3] Processo	–	Inativo	Ativo	Ativo

Tabela 16.1 Configurações de controle em que o Controle da Velocidade está ativo

"Inativo" significa que o modo específico está disponível, mas o controle da velocidade não está ativo nesse modo.

AVISO!

O PID de controle da velocidade funciona com a programação do parâmetro padrão, mas sintonizar os parâmetros é altamente recomendável para otimizar o desempenho de controle do motor. Os dois princípio de controle do motor de fluxo dependem da sintonização adequada para produzir seu potencial pleno.

16.1.1 Parâmetros de Controle do PID de Velocidade

Parâmetro	**Descrição da função**	
Parâmetro 7-00 Fonte do Feedb. do PID de Veloc.	Selecione de qual entrada o PID de velocidade obtém seu feedback.	
Parâmetro 30-83 Ganho Proporcional do PID de Velocidad	Quanto maior o valor, mais rápido será o controle. Entretanto, um valor muito alto pode gerar oscilações.	
Parâmetro 7-03 Tempo de Integração do PID de velocid.	Elimina erros de velocidade de estado estável. Valores menores significam reações rápidas. No entanto, um valor muito baixo pode ocasionar oscilações.	
Parâmetro 7-04 Tempo de Diferenciação do PID d veloc	Fornece um ganho proporcional à taxa de alteração do feedback. Uma configuração de 0 desabilita o diferenciador.	
Parâmetro 7-05 Lim do Ganho Diferencial do PID d Veloc	Se houver variações rápidas da referência ou do feedback, em uma aplicação específica - o que significa que o erro muda rápido - o diferenciador logo pode se tornar muito predominante. Quanto mais rápida a variação do erro, maior será o ganho diferencial. O ganho diferencial pode, portanto, ser limitado, para permitir a programação de um tempo de diferenciação razoável, para variações lentas, e um ganho adequadamente rápido, para variações rápidas.	
Parâmetro 7-06 Tempo d FiltrPassabaixa d PID d veloc	Um filtro passa-baixa amortece as oscilações no sinal de feedback e melhora o desempenho do estado estável. Entretanto, tempo do filtro muito longo deteriora o desempenho dinâmico do controle do PID de velocidade. Configurações práticas do *parâmetro 7-06 Tempo d FiltrPassabaixa d PID d veloc* efetuadas a partir do número de pulsos por revolução do encoder (PPR):	
	Encoder PPR	***Parâmetro 7-06 Tempo d FiltrPassabaixa d PID d veloc***
	512	10 ms
	1024	5 ms
	2048	2 ms
	4096	1 ms

Tabela 16.2 Parâmetros Relevantes para o Controle do PID de Velocidade

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

16.1.2 Exemplo de como programar o controle da velocidade

Nesse caso, o controle do PID de Velocidade é usado para manter uma velocidade do motor constante, independentemente da carga em alteração no motor. A velocidade do motor requerida é programada por meio de um potenciômetro conectado no terminal 53. A faixa de velocidade é 0-1500 rpm, correspondendo a 0-10 V no potenciômetro. Um interruptor conectado ao terminal 18 controla a partida e a parada. O PID de velocidade monitora a rpm real do motor com um encoder incremental (HTL) de 24 V como feedback. O sensor de feedback é um encoder (1024 pulsos por revolução) conectado aos terminais 32 e 33.

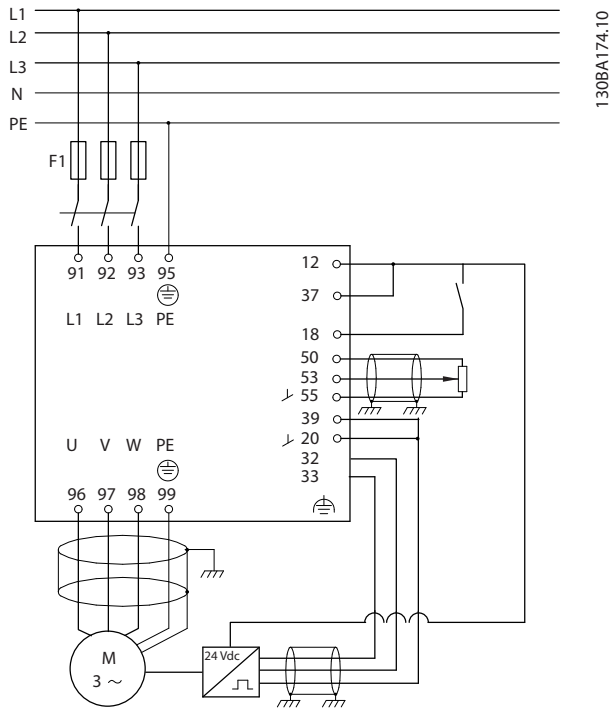


Ilustração 16.1 Conexões de Controle da Velocidade

16.1.3 Ordem da Programação de Controle do PID de Velocidade

Os itens a seguir devem ser programados na ordem mostrada (consulte explicação das configurações no *guia de programação*). Em *Tabela 16.3* presume-se que todos os outros parâmetros e chaves permanecem na sua configuração padrão.

Função	Número do parâmetro	Configuração
1) Para garantir que o motor funciona corretamente, faça o seguinte:		
Programe os parâmetros do motor de acordo com os dados da plaqueta de identificação.	*Grupo do parâmetro 1-2* Dados do Motor*	Como especificado na plaqueta de identificação do motor
Execute adaptação automática do motor (AMA)	*Parâmetro 1-29 Adaptação Automática do Motor (AMA)*	*[1] Ativar* AMA completa
2) Verifique se o motor está funcionando e o encoder está anexado adequadamente. Proceda da seguinte maneira:		
Pressione [Hand On]. Certifique-se de que o motor funciona e observe em que sentido ele gira (sentido positivo).		Programe uma referência positiva.
Ir para *parâmetro 16-20 Ângulo do Motor*. Gire o motor lentamente no sentido positivo. O motor deve ser girado tão lentamente (apenas algumas RPM) que permita determinar se o valor no par. *parâmetro 16-20 Ângulo do Motor* está aumentando ou diminuindo.	*Parâmetro 16-20 Ângulo do Motor*	N/A Parâmetro somente de leitura. Observação: Um valor crescente atinge um máximo de 65.535 e inicia novamente em 0.

Função	Número do parâmetro	Configuração
Se *parâmetro 16-20 Ângulo do Motor* estiver decrescendo, altere o sentido do encoder em *parâmetro 5-71 Term 32/33 Sentido do Encoder*.	*Parâmetro 5-71 Term 32/33 Sentido do Encoder*	*[1] No sentido anti-horário* (se *parâmetro 16-20 Ângulo do Motor* estiver decrescendo)
3) Certifique-se de que os limites do conversor de frequências estão programados com valores seguros.		
Programe limites aceitáveis para as referências.	*Parâmetro 3-02 Referência Mínima*	0 RPM (padrão)
	Parâmetro 3-03 Referência Máxima	1.500 RPM (padrão)
Verifique se as configurações de rampa estão dentro das capacidades da unidade e das especificações de operação permitidas para a aplicação.	*Parâmetro 3-41 Tempo de Aceleração da Rampa 1*	Configuração padrão
	Parâmetro 3-42 Tempo de Desaceleração da Rampa 1	
Programe limites aceitáveis para a frequência e a velocidade do motor.	*Parâmetro 4-11 Lim. Inferior da Veloc. do Motor [RPM]*	0 RPM (padrão)
	Parâmetro 4-13 Lim. Superior da Veloc. do Motor [RPM]	1.500 RPM (padrão)
	Parâmetro 4-19 Freqüência Máx. de Saída	60 Hz (padrão 132 Hz)
4) Configure o controle da velocidade e selecione o princípio de controle do motor.		
Ativação do controle da velocidade.	*Parâmetro 1-00 Modo Configuração*	*[1] Malha fechada de velocidade*
Seleção do princípio de controle do motor.	*Parâmetro 1-01 Principio de Controle do Motor*	*[3] Flux c/ feedb. motor*
5) Configure e escale a referência para o controle da velocidade.		
Programe a entrada analógica 53 como fonte da referência.	*Parâmetro 3-15 Fonte da Referência 1*	Não necessário (padrão)
Escale a entrada analógica 53 de 0 rpm (0 V) a 1500 rpm (10 V).	*Grupo do parâmetro 6-1* Entrada analógica 1*	Não necessário (padrão)
6) Configure o sinal do encoder HTL de 24 V como feedback para o controle do motor e controle da velocidade.		
Programe as entradas digitais 32 e 33 como entradas do encoder.	*Parâmetro 5-14 Terminal 32, Entrada Digital*	*[0] Sem operação* (padrão)
	Parâmetro 5-15 Terminal 33 Entrada Digital	
Selecione o terminal 32/33 como feedback de motor.	*Parâmetro 1-02 Fonte Feedbck.Flux Motor*	Não necessário (padrão)
Selecione o terminal 32/33 como feedback do PID de velocidade.	*Parâmetro 7-00 Fonte do Feedb. do PID de Veloc.*	Não necessário (padrão)
7) Sintonize os parâmetros do PID de controle da velocidade.		
Utilize as orientações de sintonização quando relevantes ou sintonize manualmente.	*Grupo do parâmetro 7-0* Contrl. PID de Veloc*	Ver *capétulo 16.1.4 Sintonização do Controle do PID de Velocidade*
8) Finalizado.		
Salve a programação do parâmetro no LCP.	*Parâmetro 0-50 Cópia do LCP*	*[1] Todos para o LCP*

Tabela 16.3 Sequência da Programação

16

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

16.1.4 Sintonização do Controle do PID de Velocidade

As orientações de sintonização a seguir são relevantes ao utilizar um dos princípios de controle do motor de fluxo em aplicações em que a carga é inercial (com bem pouco atrito).

O valor de *parâmetro 30-83 Ganho Proporcional do PID de Velocidad* depende da inércia combinada do motor e da carga. A largura da banda selecionada pode ser calculada com a fórmula seguinte:

$$Par.\ 7-02 = \frac{Inércia\ total\ [kgm^2]\ x\ par.\ 1-25}{Par.\ 1-20\ x\ 9550}\ x\ Largura\ de\ banda\ [rad/s]$$

AVISO!

***Parâmetro 1-20 Potência do Motor [kW]* é a potência do motor em kilowatts. Por exemplo, insira 4 kW em vez de 4000 W na fórmula.**

Um valor prático para a largura de banda é 20 rad/s. Verifique o resultado do cálculo de *parâmetro 30-83 Ganho Proporcional do PID de Velocidad* contra a fórmula a seguir. Essa função não é necessária se for usado um feedback de alta resolução como um feedback SinCos.

$$Par.\ 7-02_{MÁX.} = \frac{0.01\ x\ 4\ x\ Encoder\ Resolução\ x\ Par.\ 7-06}{2\ x\ \pi}\ x\ Max\ torque\ torque\ [\%]$$

Um bom valor inicial para *parâmetro 7-06 Tempo d FiltrPassabaixa d PID d veloc* é 5 ms. Uma resolução do encoder inferior requer um valor de filtro maior. Tipicamente, um ripple de torque máximo de 3% é aceitável. Para encoders incrementais, a resolução do encoder é encontrada em *parâmetro 5-70 Term 32/33 Pulsos Por Revolução* (24 V HTL no conversor padrão) ou no opcional *parâmetro 17-11 Resolução (PPR)* (TTL de 5 V no VLT® Encoder Input MCB 102 option).

Geralmente, a resolução do encoder e o tempo do filtro de feedback definem o limite prático máximo de *parâmetro 30-83 Ganho Proporcional do PID de Velocidad*, porém, outros fatores na aplicação podem limitar *parâmetro 30-83 Ganho Proporcional do PID de Velocidad* a um valor menor.

Para minimizar o overshoot, *parâmetro 7-03 Tempo de Integração do PID de velocid.* pode ser programado para aprox. 2,5 s. O tempo varia com a aplicação.

Programar *parâmetro 7-04 Tempo de Diferenciação do PID d veloc* para 0 até tudo estar sintonizado. Se necessário, complete a sintonia ajustando a configuração em pequenos incrementos.

16.2 Controles do PID de Processo

O controle do PID de processo pode ser 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.

Tabela 16.4 mostra as configurações de controle em que o controle de processo é possível. Ajuste os parâmetros do PID de controle da velocidade quando um princípio de controle do motor flux vector for utilizado. Para ver onde o controle da velocidade está ativo, consulte *capétulo 14.3.1 Estrutura de Controle em VVC+ Controle Vetorial Avançado*.

Parâmetro 1-00 Mo do Configuração	*Parâmetro 1-01 Principio de Controle do Motor*			
	U/f	VVC+	Fluxo Sensorless	Fluxo com feedback do encoder
[3] Processo	–	Processo	Processo e velocidade	Processo e velocidade

Tabela 16.4 Configurações de Controle de Processo

AVISO!

O PID de controle de processo funciona com a programação do parâmetro padrão, mas é altamente recomendável sintonizar os parâmetros para otimizar o desempenho do controle da aplicação. Os dois princípios de controle do motor de fluxo são dependentes do ajuste adequado do PID de controle da velocidade para produzir todo o seu potencial. A sintonia do PID de controle da velocidade ocorre antes da sintonização do PID de controle de processo.

16

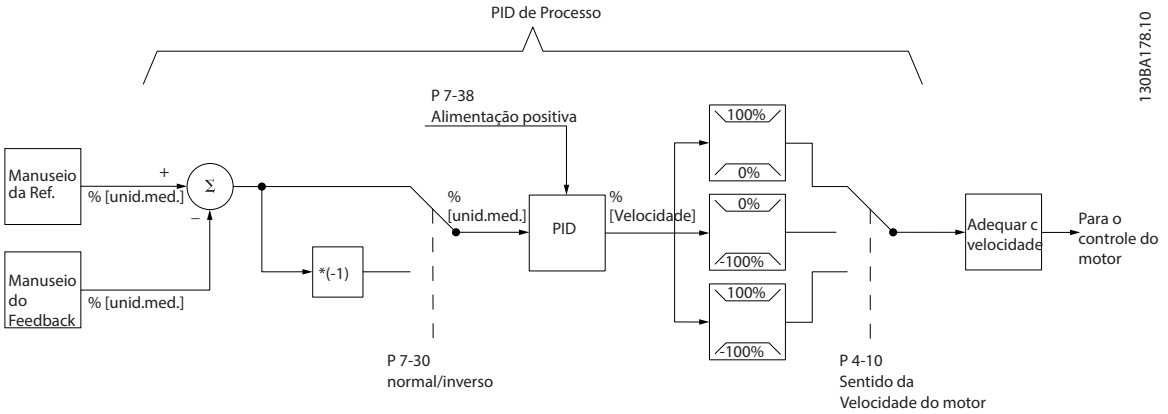


Ilustração 16.2 Diagrama de Controle do PID de Processo

16.2.1 Parâmetros de Controle do PID de Processo

Os parâmetros a seguir são de relevantes para o controle de processo

Parâmetro	Descrição da função
Parâmetro 7-20 Fonte de Feedback 1 PID de Processo	Selecione de qual entrada o PID de processo obtém seu feedback.
Parâmetro 7-22 Fonte de Feedback 2 PID de Processo	Opcional: Determina se e de onde o PID de processo obtém um sinal de feedback adicional. Se uma fonte do feedback adicional for selecionada, os dois sinais de feedback são unificados antes de serem utilizados no controle do PID de processo.
Parâmetro 7-30 Cntrl Norml/ Invers do PID d Proc.	Em *[0] Operação normal*, o controle de processo responde com um incremento da velocidade do motor se o feedback for menor que a referência. Na mesma situação, mas em *[1] Operação inversa*, o controle de processo responde com uma velocidade do motor decrescente.
Parâmetro 7-31 Anti Windup PID de Proc	A função anti-windup assegura que, quando um limite de frequência ou um limite de torque for alcançado, o integrador seja ajustado com um ganho que corresponda à frequência real. Essa função evita a integração de um erro que não pode ser compensado por uma alteração da velocidade. Desabilite essa função selecionando *[0] Off*.
Parâmetro 7-32 Velocidade Inicial do PID do Processo	Em algumas aplicações poder levar um longo tempo para atingir a velocidade/setpoint requerido. Nesses casos é benéfico definir uma velocidade do motor fixa no conversor de frequência antes de ativar o controle de processo. Programe a velocidade do motor fixa configurando um valor inicial do PID de processo (velocidade) em *parâmetro 7-32 Velocidade Inicial do PID do Processo*.
Parâmetro 7-33 Ganho Proporc. do PID de Processo	Quanto maior o valor, mais rápido o controle. Entretanto, um valor muito grande pode gerar oscilações.
Parâmetro 7-34 Tempo de Integr. do PID de velocid.	Elimina erros de velocidade de estado estável. Valores menores significam reações rápidas. Entretanto, um valor muito pequeno pode gerar oscilações.
Parâmetro 7-35 Tempo de Difer. do PID de veloc	Fornece um ganho proporcional à taxa de alteração do feedback. Uma configuração de 0 desabilita o diferenciador.
Parâmetro 7-36 Dif.do PID de Proc.- Lim. de Ganho	Se houver mudanças rápidas em referência ou feedback em uma determinada aplicação, o ganho diferencial pode ser limitado a permitir configuração de um tempo de diferenciação razoável para mudanças de erro lentas.
Parâmetro 7-38 Fator do Feed Forward PID de Proc.	Em aplicações em que houver uma correlação boa e aproximadamente linear entre a referência do processo e a velocidade do motor necessária para obter essa referência, o fator de feed forward pode ser utilizado para conseguir um desempenho dinâmico melhor do controle do PID de processo.

16

Parâmetro	Descrição da função
Parâmetro 5-54 Const de Tempo do Filtro de Pulso #29 (Term. pulso 29), *Parâmetro 5-59 Const de Tempo do Filtro de Pulso #33* (Term. pulso 33), *Parâmetro 6-16 Terminal 53 Const. de Tempo do Filtro* (term. analógico 53), *Parâmetro 6-26 Terminal 54 Const. de Tempo do Filtro* (term. analógico 54)	Se ocorrerem oscilações do sinal de feedback de corrente/tensão, elas podem ser amortecidas por um filtro passa-baixa. Essa constante de tempo mostra o limite de velocidade dos ripples que ocorrem no sinal de feedback. Exemplo: Se o filtro passa-baixa tiver sido ajustado para 0,1 s, a velocidade limite é 10 RAD/s (o recíproco de 0,1 s), correspondente a (10/(2 x π)) = 1,6 Hz. Os exemplos mostram que o filtro amortece todas as correntes/tensões que variam mais de 1,6 oscilações por segundo. O controle é executado somente em um sinal de feedback que varia em uma frequência (velocidade) menor que 1,6 Hz. O filtro passa-baixa melhora o desempenho no estado estável, mas a seleção de um tempo do filtro muito longo deteriora o desempenho dinâmico do controle do PID de processo.

Tabela 16.5 Parâmetros de Controle de Processo

16.2.2 Exemplo de Controle do PID de Processo

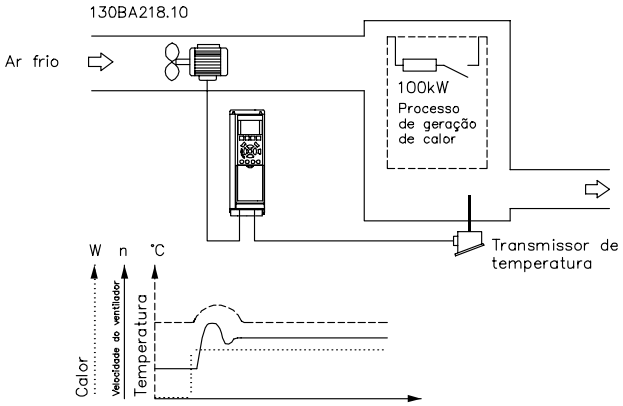


Ilustração 16.3 Exemplo de um Controle do PID de Processo usado em um sistema de ventilação

Neste exemplo, usando um sistema de ventilação, a temperatura deve ser ajustável de -5 °C (23 °F) a 35 °C (95 °F) com um potenciômetro de 0-10 V. O controle de processo é utilizado para manter a temperatura programada constante.

Quando a temperatura aumenta, o controle do PID de processo aumenta a velocidade da ventilação, assim mais fluxo de ar é gerado. Quando a temperatura cai, a velocidade diminui. O transmissor usado é um sensor de temperatura com faixa de trabalho de -10 °C (14 °F) a 40 °C (104 °F), 4–20 mA. Velocidade mínima/máxima 300/1.500 RPM.

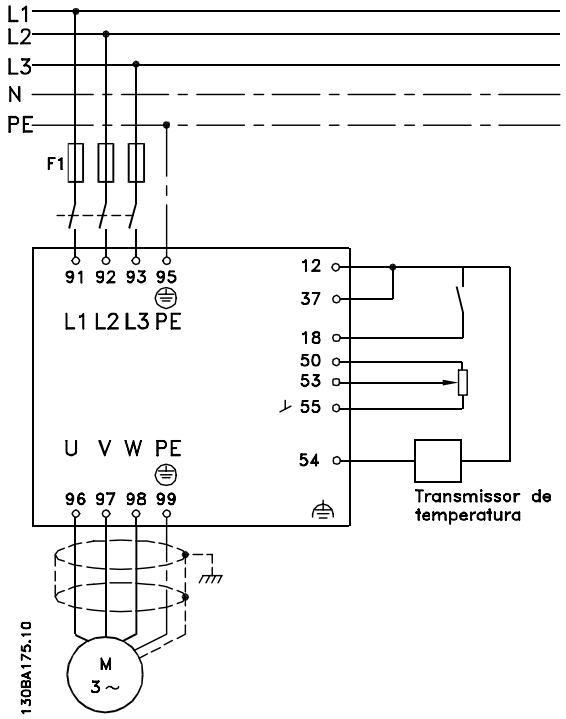


Ilustração 16.4 Transmissor de dois fios

As etapas a seguir demonstram como configurar o Controle do PID de Processo em *Ilustração 16.4*.

1. Partida/Parada por meio da chave conectada no terminal 18.
2. Referência de temperatura via potenciômetro (-5 a +35 ºC (23 a 95 °F), 0–10 V CC) conectado ao terminal 53.
3. Feedback de temperatura via transmissor (-10 a +40 °C (14–104 °F), 4–20 mA) conectado ao terminal 54. Chave S202 posicionada para ON (entrada de corrente).

16

16.2.3 Ordem de Programação do Controle do PID de Processo

Função	Parâmetro	Configuração
Inicializar o conversor de frequência.	*Parâmetro 14-22 Modo Operação*	*[2] Inicialização* 1. Execute um ciclo de energização. 2. Pressione [Reset].
1) Programe os parâmetros do motor:		
Programe os parâmetros do motor de acordo com os dados da plaqueta de identificação.	*Grupo do parâmetro 1-2* Dados do Motor*	Como indicado na plaqueta de identificação do motor.
Execute adaptação automática do motor (AMA)	*Parâmetro 1-29 Adaptação Automática do Motor (AMA)*	[1] Ativar AMA completa
2) Verifique se o motor está funcionando no sentido correto: Quando o motor está conectado ao conversor de frequência com ordem de fases direta; V- V; W - W, o eixo do motor normalmente gira no sentido horário quando visto da extremidade do eixo.		
Pressione a tecla [Hand on] do LCP. Verifique o sentido de rotação do eixo aplicando uma referência manual.		
Se o motor gira no sentido oposto do requerido: 1. Mude o sentido de rotação em *parâmetro 4-10 Sentido de Rotação do Motor*. 2. Desligue a rede elétrica - aguarde o barramento CC descarregar - permute duas das fases do motor.	*Parâmetro 4-10 Sentido de Rotação do Motor*	Selecione o sentido correto do eixo do motor.
Programe o modo configuração.	*Parâmetro 1-00 Modo Configuração*	*[3] Processo*
Configuração de Modo Local.	*Parâmetro 1-05 Config. Modo Local*	*[0] Malha Aberta Velocidade*
3) Programe a configuração da referência, ou seja, a faixa de tratamento das referências. Programe a escala da entrada analógica no *grupo do parâmetro 6- Entrada/Saída Analógica:***		
Programe as unidades de referência/feedback: Programe a referência mínima (10 °C (50 °F)): Programe a referência máxima (80 °C (176 °F)): Se o valor programado for determinado a partir de um valor predefinido (parâmetro de matriz), programe as demais fontes da referência para Sem função.	*Parâmetro 3-01 Unidade da Referência/Feedback* *Parâmetro 3-02 Referência Mínima* *Parâmetro 3-03 Referência Máxima* *Parâmetro 3-10 Referência Predefinida*	[60] °C Unidade mostrada no display -5 °C (23 °F) 35 °C (95 °F) [0] 35% $Ref = \frac{Par.\ 3-10_{(0)}}{100} \times ((Par.\ 3-03) - (par.\ 3-02)) = 24,5° C$ *Parâmetro 3-14 Referência Relativa Pré-definida* a *parâmetro 3-18 Fonte d Referência Relativa Escalonada [0]=Sem Função*
4) Ajuste os limites do conversor de frequência:		
Programe os tempos de rampa para um valor apropriado, como 20 s.	*Parâmetro 3-41 Tempo de Aceleração da Rampa 1* *Parâmetro 3-42 Tempo de Desaceleração da Rampa 1*	20 s 20 s

16

Função	Parâmetro	Configuração
Programe os limites de velocidade mínima: Programe o limite de velocidade do motor máx.: Programe a frequência de saída máxima:	*Parâmetro 4-11 Lim. Inferior da Veloc. do Motor [RPM]* *Parâmetro 4-13 Lim. Superior da Veloc. do Motor [RPM]* *Parâmetro 4-19 Freqüência Máx. de Saída*	300 rpm 1500 rpm 60 Hz
Programe S201 ou S202 para a função de entrada analógica desejada (Tensão (V) ou miliampères (I)): ***AVISO!*** **Desligue o conversor de frequência antes de alternar os interruptores de uma configuração para outra. Use dos dedos para mover os interruptores com delicadeza.**		
5) Gradue as entradas analógicas usadas para referência e feedback:		
Programe a baixa tensão do terminal 53: Programe a alta tensão do terminal 53: Programe o valor de feedback baixo do terminal 54: Programe o valor de feedback alto do terminal 54: Programe a fonte do feedback:	*Parâmetro 6-10 Termina l 53 Tensão Baixa* *Parâmetro 6-11 Termina l 53 Tensão Alta* *Parâmetro 6-24 Termina l 54 Ref./Feedb. Valor Baixo* *Parâmetro 6-25 Termina l 54 Ref./Feedb. Valor Alto* *Parâmetro 7-20 Fonte de Feedback 1 PID de Processo*	0 V 10 V -5 °C (23 °F) 35 °C (95 °F) *[2] entrada analógica 54*
6) Configurações básicas do PID:		
PID de processo normal/inverso.	*Parâmetro 7-30 Cntrl Norml/Invers do PID d Proc.*	*[0] Normal*
Antiwindup do PID de processo.	*Parâmetro 7-31 Anti Windup PID de Proc*	*[1] On*
Velocidade Inicial do PID do Processo.	*Parâmetro 7-32 Velocida de Inicial do PID do Processo*	300 rpm
Salve os parâmetros no LCP.	*Parâmetro 0-50 Cópia do LCP*	*[1] Todos para o LCP*

Tabela 16.6 Exemplo de Setup do Controle do PID de Processo

16.2.4 Otimização do controlador de processo

Após realizar as configurações básicas, otimize o seguinte:

- Ganho proporcional
- Tempo de integração
- Tempo de diferenciação

Na maioria dos processos, as configurações básicas podem ser feitas seguindo estas etapas:

1. Dê partida no motor
2. Programe *parâmetro 7-33 Ganho Proporc. do PID de Processo* para 0,3 e aumente-o até o sinal de feedback começar a variar continuamente. Em seguida, reduza o valor até o sinal de feedback estabilizar. Agora reduza o ganho proporcional em 40 a 60%.
3. Programe *parâmetro 7-34 Tempo de Integr. do PID de velocid.* para 20 s e reduza o valor até o sinal de feedback começar a variar continuamente. Aumente o tempo de integração até o sinal de feedback estabilizar, seguido por um aumento de 15% a 50%.

16

4. Somente utilize o par. *parâmetro 7-35 Tempo de Difer. do PID de veloc* para sistemas de ação bastante rápida (tempo de diferenciação). O valor típico é quatro vezes o tempo de integração programado. Use o diferenciador somente quando a programação do ganho proporcional e do tempo de integração estiver totalmente otimizada. Certifique-se de que o filtro passa--baixa atenua as oscilações no sinal de feedback suficientemente.

AVISO!

Se necessário, a partida/parada pode ser ativada várias vezes para provocar uma variação no sinal de feedback.

16.3 Otimização de controles do PID

16.3.1 Método de Sintonia de Ziegler Nichols

Vários métodos de sintonização podem ser usados para ajustar o controles do PID do conversor de frequência. Uma abordagem é utilizar o método de sintonia de Ziegler Nichols.

AVISO!

Não use o método descrito em casos onde oscilações criadas por configurações de controle marginalmente estáveis possam danificar aplicações.

Os critérios para ajustar os parâmetros são baseados em uma avaliação do sistema, no limite de estabilidade, em vez de utilizar uma resposta degrau. O ganho proporcional é aumentado até serem observadas oscilações contínuas (como medidas no feedback), ou seja, até o sistema ficar marginalmente estável. O ganho correspondente *(K_u)* é denominado o ganho final. O período da oscilação *(P_u)* (denominado o período principal) é determinado como mostrado em *Ilustração 16.5*.

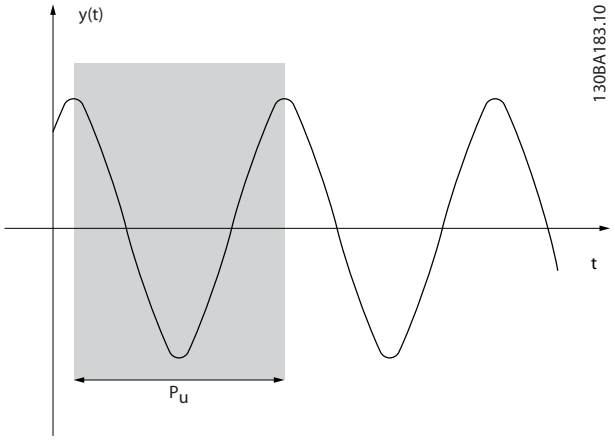


Ilustração 16.5 Sistema Marginalmente Estável

Meça P_u quando a amplitude de oscilação for bem pequena. Em seguida, recue desse ganho novamente, como mostrado em *Tabela 16.7*.

K_u é o ganho em que a oscilação é obtida.

Tipo de controle	Ganho proporcional	Tempo integrado	Tempo de diferenciação
Controle de PI	0,45 x K_u	0,833 x P_u	–
Controle rígido do PID	0,6 x K_u	0,5 x P_u	0,125 x P_u
Algum overshoot do PID	0,33 x K_u	0,5 x P_u	0,33 x P_u

Tabela 16.7 Sintonia de Ziegler Nichols para regulador, Baseada no limite de estabilidade

Utilize as configurações de controle descritas a seguir para o ajuste inicial. O operador do processo poderá ajustar finamente o controle conforme necessário.

Descrição passo a passo

1. Selecione somente controle proporcional (tempo integrado é selecionado para o valor máximo, enquanto que o tempo de diferenciação é selecionado para zero).
2. Aumente o valor do ganho proporcional, até que o ponto de instabilidade seja atingido (oscilações contínuas), quando então o valor de ganho crítico, K_u, seja obtido.
3. Para obter a constante de tempo crítica, meça o período de oscilação: P_u.
4. Para calcular os parâmetros de controle do PID necessários, use *Tabela 16.7*.

16

17 Exemplos de Aplicações

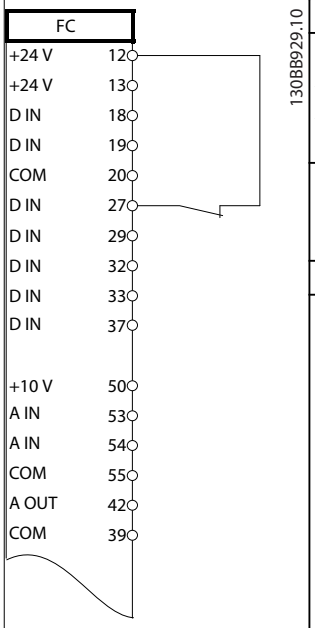
Esta seção lista os diversos exemplos de aplicação e fornece as programações dos parâmetros e notas especiais para cada exemplo, conforme necessário.

AVISO!

CONFORMIDADE COM A PELV

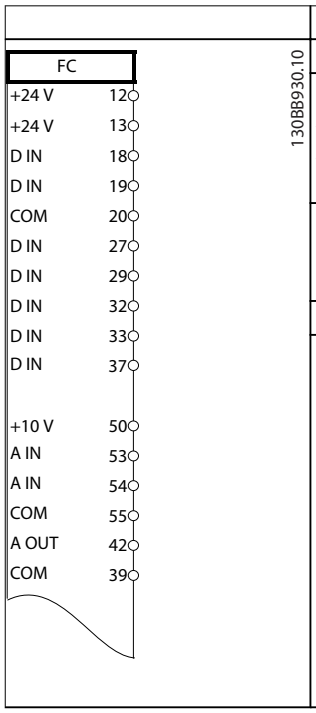
Em caso de curto circuito entre enrolamentos do motor e o sensor quando a temperatura do motor for monitorada através de um termistor ou sensor KTY, a conformidade com a PELV não será alcançada. Garanta a conformidade com a PELV utilizando isolamento reforçado ou duplo.

17.1 Adaptação Automática do Motor (AMA)



	Parâmetros	
	Função	**Configuração**
	Parâmetro 1-29 Adaptação Automática do Motor (AMA)	*[1] Ativar AMA completa*
	Parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital	*[2]* Parada por inércia inversa*
	*=Valor padrão	
	Notas/comentários: Programe o *grupo do parâmetro 1-2* Dados do motor* de acordo com a plaqueta de identificação do motor.	

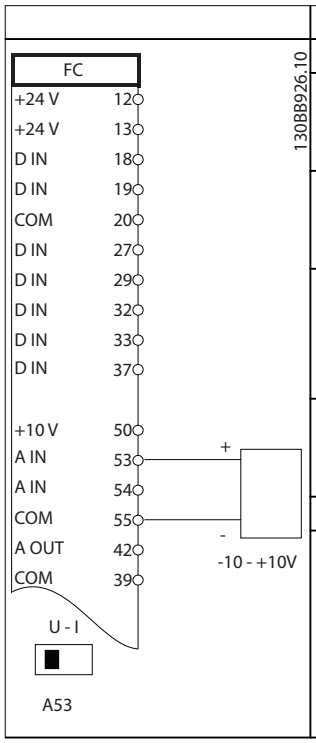
Tabela 17.1 AMA com T27 conectado



	Parâmetros	
	Função	**Configuração**
	Parâmetro 1-29 Adaptação Automática do Motor (AMA)	*[1] Ativar AMA completa*
	Parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital	*[0] Sem operação*
	*=Valor padrão	
	Notas/comentários: Programe o *grupo do parâmetro 1-2* Dados do motor* de acordo com a plaqueta de identificação do motor.	

Tabela 17.2 AMA sem T27 conectado

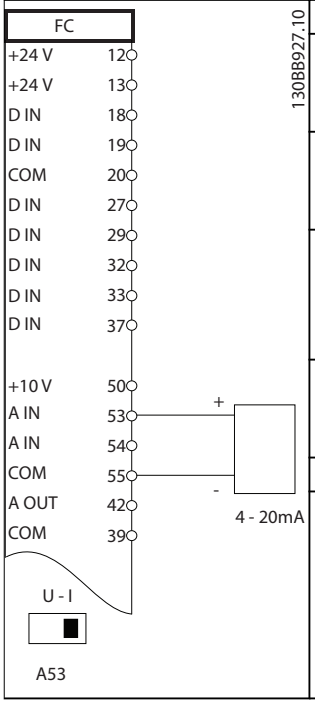
17.2 Referência de Velocidade Analógica



	Parâmetros	
	Função	**Configuração**
	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 17.3 Referência de Velocidade Analógica (Tensão)

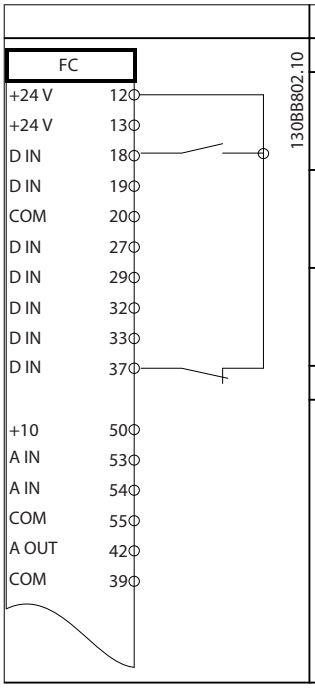
17



Parâmetros	
Função	**Configuração**
Parâmetro 6-12 Terminal 53 Corrente Baixa	4 mA*
Parâmetro 6-13 Terminal 53 Corrente Alta	20 mA*
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 17.4 Referência de Velocidade Analógica (Corrente)

17.3 Partida/Parada



Parâmetros	
Função	**Configuração**
Parâmetro 5-10 Terminal 18 Entrada Digital	*[8] Partida**
Parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital	*[0] Sem operação*
Parâmetro 5-19 Terminal 37 Parada Segura	*[1] Alarme de Safe Torque Off*
*=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 17.5 Comando de Partida/Parada com Safe Torque Off

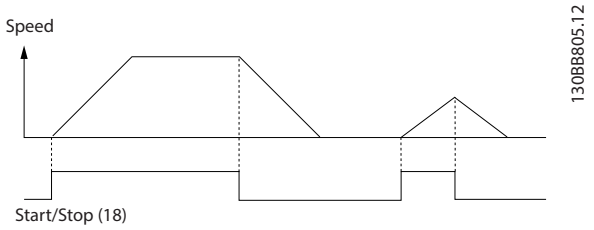
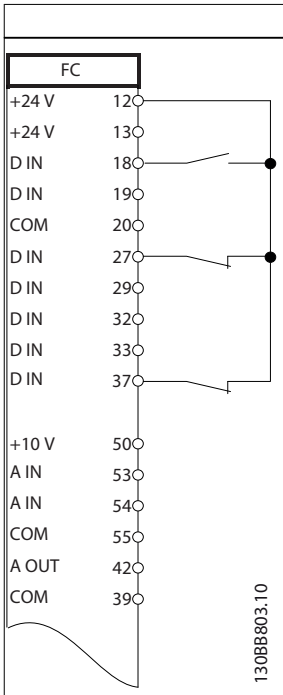


Ilustração 17.1 Partida/Parada com Safe Torque Off



Parâmetros	
Função	**Configuração**
Parâmetro 5-10 Terminal 18 Entrada Digital	*[9] Partida por pulso*
Parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital	*[6] Parada por inércia inversa*
*=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 17.6 Parada/Partida por Pulso

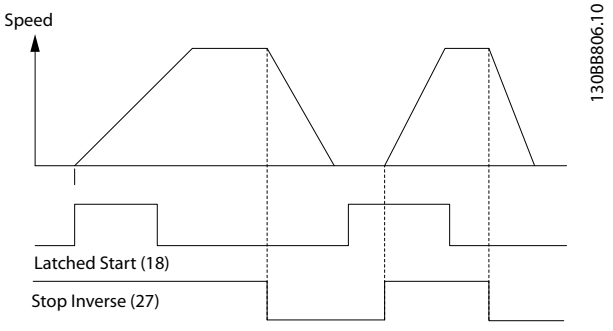
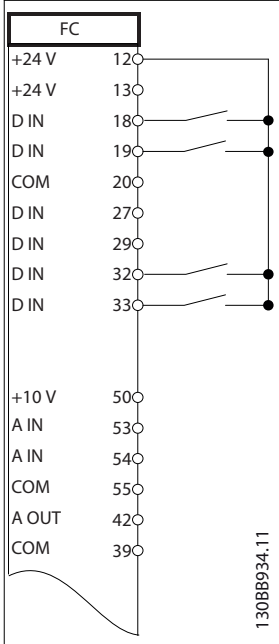


Ilustração 17.2 Partida por pulso/parada por inércia inversa

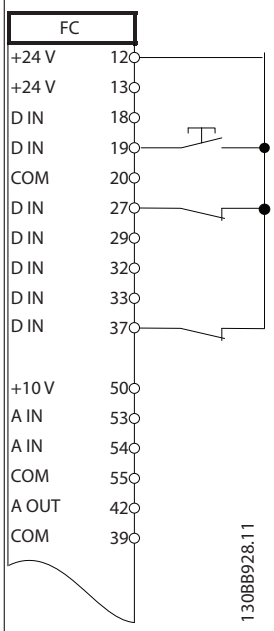
17



Parâmetros	
Função	**Configuração**
Parâmetro 5-10 Terminal 18 Entrada Digital	*[8] Partida*
Parâmetro 5-11 Terminal 19, Entrada Digital	*[10] Reversão**
Parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital	*[0] Sem operação*
Parâmetro 5-14 Terminal 32, Entrada Digital	*[16] Ref predefinida bit 0*
Parâmetro 5-15 Terminal 33 Entrada Digital	*[17] Ref predefinida bit 1*
Parâmetro 3-10 Referência Predefinida	
Ref. predefinida 0	25%
Ref. predefinida 1	50%
Ref. predefinida 2	75%
Ref. predefinida 3	100%
*=Valor padrão	
Notas/comentários:	

Tabela 17.7 Partida/parada com reversão e 4 velocidades pré-programadas

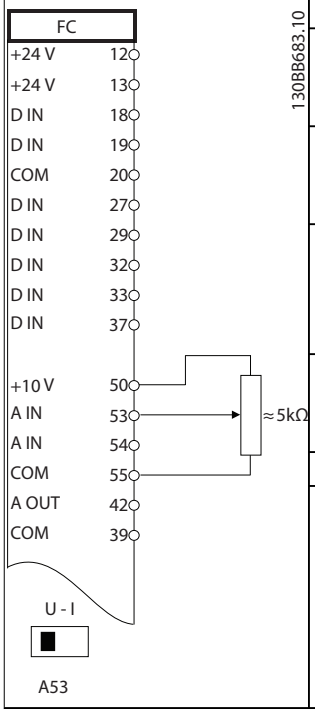
17.4 Reset do Alarme Externo



Parâmetros	
Função	**Configuração**
Parâmetro 5-11 Terminal 19, Entrada Digital	*[1] Reinicializar*
*=Valor padrão	
Notas/comentários:	

Tabela 17.8 Reset do Alarme Externo

17.5 Referência de velocidade com potenciômetro Manual



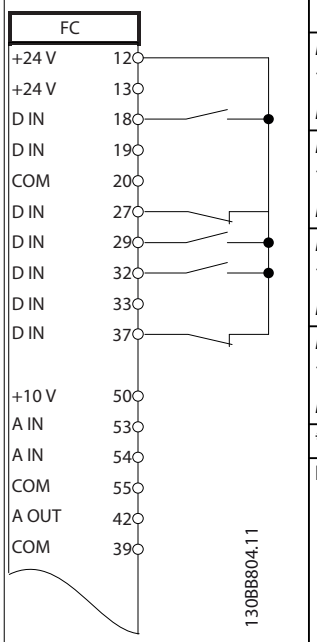
Parâmetros	
Função	**Configuração**
Parâmetro 6-10 Terminal 53 Tensão Baixa	0,07 V*
Parâmetro 6-11 Terminal 53 Tensão Alta	10 V*
Parâmetro 6-14 Terminal 53 Ref./ Feedb. Valor Baixo	0 rpm
Parâmetro 6-15 Terminal 53 Ref./ Feedb. Valor Alto	1500 rpm
*=Valor padrão	
Notas/comentários:	

Tabela 17.9 Referência de Velocidade (utilizando um

17

Potenciômetro Manual)

17.6 Aceleração/desaceleração



	Parâmetros	
	Função	**Configuração**
	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 17.10 Aceleração/desaceleração

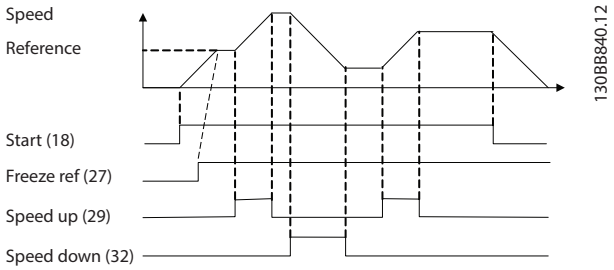
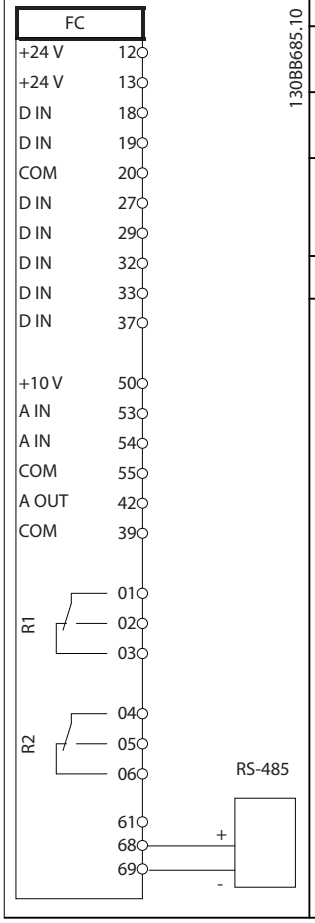


Ilustração 17.3 Aceleração/desaceleração

17.7 Conexão de Rede da RS-485



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

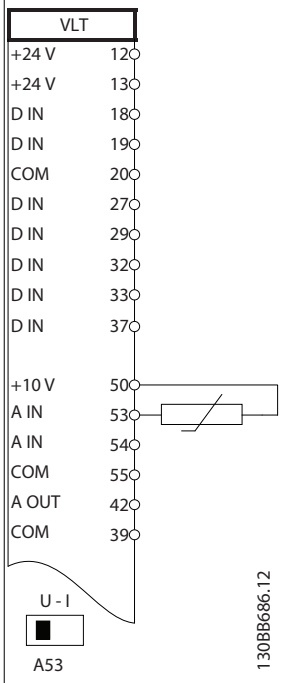
Tabela 17.11 Conexão de Rede da RS-485

17.8 Termistor do motor

AVISO!

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

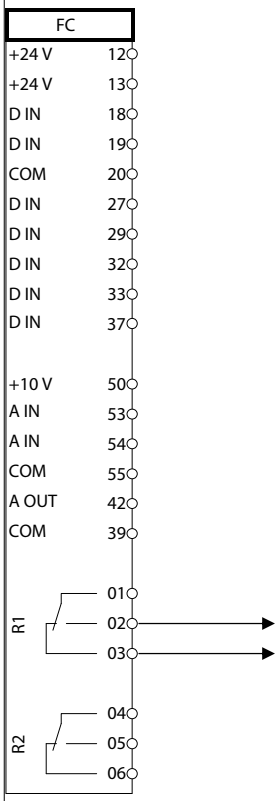
17



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

Tabela 17.12 Termistor do motor

17.9 Setup do relé com Smart Logic Control

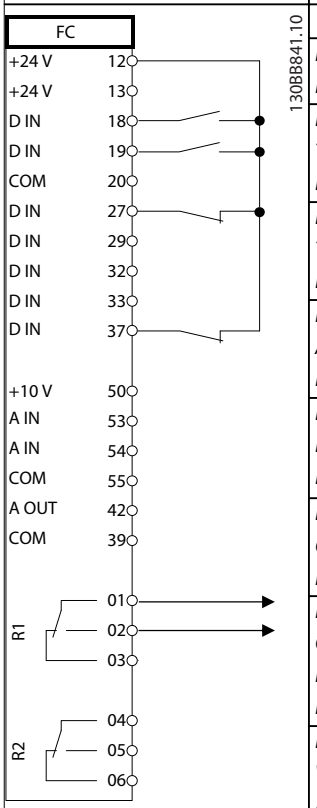


	Parâmetros	
	Função	**Configuração**
	Parâmetro 4-30 Função Perda Fdbk do Motor	*[1] Advertência*
	Parâmetro 4-31 Erro Feedb Veloc. Motor	100 rpm
	Parâmetro 4-32 Timeout Perda Feedb Motor	5 s
	Parâmetro 7-00 Fonte do Feedb. do PID de Veloc.	*[2] MCB 102*
	Parâmetro 17-11 Resolução (PPR)	1024*
	Parâmetro 13-00 Modo do SLC	*[1] On*
	Parâmetro 13-01 Iniciar Evento	*[19] Advertência*
	Parâmetro 13-02 Parar Evento	*[44] Tecla Reinicializar*
	Parâmetro 13-10 Operando do Comparador	*[21] Advertência nº.*
	Parâmetro 13-11 Operador do Comparador	*[1] ≈ (igual)**
	Parâmetro 13-12 Valor do Comparador	90
	Parâmetro 13-51 Evento do SLC	*[22] Comparador 0*
	Parâmetro 13-52 Ação do SLC	*[32] Definir saída digital A baixa*
	Parâmetro 5-40 Função do Relé	*[80] Saída 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 conversor de frequência continua e a advertência desaparece. Reinicialize o relé 1 pressionando [Reset] no LCP.	

Tabela 17.13 Usando SLC para programar um relé

17

17.10 Controle do Freio Mecânico



Parâmetros	
Função	**Configuração**
Parâmetro 5-40 Função do Relé	*[32] Ctrl. freio mecân.*
Parâmetro 5-10 Terminal 18 Entrada Digital	*[8] Partida**
Parâmetro 5-11 Terminal 19, Entrada Digital	*[11] Partida em reversão*
Parâmetro 1-71 Atraso da Partida	0,2
Parâmetro 1-72 Função de Partida	*[5] VVC+/ FLUXO Sentido horário*
Parâmetro 1-76 Corrente de Partida	$I_{m,n}$
Parâmetro 2-20 Corrente de Liberação do Freio	Dependente da aplicação
Parâmetro 2-21 Velocidade de Ativação do Freio [RPM]	Metade do deslizamento nominal do motor
*=Valor padrão	
Notas/comentários:	

Tabela 17.14 Controle do Freio Mecânico

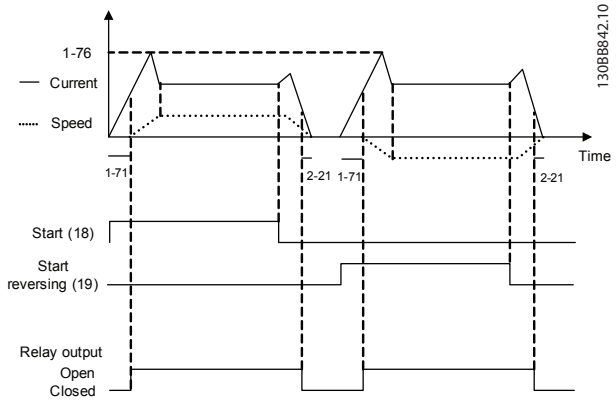


Ilustração 17.4 Controle do Freio Mecânico

17.11 Conexão do Encoder

Antes de programar o encoder, são exibidas as configurações básicas de um sistema de controle da velocidade de malha fechada.

Consulte também *capétulo 7.3.7 Encoder Input VLT® MCB 102*.

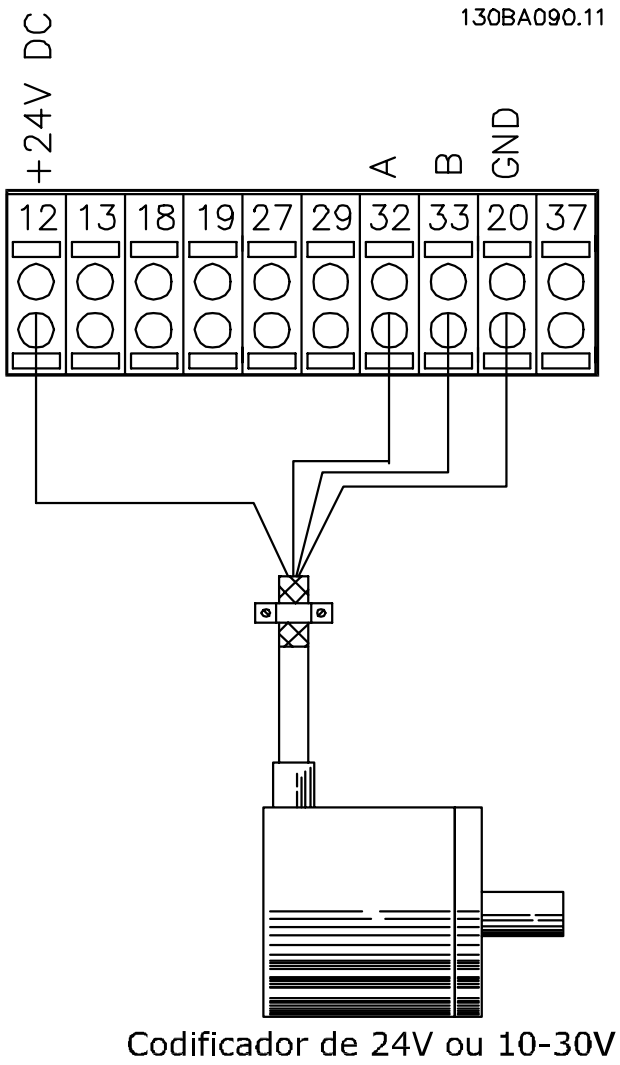


Ilustração 17.5 Conexão do Encoder no Conversor de Frequência

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

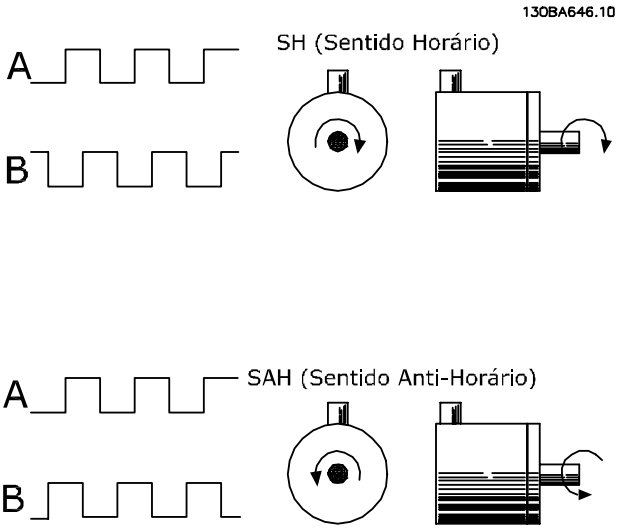


Ilustração 17.6 Encoder incremental de 24 V. Comprimento de cabo máximo 5 m

17.12 Sentido do encoder

O sentido do encoder, identificado olhando na extremidade do eixo, é determinado pela ordem em que os pulsos ingressam no conversor de frequência.

- Sentido horário (CW) significa que o canal A está defasado de 90 graus elétricos do canal B.
- Sentido anti-horário (CCW) significa que o canal B está 90 graus elétricos antes do A.

17.13 Sistema de Drive de Malha Fechada

Um sistema de conversor de malha fechada normalmente consiste no seguinte:

- Motor
- Conversor de frequência
- Encoder como sistema de feedback
- Freio mecânico
- Resistor do freio para a frenagem dinâmica
- Transmissão
- Caixa de engrenagem
- Carga

Aplicações que demandam controle do freio mecânico normalmente necessitam de um resistor do freio.

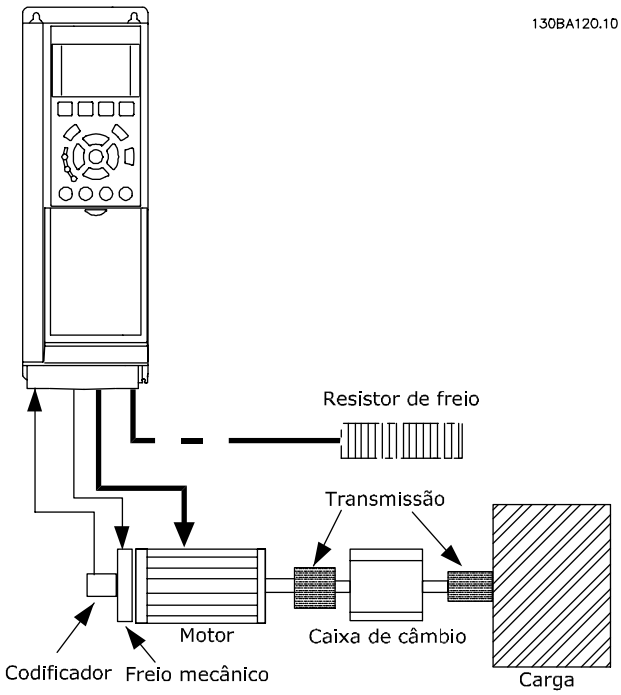


Ilustração 17.7 Setup Básico para FC 302 Controle da Velocidade de malha fechada

17.14 Programação do Limite de Torque e Parada

Em aplicações com freio eletromecânico externo, como nas aplicações em guindastes é possível parar o conversor de frequência por meio de um comando de parada padrão e, simultaneamente, ativar o freio eletromecânico externo. *Ilustração 17.8* mostra a programação dessas conexões do conversor de frequência.

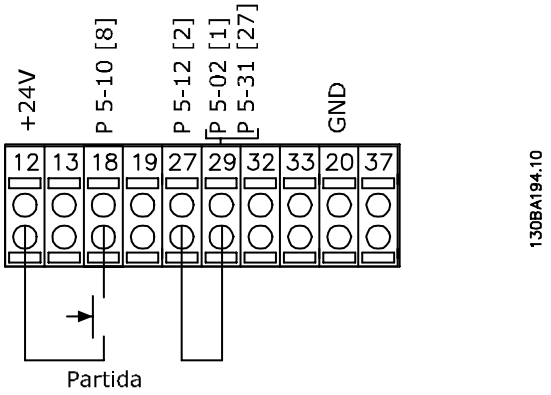
Se houver um comando de parada ativo, através do terminal 18, e o conversor de frequência não estiver no limite de torque, o motor desacelerará até 0 Hz.
Se o conversor de frequência estiver no limite de torque e um comando de parada for ativado, o sistema ativa o terminal 29 Saída (programado para *[27] Limite de torque e parada*). O sinal para o terminal 27 muda de 1 lógico para 0 lógico e o motor começa a parada por inércia, garantindo que o içamento pare, mesmo se o próprio conversor de frequência não puder controlar o torque necessário, por exemplo, devido a sobrecarga excessiva.

Para programar o limite de torque e parada, conecte aos seguintes terminais:

- Partida/parada através do terminal 18
  parâmetro 5-10 Terminal 18 Entrada Digital [8] Partida
- Parada rápida via terminal 27
  parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital [2] Parada por inércia, inversão

17

- Terminal 29 Saída
  parâmetro 5-02 Modo do Terminal 29 [1] Terminal 29 Modo Saída
  parâmetro 5-31 Terminal 29 Saída Digital [27] Limite de torque e parada
- Saída do relé [0] (Relé 1)
  parâmetro 5-40 Função do Relé [32] Controle do freio mecânico



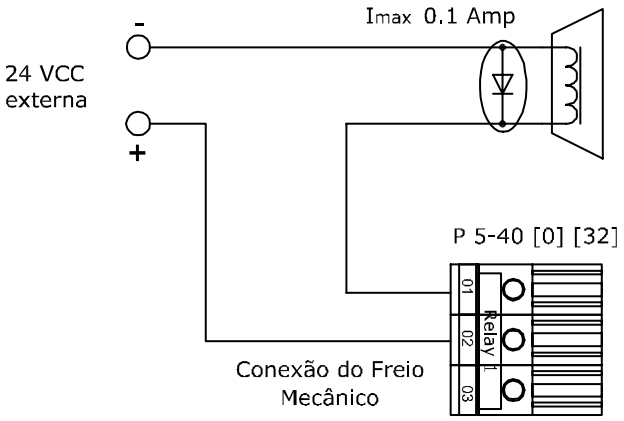


Ilustração 17.8 Conexões do terminal de limite de torque e parada

17

18 Apêndice

18.1 Renúncia de responsabilidade

Danfoss não terá qualquer obrigação com relação a qualquer produto que

- não estiver instalado de acordo com a configuração padrão conforme especificado no guia de instalação.
- estiver incorretamente reparado ou alterado.
- estiver sujeito a má utilização, negligência e instalação inadequada onde as diretrizes não foram seguidas.
- for utilizado de maneira contraditória com as instruções fornecidas.
- for resultado de desgaste por uso normal.

18.2 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.

18.3 Glossário

Variáveis utilizadas em cálculos:

f_{JOG}
A frequência do motor quando a função jog é ativada (através dos terminais digitais).

f_M
A frequência do motor.

f_{MAX}
A frequência do motor máxima.

f_{MIN}
A frequência do motor mínima.

$f_{M,N}$
A frequência nominal do motor (dados da plaqueta de identificação).

I_M
A corrente do motor.

$I_{M,N}$
A corrente nominal do motor (dados da plaqueta de identificação).

$I_{VLT,MAX}$
A corrente de saída máxima.

$I_{VLT,N}$
A corrente de saída nominal fornecida pelo conversor de frequência.

$n_{M,N}$
A Velocidade nominal do motor (dados da plaqueta de identificação).

$P_{M,N}$
A potência do motor nominal (dados da plaqueta de identificação).

$T_{M,N}$
O torque nominal (motor).

U_M
A tensão do motor instantânea.

$U_{M,N}$
A tensão nominal do motor (dados da plaqueta de identificação).

$U_{VLT,\ MAX}$
A tensão de saída máxima.

η_{VLT}
A eficiência do conversor de frequência é definida como a relação entre a potência de saída e a de entrada.

Torque de segurança

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

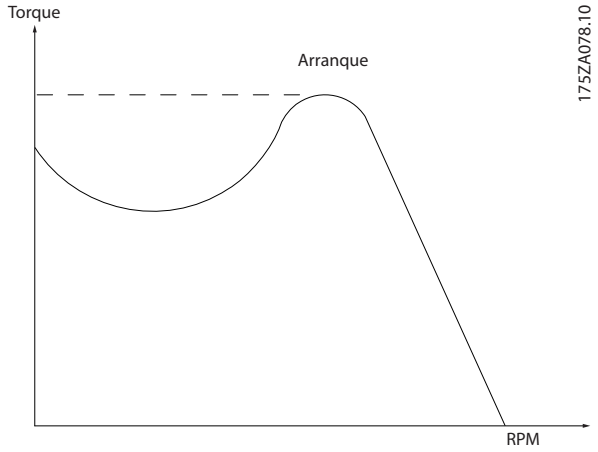


Ilustração 18.1 Gráfico do Torque de Segurança

Termos gerais e abreviações:

AVM de 60°
Padrão de chaveamento chamado Modulação Vetorial Assíncrona de 60° (ver *parâmetro 14-00 Padrão de Chaveamento*).

Controle Vetorial Avançado
Se comparado com um controle de relação entre tensão/frequência padrão, o controle vetorial avançado melhora a dinâmica e a estabilidade quando a referência de velocidade for alterada e em relação ao torque de carga.

Entradas Analógicas
As entradas analógicas são usadas para controlar várias funções do conversor de frequência. Há dois tipos de entradas analógicas:

- Entrada de corrente, 0–20 mA e 4–20 mA.
- Entrada de tensão 0–10 V CC.

Saídas analógicas
As saídas analógicas podem fornecer um sinal de 0-20 mA, 4-20 mA ou um sinal digital.

Adaptação Automática do Motor, AMA
O algoritmo da AMA determina os parâmetros elétricos do motor conectado, quando parado.

Referência Analógica
Um sinal transmitido para a 53 ou 54 pode ser tensão ou corrente.

Referência binária
Um sinal aplicado na porta de comunicação serial (RS-485 terminal 68–69).

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.

Referência de barramento
Um sinal transmitido para a porta de comunicação serial (Porta do FC).

Características de TC
Característica do torque constante usada para parafuso e cavilha de compressores de refrigeração.

Entradas digitais
As entradas digitais podem ser usadas para controlar várias funções do conversor de frequência.

Saídas digitais
O conversor de frequência contém duas saídas de estado sólido que podem fornecer um sinal de 24 V CC (máx. 40 mA).

DSP
Processador de sinal digital.

ETR
O relé térmico eletrônico é um cálculo de carga térmica baseado na carga atual e no tempo. Sua finalidade é fazer uma estimativa da temperatura do motor.

GLCP
painel de controle local gráfico (LCP 102)

HIPERFACE®
HIPERFACE® é marca registrada da Stegmann.

Inicialização
Ao executar a inicialização (*parâmetro 14-22 Modo Operação*) os parâmetros programáveis do conversor de frequência retornam às suas configurações padrão.

Funções de entrada

Comando de controle Dê partida e pare o motor conectado com o LCP e as entradas digitais. As funções estão divididas em 2 grupos. As funções do grupo 1 têm prioridade mais alta que as do grupo 2.	Grupo 1	Reset, parada por inércia, reset e parada por inércia, parada rápida, freio CC, parada e a tecla [Off].
	Grupo 2	Partida, partida por pulso, reversão, partida reversa, jog e congelar frequência de saída.

Tabela 18.1 Funções de entrada

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.

LCP
O painel de controle local (LCP) constitui uma interface completa para operação e programação do conversor de frequência. O LCP é destacável e pode ser instalado a até 3 m do conversor de frequência, em um painel frontal, com o kit de instalação opcional.
O LCP está disponível em duas versões:

- LCP numérico 101 (NLCP)
- LCP gráfico 102 (GLCP)

lsb
Bit menos significativo.

MCM
Sigla para mille circular mil, uma unidade de medida norte-americana para medição da seção transversal do cabo. 1 MCM ≡ 0,5067 mm^2.

msb
Bit mais significativo.

NLCP
Painel de controle local numérico LCP 101.

Parâmetros Online/Offline
As alterações nos parâmetros online são ativadas imediatamente após o valor dos dados ser alterado. Pressione [OK] no LCP para ativar alterações em parâmetros off-line.

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Controlador PID
O controlador PID mantém a velocidade, a pressão e a temperatura desejadas ajustando a frequência de saída para corresponder à variação de carga.

PCD
Dados do processo.

Fator de potência
O fator de potência é a relação entre I_1 entre I_{RMS}.

$$Potência\ fator = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_{1 \times COS\phi}}{\sqrt{3} \times U \times I_{RMS}}$$

O fator de potência para controle trifásico:

$$= \frac{I_1 \times cos\phi 1}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}} \ desde\ cos\phi 1 = 1$$

O fator de potência indica em que extensão o conversor de frequência impõe uma carga na alimentação de rede elétrica.
Quanto menor o fator de potência, maior será a I_{RMS} para o mesmo desempenho em kW.

$$I_{RMS} = \sqrt{I_1^2 + I_5^2 + I_7^2 + \ldots + I_n^2}$$

Além disso, um fator de potência alta indica que as diferentes correntes harmônicas são baixas.
As bobinas CC integradas produzem um fator de potência alto, o que minimiza a carga imposta na alimentação de rede elétrica.

Referência predefinida
Uma referência predefinida estabelecida de -100% a +100% da faixa de referência. Podem ser selecionadas 8 referências predefinidas por meio dos terminais digitais.

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. A conexão do encoder é realizada via terminal 32 ou opcional de encoder.

Referência de pulso
É um sinal de pulso transmitido às entradas digitais (terminal 29 ou 33).

RCD
Dispositivo de corrente residual. Um dispositivo que desconecta um circuito em caso de desequilíbrio entre um condutor energizado e o terra. Também conhecido como interruptor de circuito de falha de aterramento (GFCI).

Ref_{MAX}
Determina a relação entre a entrada de referência a 100% do valor de escalonamento total (tipicamente 10 V, 20 mA) e a referência resultante. O valor de referência máxima é programado em *parâmetro 3-03 Referência Máxima*.

Ref_{MIN}
Determina a relação entre a entrada de referência, em 0% do valor de fundo de escala (tipicamente 0 V, 0 mA, 4 mA) e a referência resultante. O valor mínimo de referência é programado em *parâmetro 3-02 Referência Mínima*.

Setup
As programações do parâmetro podem ser salvas em quatro setups. Alterne entre as quatro configurações de parâmetros e edite um setup, enquanto outro setup estiver ativo.

SFAVM
Padrão de chaveamento chamado modulação vetorial assíncrona orientada a fluxo do estator (*parâmetro 14-00 Padrão de Chaveamento*).

Compensação de escorregamento
O conversor de frequência compensa o deslizamento que ocorre no 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.

STW
Status word.

Comando inibidor da partida
Comando de parada que pertence aos comandos de controle do grupo 1. Consulte *Tabela 18.1*.

Comando de parada
Consulte o grupo do parâmetro de comandos de controle.

Termistor
Um resistor que varia com a temperatura, instalado onde a temperatura será monitorada (conversor de frequência ou motor).

THD
Distorção harmônica total. Um estado de distorção harmônica total.

Desarme
Um estado em que entra em situações de falha. Por exemplo, se o conversor de frequência estiver sujeito a superaquecimento ou quando estiver protegendo o motor, processo ou mecanismo. Uma nova partida é impedida até a causa da falha ser eliminada e o estado de desarme cancelado pressionando [Reset] ou, às vezes, por ser programado para reinicializar automaticamente. Não use o desarme para segurança pessoal.

Bloqueio por desarme
Um estado que ocorre em situações de falha quando o conversor de frequência está se protegendo e requer intervenção física. Por exemplo, se o conversor de frequência estiver sujeito a curto-circuito na saída, entra em bloqueio por desarme. Um bloqueio por desarme somente pode ser cancelado desligando-se a rede elétrica, eliminando-se a causa da falha e energizando o conversor de frequência novamente.

Características do TV
Características de torque variável usadas em bombas e ventiladores.

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

VVC+

Se comparado com o controle da relação tensão/frequência padrão, o Controle Vetorial de Tensão (VVC+) melhora a dinâmica e a estabilidade, tanto quando a referência de velocidade é alterada quanto em relação ao torque de carga.

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Índice

A

Abreviações... 159
Adaptação automática do motor... 18, 160
Advertência... 21
AEO... 16
Alarme... 21
Alimentação de 24 V CC externa... 75
Alta tensão... 6
Alterando aceleração/desaceleração... 154
Altitude... 58
AMA... 18, 160
AMA executada sem T27 conectado... 151
Ambiente comercial... 93
Ambiente industrial... 93
Ambiente residencial... 93
Ambientes agressivos... 82
Amortecimento de ressonância... 18
Análise de série Fourier... 99
Aquecedor do gabinete... 82
Armazenagem... 81
Aterramento, cabos de controle blindados... 98
Automático ligado... 132
AVM... 160

B

Banda morta em torno de zero... 138
Barramento CC... 109, 111
Barras condutoras... 83
Bypass de ressonância... 19

C

Cabo
- Blindado... 97, 98
- Braçadeira... 95
- Controle... 95, 97, 98
- Equalização... 98
- Motor... 95, 105

Cálculos... 159
Características de TC... 160
Características do TV... 161
Características nominais... 39
Cartão do Termistor do PTC... 103
Catch-up/redução de velocidade... 136
Certificação ATEX... 76
Chave... 120
Ciclo útil intermitente... 160
Circuito intermediário... 109
Classe de eficiência energética... 53
Código do tipo... 61
Código do tipo do formulário de pedido... 61
Comando de partida/parada com Safe Torque Off... 152
Comparadores... 134
Compensação de escorregamento... 161
Comunicação serial... 98, 118, 119
Condensação... 82
Condições ambiente... 82
Condições de funcionamento extremas... 109
Configuração
- Cabo de motor... 105
- Modo configuração... 132
- Rede elétrica... 114
- Sistema de 2 conversores... 106
- Sistema de 4 conversores... 108

Configuração de relé utilizando smart logic controller... 155
Configurador do conversor... 61
Conformidade... 18
Conformidade com a CE... 86
Congelar frequência de saída... 160
Controlador PID... 18, 161
Controle
- Cartão de controle, comunicação serial USB... 57
- Estrutura de controle vetorial avançado... 130
- Fluxo com estrutura de feedback de motor... 131
- Fluxo sensorless da estrutura... 131
- Limite de corrente interno em VVC+... 132
- Local (manual ligado)... 132
- PID de processo... 145
- PID de velocidade... 142
- Princípio... 127
- Remoto (automático ligado)... 132
- Terminais... 127
- Terminal de controle... 119
- Tipos de terminal de controle... 118
- Torque de controle... 127
- Velocidade... 127

Controle de torque... 127
Controle do freio mecânico... 156
Controle do PID
- Controlador de processo... 149
- Otimização... 150
- Processo... 145
- Velocidade... 142

Controle do PID de processo
- Parâmetros... 146
- Programação... 149

Controle do PID de velocidade
- Parâmetros... 142
- Programação... 143
- Sintonização... 145

Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Controle vetorial avançado ... 130
Controle vetorial de tensão ... 162
Convenções ... 159
Correia Partida ... 22
Corrente
  Atenuação do motor ... 102
  Controle de limite de corrente ... 17
  fundamental ... 99
  Correntes harmônicas ... 99
  Distorção ... 99
  Entrada ... 99
  Harmônicas ... 98
Corrente de fuga (>3,5 mA) ... 7
Curto circuito ... 109
Curto-circuito
  Proteção contra curto-circuito ... 17, 86
  Relação de curto circuito ... 99

D

Definições ... 159
Derating ... 16, 17, 58, 80
Desarme ... 161
Desbalanceamento ... 22
Diagrama de interconexão ... 129
Dimensões ... 80
Diretiva de baixa tensão ... 8
Diretiva de maquinaria ... 8
Diretiva EMC ... 8
Dispositivo de corrente residual ... 161
Dispositivo de segurança externo ... 20
Distorção harmônica total ... 98
DU/dt ... 64, 79, 111

E

Eficiência energética ... 53
Em conformidade com o UL ... 87
EMC
  Conformidade ... 18
  Diretiva ... 8
  Diretrizes de instalação elétrica ... 95
  EMC ... 98
  Emissões ... 88
  Precauções ... 95
  Requisitos ... 93
  Requisitos de imunidade ... 94
  Resultados do teste ... 89, 91
Emissões conduzidas ... 89
Emissões irradiadas ... 89
Encoder ... 70, 156, 161
Entrada
  Analógica ... 118
  Digital ... 118, 119
  Sinal ... 120
Entrada do VLT® Resolver ... 71
Entrada estendida do VLT® ... 70
Entradas Analógicas ... 69, 160
Entradas digitais ... 69, 160
Equipamento opcional ... 120
ETR ... 160
Evento definido pelo usuário ... 133
Execução de AMA com T27 conectado ... 151
Exemplos de aplicações de AMA ... 151
Exportar as normas de controle ... 9

F

Faixas de frequência da portadora ... 16
Fator de potência ... 161
FC 102
  Especificações ... 39
FC 202
  Especificações ... 43
FC 302
  Especificações ... 48
Feedback ... 22, 120
Fiação
  Diagrama da fiação ... 129
  Fiação ... 80, 98
  Terminal de controle ... 119
Fiação de controle do termistor ... 117
Filtros
  Configuração do filtro ... 65, 66
  DU/dt ... 64, 79
  Filtros ... 64, 78, 79, 82
  de saída ... 64, 78, 79
  Onda senoidal ... 64, 78
Fluxo ... 131
Fluxo de ar ... 82
Flying start ... 19
Força Contra Eletro Motriz ... 110
Freio
  CC ... 19
  Ciclo útil ... 122, 123
  Dinâmica ... 122
  Eletromecânico ... 157
  Exemplo de aplicação de freio mecânico ... 156
  Função ... 124
  Holding mecânico ... 122
  Interruptor do resistor ... 104
  Limites ... 123
  Níveis de potência ... 123
  OVC ... 124
  Resistor ... 78, 122, 160

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Freio de Holding Mecânico... 122
Freio dinâmico... 122
Freio eletromagnético... 122
Freio eletromecânico... 157
Freio estático... 122
Frenagem CC... 19
Frenagem generatórica... 122
Frequência alta da portadora... 16
Frequência de chaveamento... 58
Funções de entrada... 160
Funções de partida... 19
Fusível... 80

G

Gases... 82

H

Harmônicas
Análise... 98
Distorção... 98
Efeitos negativos das... 99
Em um sistema de distribuição de energia... 99
da tensão... 99
Prevenção de sobrecarga... 98
HIPERFACE®... 160

I

Içamento... 122
Inicialização... 160
Interface serial... 22
Interferência
Em suspensão no ar... 88
Irradiado... 88
Rádio... 88
Interferência em suspensão no ar... 88
Interferência irradiada... 88
Interruptor A53/A54... 120
Interruptor de terminação do bus serial... 120
Interruptor Klixon... 105
Isolação... 102
Isolação de sinal... 100
Isolação galvânica... 68, 100

J

Jog... 159
Jumper... 119

K

Kit de montagem... 79

L

LCP... 79, 132, 160
Limite de corrente... 110
Limite de torque... 110, 157
Lista de verificação... 80
Lista de verificação de design do sistema... 80

M

Malha aberta... 22, 120
Malha de aterramento... 98
Malha fechada... 22, 120, 157
Manual ligado... 132
Manutenção... 82
Marcação CE... 8
MCB 101... 67
MCB 102... 70, 145, 161
MCB 103... 71
MCB 105... 73
MCB 107... 75
MCB 112... 20, 76
MCB 113... 77
MCM... 160
Método de sintonia de Ziegler Nichols... 150
Modulação da frequência de chaveamento automática... 16
Momento de inércia... 110
Motor
Atenuação de correntes... 102
Baixa/alta velocidade... 22
Bypass... 19
Cabo... 95, 105
Classe de proteção... 82
Conexão em paralelo... 111
Corrente baixa/alta... 22
Fases... 109
Feedback... 131
Função de pré-aquecimento... 19
Função de torque total... 19
Isolação... 102
Ligações do terminal... 105
Ligando a saída... 109
Limite de corrente de proteção... 110
Limite de torque... 110
Limite de velocidade mínima de proteção... 110
Partida suave... 18
Proteção térmica... 18, 103, 110
Proteção térmica do motor... 18
Rotação... 105
Saída... 53
Sobretensão... 109
Tensão... 111
Variáveis de cálculo... 159
Velocidade nominal... 159
Velocidade síncrona... 159

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

N

Nível de tensão ... 54
Normas de emissão genérica ... 93
Nova partida ... 19
Nova partida automática ... 19

O

Ondas senoidais ... 64, 78
Opcionais ... 64, 67
Otimização Automática de Energia ... 16
OVC ... 110

P

Pacote de idiomas ... 61
Padrão de chaveamento ... 160
Painel de controle local ... 160
Par trançado blindado (STP) ... 120
Partida remota ... 19
Partida suave ... 18
Partida/parada com reversão e velocidades predefinidas ... 153
Partida/parada por pulso ... 152
PELV ... 100, 151
Perda de energia ... 20
Perda de fase ... 22
Peso ... 23, 80, 83
Pessoal qualificado ... 6
PID de velocidade ... 127, 130
Ponto de acoplamento comum ... 99
Potenciômetro ... 154
Precauções ... 95
Programação ... 119
Programação do limite de torque e parada ... 157
Proteção ... 83, 86, 100, 103, 110
Proteção da falha de aterramento ... 17
Proteção térmica ... 110
PTC thermistor card ... 76

R

Rampa automática ... 17
RCD ... 161
Recursos adicionais ... 5
Rede elétrica
  Alimentação ... 53, 99, 161
  Corrente ... 114
  Flutuações ... 17
  Ligações do terminal ... 114
  Queda ... 110
  Terminal número ... 120
Rede elétrica CA ... 114
Rede pública de baixa tensão ... 89
Referência
  Advertência ... 22
  Analógica ... 137, 160
  Ativo ... 132
  Binário ... 160
  Bus ... 160
  Congelar ... 136
  Entrada de velocidade ... 151, 152
  Limites ... 136
  Local ... 135
  Predefinido ... 137, 161
  Pulso ... 137, 161
  Remota ... 135
Referência de velocidade ... 120, 151, 152
Referências de escala ... 137
Refrigeração ... 18, 82
Regras lógicas ... 134
Relé ... 56, 73, 77, 119
Relé térmico eletrônico ... 160
Requisitos
  Emissão (EMC) ... 93
Reset do alarme ... 153
Reset do alarme externo ... 153
Resolver ... 71
Responsabilidade ... 20
RS485
  Comunicação serial ... 120
  Conexão de rede ... 154

S

Safe Torque Off ... 20
Saída
  Analógica ... 118
  Chaveamento na saída ... 109
  Filtros de saída ... 78, 79
  Relé ... 56, 118, 121
Saída digital ... 69, 160
Saídas analógicas ... 69, 160
Sensor KTY ... 104, 151
Sentido do encoder ... 157
Setups programáveis ... 19
SFAVM ... 161
Sleep mode ... 19
Smart logic controller ... 133

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

Sobrecarga..... 20
Sobrecarga estática VVC+..... 110
Sobretemperatura..... 17, 21
Sobretensão..... 109, 124
Software de setup MCT 10..... 118
Solicitação de pedido de opcionais..... 64

T

Tabelas de derating..... 59, 60
Tamanhos de fio..... 105
Temperatura..... 58
Tempo de descarga..... 6
Tempo de subida..... 111
Tensão de alimentação..... 117, 118
Terminais
Conexão de rede elétrica..... 114
Conexão do motor..... 105
Controle..... 127
Dimensões do módulo de conversor..... 24
Dimensões do sistema de 2 conversores..... 28
Dimensões do sistema de 4 conversores..... 32
Terminal número
Dimensões da rede elétrica do sistema de 2 conversores..... 28
Dimensões da rede elétrica do sistema de 4 conversores..... 33
Dimensões do aterramento do sistema de 2 conversores 29
Dimensões do barramento CC do sistema de 2 conversores 30
Dimensões do barramento CC do sistema de 4 conversores 37
Dimensões do freio do sistema de 4 conversores..... 35
Dimensões do jumper do sistema de 4 conversores..... 32
Dimensões do motor do sistema de 2 conversores..... 29
Dimensões do motor do sistema de 4 conversores..... 35
Termistor..... 103, 117, 151, 154, 161
THD..... 161
Thermistor..... 76
Torque de segurança..... 19, 159
Torque do motor total..... 19
Transformadores..... 98
Transformadores usados com 12 pulsos..... 53

U

Umidade..... 80, 82

V

Valor nominal da potência..... 39
Variáveis, definidas em..... 159
Velocidade mínima limite..... 110
Velocidades predefinidas..... 153
Ventiladores..... 18, 84
VLT® Extended I/O..... 67
VLT® Extended Relay Card..... 77
VLT® PTC Thermistor Card..... 76
VLT® Relay Card..... 73
VVC+..... 130, 132, 162

 Danfoss A/S © 11/2016 Todos os direitos reservados.

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

130R0676 MG37N228 11/2016